



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV VODNÍCH STAVEB

INSTITUTE OF WATER STRUCTURES

# POSOUZENÍ METODY VYUŽÍVAJÍCÍ PŘENOSNOU MĚŘICÍ SESTAVU S PRŮTOKOMĚREM

EVALUATION OF THE METHOD USING PORTABLE MEASURING SYSTEM WITH FLOW-METER

## DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

## AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Marie Štarhová

## VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MICHAL ŽOUŽELA, Ph.D.

BRNO 2018



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

<b>Studijní program</b>	N3607 Stavební inženýrství
<b>Typ studijního programu</b>	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
<b>Studijní obor</b>	3607T027 Vodní hospodářství a vodní stavby
<b>Pracoviště</b>	Ústav vodních staveb

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

<b>Student</b>	Bc. Marie Štarhová
<b>Název</b>	Posouzení metody využívající přenosnou měřicí sestavu s indukčním průtokoměrem
<b>Vedoucí práce</b>	Ing. Michal Žoužela, Ph.D.
<b>Datum zadání</b>	31. 3. 2016
<b>Datum odevzdání</b>	13. 1. 2017

V Brně dne 31. 3. 2016

---

prof. Ing. Jan Šulc, CSc.  
Vedoucí ústavu

---

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA  
Děkan Fakulty stavební VUT

## **PODKLADY A LITERATURA**

[1] ČSN EN ISO 6817 Měření průtoku vodivých kapalin v uzavřených profilech – Metoda užívající indukční průtokoměry (25 7740)

[2] ČSN ISO 5168 Měření průtoku tekutin – Postupy pro vyhodnocení nejistot (25 7705)

[3] Němeček, P.: Nejistoty měření. Česká společnost pro jakost, o.s. Praha 2008

[4] Ludwig, E.: Limitní nejistoty měření a maximální dovolené chyby měřidel pro výkon úředního měření. Program rozvoje metrologie ÚNMZ 2014. Praha 2014

## **ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ**

Metoda využívající přenosnou měřicí sestavu s indukčním průtokoměrem je relativně nová a začala se v oblasti úředního měření používat v průběhu let 2013 a 2014. Tato metoda přináší velmi přesné výsledky, nejsou však pro ni zpracovány metodické postupy a jednoznačný návod k vyhodnocení nejistoty stanoveného průtoku.

Diplomantka se zaměří na posouzení technického rozsahu použitelnosti metody a stanovení mezních limitů při její aplikaci s ohledem na velikost hodnoty cílené nejistoty průtoku do 2,5 %. Součástí práce tak bude rozbor nejistoty měření a sestavení metodického návodu pro použití předmětné metody.

## **STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE**

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).

2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

---

Ing. Michal Žoužela, Ph.D.  
Vedoucí diplomové práce

## **ABSTRAKT**

Tato diplomová práce se zabývá posouzením metody měření průtoku využívající přenosnou měřicí sestavu s průtokoměrem používanou v oblasti úředního měření v profilech s volnou hladinou. U této metody jde o řízenou simulaci požadovaného průtoku pomocí přenosné měřicí sestavy. Tento přístup je ve vztahu k ostatním metodám úředního měření, u kterých dochází k přímému měření průtoku, inovativní. Práce je založena na rozsáhlé literární rešerši související s elementárním prvkem této sestavy – průtokoměrem. Na základě jednotlivých charakteristik jsou zpracovány technické a metrologické požadavky jak na průtokoměr, tak na ostatní prvky měřicí sestavy. V kontextu s těmito poznatky a požadavky úředního měření jsou dále definovány a následně vypočteny vstupní zdroje nejistot měření touto sestavou. Poznatky z této práce jsou plně aplikovatelné do praxe subjektů autorizovaných pro úřední měření předmětnou metodu.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Úřední měření průtoku, metoda využívající přenosnou sestavu s průtokoměrem, průtokoměr, nejistota měření.

## **ABSTRACT**

This diploma thesis deals with the assessment of flow measurement method using portable measuring set with the flowmeter used in the field of official measurement in the free surface profiles. This method is a controlled simulation of the required flow through a portable measurement set. This approach is innovative in relation to other methods of official measurement in which direct flow measurement is carried out. The thesis is based on extensive literary research related to elementary element of this assembly – flowmeter. On the basis of individual characteristics, the technical and metrological requirements for both the flowmeter and the other elements of the measuring set are processed. In the context of these findings and the requirements of the official measurement, input sources of measurement uncertainties are further defined and subsequently calculated by this assembly. The findings from this thesis are fully applicable to the practice of institution authorized for the official measurement of the subject method.

## **KEYWORDS**

Official measurements flow, method use portable assembly with flowmeter, flowmeter, measurement uncertainty.

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP**

Bc. Marie Štarhová *Posouzení metody využívající přenosnou měřicí sestavu s průtokoměrem*. Brno, 2018. 135 s., 32 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodních staveb. Vedoucí práce Ing. Michal Žoužela, Ph.D.

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 8. 1. 2018

---

Bc. Marie Štarhová  
autor práce

## **PODĚKOVÁNÍ**

Tímto bych ráda poděkovala svému vedoucímu diplomové práce Ing. Michalu Žouželovi, Ph.D. za odborné vedení, poskytnutí studijních materiálů, cenné rady, věcné připomínky a trpělivost při konzultacích a vypracování této diplomové práce.

# OBSAH

1	Úvod .....	12
2	Metoda využívající přenosnou sestavu s průtokoměrem .....	13
2.1	Úřední měření.....	13
2.2	Metody úředního měření .....	14
2.2.1	Metoda využívající přenosnou měřicí sestavu s průtokoměrem .....	15
3	Rozdělení a charakteristika průtokoměrů.....	19
3.1	Průtokoměry s měřením tlakové difference.....	21
3.1.1	Průřezová měřidla .....	23
3.1.2	Rychlostní průtokoměry .....	25
3.1.3	Plováčkové průtokoměry .....	26
3.2	Objemové průtokoměry .....	28
3.3	Indukční průtokoměry .....	30
3.3.1	Vysvětlení principu na základě Lorentzova zákona.....	30
3.3.2	Konstrukce indukčního průtokoměru .....	32
3.3.3	Vliv měřeného média na výsledky.....	34
3.3.4	Vlastnosti indukčních průtokoměrů .....	35
3.3.5	Zásady správného provozu a použití.....	35
3.4	Ultrazvukové průtokoměry.....	37
3.4.1	Průtokoměry využívající Dopplerův jev.....	37
3.4.2	Průtokoměry založené na době průchodu signálu .....	39
3.4.3	Průtokoměry dle typu snímače .....	41
3.4.4	Vlastnosti ultrazvukových průtokoměrů .....	42
3.4.5	Zásady správného provozu a použití.....	43
3.5	Turbínové průtokoměry .....	44
3.6	Vírové průtokoměry .....	47

3.6.1	Konstrukce vírového průtokoměru .....	48
3.6.2	Vlastnosti vírových průtokoměrů .....	50
3.6.3	Zásady správného provozu a instalace .....	51
3.7	Coriolisovy průtokoměry .....	53
3.7.1	Vysvětlení principu Coriolisova průtokoměru .....	53
3.7.2	Požadavky na jednotlivé části průtokoměru .....	55
3.7.3	Vlastnosti hmotnostních průtokoměrů a jejich použití .....	57
3.8	Srovnání parametrů vybraných průtokoměrů .....	58
3.9	Výběr vhodných průtokoměrů .....	58
4	Základní požadavky na měřicí sestavy .....	60
4.1	Požadavky na průtokoměr .....	60
4.2	Požadavky na ostatní prvky měřicí sestavy .....	63
5	Nejistota měřené veličiny .....	65
5.1	Standardní nejistota typu A .....	66
5.2	Standardní nejistota typu B .....	67
5.2.1	Rozdělení zdrojů nejistot typu B .....	67
5.2.2	Postup určení nejistoty typu B .....	69
5.3	Výpočet pomocí relativních nejistot .....	71
5.4	Kombinovaná standardní nejistota .....	71
5.5	Rozšířená nejistota .....	72
5.5.1	Koeficient rozšíření .....	73
5.6	Zásady pro uvádění nejistot měření .....	73
6	Nejistota měření průtoku stanoveného přenosnou měřicí sestavou s průtokoměrem ..	75
6.1	Stanovení nejistot .....	75
6.1.1	Relativní nejistota určená způsobem A .....	76
6.1.2	Relativní nejistota určená způsobem B .....	76

6.1.3	Výsledná nejistota měření.....	77
7	Cíle.....	78
8	Technické a metrologické požadaky na jednotlivé prvky měřicí sestavy .....	80
8.1	Technické a metrologické požadavky na průtokoměr a jeho instalaci .....	80
8.1.1	Volba průtokoměru .....	80
8.1.2	Požadavky na fyzikálně – chemické vlastnosti měřené kapaliny .....	86
8.1.3	Požadavky na instalaci průtokoměru .....	87
8.2	Technické požadavky na ostatní prvky měřicí sestavy .....	89
8.2.1	Technické požadavky na čerpací agregát.....	89
8.2.2	Technické požadavky na hadice .....	90
8.2.3	Technické požadavky na regulační armaturu.....	91
8.2.4	Technické požadavky na měřič času .....	92
8.3	Metrologická návaznost měřicí sestavy .....	92
8.4	Ukázky realizací přenosných měřících sestav .....	94
9	Výpočet nejistoty stanoveného průtoku měřicí sestavou .....	98
9.1.1	Nejistota kalibrační laboratoře při kalibraci přenosné sestavy.....	98
9.1.2	Nejistota zohledňující opakovatelnost hodnot vykazovaných průtokoměrem .	99
9.1.3	Nejistota rozlišení hodnot zobrazovaných indikačním zařízením průtokoměru 100	
9.1.4	Nejistota rozlišení hodnot zobrazovaných indikačním zařízením měřiče času	100
9.1.5	Nejistota kalibrační laboratoře při kalibraci stopek.....	101
9.1.6	Nejistota zohledňující reakční dobu operátora na začátku a na konci měření ..	101
9.1.7	Výsledná nejistota .....	104
9.2	Stanovení minimální doby měření přenosnou sestavou s instalovaným průtokoměrem .....	105
9.3	Cenové a celkové zhodnocení vybraných průtokoměrů .....	117
10	Závěr .....	121

11	Použité zdroje.....	123
12	Seznam použitých zkratk a symbolů .....	125
13	Seznam použitých vztahů pro zpracování dat.....	128
14	Seznam obrázků .....	129
15	Seznam tabulek a grafů .....	133
16	Seznam příloh.....	134

# 1 ÚVOD

V únoru roku 2017 byl Českým metrologickým institutem vydán metrologický předpis MP 010 [11], jenž byl zpracován v rámci Programu rozvoje metrologie Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Tento předpis je určen pro úřední měření průtoku vody v profilech s volnou hladinou a je závazný pro pracovníky subjektů autorizovaných k úřednímu měření v této oblasti. Úřední měření dle tohoto předpisu je možno provádět metodou rychlostního pole, metodou objemovou či vážicí, měření prostřednictvím měrných přelivů a žlabů či pomocí přenosné měřicí sestavy s průtokoměrem.

Podkladem pro vznik metrologického předpisu MP 010 [11] byl mimo jiné dokument [10], který vznikl v rámci zpracování předmětného Programu rozvoje metrologie zabývající se novými metodami úředního měření použitelnými pro oblast měření průtoku v profilech s volnou hladinou, jehož příloha 3 je věnovaná právě metodě využívající přenosnou měřicí sestavu s průtokoměrem. Dokument [10] vznikl taktéž na základě výpočtů provedených autorkou této práce a při jeho zpracování byly využity poznatky získané při zpracování předložené práce.

Tato diplomová práce zabývající se posouzením metody využívající přenosnou měřicí sestavu s průtokoměrem je rozdělena na dvě hlavní části, na část teoretickou a experimentální. V teoretické části je popsána metoda využívající přenosnou měřicí sestavu v souvislosti s úředním měřením. Dále je zde uveden přehled a charakteristika druhů průtokoměrů, neboť průtokoměr tvoří zásadní část této sestavy a jeho výběr zásadně ovlivní vlastnosti celé měřicí sestavy, která musí zároveň vyhovovat základním požadavkům uvedených v teoretické části této práce. Poslední teoretická část se věnuje nejistotám měřené veličiny jak z pohledu obecného, tak v souvislosti s uvedenou metodou měření.

Experimentální část se nejprve zabývá technickými a metrologickými požadavky na jednotlivé prvky měřicí sestavy a tím navazuje na základní požadavky uvedené v části teoretické. Pro představu jsou zde také uvedeny ukázky již realizovaných měřících sestav některých subjektů. Následně jsou zde podrobně rozebrány a vyčísleny již konkrétní nejistoty ovlivňující měření pomocí přenosné měřicí sestavy s průtokoměrem. Závěrečná část se zabývá stanovením minimální doby měření pomocí této sestavy. Získané výsledky jsou interpretovány v praxi jako součást výše uvedeného metrologického předpisu MP 010 [11].

## 2 METODA VYUŽÍVAJÍCÍ PŘENOSNOU SESTAVU S PRŮTOKOMĚREM

Metoda využívající přenosnou sestavu s průtokoměrem společně s dalšími metodami patří mezi ty, které se využívají při provádění úředního měření průtoků v profilech s volnou hladinou. Informace potřebné pro praktický výkon úředního měření průtoku vody v profilech s volnou hladinou jsou shrnuty v dokumentu Metrologický předpis MP 010 [11], jenž byl vydán Českým metrologickým institutem v únoru 2017.

### 2.1 ÚŘEDNÍ MĚŘENÍ

Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ) může, ve smyslu zákona 505/1990 Sb., o metrologii ve znění pozdějších předpisů autorizovat na jeho žádost k výkonu úředního měření ve stanoveném oboru měření po prověření úrovně jeho technického a metrologického vybavení. Podmínkami výkonu je používání měřidel, u nichž je zajištěna metrologická návaznost, certifikát odborné způsobilosti úředního měřiče vydaný akreditovanou osobou nebo osvědčení o odborné způsobilosti vydané Úřadem a dohled prováděný Českým metrologickým institutem. Úředním měřením se rozumí metrologický výkon, o jehož výsledku vydává autorizovaný subjekt doklad, který má charakter veřejné listiny. Jeho náležitosti stanoví ministerstvo vyhláškou. [24]

Úřední měření průtoků v profilech s volnou hladinou se v oblasti vodního hospodářství velmi často používá při tzv. posouzení funkční způsobilosti nebo kontroly měřicích systémů. Cílem posouzení funkční způsobilosti měřicího systému je rozhodnout, zda instalovaný měřicí systém splňuje požadavky relevantních právních a technických předpisů a zda je způsobilý pro měření proteklého množství. V návaznosti na výsledek zkoušky vydá autorizovaný subjekt „Protokol o posouzení funkční způsobilosti měřicího systému měření průtoků a proteklého množství. [22]

Tato měření jsou prováděna autorizovanými subjekty – úředními měřiči, kteří mají v autorizační listině a jejich přílohách uveden předmět autorizace, způsoby provádění měření a přesně definovaná měřidla s metrologickou návazností. Zaručení a potvrzení výsledků úředního měření provedeného definovanými měřidly a způsoby při dodržení přesnosti je doloženo vydáním „Doklad o úředním měření“ potvrzeným měřičem (případně měřiči). [16]

## 2.2 METODY ÚŘEDNÍHO MĚŘENÍ

Metoda je způsob, kterým provádíme měření a každá metoda je založena na určitém měřicím principu. Pod pojmem metoda měření se rozumí souhrn teoretických a praktických operací použitých pro realizaci měření podle zvoleného principu. Popis operací je postačující, aby z něj bylo možné pochopit, jak se měření provádí. Metody měření jsou často doplněny o postup měření, který by měl být natolik podrobný, aby umožnil měřiči provést měření bez jakýchkoliv dalších informací. Postup měření může obsahovat i vyjádření týkající se cílené nejistoty měření. [20]

Zdroj [20] rozlišuje metody měření na přímé a nepřímé. Při přímé metodě hodnotu měřené veličiny získáme přímo. Není zapotřebí provádět výpočty založené na funkčních vztazích mezi naměřenou veličinou a ostatními veličinami. Naopak při nepřímé metodě se hodnota měřené veličiny určuje pomocí přímých měření veličin jiného druhu, které jsou s měřenou veličinou vázány známými vztahy. Příkladem nepřímé metody je metoda využívající přenosnou měřicí sestavu s průtokoměrem, jež je předmětem předložené práce, která je blíže specifikovaná v následující kapitole 2.2.1.

Při provádění úředního měření průtoku vody v profilech s volnou hladinou autorizovanými subjekty jsou v současné době používány dle metrologického předpisu MP 010 [11] tyto metody:

- metoda rychlostního pole (hydrometrování);
- objemová metoda (metoda jímání vody do odměrné nádoby);
- vážicí metoda (metoda jímání vody do vážicího vaku);
- metoda využívající měrné přelivy a žlaby;
- metoda využívající přenosnou sestavu s průtokoměrem.

Informace v následujících odstavcích jsou čerpány ze zdrojů [11] a [23].

Metoda rychlostního pole je využitelná pro přirozená koryta velkých vodních toků, kdy se postup řídí dle ČSN EN ISO 748 Měření průtoku kapalin v otevřených korytech – Metody rychlostního pole. V případě úředního měření použitého pro účely posuzování či kontroly funkční způsobilosti trvale instalovaných měřicích systémů je metoda použita pro měření v menších, zpravidla prizmatických profilech. Stanovení průtoku v měrném profilu se provádí

za využití vodoměrné vrtule propelerového typu a je založeno na integraci rychlostního pole přes plochu průtočného průřezu.

Metoda jímání kapaliny do odměrné nádoby pro velké kalibrační laboratoře je obecně popsána v ČSN EN ISO 8316 Měření průtoku kapalin v uzavřených profilech – Metoda jímání kapalin do odměrné nádrže. Principem metody v případě úředního měření je jímání kapaliny do kalibrované nádoby se známým objemem při současném měření času. Objemový průtok je pak roven poměru těchto dvou měřených veličin. Nejčastěji je metoda používaná na výtocích z potrubí, bezprostředně za měrnými přelivy nebo při měření vydatnosti pramenů. Postup pro úřední měření je popsán v metrologickém předpisu MP 010 [11].

Vážicí metodu využívanou ve velkých kalibračních laboratořích najdeme obecně popsanou v normě ČSN EN 24185+AC Měření průtoku kapalin v uzavřených profilech. V případě úředního měření je tato metoda založena na zachytávání vody o známé teplotě do mobilního vážicího vaku během určitého časového intervalu. Objemový průtok je poté stanoven z hmotnosti zachycené kapaliny, která se podělí součinem její hustoty a délkou časového intervalu. Použití metody je obdobné jako u metody objemové.

Nejen pro jednorázové, ale i pro týdenní až dlouhodobé monitorování průtoku se využívá nejstarší metody využívající převážně měrné ostrohranné přelivy nebo měrné žlaby, které působí jako vzdouvací objekty. Metoda využívá kritickou hloubku, která vzniká při přechodu z říčního do bystřinného proudění, kdy je průtok určen jednoznačnou funkční závislostí na úrovni hladiny protiproudě před vzdouvacím objektem. Jedinou měřenou veličinou je potom výška přepadového paprsku, resp. vzdutá hloubka proudu. Postupy pro měření touto metodou jsou především určeny ČSN ISO 1438 Hydrometrie – Měření průtoku vody v otevřených korytech pomocí tenkostěnných přelivů a ČSN ISO 9826 Měření průtoku kapalin v otevřených korytech. Parshallovy žlaby a žlaby typu Saniiri.

### 2.2.1 METODA VYUŽÍVAJÍCÍ PŘENOSNOU MĚŘICÍ SESTAVU S PRŮTOKOMĚREM

Jedná se o poměrně novou měřicí metodu úředního měření, která nalezne své uplatnění při měření v profilech s volnou hladinou. Oproti výše uvedeným metodám se nejedná o přímé měření průtoku vody protékající měrným profilem, ale tak jak uvádí [10], jde o řízenou simulaci požadovaného průtoku pomocí přenosné měřicí sestavy. Hodnota průtoku je v přenosné

sestavě stanovena pomocí průtokoměru, který je její součástí. Podmínkou použití této metody je, že v úseku mezi výtokem ze sestavy a profilem, ve kterém chceme příslušnou hodnotu průtoku simulovat, nesmí přitékat voda z jiných zdrojů.

V praxi se metoda úspěšně používá při posuzování či kontrole funkční způsobilosti trvale instalovaných měřidel na odtocích z ČOV či průmyslových závodů. U kontrolního měření dochází k porovnání hodnoty průtoku, kterou vykazuje kontrolované měřidlo, s hodnotou simulovanému průtoku simulovanou (vykazovanou) měřicí sestavou.

Metodu lze však využít i v jiných případech. Napojením na požární hydranty veřejných vodovodních sítí lze provádět kontrolu jejich kapacity, simulovaným průtokem lze in-situ kalibrovat přelivy sloužící k měření množství průsaků v patních drénech vodohospodářských staveb, apod.

Praktickou aplikaci lze ukázat při použití za dosazovací nádrží na čistírně odpadních vod. Na začátek přítokové hadice měrné sestavy je za pomoci rychlospojek dočasně instalováno čerpadlo, které je ponořeno do dosazovací nádrže situované na konci biologické části čistírny. Druhý konec přítokové hadice je připojen k přenosné sestavě. Odtok ze sestavy, který je opět řešen hadicovým systémem, je zaústěn do odtokové šachtice. Regulace průtoků se nejčastěji provádí pomocí regulačního uzávěru, obvykle šoupátka, alternativně lze otáčky regulovat změnou otáček čerpadla pomocí měniče frekvence.



Obrázek 1 Použití přenosné sestavy s indukčním průtokoměrem při praktickém měření, zdroj: [10]

Aktuální průtok je stanoven pomocí průtokoměru, který je součástí měřicí sestavy a stopek. Přenosná měřicí sestava musí splňovat požadavky uvedené v kapitolách 4 a 8. Přenosná sestava se kalibruje nejčastěji jako celek v Autorizovaném metrologickém středisku (dále jen AMS) nebo v Akreditované kalibrační laboratoři (dále jen AKL), díky čemuž jsou veškeré vlivy na nejistotu měření, včetně vlivů způsobených instalací průtokoměru, zahrnuty v dosaženém výsledku kalibrace. Kalibrace u přenosné sestavy tak zajistí jednoznačnou metrologickou návaznost.

### 2.2.1.1 PRINCIP STANOVENÍ PRŮTOKU

Za ustáleného proudění měřicí sestavou se korigovaný průtok  $Q_{kor}$  stanoví ze vztahu

$$Q_{kor} = \frac{V_{kon} - V_{zač}}{t} \cdot \frac{1}{\frac{E_r}{100} + 1} = \frac{V_i}{t} \cdot \frac{1}{\frac{E_r}{100} + 1} = Q_i \cdot k_{Er} \quad (2.1),$$

kde  $V_{kon}$  je hodnota proteklého objemu zobrazovaná zařízením průtokoměru na konci měření;

$V_{zač}$  je hodnota proteklého objemu zobrazovaná zařízením průtokoměru na začátku měření;

$t$  je časový interval mezi začátkem a koncem měření;

$V_i$  je celkový proteklý objem indikovaný průtokoměrem;

$E_r$  je relativní chyba průtokoměru stanovená při jeho kalibraci, s tím, že  $E_r = f(Q)$ ;

$k_{Er}$  je korekční faktor stanoveného průtoku  $Q_i$ ;

$Q_i$  je stanovený nekorigovaný průtok.

Stanovení průtoku ve smyslu vztahu (2.1) vychází z principů, jež jsou aplikovány při kalibraci (ověření) průtokoměrů v AMS či AKL. Při obou úkonech, ať už kalibraci či ověření, je kontrolována hodnota proteklého objemu zkušební laboratoří s hodnotou proteklého objemu vykázanou měřidlem. Nejsou tedy porovnávány (kontrolovány) hodnoty aktuálního průtoku, ale hodnoty proteklého objemu, přičemž se předpokládá, že průtoky vykazované,

pokud to zobrazovací jednotka průtokoměru umožňuje, odpovídají podílu definovaným vztahem (2.1). [10]

#### 2.2.1.2 ROZSAH POUŽITELNOSTI

Rozsah použitelnosti závisí především na dimenzi a typu zvoleného průtokoměru a je limitováno kapacitou čerpadla. Jednofázové čerpadlo je možné použít zpravidla do průtoku  $10 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ , v případě použití ručně transportovatelného třífázového čerpadla se horní hranice průtoku pohybuje až u  $40 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ . Nejnižšího průtok závisí na hodnotě průtoku, která musí být v mezích maximální dovolené chyby. Jedná se o desetiny litru a tato hodnota je také ovlivněná citlivostí průtokoměru v přenosné sestavě. Na proveditelnost této metody mají také významný vliv ztráty mechanické energie, které vznikají jak v přenosné měřicí sestavě, tak v připojených hadicích.

#### 2.2.1.3 NEJISTOTA MĚŘENÍ

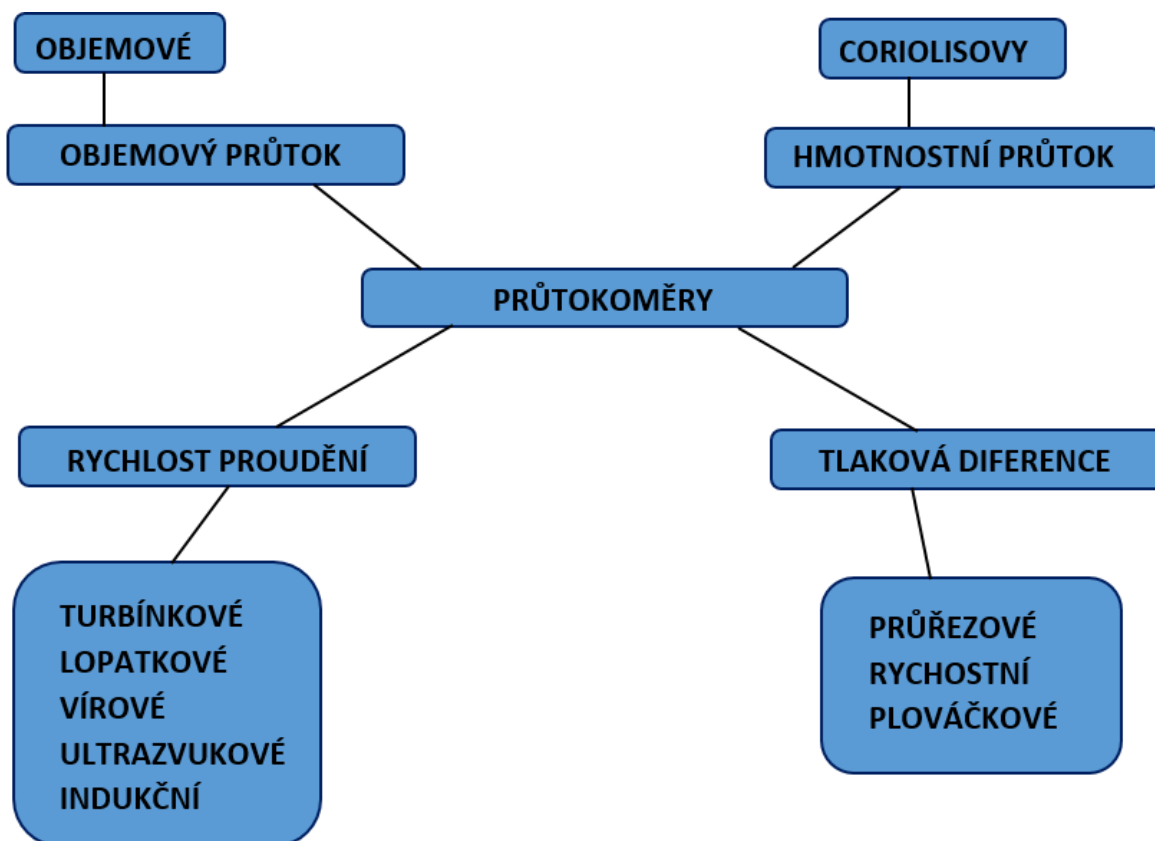
V technické praxi je celková rozšířená nejistota stanovení průtoku, která dostatečně pokrývá rizika vznikající při měření, obecně stanovena s hodnotou pravděpodobnosti pokrytí 0,95. Pro úřední měření pomocí přenosné měřicí sestavy s průtokoměrem je však požadovaná maximální limitní nejistota 2,5 %. Tato hodnota představuje mezní hranici důležitou pro experimentální část této práce.

### 3 ROZDĚLENÍ A CHARAKTERISTIKA PRŮTOKOMĚŘŮ

Průtokoměr je nejdůležitější částí přenosné měřicí sestavy, na jehož volbě závisí nejen rozsah proveditelnosti metody, ale zásadně ovlivňuje její konstrukční uspořádání, rozměry a celkovou nejistotu (přesnost) průtoku stanoveného přenosnou měrnou sestavou. Proto je potřeba věnovat dostatečnou pozornost při výběru vhodného průtokoměru pro konkrétní danou přenosnou sestavu a je žádoucí i odborná konzultace nejlépe s výrobcem daného typu průtokoměru.

Ve snímačích průtoků dochází k transformaci měřené veličiny – průtoku na jinou (měronosnou) fyzikální veličinu jednoznačně funkčně závislou na rychlosti proudění tekutiny nebo na její kinetické energii. [3]

Následující kapitoly podávají základní informace o principech měření, na kterých jednotlivé druhy průtokoměrů pracují, doplněny o jejich vlastnosti, pracovní podmínky, zásady správného provozu a instalace. Přehled průtokoměrů je v této práci rozdělen dle principu, na kterém je jeho měření založeno.



Obrázek 2 Rozdělení průtokoměrů dle měřené veličiny

Cílem těchto kapitol není podat vyčerpávající a detailní informace o jednotlivých typech průtokoměrů, jejich podrobných technických a technologických provedeních, podmínkách jejich použití, instalace, parametrů apod., ale jejich obecný přehled. Obecné informace o průtokoměrech jsou uvedeny ve zdroji [3]. Ohledně přesných parametrů konkrétního typu průtokoměru či pro odbornou konzultaci je výhodné obrátit se na výrobce daných průtokoměrů.

Mezi základní metody měření průtoků tekutin patří měření objemového a hmotnostního průtoku, rychlosti proudění tekutiny a měření rozdílu tlaku před a za primárním prvkem průtokoměru.

Průtokoměry založené na principu tlakové difference využívají princip zachování energie v proudící tekutině. Při proudění tekutiny vzniká kinetická energie vyvolávající vzrůst dynamického a pokles statického tlaku, celkový (totální) tlak však zůstává zachován. [3]

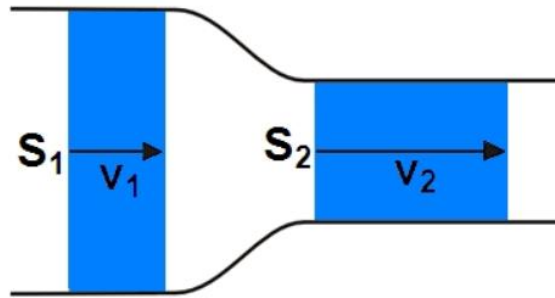
Měření objemového průtoku je založeno na přímém rozdělení tekutiny do samostatných odměrných prostor se známým objemem. Vynásobením počtu těchto dílčích objemů získáme hodnotu objemu tekutiny, které protekla za určitou dobu měření. Různé typy průtokoměrů pracujících na tomto principu zahrnujeme do skupiny objemových průtokoměrů.

Nejpočetněji zastoupenou skupinou jsou průtokoměry založené na principu měření rychlosti proudícího média, ze které se dále pomocí rovnice kontinuity určuje objemový průtok. Jedná se tedy o nepřímou metodu stanovení průtoku. Tato skupina průtokoměrů postupně nahrazuje tradiční měření pomocí tlakové difference.

Existuje málo metod založených na přímém měření hmotnostního průtoku. Mezi nejvýznamnější a nejnovější patří měření pomocí hmotnostního (Coriolisova) průtokoměru využívající Coriolisovu sílu pro stanovení hmotnostního průtoku.

### 3.1 PRŮTOKOMĚRY S MĚŘENÍM TLAKOVÉ DIFERENCE

Pro odvození vztahů a pochopení principu těchto průtokoměrů je potřeba nejprve připomenout základní vztahy, mezi které patří rovnice kontinuity a Bernoulliho rovnice pro ustálené proudění ve vodorovné trubici.



Obrázek 3 Rovnice kontinuity; zdroj: <http://www.sszdra-karvina.cz>

Rovnice kontinuity (spojitosti) je diskrétním vyjádřením zákona zachování hmotnosti. Vyjadřuje vztah mezi průřezovou rychlostí  $v$  a obsahem průřezu  $S$  v jednom místě uzavřené trubice. Pro ustálené proudění nestlačitelné kapaliny nabývá rovnice objemový tvar

$$Q = S_1 v_1 = S_2 v_2 = \text{konst.} \quad (3.1),$$

kde  $Q$  je objemový průtok;

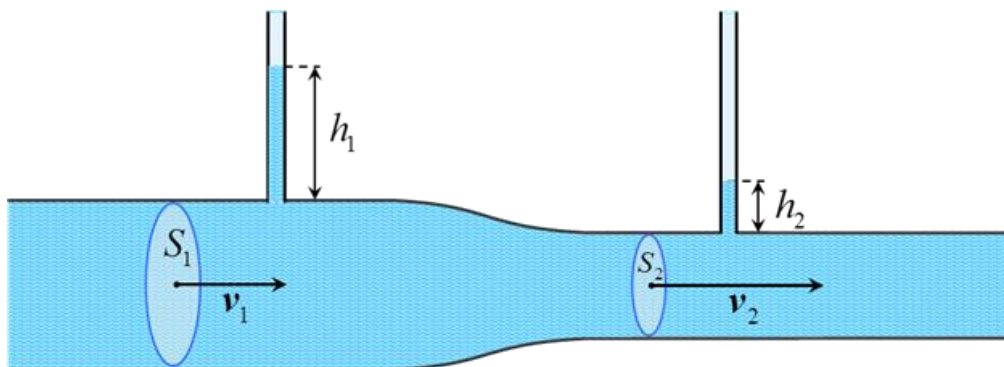
$S$  je průtočná plocha;

$v$  odpovídá průřezové rychlosti;

indexy (1, 2) se vztahují k jednotlivým profilům.

Pro stlačitelné kapaliny ( $\rho \neq \text{konst.}$ ) nabyde rovnice hmotnostního tvaru, kde  $Q_m$  odpovídá hmotnostnímu průtoku

$$Q_m = S_1 v_1 \rho_1 = S_2 v_2 \rho_2 = \text{konst.} \quad (3.2).$$



Obrázek 4 Bernoulliho rovnice; zdroj: <http://if.vsb.cz>

Tlakové poměry v potrubí při proudění popisuje Bernoulliho rovnice, podle které při stejných podmínkách tlak  $p$  v tekutině klesá s nárůstem rychlosti jejího proudění  $v$ . Rovnice vyjadřuje zákon zachování mechanické energie v proudící kapalině, kde součet kinetické a tlakové potenciální energie kapaliny je ve všech místech vodorovné trubice stejný (ideální kapalina). Pro naše další použití je výhodné využít Bernoulliho rovnici pro vodorovné potrubí v tlakovém tvaru

$$\frac{1}{2}\rho v^2 + p = \text{konst.} \quad (3.3),$$

kde  $\rho$  je hustota kapaliny;

$v$  je průřezová rychlost;

$p$  je hydrostatický tlak.

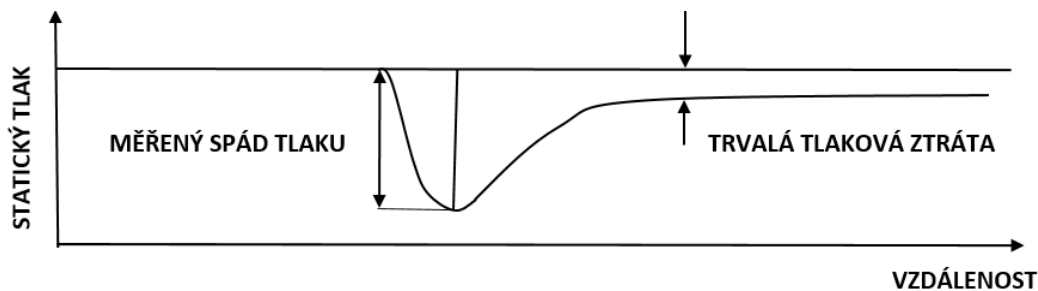
Dynamický tlak nese informaci o rychlosti proudění. Může být určen dvěma způsoby, jako rozdíl statického tlaku před a za tzv. primárním členem průtokoměru nebo jako rozdíl celkového a statického tlaku. První způsob využívají průřezové průtokoměry, kde primární člen průtokoměru zmenšuje průřez potrubí naopak rychlostní průtokoměry jsou založeny na druhém způsobu.

K převodu tlakové difference na elektrický signál dochází ve snímači tlakové difference. K měření statického tlaku se používá snímač s osou směrové charakteristiky kolmo na směr proudění, zatímco při měření celkového tlaku je tato osa rovnoběžná se směrem proudění. Elektrický signál je poté zpracován ve vyhodnocovací jednotce nebo v nadřazeném systému společně s údaji o teplotě a tlaku v reálném čase. Výsledkem této měřicí metody je informace o množství, popřípadě energii protékajícího média.

Díky širokému rozmezí tlaků a teplot pro měření průtoku kapalin i plynů patřilo měření pomocí škrtících orgánů mezi nejčastěji používanou metodou. V současné době je tato metoda nahrazována moderními metodami s přímým elektrickým výstupem (např. průtokoměry indukční, vírové, ultrazvukové).

### 3.1.1 PRŮŘEZOVÁ MĚŘIDLA

V literatuře také najdeme pod pojmem průtokoměry se škrtícími orgány. Při průchodu zúženým místem se tekutina zrychluje a dochází zde k poklesu statického tlaku. Minimum statického tlaku je v místě zvaném „vena contracta“, kde je maximální rychlost. Jak je vidět z obrázku 5, statický tlak za měřidlem nedosáhne původní úrovně. Tato stálá nereversibilní tlaková ztráta je způsobena třením.



Obrázek 5 Nereversibilní tlaková ztráta

Napíšeme-li Bernoulliho rovnici (3.3) pro měrná místa před a za clonou, dostaneme pomocí základních úprav následující vztah

$$Q_v = CA\varepsilon \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}} \quad (3.4),$$

kde  $Q_v$  odpovídá objemovému průtoku;

$A$  je plocha škrtícího otvoru;

$\varepsilon$  je expanzní součinitel (u kapalin  $\varepsilon = 1$ ; u plynů  $\varepsilon < 1$ ) a zjišťuje se z nomogramů;

$C$  je *průtokový součinitel* škrtícího orgánu;

$\Delta p$  je diferenční tlak a  $\rho$  je hustota kapaliny.

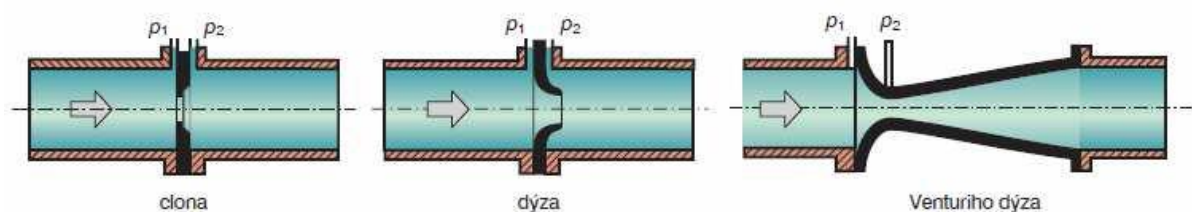
Za clonou se proudnice ještě zužují, rychlost ještě vzroste, což je respektováno dalšími opravnými koeficienty, které jsou zahrnuty do průtokového součinitele (*discharge coefficient*)  $C$ . Ten je závislý na Reynoldsově číslu  $Re$  a poměrném zúžení  $\beta$  definované vztahem

$$\beta = \frac{d}{D} \quad (3.5),$$

kde  $D$  je průměr potrubí;

$d$  je průměr otvoru škrťacího orgánu.

Hodnoty průtokového součinitele jsou stanoveny experimentálně pro různé typy škrťacích orgánů a jejich průměrné hodnoty jsou publikovány formou tabulek či grafů a vydávány např. institucí ANSI (American National Standards Institute). Nejistoty publikovaných hodnot se pohybují v rozmezí 0,5 – 3 %.



Obrázek 6 Příklady škrťacích orgánů, zdroj: <http://docplayer.cz>

Na trhu neexistuje univerzální geometrie škrťacího orgánu, která by vyhovovala všem aplikacím, proto byla vyvinuta velká řada tvarů primárních členů průtokoměru. Nejvíce se používají tyto typy škrťacích orgánů: clony, dýzy, Venturiho trubice (dýza) a V – kužel. Podrobně se těmito průtokoměry zabývá norma ČSN EN ISO 5167 Měření průtoku tekutin pomocí snímačů diferenčního tlaku vložených do zcela zaplněného potrubí kruhového průřezu. Porovnání nejčastějších typů škrťacích orgánů shrnuje následující tabulka.

Tabulka 1 Porovnání vlastností škrťacích orgánů, zdroj: [25]

Typ orgánu	Aplikace	Min. Re	Rozeř	Výhody	Omezení
Koncentrická clona (ostré hrany)	Čisté kapaliny, plyny, pára	> 2 000	> 12mm	Snadná instalace, nízké náklady, vyměnitelnost	Velká tlaková ztráta, přesnost závislá na kvalitě instalace a stavu clony, dlouhé přímé potrubí.
Excentrické/segmentové clony	Čisté kapaliny, plyny, pára	> 10 000	10 – 350 mm	Snadná instalace, nízké náklady, vyměnitelnost	Velká tlaková ztráta, přesnost závislá na kvalitě instalace a stavu clony, dlouhé přímé potrubí. Nejistoty součinitele průtoků.

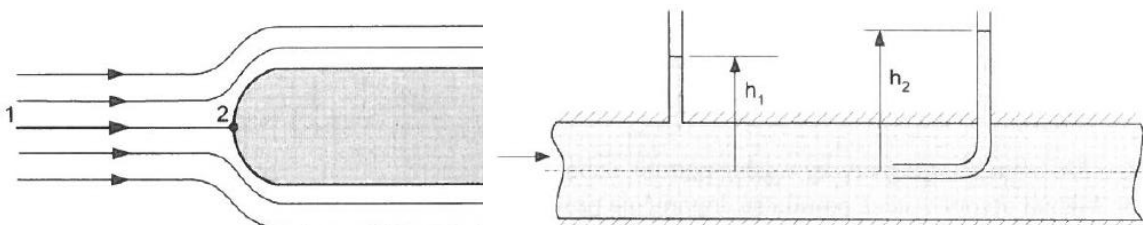
<b>Venturiho trubice</b>	Čisté i znečištěné kapaliny, plyny, pára, kaly	> 75 000	10 – 1800 mm	Malá tlaková ztráta, pro stejné $\Delta p$ vyšší průtok než u clon, menší vliv opotřebení na přesnost, uklidňovací potrubí 2 – 9 x kratší než u clon.	Vysoké pořizovací náklady
<b>Dýza</b>	Čisté kapaliny, plyny, pára	> 50 000	> 50 mm	Pro stejné $\Delta p$ vyšší průtok než u clon, menší vliv opotřebení na přesnost, vhodné pro vyšší průtoky.	Výměna obtížnější než u clony, velká tlaková ztráta.
<b>V - kužel</b>	Čisté i znečištěné kapaliny, plyny, pára, kaly, vizkózní kap.	Neudává se	20 – 400 mm	Krátké přímé potrubí	Patentovaná konstrukce, nutná kalibrace.

Přes poměrnou dokonalost a propracovanost konstrukcí jsou průtokoměry se škrťícími orgány a obecně měření průtoků založené na vyhodnocení tlakové diference na ústupu. Pravděpodobným důvodem je náročná a nákladná výroba primárních elementů, pokud má být dosaženo nejistot pod 1 %. Ultrazvukové průtokoměry se téměř skokem stávají středem zájmu jako náhrada průřezových měřidel průtoků a vrcholné aplikace převodníků tlaku. [3]

### 3.1.2 RYCHLOSTNÍ PRŮTOKOMĚRY

Rychlostní průtokoměry na rozdíl od škrťících orgánů měří rychlost tekutiny v místě otvoru pro určení totálního tlaku. Převážně se využívají k různým krátkodobým měřením, a hlavně pak k proměřování rychlostních profilů.

Proudnicе v tekutině při nárazu na tupé těleso mají obdobný tvar jako na obrázku 7. Střední proudnice se zastaví na vrcholu překážky (bod 2), ostatní obtékají těleso zleva a zprava. Bod 2 se nazývá *bod stagnace*. Tekutina zde neproudí a hodnota naměřeného tlaku odpovídá totálnímu (celkovému) tlaku  $p_c$ . V bodě 1 tlak  $p_1$  odpovídá statickému tlaku  $p_s$ .

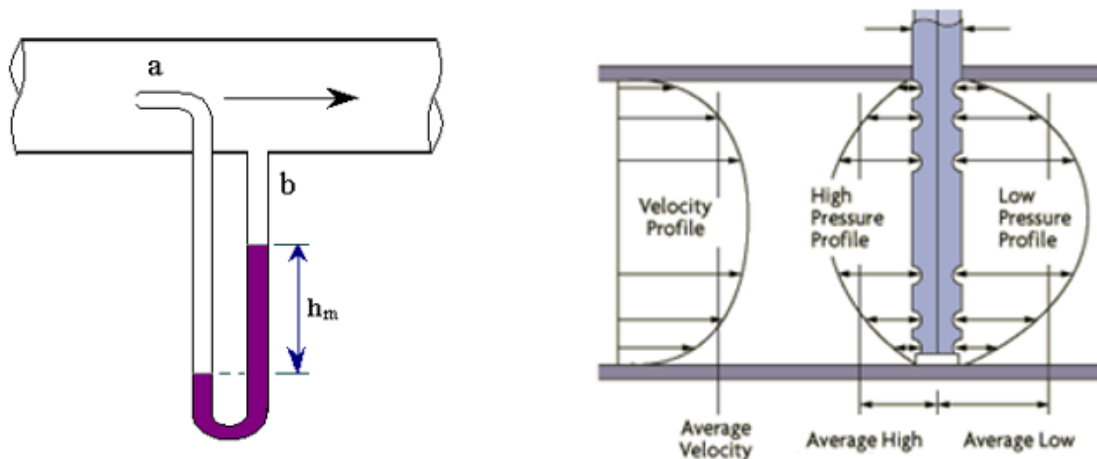


Obrázek 7 Vlevo obtékání tělesa, vpravo princip měření totálního a statického tlaku; zdroj: [3]

Statický tlak měříme kolmo na směr proudění, totální tlak ve směru proudění, v principu pak  $h_1$  odpovídá statickému tlaku  $p_s$  a výška  $h_2$  totálnímu tlaku  $p_c$ . Pro rychlost pak platí

$$v = \sqrt{2g(h_2 - h_1)} = \sqrt{\frac{2(p_c - p_s)}{\rho}} \quad (3.6).$$

Nejjednodušší rychlostní průtokoměr je Pitotova trubice. V podstatě se jedná o zahnutou trubici, kde sonda z trubice snímá totální tlak  $p_c$ , statický tlak  $p_s$  se snímá na okraji potrubí. Objemový průtok určíme vynásobením rychlosti plochou průřezu. Trubice se používají pro měření průtoků plynů nebo velmi čistých kapalin, z důvodu možného zanesení otvorů trubice, s turbulentním prouděním  $Re > 20\,000$ . Jsou velmi citlivé na odklonění snímače od osy. Prandtlova trubice je zvláštní uspořádání Pitotovy trubice. Je konstrukčně uzpůsobena tak, že měří tlak  $p_c$  i  $p_s$  v jednom místě. Celkový tlak se snímá otvorem v čele sondy a statický tlak je zjišťován štěrbinami ve válcovité části sondy.

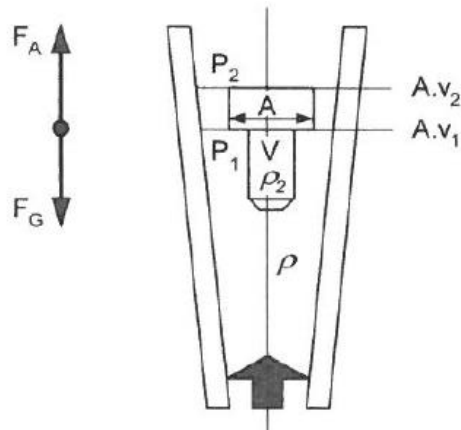


Obrázek 8 Princip Pitotovy trubice (vlevo); Schéma víceotvorová trubice (vpravo); zdroje: <http://www.msubbu.in>; [25]

Víceotvorová sonda není citlivá na malé vychýlení, vykazuje nízkou tlakovou ztrátu, deformace rychlostního profilu nemá zásadní vliv na přesnost měření, přímé úseky jsou krátké, přesnost měření průměrné rychlosti je dána pouze rozložením, a ne počtem otvorů.

### 3.1.3 PLOVÁČKOVÉ PRŮTOKOMĚRY

V literatuře se někdy setkáme s pojmem rotametry. Jedná se o průtokoměry s proměnlivým průřezem. Základem plováčkového průtokoměru je kónický tvar trubice, kterou protéká kapalina zdola nahoru. Díky tvaru vznikají rozdíly průřezů na spodní a vrchní části plováku. Změna rychlost proudění vyvolá změnu polohy plováčku a tím dochází k proměnlivému škrcení průtočného průřezu. Tlaková diference při měření zůstává konstantní.



Obrázek 9 Princip plováčkového průtokoměru; zdroj: [3]

Na základě Bernoulliho rovnice se budou lišit tlaky ( $p_1$ ,  $p_2$ ) a rychlosti ( $v_1$ ,  $v_2$ ) na spodní a horní části plováku. Za předpokladu, že se plovák ustálí v místě, kde jsou síly  $F_G$  a  $F_A$  v rovnováze, nám přirozeně vyplývá funkční závislost objemového průtoku ( $Q_v$ ) na prstencové ploše  $A_2$  mezi plovákem a trubicí.

$$Q_v = f(A_2) \quad (3.6)$$

Tvary plováčků se různí podle aplikace, jejich společným znakem je ostrý okraj sloužící ke čtení polohy. Mohou být vyrobeny ze skla, plastických materiálů či z nerezové oceli. Poloha plováčku se zjišťuje buď přímo na stupnici na stěně skleněné trubice průtokoměru, nebo se snímá elektronicky či magneticky. Materiál pro kónické trubice je různý (sklo, plastické materiály), pro agresivní tekutiny se nejčastěji používá nerezová ocel. Jejich výhodami jsou relativně nízká cena, schopnost měřit malé průtoky a nevyžadují přímé uklidňovací potrubí.

## 3.2 OBJEMOVÉ PRŮTOKOMĚRY

Tyto průtokoměry jsou založeny na přímém měření objemu tekutiny. Měření může být realizováno spojitě či diskrétně. Při spojitém měření se údaj o měřeném objemu získá z nahromaděného množství (akumulace) tekutiny za určitý čas. Principem diskrétního měření je rozdělení tekutiny do samostatných, přesně vymezených odměrných prostor se známým objemem, které se účinkem proudění postupně naplňují a vyprazdňují, a kde měřítkem proteklého množství je počet měřících cyklů. Při vynásobení počtu postupně naplněných prostorů, získáme objem tekutiny proteklou za určitý čas. Průtokoměry obvykle ukazují celkový proteklý objem, ale mohou mít na výstupu i impulzy odpovídající počtu měřících cyklů.

Patří mezi fakturační průtokoměry, neboť se vyznačují schopností měřit s malou nejistotou. Díky pohyblivým částem nejsou vhodné pro měření průtoku zpěněných a znečištěných kapalin a kapalin obsahující pevné částice. Pro správné měření kapalin je třeba dbát na jejich odplynění. Existuje široká škála objemových průtokoměrů lišících se nejen velikostí a tvarem naplňovaných prostor. Mezi nejužívanější typy patří oválový, piškotový a prstencový průtokoměr.



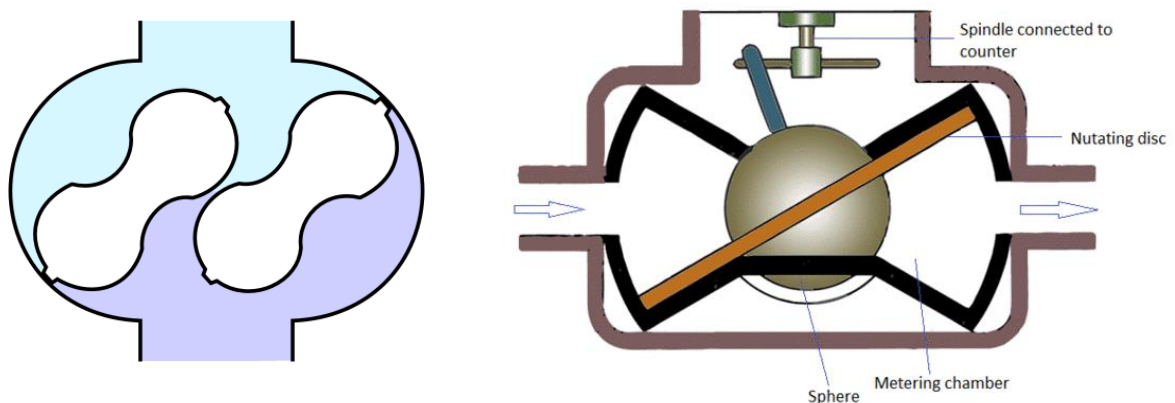
Obrázek 10 Oválový průtokoměr schéma; zdroj: <http://www.lpc-uk.com>

Oválový průtokoměr je složen ze dvou oválových těles, které zapadají jak do sebe, tak do komory. Často jsou tyto tělesa ozubená, vyrábí se však také tělesa s hladkým povrchem bez ozubení. Pohyb je způsoben rozdílem momentů na příslušné průměty kol, vyvolaných tlaky  $p_1$  a  $p_2$ . Kapalina neproudí středem průtokoměru, ale je vytlačovaná při pohybu těles mezerami u stěn komory. Počet otáček je měronosná veličina a je úměrná objemovému

průtoku. Při dodržení rozměrů kol a vyloučení protikluzu mezi ozubenými koly může být dosaženo nejistoty měření až 0,1 %. Nedostatkem těchto průtokoměrů jsou pulzace ve výstupním potrubí způsobené kolísáním průtoku a životnost závisí na mazacích schopnostech měřené tekutiny.

Piškotový, známý také pod pojmy lalokový či tělesový průtokoměr je levnější a méně přesnou obdobou oválového průtokoměru. Tělesa v komoře mají tvar dětských piškotů a jejich pohyb je vázaný. Vykazují malou tlakovou ztrátu a jsou vhodné pro velké objemové průtoky. K výrobě se používá široká škála materiálů, od termoplastů až po kvalitní korozi odolné kovy.

Ve světě nejužívanějším průtokoměrem pro odběr vody je průtokoměr s kyvným diskem. Tekutina prochází přes měřicí komoru způsobující kývavý pohyb disku otáčejícího vřetenem. Toto otáčení je spojeno s magnetem vázaným na mechanické počítadlo nebo generuje elektrické impulzy. Při každé otáčce je zachycen stálý objem tekutiny, úhlová rychlost otáčení vřetene je úměrná objemovému průtoku tekutiny. V případě magnetické vazby s počítadlem je nutné, aby ostatní materiály, ze kterých je průtokoměr vyroben byly nemagnetické. Nejistoty měření dosahují 2 %. Pro fakturační měření je nutné opakovat kalibraci každých 10 let.



Obrázek 11 Piškotový průtokoměr (vlevo), schéma; průtokoměru s kyvným diskem (vpravo); upraveno zdroj: <http://www.refrigerationbasics.com>; <https://3.bp.blogspot.com>

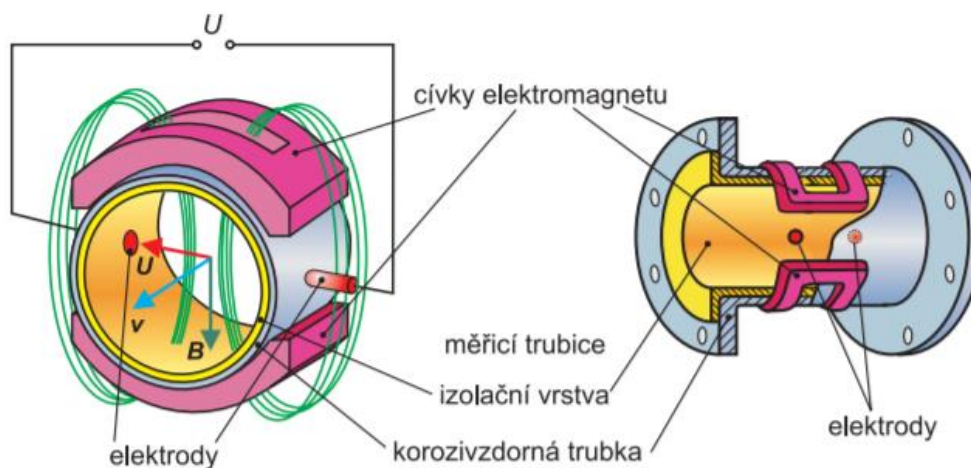
### 3.3 INDUKČNÍ PRŮTOKOMĚRY

Tento typ průtokoměrů najdeme v literatuře také pod názvy magnetický, magnetickoindukční či elektromagnetický. Norma ČSN EN 24006 Měření průtoku tekutin v uzavřených profilech. Terminologie označuje tyto průtokoměry jako indukční. Toto označení vychází z Faradayova indukčního zákona, který vysvětluje vznik napětí na elektrodách při proudění. Ve skutečnosti je však napětí důsledkem Lorentzova zákona, proto označení elektromagnetický lépe vystihuje fyzikální podstatu průtokoměru. V následující kapitole bude objasněn princip průtokoměru na základě tohoto zákona.

Informace v následujících kapitolách 3.3.1 až 3.3.5 jsou čerpány ze zdroje [5].

#### 3.3.1 VYSVĚTLENÍ PRINCIPU NA ZÁKLADĚ LORENTZOVA ZÁKONA

Ve většině publikací je princip indukčních průtokoměrů vysvětlen na základě Faradayova zákona o vzniku napětí na elektrodách při proudění. Na základě tohoto zákona jsou průtokoměry normou označovány jako indukční. Ve skutečnosti je však vznik napětí důsledkem Lorentzova zákona.



Obrázek 12 Princip indukčního průtokoměru, zdroj: [5]

Lorentzův zákon určuje magnetické síly působící na náboj pohybující se rychlostí v elektromagnetickém poli a elektrické síly působící na tento náboj v elektrickém poli o intenzitě  $E$ . Síla  $F_m$  vyvolaná magnetickým polem, která způsobuje vychýlení iontu s nábojem, je dána vektorovým součinem

$$F_m = q (v \times B) \quad (3.7),$$

kde  $q$  náboj iontu;

$v$  je rychlost náboje  $q$ ;

$B$  je indukce<sup>1</sup> magnetického pole.

Tato síla způsobí vychýlení nábojů směrem k elektrodám umístěným ve stěně potrubí o průměru  $d$ . Vychýlené náboje vytvoří na elektrodách rozdíl potenciálů o napětí  $U$ . Hodnota intenzity elektrického pole  $E$  je pak dána napětím na elektrodách  $U$  a jejich vzdáleností  $d$

$$|E| = \frac{U}{d} \quad (3.8).$$

V opačném směru, než  $F_m$  působí elektrická síla  $F_e$ , která má dle Lorenzova zákona velikost

$$F_e = q \cdot E \quad (3.9).$$

Pro rovnováhu sil  $F_m$  vyvolanou magnetickým polem a elektrické síly  $F_e$  platí

$$|q(v \times B)| = q \frac{U}{d} \quad (3.10).$$

Je-li spojnice elektrod kolmá k rovině vektorů  $B$  a  $v$ , platí pro vektorový součin

$$U = B \cdot d \cdot v \quad (3.11),$$

což je formálně stejný vztah jako vztah ve smyslu Faradayova zákona.

Z předešlých vztahů vyplývá přímá úměra vzniklého napětí na elektrodách na rychlosti kapaliny. Přímá úměra nemusí být zachována pro tekutiny nenewtonovského charakteru a tekutiny obsahující magnetické částice. Objemový průtok lze stanovit jako součin rychlosti proudění a průtočného průřezu. V praxi je situace poněkud složitější, protože měřená kapalina se v potrubí nepohybuje stejnou rychlostí a rychlostní profil odpovídá příslušnému charakteru proudění. Za jistých předpokladů platí, že indukované napětí je úměrné střední rychlosti kapaliny v trubici. Pro průtokoměr s kruhovým průřezem lze napětí vyjádřit vzorcem

$$U = Bd \frac{4Q_v}{\pi d^2} = \frac{4B}{\pi d} Q_v \quad (3.12),$$

kde  $d$  se je průměr kruhového potrubí;

---

<sup>1</sup> Indukce vyjadřuje silové účinky magnetického pole na pohybující se částici s nábojem.

$Q_v$  je objemový průtok.

Za předpokladu konstantní magnetické indukce a vzdálenosti elektrod lze vzorec zjednodušit

$$U = K \cdot Q_v \quad (3.13),$$

kde  $K$  je konstanta, která zahrnuje charakteristické vlastnosti měřidla a její hodnota se určuje při kalibraci.

Kalibrace se provádí vodou pro jednu hodnotu průtoku z důvodu lineární závislosti vztahu (3.13) po celý rozsah průtokoměru. Toto však neplatí pro newtonovské tekutiny, jejichž viskozita závisí na rychlosti proudění a neplatí zde ani obecná lineární konstanta  $K$ .

### 3.3.2 KONSTRUKCE INDUKČNÍHO PRŮTOKOMĚRU

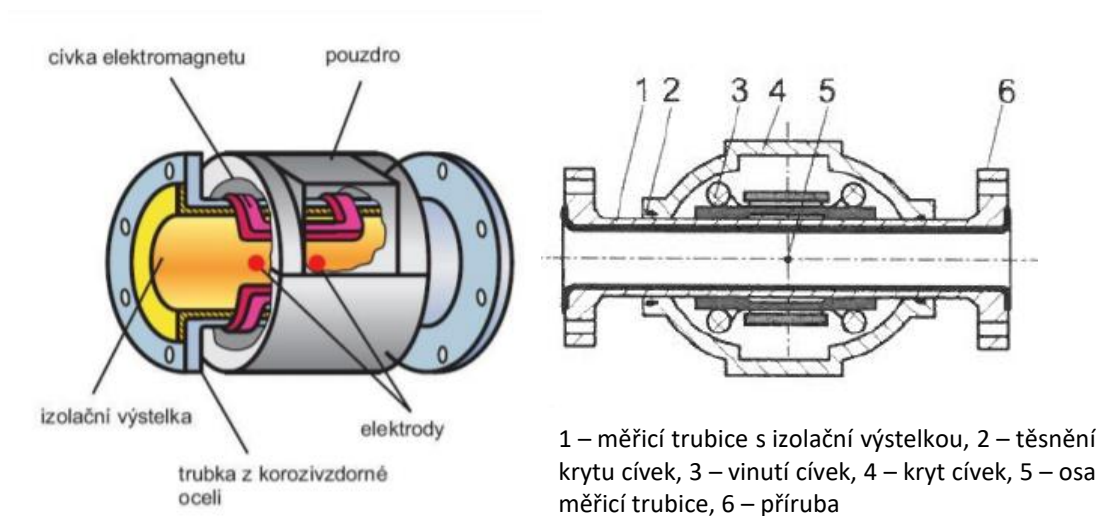
Indukční průtokoměr se skládá z primárního a sekundárního prvku. V primárním prvku probíhá transformace snímané neelektrické veličiny (průtoku) na elektrický signál a tvoří ho: měřicí trubice, elektromagnet a elektrody. Všechny tyto komponenty jsou vestavěny do pouzdra, které musí splňovat provozní podmínky. Sekundární prvek reprezentují elektronické obvody potřebné pro řízení napájení magnetického obvodu. Dochází zde k vyhodnocení signálu o průtoku z napětí na elektrodách a jeho převodu na požadovaný výstupní signál pomocí převodníku, který může být integrální součástí průtokoměru nebo je umístěn odděleně.

Měřicí trubice může být vyrobena jak z nemagnetického (korozi-vzdorná ocel, keramika, plast), tak z magnetického materiálu. Ve druhém případě musí být opatřena izolační výstelkou (pryž, keramika, teflon, plasty) z důvodu izolace snímacích elektrod od vodivých částí trubice. Materiál výstelky musí vykazovat potřebnou odolnost proti změnám teploty, tlaku, chemickým účinkům, abrazi apod.

Pro generování magnetické indukce se používá elektromagnet, obvykle tvořený soustavou dvou tvarovaných cívek. K buzení lze využít proud stejnosměrný, střídavý nebo stejnosměrné impulzy.

Stejnoseměrný proud se v dnešní době využívá zřídka z důvodu nízkého napěťového signálu na elektrodách, což přináší problémy se zpracováním malých stejnosměrných napětí. Další nevýhodou je možný vznik elektrolýzy a polarizace elektrod. Výstupem střídavého proudu je signál harmonického průběhu ovšem se značným šumem, který je nutné kompenzovat.

Nejčastěji se proto využívá buzení stejnosměrnými impulzy obdélníkového nebo lichoběžníkového průběhu o frekvenci 7 až 30 Hz. Jejich výhody jsou odolnost proti rušení síťovou střídavou frekvencí 50 Hz, eliminace šumu a není nutné seřizování při nulovém průtoku. Nevýhodou je pomalejší odezva průtokoměru, proto je u některých převodníků využíváno buzení magnetického pole na dvou frekvencích (např. 7 a 70 Hz). Při nižších frekvencích vzniká menší rušení signálu a jeho úroveň je velmi stabilní, zhoršují se však dynamické vlastnosti. Naopak při vyšší frekvenci lze dosáhnout rychlejší odezvy na skokovou změnu rychlosti proudění.



Obrázek 13 Konstrukce indukčního průtokoměru; zdroj: vlevo [5], vpravo [3]

Snímací elektrody snímají signální indukované napětí a jsou v přímém kontaktu s proudící kapalinou. Materiál elektrod musí vykazovat velmi dobrou vodivost a odolnost proti působícím provozním vlivům (abraze, chemické působení). Soustava elektrod bývá nejčastějším zdrojem závad, které jsou vyvolány korozí či abrazí elektrod, zanášením usazenými látkami a nebo porušením jejich těsnosti.

Na elektrodách jsou kromě užitečného signálu odpovídajícího rychlosti přítomny rušivá napětí. Rušení mohou způsobit elektrochemické reakce na elektrodách, vzduchové bubliny, tření nebo nárazy pevných částic v proudící kapalině na elektrody. Další příčinou rušivých signálů jsou obvody pro vytvoření magnetického pole. Potlačení úrovně rušivých signálů či zvýšení poměru signál/šum je nejobtížnější úkol sekundárních prvků, tj. měřících obvodů průtokoměru.

Elektronické obvody mohou zajišťovat i diagnostiku průtokoměru, jako je detekce zaplnění potrubí, zkratu, koroze a usazenin na elektrodách, deformace izolační výstelky aj. Zpracování signálu z elektrod zajišťují převodníky řízené mikroprocesory. Převodníky zajišťují zesílení, digitální filtraci, potlačení rušivých signálů a obvykle poskytují několik nezávislých výstupů (proudový, napěťový, frekvenční, pulzní, digitální).

### 3.3.3 VLIV MĚŘENÉHO MÉDIA NA VÝSLEDKY

Pro správnou funkci průtokoměru je nutné, aby vodivost média v prostoru měřicí trubice byla homogenní a musí být větší než určitá hodnota. Signál průtokoměru není závislý na vodivosti média, požadavek na minimální vodivost souvisí s impedancí<sup>2</sup> použitého převodníku. U všech elektrických obvodů pro měření napětí musí vstupním obvodem protékat malý elektrický proud. Impedance kapaliny se zvětšuje při poklesu její vodivosti. Při použití zesilovače s větší vstupní impedancí je možné snížit hodnotu minimální vodivosti měřeného média. U mnoha indukčních průtokoměrů je vstupní impedance zesilovače na tak vysoké úrovni, jak je to možné s ohledem na současný stav techniky. U běžných indukčních průtokoměrů je požadovaná minimální elektrická vodivost média v rozmezí (1 – 5)  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . Elektrická vodivost se u pitné vody pohybuje v intervalu (250 – 500)  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ .

Bubliny rozptýlené v tekutině způsobují vyšší hodnotu výstupního signálu, v případě velkých bublin může dojít k přerušování měření. Usazeniny v trubici obecně zmenšují průřez, tím zvětšují rychlost proudění a zkreslují signál na elektrodách. Vodivé usazeniny mohou navíc ovlivnit výstupní napětí, nevodivé mohou izolovat elektrody od měřené tekutiny. Z těchto případů mohou vzniknout chyby měření. Vhodnou prevencí je dostatečná rychlost proudícího média. Příliš velká rychlost média však může být příčinou eroze a opotřebování elektrod i výstelky měřicí trubice. Další možností prevence usazenin je použití mechanických systémů pro čištění elektrod.

Průtokoměr pracuje spolehlivě jak při laminárním, tak i při turbulentním charakteru proudění, z čehož vyplývá minimální vliv charakteru proudění na přesnost měření. Signál průtokoměru mohou ovlivňovat turbulence a víření způsobené ventily, čerpadly a ohyby potrubí.

---

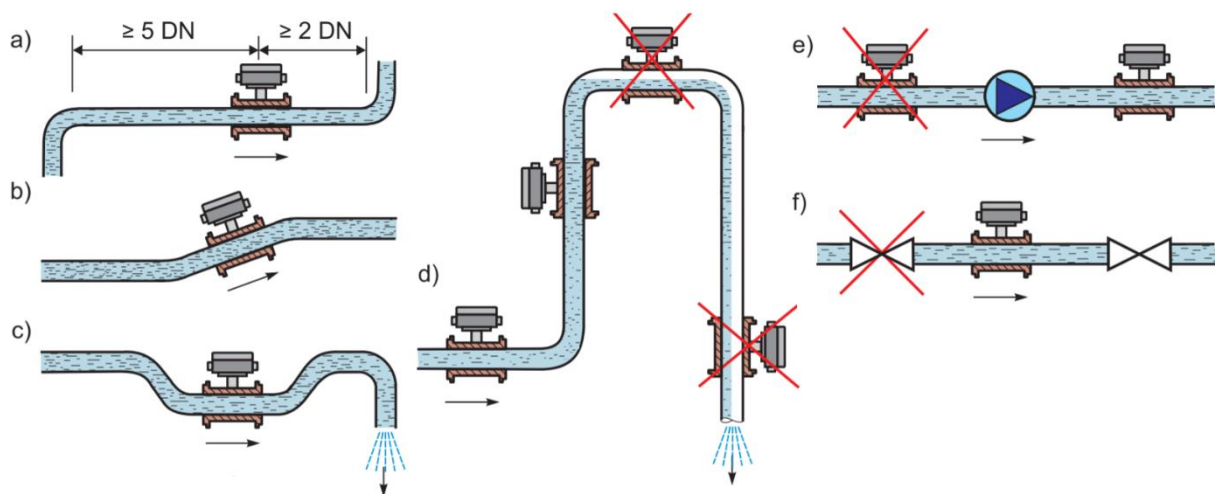
<sup>2</sup> Podobně, jako elektrický odpor charakterizuje vlastnosti prvku pro stejnosměrný proud, impedance charakterizuje vlastnosti prvku pro střídavý proud.

Doporučuje se proto instalovat průtokoměr tak, aby před ním byl rovný úsek o délce minimálně 5D a za ním 2D.

### 3.3.4 VLASTNOSTI INDUKČNÍCH PRŮTOKOMĚŘŮ

Průtokoměry lze měřit kapaliny, které jsou elektricky vodivé a nemagnetické. Nejsou avšak vhodné pro měření průtoku plynů a par. Médium musí mít minimální elektrickou vodivost. Průtokoměry vyžadují spolehlivé uzemnění, nemají žádné pohyblivé části, nezpůsobují žádnou tlakovou ztrátu, mají vysokou spolehlivost a umožňují obousměrné měření. Jsou dostupné ve velkém rozmezí světlostí DN 2 až DN 3 000. Optimální rychlost proudění se udává v rozmezí  $(2 - 3) \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Při rychlostech větších než  $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  může docházet k výraznějšímu narušení izolační výstelky. Pro většinu průtokoměrů musí být průtočný průřez zcela zaplněn. Zdroj [5] uvádí dynamický rozsah ( $Q_{\max} : Q_{\min} = 120 : 1$ ) a přesnost 0,2 – 0,5 %, která je vyjádřena jako relativní chyba z rozsahu přístroje. Výsledky měření jsou téměř nezávislé na fyzikálních vlastnostech média. Výstupní signál nezávisí na tlaku a teplotě. Maximální provozní teplota průtokoměru je nejvíce závislá na materiálu výstelky a měřicí trubice. Průtokoměry jsou mechanicky odolné a spolehlivě pracují v těžkých pracovních podmínkách. Mají nízké náklady na obsluhu a údržbu.

### 3.3.5 ZÁSADY SPRÁVNÉHO PROVOZU A POUŽITÍ



Obrázek 14 Zásady umístění indukčního průtokoměru; zdroj: [5]

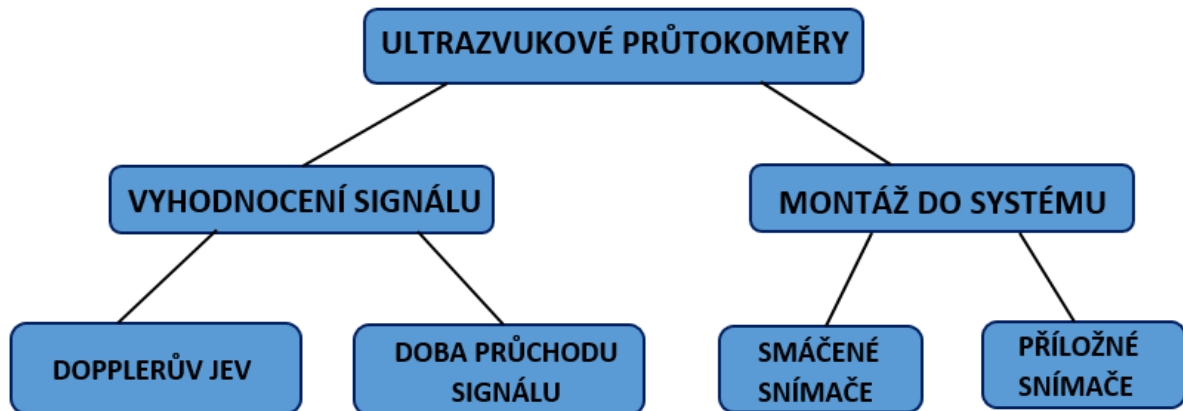
Zásady správného umístění indukčního průtokoměru ilustruje obrázek 14. Požadováno je rovné potrubí v délce minimálně pětinasobku průměru před měřidlem a dvojnásobku za měřidlem. Ve vodorovném potrubí se doporučuje umístit průtokoměr ve stoupajícím úseku

(obr. 14b) nebo do „sifonu“ (obr. 14c). Spojnice elektrod musí být přibližně vodorovná. Osazení průtokoměru v nejvyšším místě potrubí není vhodné; zde se mohou shromažďovat bubliny plynu a při nedostatečném průtoku tam nebude potrubí zaplněno (obr. 14d). Pro instalaci průtokoměru není vhodná ani sestupná část potrubí s volným výtokem; tam se může potrubí při nulovém průtoku zcela vyprázdnit. Vhodné umístění je ve svislém potrubí, kde kapalina stoupá vzhůru, bubliny plynu mohou unikát a nehromadí se v měřicí trubici. Průtokoměr by neměl být instalován do sání čerpadla, kde vzniká nebezpečí podtlaku s případným uvolňováním plynu z kapaliny (obr. 14e). Regulační a uzavírací armatury by měly být zařazeny vždy až za průtokoměrem (obr. 14f). [5]

Nutnou podmínkou je spolehlivé uzemnění snímače na technologickou kapalinu, která tvoří zkrat pro bludné proudy. Ty mohou způsobit posun nuly výstupního signálu. Pro uzemnění se používají zemnicí kroužky, které se vkládají před a za měřič, nebo lze použít zemnicí elektrodu umístěnou v měřicí trubici snímače. Indukční průtokoměr lze použít k měření průtoku vody, odpadních vod, korozivních a chemicky agresivních látek, suspenzí s pevnými částicemi, erozivních a viskózních médií, kalů, kašovitých hmot i past.

### 3.4 UTRAZVUKOVÉ PRŮTOKOMĚRY

Ultrazvukové průtokoměry vyhodnocují průtok na základě měření rychlosti proudícího média, patří tedy do skupiny rychlostních průtokoměrů. K měření rychlosti se používá ultrazvukové vlnění šířící se proudícím médiem. Ultrazvukové průtokoměry můžeme rozdělit do několika skupin viz obrázek 15.



Obrázek 15 Základní rozdělení ultrazvukových snímačů

#### 3.4.1 PRŮTOKOMĚRY VYUŽÍVAJÍCÍ DOPPLERŮV JEV

##### 3.4.1.1 DOPPLERŮV JEV

Podstatou je skládání rychlosti vlnění s rychlostí vzájemného pohybu zdroje a detektoru, což představuje změnu detekované frekvence vlnění. Při přibližování je frekvence přijímaného vlnění vyšší, při oddalování nižší.



Obrázek 16 Dopplerův jev; zdroj: <http://www.vascak.cz/>

Pro rozdíl mezi vysílanou a přijímanou frekvencí platí vztah

$$\Delta f = \frac{2 u \cos \alpha}{v} f \quad (3.14),$$

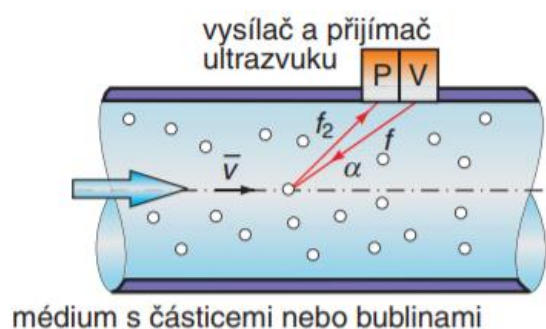
kde  $\cos \alpha$  určuje úhel, který svírá vektor rychlosti pohybu detektoru s osou zdroje;

$v$  je rychlost šíření signálu;

$u$  odpovídá rychlosti detektoru;

$f$  je frekvence vysílaného signálu.

Tyto průtokoměry je možné použít v případě, kdy proudící médium obsahuje částice odrážející vlnění (pevné částice, plynové bubliny). Bez těchto částic nemůže tento průtokoměr pracovat.



Obrázek 17 Princip průtokoměru využívající Dopplerova jevu; zdroj: [6]

Průtokoměr se skládá z vysílače a přijímače umístěných na stejné či opačné straně potrubí. Ultrazvukový signál se známou frekvencí, která se pohybuje okolo 0,5 MHz se šíří z vysílače do proudícího média, kde se odrazí od částice a je zpracován v přijímači, kde se vyhodnocuje změna frekvence. Za předpokladu, že  $v \ll c$  je změna frekvence dána vztahem

$$\Delta f = \frac{2 f v \cos \alpha}{c} \quad (3.15),$$

kde  $c$  je rychlost šíření signálu;

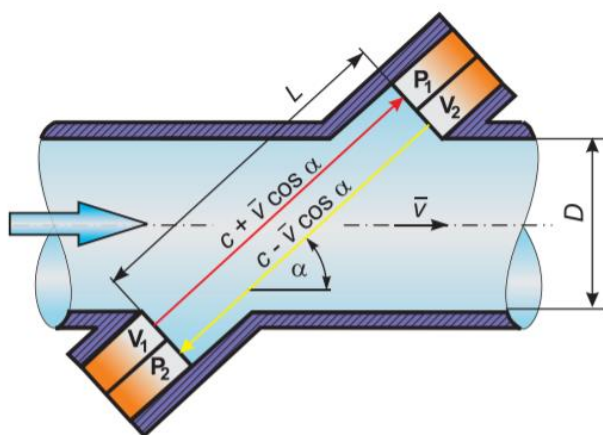
$f$  je vysílací frekvenci signálu;

$v$  je rychlost částice.

Průtokoměry tohoto typu vyžadují koncentraci suspendovaných částic či bublin o velikosti 30 μm nebo větších nejméně 25 ppm<sup>3</sup>. Nejistota měření závisí na rychlostním profilu proudícího média, na obsahu a velikosti částic i na velikosti potrubí. Kalibrací lze dosáhnout nejistoty ±1 %. [6]

### 3.4.2 PRŮTOKOMĚRY ZALOŽENÉ NA DOBĚ PRŮCHODU SIGNÁLU

V angličtině označované jako *transit – time*. Základem průtokoměru je vysílač a přijímač ultrazvukového vlnění. Nejčastěji se používají piezoelektrické měniče, které mohou pracovat jak ve funkci vysílače (generátoru), tak ve funkci přijímače ultrazvukového signálu. Frekvence vlnění závisí na rezonanční frekvenci piezoelektrického měniče a obvykle je 0,5 až 1 MHz. [6]



Obrázek 18 Ultrazvukový průtokoměr s vyhodnocením doby průchodu signálu; zdroj: [6]

Ultrazvukový průtokoměr je tvořen měřicí trubicí, ve které je zabudován jeden nebo více párů vysílače a přijímače ultrazvukového signálu. Průtokoměry jsou velmi často konstruovány v diferenčním zapojení, kdy je ultrazvukový signál vysílán jednak ve směru a jednak proti směru proudění. [6] Schéma takového průtokoměru je na obrázku 18.

Vyhodnocují se časové rozdíly impulzů ultrazvukového signálu při průchodu v obou směrech jejich šíření. Vysílač  $V_1$  vysílá impulzy ve směru proudění, vysílač  $V_2$  proti směru proudění. Přijímače jsou označeny  $P_1$  a  $P_2$ . Za předpokladu, že  $c \gg \bar{v}$  platí:

$$\bar{v} = \frac{c^2}{2L \cos \alpha} \Delta t \quad (3.16),$$

<sup>3</sup> Zkratka parts per million. Jedná se o výraz pro jednu miliontinu (celku).

kde  $c$  je rychlost šíření ultrazvuku v daném prostředí;

$\bar{v}$  odpovídá střední rychlosti proudící tekutiny;

$L$  je vzdálenost vysílače a přijímače;

$\Delta t$  je doba mezi vysláním a příjmem signálu pro jednotlivé dvojice.

Rychlost šíření ultrazvuku je možné poté vyjádřit jako

$$c = \frac{2L}{t_1 + t_2} \quad (3.17),$$

kde  $t_1$  je doba mezi vysláním a přijmutím impulzu pro dvojici V1, P1;

$t_2$  je doba mezi vysláním a přijmutím impulzu pro dvojici V2, P2.

Po dosazení této rovnice do rovnice (3.16) získáme výsledný vztah (3.18) pro výpočet rychlosti, který není závislý na rychlosti šíření ultrazvukového signálu a tím je vyloučena závislost na složení média, teplotě a tlaku. Požadovaná přesnost měření určuje měření času s příslušnou nejistotou.

$$\bar{v} = \frac{\Delta t}{(t_1 + t_2)^2} \frac{2L}{\cos \alpha} \quad (3.18)$$

Střední rychlost proudění určená touto rovnicí se liší od skutečné střední průřezové rychlosti  $\bar{v}_s$ , a proto je nutné zavést korekční součinitel  $k$  závislý na typu proudění. Po korekci platí

$$\bar{v}_s = \frac{\bar{v}}{k},$$

$$k = 1,34 \quad \text{pro } Re > 5 \cdot 10^3;$$

$$k = 1,1 \quad \text{pro } Re = 10^3 - 5 \cdot 10^3;$$

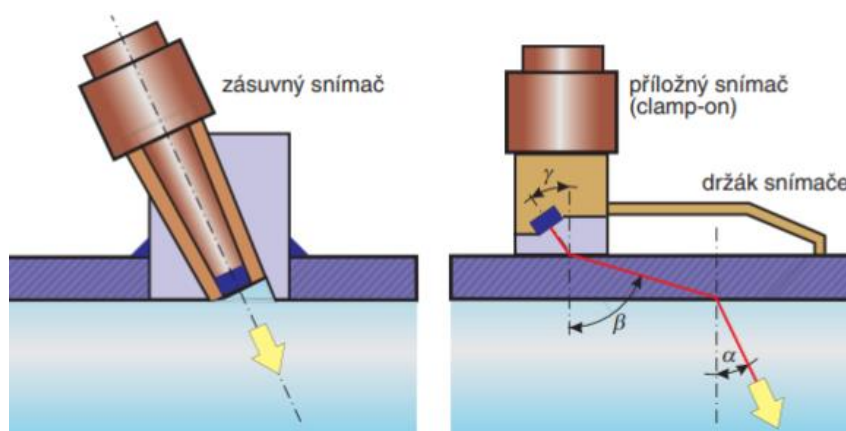
$$k = 1 + \frac{0,295}{1,2 \ln Re - 1} \quad \text{pro } Re < 10^3.$$

Starší typy ultrazvukových průtokoměrů založené na vyhodnocování doby průchodu ultrazvukového signálu byly použitelné jen pro velmi homogenní kapaliny. Přítomnost bublin plynu a pevných částic v médiu působí zeslabení ultrazvukového signálu a vznik chyb při měření. Současné přístroje využívají prodloužení dráhy při vícenásobných odrazech, větší počet měřicích kanálů a přesnější metody mikroprocesorového zpracování signálu. Číslicové

zpracování signálu s využitím algoritmů filtrace a verifikace správnosti signálu umožnilo výrazně zlepšit přesnost, opakovatelnost a stabilitu měření průtoku. [6]

### 3.4.3 PRŮTOKOMĚRY DLE TYPU SNÍMAČE

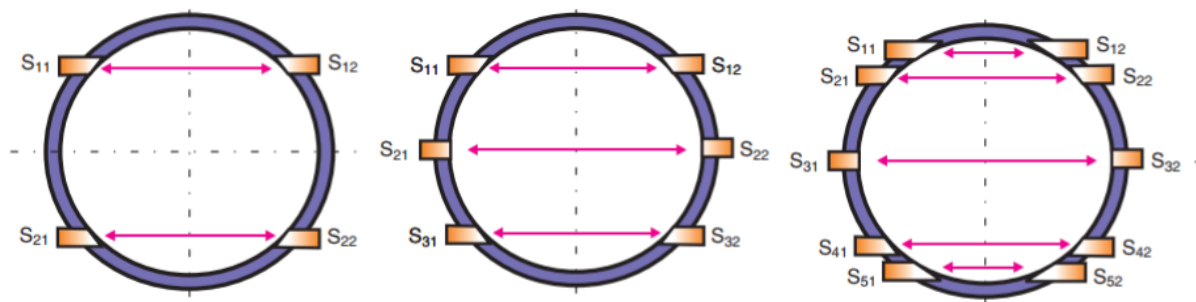
Zdroj ultrazvukových vln (elektroakustický měnič) může být instalován v bezprostředním styku s měřenou tekutinou a označuje se jako průtokoměr se smáčenými (zásuvnými) snímači. Instalace na potrubí z vnějšku se využívá pro průtokoměry s příložnými snímači. Jejich nespornou výhodou je bezdotykové měření, tím nezasahují do proudícího média a neovlivňují měřený průtok. Jsou hygienické, nehrozí žádná kontaminace média a nemůže docházet ani k usazování kalů v průtokoměru. Mohou být na potrubí instalované dodatečně, aniž by bylo nutné přerušit provoz. Ultrazvukový signál při průchodu stěnou potrubí mění rychlost a směr šíření impulsu, pro měření je pak podstatné znát tloušťku stěny a materiál potrubí. Výhodné jsou v tomto případě průtokoměry doplněné dalším kanálem pro ultrazvukové měření tloušťky stěny potrubí. Negativně může působit rozptyl záření na nehomogenitách (např. výstelka potrubí), které často znemožní detekci nebo zvýší nejistotu měření až na 20 %.



Obrázek 19 Typy snímačů – smáčený (vlevo), příložený (vpravo); zdroj: [6]

Pro zmenšení nejistoty měření se používá několikakanálové provedení průtokoměrů. Sondy jsou umístěny do několika axiálních rovin pro potlačení vlivu rychlostního profilu a díky jejich většímu počtu je možné lépe podchytit charakter proudění. Vhodné rozložení snímačů usnadňuje určení střední průřezové rychlosti  $v$ . Několikanálové provedení snímače ve spojení s vyhodnocovací jednotkou řízenou mikroprocesorem umožňuje zmenšit nejistotu měření až k hranici 0,1 %. Při silně narušeném rychlostním profilu a pro dosažení nejistoty lepší

než (0,5 – 1) % stačí čtyři axiálně uspořádané snímače. Se zvětšujícím se počtem snímačů roste i cena průtokoměru.



Obrázek 20 Několikanálové provedení ultrazvukového průtokoměru: zleva dvoukanálový, tříkanálový, pětikanálový průtokoměr; zdroj: [6]

Informace v následujících kapitolách 3.4.4 a 3.4.5 jsou čerpány ze zdroje [6].

### 3.4.4 VLASTNOSTI ULTRAZVUKOVÝCH PRŮTOKOMĚŘŮ

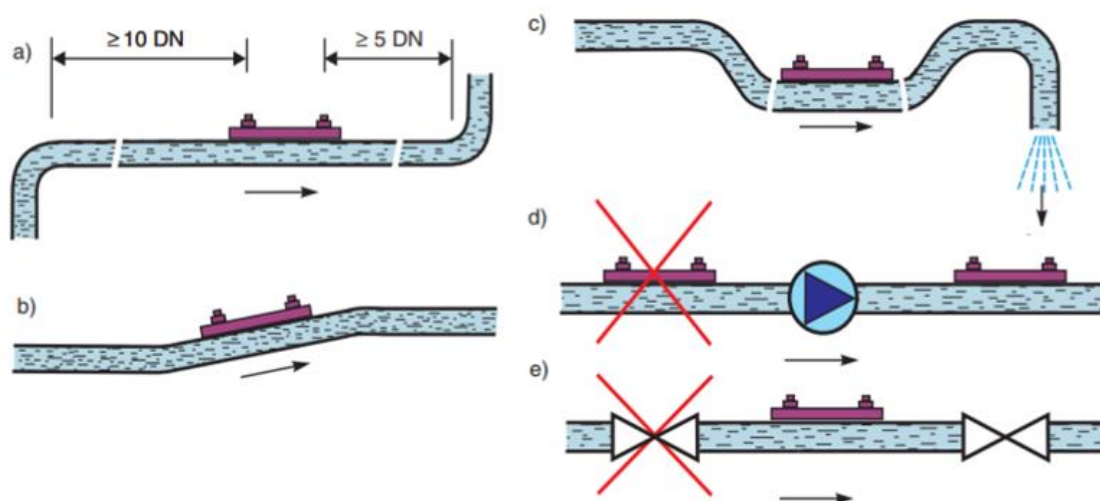
Ultrazvukové průtokoměry patří do skupiny moderních průtokoměrů. Lze je využít na měření kapalin, plynů ale i přehřáté či saturované páry, a to včetně nevodivých a agresivních tekutin. Vykazují velké měřicí rozpětí (poměr maximální a minimální měřitelné hodnoty průtoku). Několikanálové snímače lze s výhodou využít pro měření v potrubích větších rozměrů, např. komíny. Jejich tlaková ztráta je téměř nulová. Neobsahují žádné pohyblivé součásti, díky tomu mají dlouhou životnost. Pracují bezhlučně, mají velmi příznivé dynamické vlastnosti (rychlá odezva), vyžadují jen minimální údržbu a není nutná recalibrace. Jsou schopny pracovat v libovolné poloze a je možné je použít na obousměrné proudění. Jejich činnost je nezávislá na vlastnostech měřené tekutiny a jsou necitlivé na přítomnost vnějších magnetických polí. Příložné snímače lze instalovat vně potrubí a vyměňovat za provozu, mají dlouhou životnost a pracují nezávisle na materiálu potrubí, je-li materiál potrubí dobře zvukově vodivý. Potrubí z betonu, keramiky a velmi porézní litiny absorbují ultrazvukovou energii a nejsou pro příložné snímače vhodné. Pro zvýšení přesnosti je vhodné, aby u přístroje byla zabezpečena korekce na tvar rychlostního profilu.

Omezení ultrazvukových snímačů – potrubí musí být zaplněno v celém průřezu, turbulence a víření mohou ovlivňovat signál. Při použití průtokoměrů typu transit – time by neměli být pevné částice a bubliny v tekutině, médium musí být akusticky propustné. Usazeniny na snímači a na potrubí mohou způsobit chyby, popř. selhání z důvodu útlumu ultrazvukových

vln. Překážky v potrubí před měřidlem mají vliv na naměřenou hodnotu. Dopplerovy průtokoměry nevykazují vysokou přesnost, jsou to však nenákladné přístroje pro monitorování průtoku.

### 3.4.5 ZÁSADY SPRÁVNÉHO PROVOZU A POUŽITÍ

Hlavní zásady správného umístění ultrazvukového průtokoměru ilustruje obrázek 21. Požadováno je rovné potrubí v délce deseti až dvacetinásobků průměru před měřidlem a pětinašobků za měřidlem. Ve vodorovném potrubí se doporučuje umístit průtokoměr ve stoupajícím úseku (obr. 21b) nebo do „sifonu“ (obr. 21c), aby bylo potrubí zcela vyplněno měřenou kapalinou, a aby se v horní části potrubí neshromažďovaly bubliny plynu. Průtokoměr by neměl být instalován do sání čerpadla, kde se může vyskytovat podtlak s případným uvolňováním plynu z kapaliny (obr. 21d). Regulační a uzavírací armatury by měly být zařazeny vždy až za průtokoměrem (obr. 21e).

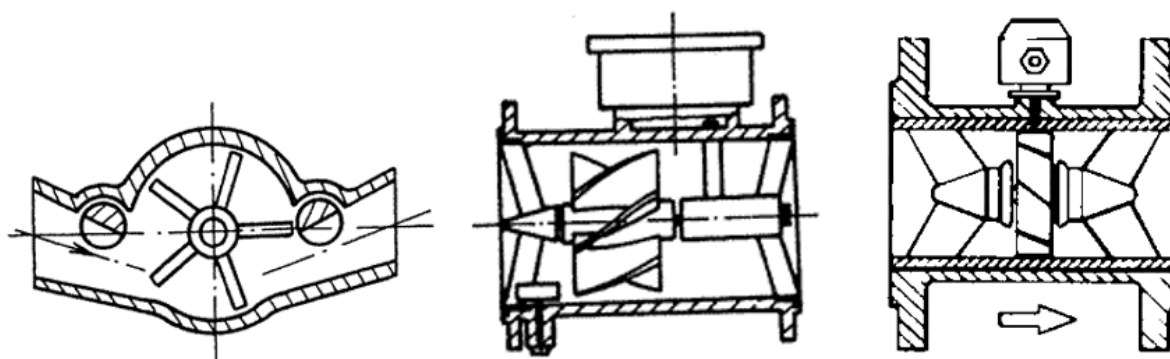


Obrázek 21 Zásady umístění ultrazvukového průtokoměru, zdroj: [6]

Ultrazvukové průtokoměry nacházejí široké uplatnění v různých odvětvích průmyslu. Ve vodárenském (filtrovaná, pitná i užitková voda, odpadní, znečištěné vody a kaly), chemickém (zkapalněných plynů, kapalné síry, chloru a dalších provozních kapalin, roztoků i suspenzí), petrochemickém (ropa, kapalné i plynné ropné produkty, surové i rafinované oleje; měření v prostředí s nebezpečím výbuchu), potravinářském a farmaceutickém (měření za přísných hygienických podmínek), energetickém (průtok teplotnosných a chladicích médií, systémy pro měření předaného tepla). Jsou vhodné pro znečištěné tekutiny a nacházejí využití při měření kalů, odpadních tekutin, v kanalizaci a v provozech odpadních vod.

### 3.5 TURBÍNOVÉ PRŮTOKOMĚRY

Patří mezi mechanické průtokoměry, kdy se tekutina dostává do přímého kontaktu s primárním prvkem průtokoměru tzv. rotorem, který je díky silovému účinku pohybu tekutiny uváděn do otáčivého pohybu. Pro tuto skupinu se v literatuře používá obecný pojem turbínové průtokoměry, kde rotor může tvořit turbínka, šroubové či lopatkové kolo.



Obrázek 22 Schéma zleva: lopatkový, šroubový a turbínový průtokoměr; zdroj: <http://user.mendelu.cz>

Měronosnou veličinou je frekvence impulzů  $f$ . Frekvence otáčení je úměrná okamžitému průtoku, celkový počet otáček závisí na proteklém množství. Pro převodní charakteristiku průtokoměru platí v ideálním případě vztah (3.19). Měřený objemový průtok odpovídá proteklému objemovému množství a není přímo závislý na hmotnosti tekutiny.

$$f = K_t \cdot Q_V \quad (3.19),$$

kde  $Q_V$  je objemovému průtok;

$K_t$  je součinitel turbínového snímače.

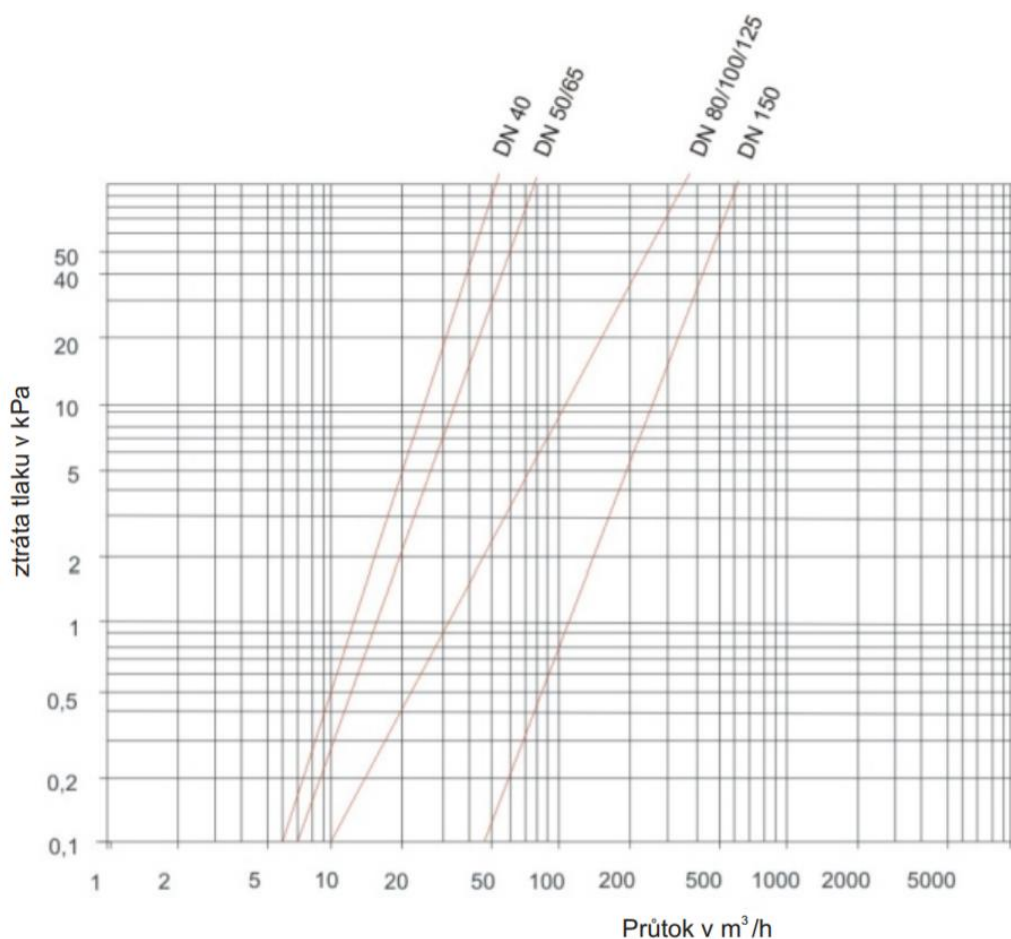
V katalogových listech jsou zpravidla udávány dva rozsahy měření – základní a rozšířený. Základní rozsah je rozmezí průtoků, kde je výstup v daných mezích lineární. Na okraji základního měřicího rozsahu lze také měřit, ale buď s větší chybou nebo linearizací převodní charakteristiky<sup>4</sup>. Turbínové průtokoměry bez linearizace lze používat v užším rozsahu průtoků a jejich přesnost je typicky  $\pm (0,5 - 1) \%$ . [3]

Ke snímání průchodu lopatek se nejčastěji používá indukční snímač, který zaznamenává impulzy napětí vznikající při otáčení lopatek pod snímací cívkou s permanentním magnetem,

<sup>4</sup> Převodní charakteristika je vztah mezi vykazovanou veličinou měřidlem a veličinou snímanou.

kde dochází ke změnám magnetického toku. V typickém provedení je před a za rotor vložen usměrňovač proudění upravující proudění. Turbínové průtokoměry při minimalizaci ztrát třením mají široký rozsah lineární závislosti úhlové rychlosti rotoru na rychlosti proudění. U těchto průtokoměrů se uvádí poměr průtoků  $Q_{\max} : Q_{\min} = 100 : 1$ , kde  $Q_{\min}$  odpovídá  $1,5 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ .

Turbínové průtokoměry vykazují tlakovou ztrátu zásluhou rotoru, který představuje překážku v proudící tekutině. Hlavní nevýhodou turbínových průtokoměrů je nemožnost měřit průtok od nuly, dále je potřeba počítat s opotřebením ložisek, která je potřeba měnit. Interval pro výměnu závisí na režimu provozu a druhu média a pohybuje se obvykle od 18 měsíců do 5 let.

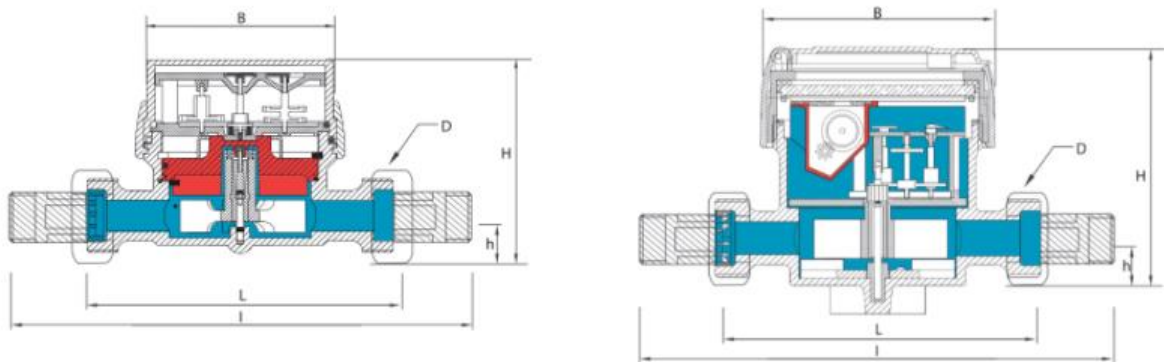


Obrázek 23 Tlaková ztráta na vodoměru; zdroj: <http://www.kapka-vodomery.cz>

Měření průtoku turbínovým principem patří k nejstarším metodám, neboť mechanická vazba proudící tekutiny s turbínkou je bezpečným a přímým měřením objemového průtoku, uplatňující se zejména pro průběžná měření. Díky své přesnosti, která zpravidla plně postačuje

předepsaným požadavkům a poměrovému rozpětí rozsahu, se tyto průtokoměry stávají ideálním měřidlem při předávání či přejímání dodávek tekutin a pro měření a účtování jejich množství. Jejich nejrozšířenější použití je pro měření dodávek vody do domácností, kde jsou tyto průtokoměry obecně známy pod pojmem vodoměry. Rozlišujeme dva typy vodoměrů – suchoběžné a mokroběžné.

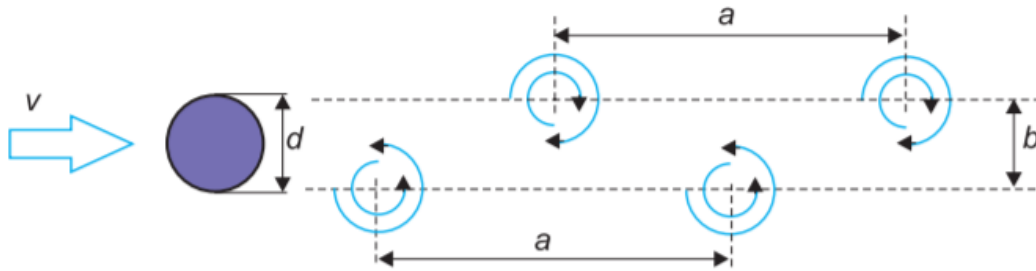
Suchoběžný vodoměr má tlakovou desku oddělující mokrou a suchou část. Rotační pohyb turbíny do počítadla se přenáší pomocí magnetické spojky, která je opatřena stínícím prvkem, aby nedocházelo k ovlivnění vnějším magnetickým polem. Magnetická spojka může způsobit „prokluz“ při počátečním náběhu průtoku a při přetížení vodoměru. U mokroběžného vodoměru jsou číselníky plně zaplaveny vodou a rotační pohyb turbíny se mechanicky přenáší přímo hřídelkou do počítadla. Z tohoto důvodu je vodoměr citlivý i v pásmu nízkých průtoků.



Obrázek 24 Řez suchoběžným a mokroběžným vodoměrem, červená část značí suchou část;  
zdroj: <http://www.neovlivnitelnyvodomer.cz>

### 3.6 VÍROVÉ PRŮTOKOMĚŘY

Vírové průtokoměry jsou nejčastěji zastoupeny v tzv. skupině fluidikových průtokoměrů, které vyhodnocují objemový průtok z rychlosti proudícího média a ze znalosti průtočného průřezu. Tyto průtokoměry jsou založeny na principu tvorby vírové stezky známou také pod pojmem Kármánova vírová stezka, kterou charakterizují parametry  $a$  a  $b$ .



Obrázek 25 Kármánova vírová stezka, zdroj: [7]

Při velmi nízkých rychlostech v oblasti laminárního proudění tekutina proudí rovnoměrně bez turbulence podél překážky. Při zvyšující se rychlosti proudění začíná za překážkou vznikat oblast nižšího tlaku. Při stále narůstající rychlosti v této oblasti vzniká turbulentní proudění, které je typické změnou tlaků a tvorbou vírů. Ty vznikají pravidelně a střídavě na jedné a druhé straně za bodem odtržení proudu od překážky následkem porušení rozložení tlakových sil. V okamžiku oddělení víru dochází k lokálnímu nárůstu tlaku a poklesu rychlosti na jedné a obráceně na druhé straně, přičemž se tento děj neustále opakuje. Frekvence tvorby vírů je přímo úměrná rychlosti měřené tekutiny. V případě nadkritického obtékání se proudění kapaliny v úplavu stává nepravidelné stejně jako generování vírů.

Počet vytvořených vírů za časovou jednotku nezávisí ve značném rozsahu na Reynoldsově čísle. Mezi rychlostí proudění  $v$  a frekvence  $f$  tvorbou vírů platí v určitém rozsahu lineární závislost daná vztahem

$$f = \frac{S_{tr} v}{d} = \frac{S_{tr} 4 Q_v}{d \pi D^2} = K \cdot Q_v \quad (3.20),$$

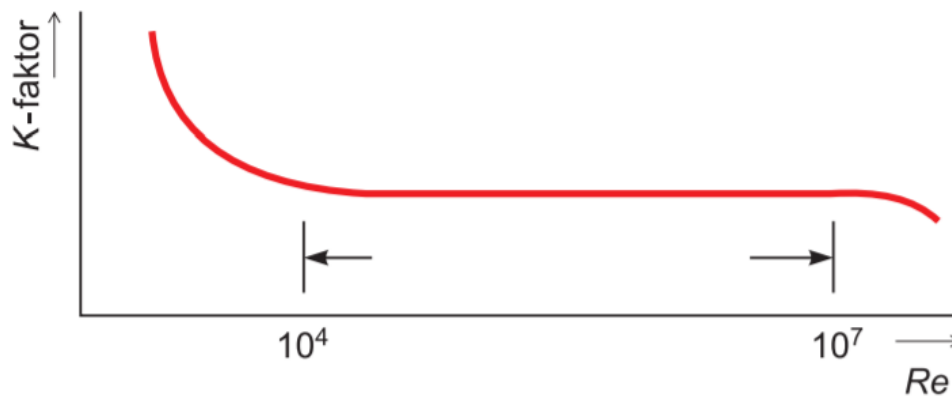
kde  $d$  je charakteristický rozměr přepážky (např. průměr válce);

$S_{tr}$  označuje Strouhalovo číslo, jeho hodnota je závislá na tvaru a rozměrech  $d$  vloženého tělesa;

$D$  je světlost potrubí;

$K$  je tzv.  $K$  – faktor, který charakterizuje vírový průtokoměr.

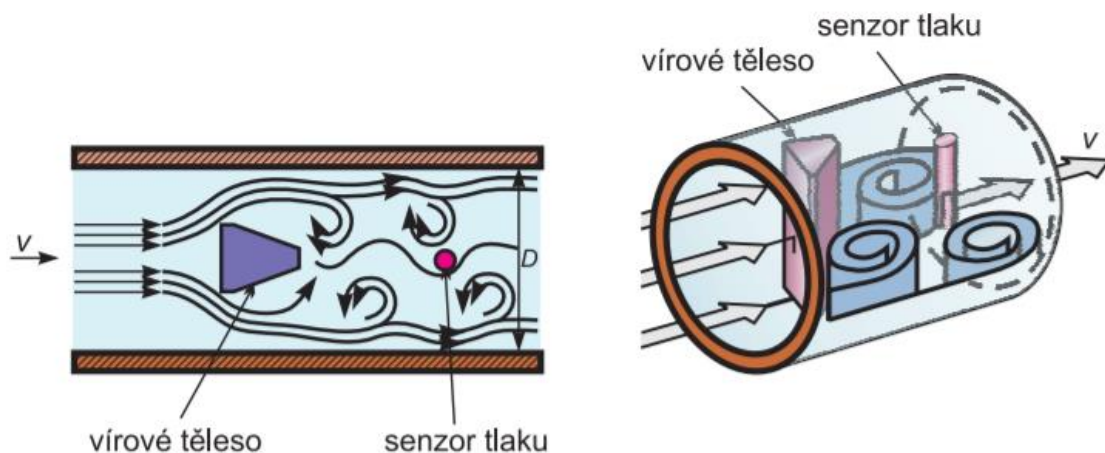
$K$  – faktor udává počet impulzů odpovídající objemu proteklému za jednotku času a úzce souvisí se Strouhalovým číslem a závisí pouze na geometrii vírového tělesa.



Obrázek 26 Idealizovaný průběh závislosti  $K$ -faktoru na Reynoldsově čísle; zdroj: [7]

Hodnota  $K$ -faktoru se získá kalibračním měřením průtokoměru, hodnota je jedinečná pro každý průtokoměr, je uložena v paměti elektroniky měřidla a platí po celou dobu životnosti, nezmění-li se rozměr překážky v důsledku eroze či koroze. V rozmezí konstantnosti hodnoty  $K$ -faktoru není výstupní údaj průtokoměru ovlivňován změnami hustoty, teploty a tlaku.

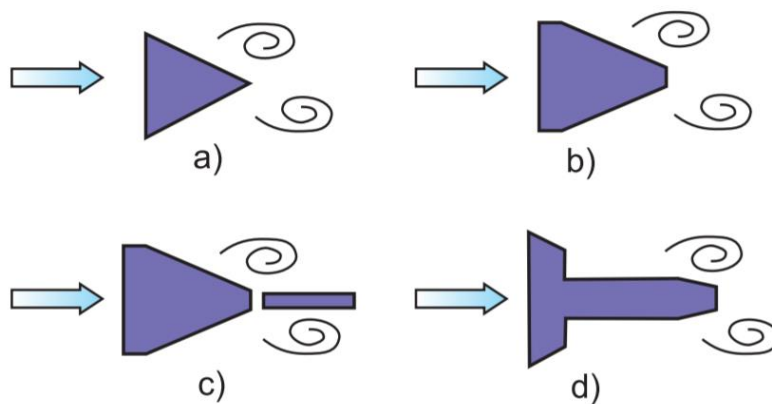
### 3.6.1 KONSTRUKCE VÍROVÉHO PRŮTOKOMĚRU



Obrázek 27 Princip uspořádání vírového průtokoměru; zdroj: [7]

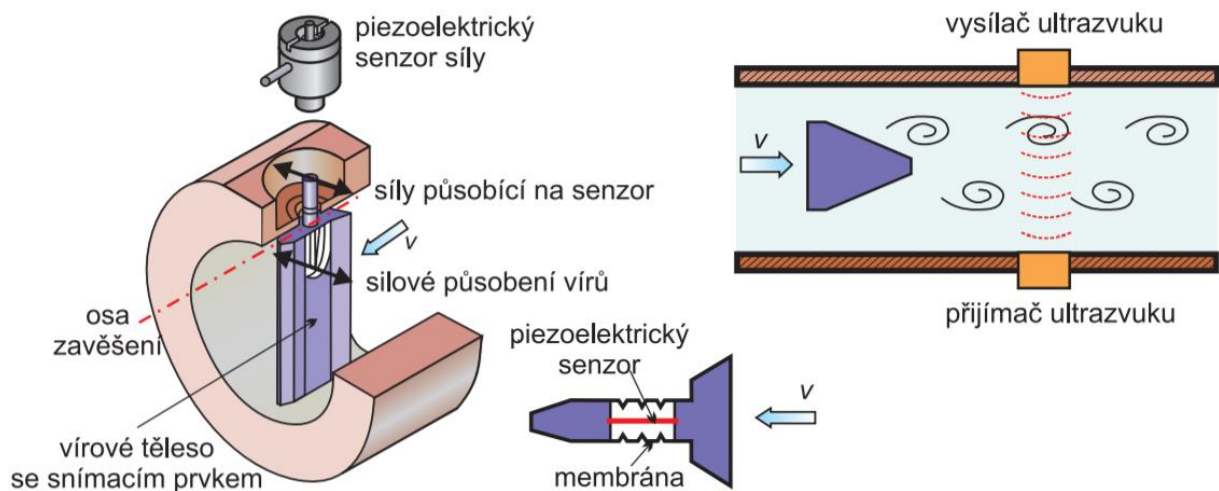
Primárním prvek průtokoměru tvoří průtoková trubice zahrnující vírové těleso, snímač detekující víry a měřidlo. Sekundární prvek představuje výstupní zařízení převádějící snímané signály na údaje o proteklém objemu, hmotnosti nebo na standardizovaný analogový výstup.

Spolehlivost a nejistota měření jsou závislé zejména na kvalitě vznikajících vírů a jejich snímání. Z potřeby definice jednoznačného a přesného okamžiku odtržení dílčích vírů se dnes používají vírová tělesa s ostře ohraničenou náběžnou hranou a každý výrobce uvádí specifické výhody svého řešení tvaru vírového tělesa. Snímače c, d využívají kombinace části překážky, kde dochází k tvorbě vírů s částí, která nabízí možnost uložení integrovaného snímače vírů.



Obrázek 28 Příklady tvarů vírových těles; zdroj: [7], upraveno

Ke snímání vírů se využívají odpovídající změny tlaku nebo rychlosti. Nejčastěji se používají piezoelektrické či ultrazvukové snímače. Měronosnou veličinou je frekvence tvorby vírů. Místem snímání může být vložené vírové těleso, stěna potrubí či jiná místa ve vírové oblasti.



Obrázek 29 Piezoelektrický senzor průtokoměru Rosemount (vlevo), ultrazvukový senzor detekce vírů (vpravo); zdroj: [7], upraveno

Piezelektrický senzor převádí mechanické kmitání na elektrický signál. Na obrázku 29 je schématický průřez měřícím ústrojím. Ultrazvukové snímače modelují na základě průchodu vírů prostorem spojnice mezi vysílačem a přijímačem signál s frekvencí, která odpovídá frekvenci vytvořených vírů.

### 3.6.2 VLASTNOSTI VÍROVÝCH PRŮTOKOMĚŘŮ

Velikost Reynoldsova čísla  $Re$  hraje u vírového průtokoměru významnou roli. Z definice Reynoldsova čísla (3.21) plyne, že jeho hodnota klesne při zmenšení rychlosti  $v$  nebo také při zvýšení dynamické viskozity  $\eta$ . Tyto skutečnosti je třeba brát v potaz při měření malých průtoků s médii s velkou viskozitou.

$$Re = \frac{vD\rho}{\eta} = \frac{4Q_v\rho}{\pi D\eta} \quad (3.21)$$

Měření by vždy mělo probíhat v režimu turbulentního proudění. Za podmínky  $Re > 30\,000$  bývá nejistota při měření kapalin z měřené hodnoty obvykle  $\pm (0,5 - 0,75) \%$ . S poklesem  $Re$  pod hodnotu  $20\,000$  až  $30\,000$  chyba měření poroste a při  $Re < 10\,000$  může být nejistota i  $10 \%$  z měřené hodnoty. Opakovatelnost měření průtoku kapalin, plynů a páry je lepší než  $\pm 0,1 \%$  z měřené hodnoty. [7]

Vírové průtokoměry lze použít k měření průtoku čistých kapalin i kapalných směsí (nezávisí na elektrické vodivosti média), plynů a vodní páry. Měřené médium by nemělo obsahovat významné množství rozptýlených pevných částic ani bubliny v kapalině nebo kapalně částice v plynu. Kapaliny by měly mít malou viskozitu. Při použití průtokoměru o menší světlosti vzroste  $Re$ , ale vzroste i trvalá tlaková ztráta měřidla. [7]

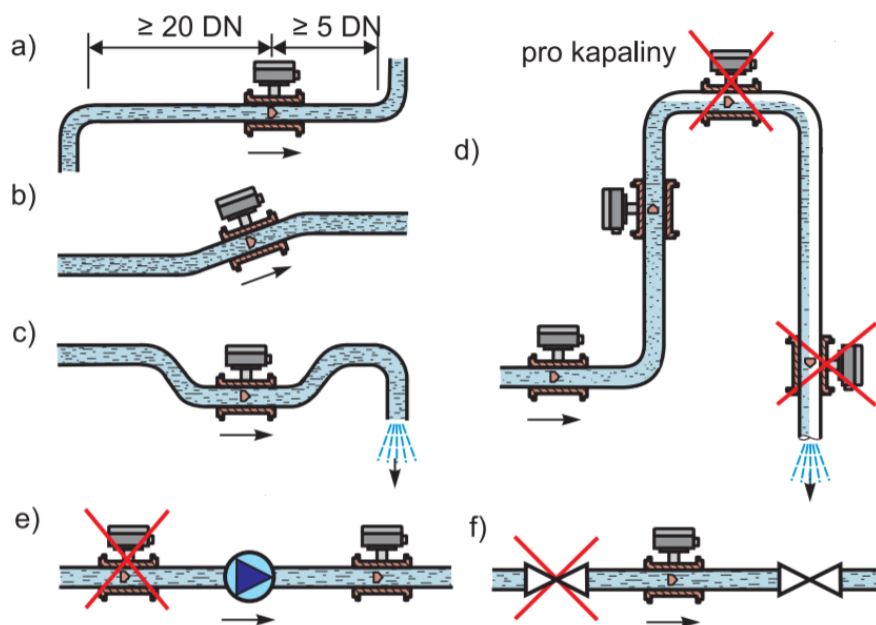
Vírovými průtokoměry je možné měřit kapaliny, plyny i páru. Mají lineární závislost frekvence signálu na průtoku. V definovaných mezích není měření ovlivněno hustotou, teplotou ani tlakem média. Vykazují malou tlakovou ztrátu. Nemají žádné pohyblivé části. Kalibrace vodou je platná pro všechna měření a  $K$  – faktor má vysokou stabilitu. Poskytují signál ve formě frekvence (obdobně jako turbínové průtokoměry). Jsou odolné proti vibracím potrubí a pulzacím v médiu.

Tyto průtokoměry nelze použít k měření malých průtoků a rychlostí. Je třeba dodržet poměrně dlouhé uklidňující délky před a za průtokoměrem. Jsou citlivé na instalaci, měření průtoku není

možné není možné zcela od nuly a v obou směrech. Průtočný průřez musí být zcela zaplněn. Měření jednoduššími průtokoměry mohou ovlivnit vibrace, šумы a pulzace v potrubí.

### 3.6.3 ZÁSADY SPRÁVNÉHO PROVOZU A INSTALACE

Přesné měření objemového průtoku vyžaduje zcela zaplněné potrubí a plně vyvinutý rychlostní profil bez pulzací. Při instalaci je nutná pečlivá montáž s vystředěním průtokoměru, aby nedošlo k ovlivnění průtočného profilu. Je potřeba dodržet přímé uklidňovací délky v délce minimálně dvacetinásobků průměru před měřidlem a pětinašobků za měřidlem a průtokoměr instalovat do míst ideálně bez vibrací potrubí, elektrického rušení a možného vzniku kavitace. V případě, kdy nelze dodržet požadované přímé úseky je doporučeno použít usměrňovače průtoku.



Obrázek 30 Umístění průtokoměru; zdroj: [7]

Ve vodorovném potrubí je doporučováno umístit průtokoměr ve stoupajícím úseku (obr. 30b) nebo do „sifonu“ (obr. 30c), aby potrubí bylo zcela vyplněno měřenou kapalinou a v horní části potrubí se neshromažďovaly bubliny plynu. Průtokoměr by neměl být instalován do sání čerpadla, kde vzniká nebezpečí podtlaku s případným uvolňováním plynu z kapaliny (obr. 30e). Regulační a uzavírací armatury by měly být vždy zařazeny až za průtokoměrem (obr. 30f). [7]

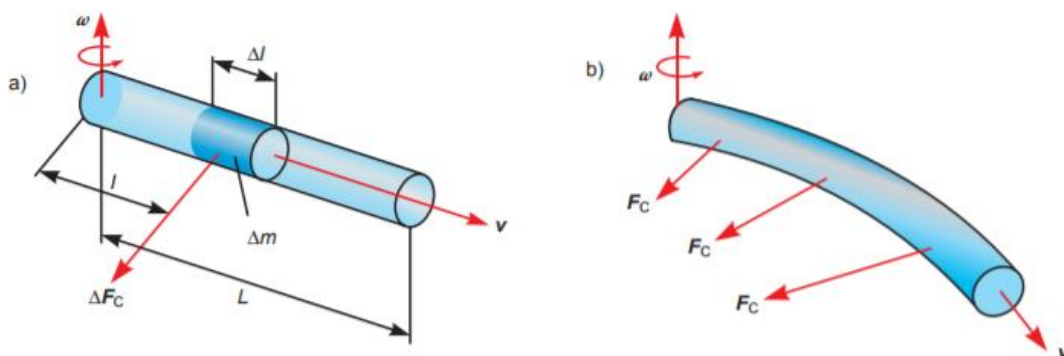
Vírové průtokoměry se uplatní zejména jak náhrada klasických průřezových měřidel. Jejich instalace je jednodušší, jsou k dispozici v široké škále světlostí a mají velké měřicí rozpětí.

Na rozdíl od indukčních průtokoměrů nezáleží na elektrické vodivosti média, avšak nejsou vhodné pro měření s vysokými hygienickými nároky. Obecně jsou určeny k měření relativně čistých kapalin, plynů a par, obsahujících pouze minimální množství pevných znečišťujících látek. Tyto průtokoměry je možné najít pod označením VORTEX.

### 3.7 CORIOLISOVY PRŮTOKOMĚRY

Coriolisovy průtokoměry spadají do skupiny hmotnostních průtokoměrů a jsou založeny na principu Coriolisovy síly. Tato síla působící na těleso v rotující neinerciální vztažné soustavě mění vzdálenost od osy otáčení. V rotující trubce obvodovou rychlostí  $\omega$  protéká tekutina rychlostí  $v$ , Coriolisova síla  $\Delta F_c$  způsobí její deformaci závislou na rychlosti proudění tekutiny, obvodové rychlosti a hmotnosti prvku tekutiny. Coriolisova síla působí na každý element tekutiny a je tedy úměrná hmotnostnímu průtoku  $Q_m$ . Přímé určení této síly z hmotnostního průtoku by však bylo obtížné, proto se využívá působení momentu síly  $M$  na prvek  $\Delta m$  o délce  $\Delta l$ , vzdálený o délku  $l$  od osy rotace. Celkový moment působící na potrubí o délce  $L$  se získá integrací

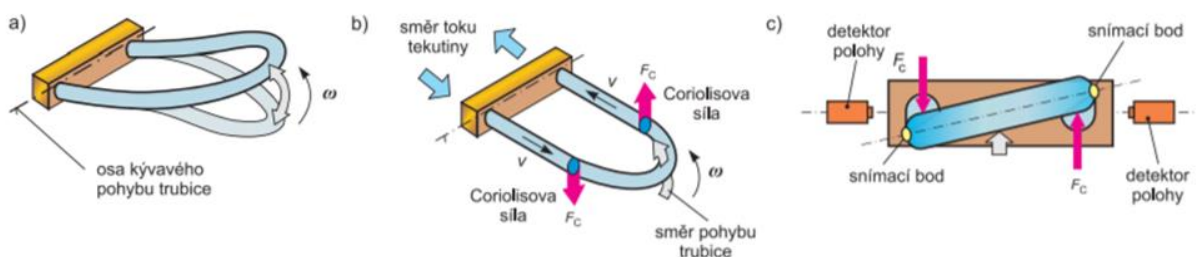
$$\mathbf{M} = 2\omega Q_m \int_0^L l dl = L^2 \omega Q_m \quad (3.22).$$



Obrázek 31 Coriolisova síla: označení veličin (vlevo), deformace trubky (vpravo); zdroj: [4]

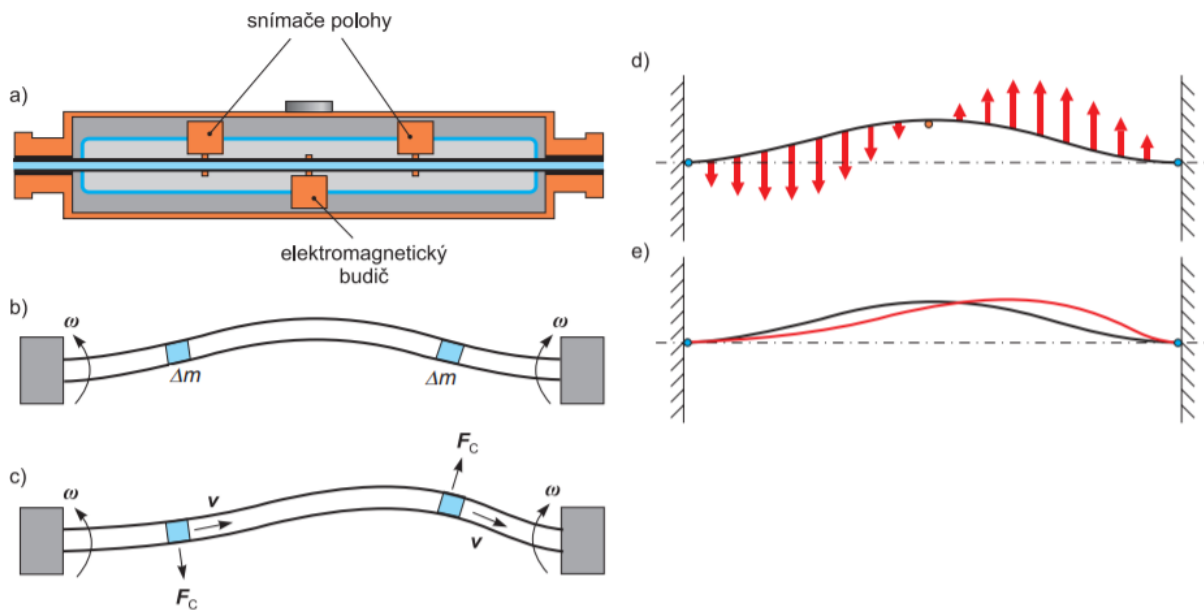
#### 3.7.1 VYSVĚTLENÍ PRINCIPU CORIOLISOVA PRŮTOKOMĚRU

Otáčení trubice je u průtokoměrů nahrazeno kývavým pohybem nebo harmonickým kmitáním, což značí, že vektor  $\omega$  a  $\Delta F_c$  mají periodicky proměnnou orientaci. Současné průtokoměry využívají různé typy zakřivených trubíc nebo trubice přímé.



Obrázek 32 Účinek Coriolisovy síly na trubici tvaru U: a) kmitající snímač s nulovým průtokem, b) působení Coriolisových sil při průtoku tekutiny, c) čelní pohled na deformaci trubice a její snímání; zdroj: [4]

Trubice U je rozkmitána elektromagnetickou silou a vykonává periodický kývavý pohyb s harmonickým průběhem o kmitočtu  $\omega$ . Obvykle volíme rezonanční kmitočet<sup>5</sup>, z něhož je možné při tekutině v klidu stanovit hustotu tekutiny. Harmonický průběh má také Coriolisova síla  $\Delta F_c$  a celkový moment  $M$ , který způsobuje zkroucení trubice a je důsledkem působení dvojice sil opačně působících na vtokové a výtokové úseky trubice. Na kolmém úseku je Coriolisova síla nulová. Deformace se snímá vhodnými snímači polohy.

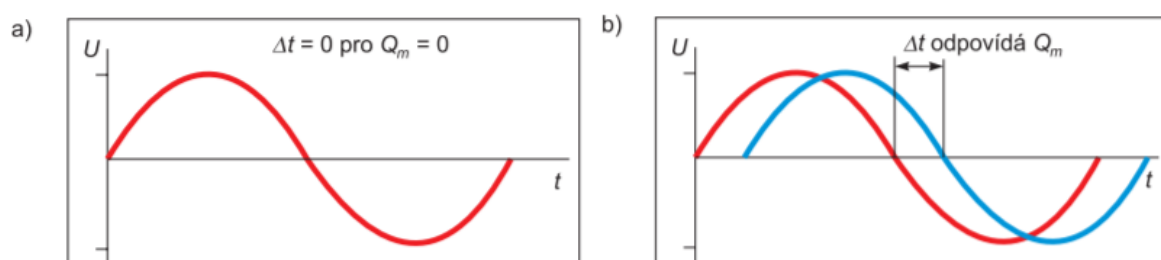


Obrázek 33 Účinek Coriolisovy síly na přímou kmitající trubici, a) schéma snímače, b) kmitající trubice při nulovém průtoku, c) deformace kmitající trubice vlivem Coriolisových sil, d) vyznačení účinku Coriolisových sil e) porovnání tvaru trubice při nulové a nenulové průtoku; zdroj: [4]

Přímá trubice je vychylována střídavým elektromagnetickým polem a její sinusové kmitý s rezonanční frekvencí, jsou snímány optickým či indukčním snímačem polohy. Vetknuté konce vykonávají kývavý pohyb s kruhovou rychlostí  $\omega$ . Při proudění se částice na vstupu trubice oddalují od osy kmitání, zatímco na výstupní straně se přibližují, důsledkem je vznik Coriolisových sil majících na obou koncích opačný směr. Tyto síly se sčítají s vychylující elektromagneticky buzenou silou, a výsledkem je deformace trubky dle obrázku 33 c, e. Deformace Coriolisovou silou je velmi malá a vyhodnocuje se za pomoci snímačů jako fázový posun snímaných kmitů. Je-li rychlost tekutiny nulová (obr. 33b) jsou signály ze snímačů polohy identické, naopak při proudění určitému průtoku média jistý fázový posun. Při měření se nezjišťuje velikost Coriolisovy síly, ale vliv této síly na fázový posun snímaných kmitů.

<sup>5</sup> Při této frekvenci si systém uchovává energii kmitání a i malé pravidelné síly mohou způsobit velké amplitudy kmitů.

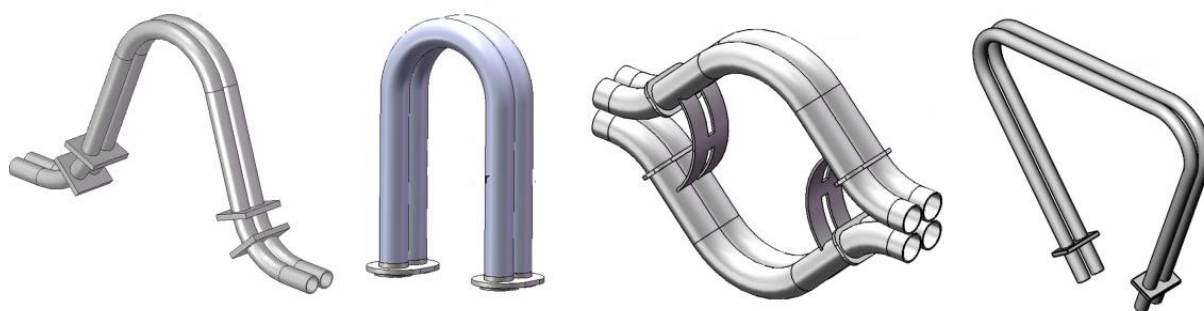
Při nulové rychlosti lze také průtokoměr využít jako viskozimetr. Viskozita se určí z výkonu nutného k udržení kmitů trubice.



Obrázek 34 Fázový posun signálů detektorů polohy: a) při nulovém průtoku, b) při určitém průtoku; zdroj: [4]

### 3.7.2 POŽADAVKY NA JEDNOTLIVÉ ČÁSTI PRŮTOKOMĚRU

Materiál měřicí trubice by měl být zvolen tak, aby byl odolný proti měřenému médiu, jeho agresivním i abrazivním účinkům, byl necitlivý na vnější vibrace, mechanické napětí namáhání vlivem teplotní roztažnosti apod. Nejčastěji se používají korozivzdorné oceli, tantal, titanové či zirkonové slitiny aj. Důležitým parametrem je tloušťka stěny měřicí trubice a její průměr. Obecně platí, že stěna trubice je vždy tenčí než stěna potrubí. Největší nároky na materiál jsou kladeny u tenkostěnných trubic s malým vnitřním průměrem, tj. s vysokými rychlostmi průtoků. Dobu životnosti trubice je možné ovlivnit volbou co nejmenšího průtoku při dodržení požadované přesnosti a rozsahu. Obvykle používané měřicí trubice jsou namáhány v ohybu, což může vést při delším provozu k porušení materiálu a vzniku prasklin.



Obrázek 35 Příkladů možných tvarů měřicí trubice;  
zdroj: <https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S0955598614001149-gr12b.jpg>, upraveno

Tvar trubice významně ovlivňuje vlastnosti průtokoměru a společně s materiálem, konstrukcí a hustotě protékající tekutiny ovlivňuje rezonanční kmitočet trubice. Používá se zakřivených nebo přímých tvarů trubic. Zakřivené tvary mají menší tuhost, snáze se deformují v krutu, dosahují nižších rezonančních kmitočtů, při proudění generují silnější signál a lze s nimi

dosáhnout větších citlivostí. Jsou méně citlivé na přenos rušivých vibrací z okolního potrubí na jejich pohyb. Složitější tvary však způsobují větší tlakové ztráty a čistí se hůře než přímé trubice.

Tlaková ztráta závisí na tvaru a počtu měřících trubic. Snadné mechanické čištění, menší tlaková ztráta, odolnost proti zanášení, snazší instalace a menší požadavky na prostor jsou značnými výhodami průtokoměrů s přímou trubicí. Průtokoměry s přímou trubicí však vykazují větší nejistotu měření a díky větší tuhosti rezonují na vyšších kmitočtech. Nevýhodou je také snadnější vzájemný přenos vibrací trubice – potrubí, nebezpečné jsou vibrace s frekvencí blízkou rezonanci měřící trubice. Jednou z možností potlačení účinků rušivých kmitů je použití diferenčního uspořádání se dvěma kmitajícími trubicemi. Porovnání základních parametrů shrnuje následující tabulka 2.

*Tabulka 2 Srovnání základních parametrů zahnutých a přímých trubic, zdroj: [3]*

<b>Tvar měřící trubice</b>	<b>Zahnutá</b>	<b>Přímá</b>
Amplituda kmitů (maximum)	0,8 mm	0,1 $\mu\text{m}$
Rezonanční kmitočet	100–250 Hz	500–700 Hz
Citlivost	120–160 $\mu\text{s}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$	5 $\mu\text{s}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$

Citlivostí se rozumí rozdíl fáze mezi kmity na levé s pravé straně U trubice nebo na začátku a na konci přímé trubice v časových jednotkách. [3]

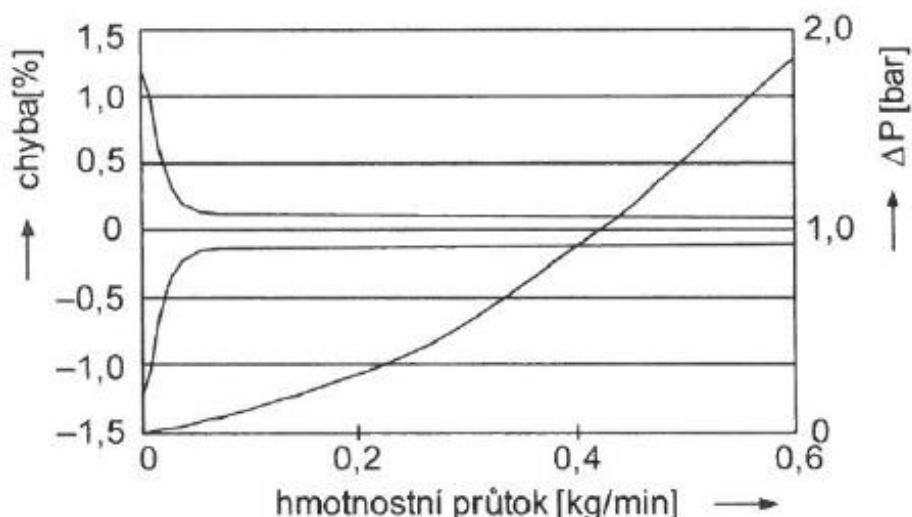
Elektronické řídicí a vyhodnocovací obvody obsahují obvody pro buzení a pro vyhodnocení kmitů měřící trubice. Elektronika je schopna vyhodnocovat hmotností a objemový průtok, hustotu, teplotu a proteklé množství. Měronosnou veličinou je rezonanční frekvence měřící trubice, díky které se určí hustota proudícího média. Ze známé hustoty se z hmotnostního průtoku určí objemový.

Pro zpracování signálu se u inteligentních přístrojů využívá technologie MVD (Multi Variable Digital). Při jejím použití se základní signál snímače převádí do digitální formy a všechny výpočty se provádějí v obvodech, které jsou integrální součástí snímače. Digitální komunikace je zajišťována prostřednictvím komunikačních protokolů HART, Foundation Fielbus, Profibus-DP aj. Některé typy průtokoměrů jsou vybaveny automatickou diagnostikou správné funkce a kontrolou platnosti kalibrační závislosti. Elektronická vyhodnocovací jednotka

je u kompaktních provedení integrální součástí průtokoměru, při odděleném provedení je propojena kabelem. [4]

### 3.7.3 VLASTNOSTI HMOTNOSTNÍCH PRŮTOKOMĚŘŮ A JEJICH POUŽITÍ

Výstupní signál, který je přímo úměrný hmotnostnímu průtoku, není ovlivněn změnami hustoty, viskozity, tlakem ani teplotou, která je neustále měřena odporovým teploměrem a použita ke korekci výpočtu. Průtokoměry jsou k dispozici pro potrubí s DN od několika až do stovky milimetrů. Laboratorní průtokoměry měří v rozsahu  $0,05 - 5 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$ , provozní do  $400 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$ . Při měření kapalin je možno dosáhnout přesnosti až  $\pm 0,1 \%$ ; pro rozsah průtoků 100:1 je přesnost 2 % z měřené hodnoty. Pro tyto průtokoměry je typický průběh nejistoty v okolí nulové hodnoty průtoků (obr. 36), což je důsledek spojený s měřením velmi malých deformací při velmi malých průtocích. Někteří výrobci proto udávají zvlášť nejistotu pro horní a spodní část rozsahu.



Obrázek 36 Závislost nejistoty měření a tlakové ztráty na hmotnostním průtoku pro kapalinu; zdroj: [3]

Pro kalibraci Coriolisových průtokoměrů se používá voda. Není potřeba zařazovat přímé úseky potrubí před a za průtokoměr, neboť nevyžaduje ustálený rychlostní profil proudění. Je třeba dbát na správnou montáž snímače s ohledem na přenos vibrací z konstrukce. Nacházejí uplatnění v chemickém, petrochemickém, farmaceutickém, potravinářském průmyslu aj.

Coriolisovy průtokoměry mají mnoho výhod, jako je široký rozsah měřených průtoků za různých provozních podmínek, velká přesnost měření, velmi dobrá reprodukovatelnost a opakovatelnost, možnost měřit velmi viskózní tekutiny, nepotřebnost ukladňovacích úseků

a možnost měření v obou směrech. Jejich hlavní nevýhodou jsou vysoké pořizovací náklady a nutnost ochrany proti vibracím.

### 3.8 SROVNÁNÍ PARAMETRŮ VYBRANÝCH PRŮTOKOMĚŘŮ

Pro snadnější srovnání základních parametrů jednotlivých druhů průtokoměru slouží uvedená tabulka 3.

Tabulka 3 Srovnání parametrů vybraných průtokoměrů, zdroj: <https://www.engineeringtoolbox.com>

Průtokoměr (flow meter)	Přesnost (accuracy)	Měřicí rozsah (rangeability)	Tlaková ztráta (pressure drop)	Rozsah DN (pipe size)	Přímé úsek před (upstream pipe)	Relativní cena (relative cost)
Indukční (Electromagnetic)	± 0.5-1 %	40:1	none	wide	5 DN	high
Coriolisův (Mass - Coriolis)	± 0.05-0.5 %	10:1	low	limited	0 DN	high
Průřezový (Orifice)	± 2-4 %	4:1	medium	wide	10-30 DN	low
Turbínkový (Turbine)	± 0.25 %	20:1	higher	wide	5-10 DN	medium
Ultrazvukový (Ultrasonic)	± 1-5 %	10:1 / 20:1	low	wide	5-30 DN	medium
Vírový (Vortex)	± 1 %	10:1	medium	wide	10-20 DN	medium

Přesnost průtokoměrů je daná v % z hodnoty (% of rate), výjimku tvoří ultrazvukový průtokoměr, kde je přesnost vztažena na celou škálu průtoků (% of full scale). Hodnoty pro měřicí rozsahy jsou uvedeny jako typické. U ultrazvukového průtokoměru založeného na Dopplerově jevu platí poměr 10:1 a 20:1 pro průtokoměry tzv. transit time. Tlaková ztráta none znamená nulovou, low nízkou, medium střední a higher vyšší ztrátu. Rozsah DN, ve kterých je průtokoměr k dispozici, je u většiny široký (wide). Hodnota u přímého úseku vyjadřuje násobek vnitřního průměru potrubí a relativní cena představuje srovnání ceny průtokoměru s ostatními. Většina průtokoměrů neobsahuje pohyblivé části až na turbínkový, kdy pohybující se část představuje rotor neboli turbínka.

### 3.9 VÝBĚR VHODNÝCH PRŮTOKOMĚŘŮ

Ze široké škály průtokoměrů jsou pro použití v přenosné sestavě především z pohledu minimalizace tlakových ztrát se jeví jako vhodné tyto průtokoměry: ultrazvukový, indukční a Coriolisův. Obecně energii do systému spíše přidávají, jejich měřicí rozsah je dostatečně široký a přesnost dostatečně vysoká pro potřeby úředního měření. Všechny mají širokou škálu pracovních podmínek a pokud jsou potřeba přímé uklidňovací úseky, jejich délka je splnitelná v rámci konstrukce přenosné sestavy. Jejich společnou nevýhodou je poměrně vysoká pořizovací cena, proto je do výběru zařazen i klasický průtokoměr (vodoměr), který ve většině

vlastností nedosahuje kvalit (výrazná ztráta mechanické energie) jako předchozí průtokoměry, ale jeho hlavní výhodou je nízká pořizovací cena.

Průtokoměry založené na měření tlakové difference nejsou vhodné z důvodu vzniku značné tlakové ztráty, díky které by se měřicí rozsah výrazně zmenšil. Oválné průtokoměry nejsou vhodné kvůli vzniku pulzací za průtokoměrem, neboť by při instalaci do přenosné sestavy mohlo docházet k nežádoucím hydrodynamickým jevům v odtokových hadicích. Vírové průtokoměry způsobují malou tlakovou ztrátu, vyžadují však dlouhé uklidňovací délky před a za průtokoměrem, které jsou při snaze minimalizovat rozměry sestavy z důvodu transportu nežádoucí.

## 4 ZÁKLADNÍ POŽADAVKY NA MĚŘICÍ SESTAVY

Měřicí sestavy se skládají z několika základních prvků, kterými jsou: průtokoměr, čerpací agregát, zařízení na regulaci průtoku, přívodní a odtokové hadice. Pro realizaci měření je třeba zařízení na měření času – stopky.

Následující kapitoly shrnují základní obecné požadavky na jednotlivé prvky měřicí sestavy, přičemž hlavní pozornost je věnována průtokoměru jakožto základnímu prvku celé sestavy.

### 4.1 POŽADAVKY NA PRŮTOKOMĚŘ

Informace v této kapitole jsou čerpány z [1] a [11].

Průtokoměr<sup>6</sup> (water meter) je přístroj určený k souvislému měření, zaznamenávání a zobrazování jím proteklého objemu vody měřicím převodníkem za specifikovaných podmínek měření a obsahuje přinejmenším měřicí převodník, počítadlo a indikační zařízení. U kombinovaného měřidla jsou převodník, počítadlo a indikační zařízení od sebe oddělena. Měřidlo, které má tyto tři část neoddělitelné, se nazývá kompaktní.

Indikační zařízení, které poskytuje údaj o proteklém objemu vody, musí zajišťovat snadné čtení a spolehlivost. Může být realizováno jako analogové zařízení, kde se indukované hodnoty mění spojitě nebo jako číslicové (digitální) zařízení, kde se zobrazované hodnoty mění skokem. Pro stanovení nejistoty je třeba brát v potaz i rozlišitelnost indikačního zařízení *res.* Tento parametr udává nejmenší rozdíl mezi zobrazenými indikacemi, v případě digitálního zařízení se jedná o změnu nejmenší významné číslice (poslední platné) o jeden její krok.

Počítadlo převádí výstupní signál z převodníku (převodníků). Pokud je třeba, signály z připojených měřicích přístrojů transformuje a je-li to potřebné, uchovává výsledky v paměti, dokud nejsou použity.

Měřicí převodník je část měřidla, která transformuje průtok nebo objem vody, který má být naměřen, na signály, které jsou předávány do počítadla. Může být založen na mechanickém, elektrickém či elektronickém principu. Mimo mechanický princip je potřeba použít vnější zdroj napájení.

---

<sup>6</sup> Pojem průtokoměr a měřidlo určené pro stanovení proteklého objemu má v rámci této práce stejný význam.

Měřicí převodník také zahrnuje snímač. Jedná se o prvek měřidla, který je přímo ovlivněn jevem, tělesem či látkou nesoucí veličinu, která má být měřena. Příkladem snímače jsou elektrody u elektromagnetických měřidel.

Průtokoměry s elektronickým zařízením mohou být napájeny třemi způsoby, které mohou být používány samostatně, nebo v kombinaci.

- vnější zdroj napájení;
- nevyměnitelné baterie;
- vyměnitelné baterie.

Při použití vnějšího zdroje musí být průtokoměry navrženy tak, aby v případě poruchy tohoto zdroje napájení nebyla ztracena indikovaná hodnota těsně před poruchou. Všechny další vlastnosti či parametry měřidla nesmí být ovlivněny přerušením elektrického napájení. Při splnění tohoto požadavku však není zaručeno zaznamenávání hodnot proteklého objemu během poruchy.

U nevyměnitelné baterie musí výrobce zajistit životnost baterie takovou, aby správná funkce měřidla byla alespoň o jeden rok delší než jeho provizorní životnost. Vyměnitelná baterie bývá uložena ve schránce, která je zabezpečená před manipulací. Výrobce uvádí přesná pravidla pro jejich výměnu. Výměna musí být provedena způsobem, který nevyžaduje poškození plomby požadované státní metrologickou kontrolou. V průběhu výměny, kdy dochází k přerušení elektrického napájení, nesmí dojít k ovlivnění vlastností a parametrů průtokoměru.

V případě bateriového napájení musí mít měřidlo uvedeno datum nahrazení či být vybaveno indikátorem slabé baterie. V případě indikátoru slabé baterie musí být měřidlo schopno alespoň 180 dní provozní životnosti displeje od okamžiku zaznamenání slabé baterie na displeji do konce životnosti.

Relativní chyba indikace proteklého objemu průtokoměrem  $E_r$  je stanovena na základě kalibrace při několika předepsaných průtocích definovaných v odstavci 7.4.4 zdroji [1], a je vyjádřena jako rozdíl mezi indikovaným a skutečným objemem a dána vztahem

$$E_r = \frac{V_i - V_a}{V_a} \cdot 100 \quad (4.1),$$

kde  $V_i$  je objem vody indikovaný měřidlem při kalibraci;

$V_a$  je referenční objem proteklý zkušební laboratoří (AMS, AKL).

Zdroj [10] označuje referenční objem  $V_a$  proteklý zkušební laboratoří jako skutečný objem a jedná se o měřenou veličinu. Objem vody  $V_i$  indikovaný měřidlem považuje tento zdroj za naměřenou hodnotu měřené veličiny.

V souvislosti s relativní chybou je ve smyslu [1] definována největší dovolená chyba, známá pod zkratkou MPE (maximum permissible error). MPE představuje mezní hodnoty chyby měření definované vztahem (4.1). V souvislosti s touto hodnotou zdroj [1] definuje 2 třídy vodoměrů<sup>7</sup> rozdělené právě na základě MPE. Průtokoměr má být navržen a vyroben tak, aby jeho chyby nepřekročily největší dovolené chyby dle třídy přesnosti za stanovených podmínek a zároveň výrobce průtokoměru musí třídu přesnosti specifikovat.

#### VODOMĚRY TŘÍDY PŘESNOSTI 1

- MPE = 1 % pro horní oblast průtoku ( $Q_2 < Q < Q_4$ )
- MPE = 3 % pro dolní oblast průtoku ( $Q_1 < Q < Q_2$ )

#### VODOMĚRY TŘÍDY PŘESNOSTI 2

- MPE = 2 % pro horní oblast průtoku ( $Q_2 < Q < Q_4$ )
- MPE = 5 % pro dolní oblast průtoku ( $Q_1 < Q < Q_2$ )

Dle normy [1] pro horní oblast průtoků platí MPE pro teploty vody od 0,1 °C do 30 °C, dolní oblast platí bez ohledu na rozsah teplot. Průtoky uvedené u třídy přesnosti vodoměru jsou jednoznačně předepsané a definovány následujícím způsobem:

- $Q_1$  – minimální průtok, při kterém je požadovaná činnost vodoměru v mezích největších dovolených chyb;
- $Q_2$  – přechodný průtok, nacházející se mezi  $Q_1$  a  $Q_3$ , který dělí rozsah průtoku do dvou oblastí, dolní oblast průtoku a horní oblast průtoku, každou charakterizovanou jejími vlastními MPE;
- $Q_3$  – trvalý průtok, nejvyšší průtok, při němž je požadována činnost měřidla v mezích MPE za stanovených pracovních podmínek;

---

<sup>7</sup> V této kapitole má termín průtokoměr a vodoměr identický význam.

- $Q_4$  – přetěžovací průtok, nejvyšší průtok, při kterém je požadovaná činnost měřidla po krátký časový úsek v mezích jeho MPE, zatímco jeho metrologická funkce zůstane zachována.

Tyto hodnoty definují charakteristiku průtoku vodoměru, který musí být označen číselnou hodnotou  $Q_3$  v  $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  a poměrem  $Q_3/Q_1$ . Tento poměr bývá také označován písmenem  $R$ . Hodnoty  $Q_3$  a  $Q_3/Q_1$  musí být zvoleny ze seznamu normovaných hodnot, které definuje [1] v odstavcích 4.1.3 a 4.1.4. Pro rozsah průtokoměru musí současně platit:

- $Q_3/Q_1 \geq 40$ ;
- $Q_2/Q_1 = 1,6$ ;
- $Q_4/Q_3 = 1,25$ .

## 4.2 POŽADAVKY NA OSTATNÍ PRVKY MĚŘICÍ SESTAVY

Mezi ostatní prvky, společně označované také jako pomocná měřicí zařízení měřicí sestavy se řadí čerpadla, hadice a regulační prvky.

Informace v následujících odstavcích jsou čerpány ze zdroje [10].

### ČERPACÍ AGREGÁT

Čerpadlo, které je použito v kombinaci s přenosnou měřicí sestavou by mělo dosáhnout co nejvyšší kapacity. Manipulace s ním měla být co nejjednodušší a musí zaručit při neměnných hladinových poměrech ustálenou hodnotu průtoku. Z pohledu správnosti měření nesmí docházet na straně výtlačného hrdla k výrazným pulzacím, které by mohly ovlivnit přesnost měření průtokoměrem.

### HADICE

Hadice použité s přenosnou měřicí sestavou by měly mít co nejnižší hodnotu drsnosti a krátkodobě by měly odolávat teplotám od  $-20\text{ °C}$  do  $30\text{ °C}$  při tlacích do 3 bar. Je žádoucí, vzhledem k charakteru metody, aby zachovávaly svůj průtočný průřez a byly dostatečně tvarově přizpůsobitelné (ohebné). Tento fakt vylučuje použití pevných a neohebných hadic.

## REGULAČNÍ ARMATURA

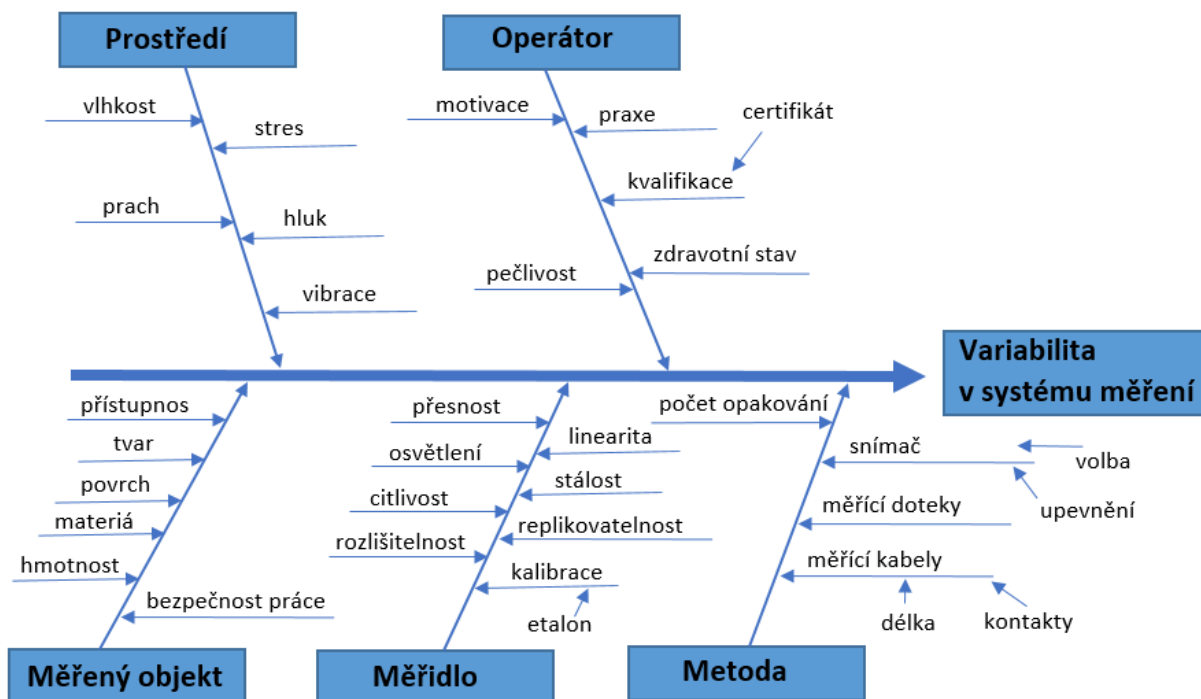
Regulační armatura musí být dostatečně citlivá pro regulaci průtoku v celém měřicím rozsahu průtokoměru a zároveň by měla zajistit minimální ztráty mechanické energie při jejím plném otevření. Připojení armatury může být závitové či přírubové.

## 5 NEJISTOTA MĚŘENÉ VELIČINY

Pojem nejistota měření vznikl kvůli postupem času narůstající potřebě zpřesňování výsledků měření. Dříve výsledky říkaly jen jednoduché údaje, např.: vzdálenost činí 10 metrů, v současné době se k výsledku měření dodává odhad nejistoty měření jakožto jisté míry jeho kvality. Nejistoty doplňují informace o výsledku měření nebo kalibraci, nejsou tedy náhradami za vyhodnocení chyb měření, jak by se mohlo zdát. Dnes je již výsledek bez uvedené nejistoty považován za naprosto nedostačující. [20]

Podle ČSN 010115 (Mezinárodní slovník základních a všeobecných termínů v metrologii) je nejistota měření definovaná jako parametr přidružený k výsledku měření, který charakterizuje rozptyl hodnot, které mohou být důvodně přisuzovány k měřené veličině. [12]

Nejistotu můžeme chápat jako interval, ve kterém se nachází skutečná hodnota naměřené veličiny s určitou pravděpodobností. Její stanovení je založeno na základě statistického zpracování zdrojů nejistot, které jsou důsledkem variability<sup>8</sup> v systému měření. Zdroje variability v systému měření a nalezení souvislostí shrnuje Ishikawův diagram na obrázku 37.



Obrázek 37 Ishikawův diagram, zdroj: [12]

<sup>8</sup> Obecně uznávaným vyjádřením variability je nejistota.

Základní charakteristikou nejistoty je standardní nejistota a značíme ji  $u$ . Pokud ji vyjádříme v hodnotách měřené veličiny, mluvíme o absolutní standardní nejistotě. Relativní standardní nejistota je poměrem mezi absolutní standardní nejistotou a hodnotou příslušné veličiny, často vyjádřená v procentech. Podle způsobu vyhodnocení se standardní nejistota dělí na:

- standardní nejistotu typu<sup>9</sup> A ( $u_A$ );
- standardní nejistotu typu B ( $u_B$ );
- kombinovanou standardní nejistotu ( $u_C$ );
- rozšířenou nejistotu U.

Nejistoty typu B se vážou na známé, identifikovatelné zdroje, na rozdíl od nejistot typu A, kde se příčiny náhodných chyb považují za všeobecně neznámé. Kombinovaná standardní nejistota sdružuje standardní nejistoty typu A a B.

Vyhodnocení nejistot není ani rutinní prací ani čistě matematickou záležitostí, ale závisí na detailní znalosti podstaty měřené veličiny, metody měření a použitého postupu.

## 5.1 STANDARDNÍ NEJISTOTA TYPU A

Obecně se tato nejistota označuje jako  $u_A$  a její vyhodnocení se provádí statistickým zpracováním opakovaně (zpravidla více jak 10x) měřeného parametru v podmínkách opakovatelnosti, tj. za předpokladu stejných podmínek a vzájemné nezávislosti jednotlivých měření. Tuto metodu lze použít v případě, když máme k dispozici opakovaná měření. Prvním krokem pro stanovení nejistoty typu A je výpočet výběrového průměru z jednotlivých měření dle vztahu

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (5.1),$$

kde  $n$  je počet měření parametru;

$i$  je  $i$ -tá hodnota měřeného parametru X.

---

<sup>9</sup> Standardní nejistota typu A je zjednodušeným a často používaným názvem pro nejistotu stanovenou postupem A. To stejné platí i u nejistoty typu B.

Dále vypočteme směrodatnou odchylku výběrového průměru  $s_{\bar{x}}$  dle vztahu (5.2), která charakterizuje rozptýlení hodnot od výběrového průměru a je mírou nejistoty měření parametru X.

$$u_A = s_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (5.2)$$

Při měření je třeba správně zvolit rozlišitelnost měřidla v souvislosti s předpokládanou variabilitou měřeného jevu, neboť nevhodně zvolené měřidlo s hrubou rozlišitelností bude vykazovat totožné hodnoty při opakovaných měřeních parametru a standardní nejistota typu A vyjde nulová, což je zavádějící. Možností je nahrazení  $u_A$  standardní nejistotou typu B postihující vliv rozlišitelnosti.

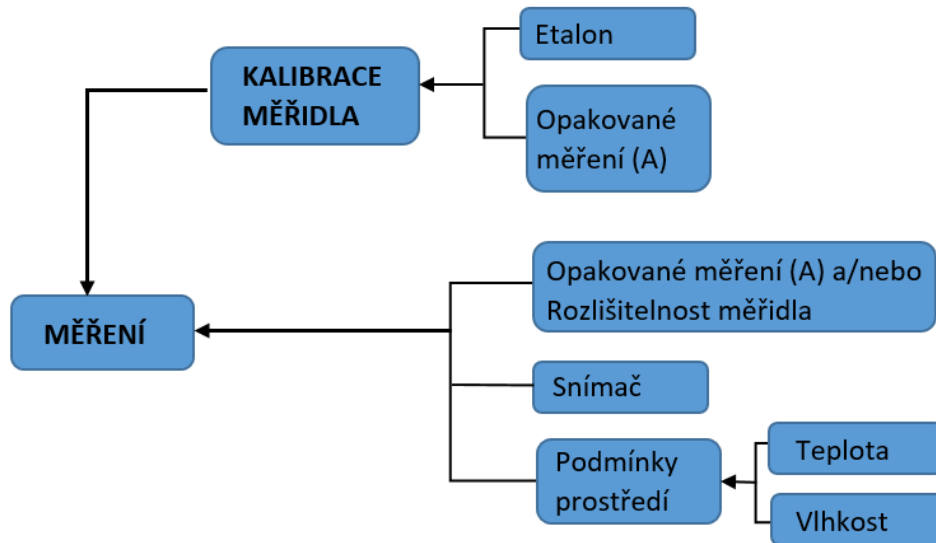
Toto nahrazení je v rámci této práce využito pro stanovení průtoku pomocí průtokoměrů doporučených pro použití v přenosných soustavách. Průtokoměry mají často digitální zobrazení průtoku a jejich rozlišovací schopnost tedy nemusí dostatečně přesně postihnout variabilitu měnícího se průtoku.

## 5.2 STANDARTNÍ NEJISTOTA TYPU B

Standardní nejistota typu B se obecně označuje  $u_B$  a její určení je založeno na nestatistických metodách vyhodnocení nejistot typu B, pocházejících z různých zdrojů (viz obr. 37). Zdroje nejistot jsou vyhodnoceny pro konkrétní měření a jejich vliv nezávisí na počtu opakování měření. Společné působení jednotlivých nejistot typu B vyjadřuje výsledná standardní nejistota typu B. Stanovení nejistot typu B je obtížnější než stanovení nejistot typu A, vychází hlavně ze zkušeností a praxe.

### 5.2.1 ROZDĚLENÍ ZDROJŮ NEJISTOT TYPU B

Při stanovení standardní nejistoty typu B je třeba zajistit, aby se ve stanovení neopakovaly jednotlivé zdroje nejistot, proto je dobré si pro konkrétní měření sestavit schéma možných zdrojů. Příklad takového schématu je na obrázku 38.



Obrázek 38 Schéma zdrojů nejistot měření; zdroj: [12]

Optimální počet zdrojů nejistot není nikde uveden. Platí však obecné doporučení, kdy se daný zdroj považuje za nevýznamný. Pokud je jeho standardní nejistota  $u_{Bi}$  je menší než šestina největšího zdroje této skupiny  $u_{Bmax}$ , lze ho zanedbat (5.3).

$$u_{Bi} < \frac{u_{Bmax}}{6} \quad (5.3)$$

Podle [26] pocházejí zdroje nejistot typu B při měření z nedokonalostí vlastností či znalostí:

- použitých měřicích přístrojů a systémů;
- použitých metod měření;
- podmínek měření;
- konstant a součinitelů použitých při vyhodnocení;
- vztahů, závislostí a metod použitých při vyhodnocení.

Podrobněji se těmito zdroji zabývá metodický návod pro výpočet nejistot při provádění měření za účelem stanovení průtoku v rámci posouzení funkční způsobilosti měřidel z roku 2001. [26]

Zdroje typu B lze dle [12] rozdělit na:

- variabilní systematické vlivy;
- náhodné zdroje se známou variabilitou;
- ostatní známe zdroje.

## VARIABILNÍ SYSTEMATICKÉ VLIVY

Tyto vlivy jsou poznatelné, vyčíslitelné a zpracovatelné, tím splňují definici systematického vlivu, ale jejich působení na systém měření není stabilní, neboť mají stálou a proměnlivou složku. Obě tyto složky jsou známé. V systému měření jsme povinni stálou složku korigovat na referenční hodnotu, proto se pro zpracování nejistot typu B uplatní pouze část proměnlivá. Mezi tyto zdroje patří vliv povětrnostních podmínek, vliv kalibrace, vliv měřicích kabelů a vliv uložení snímače. Konkrétním příkladem může být nastavení klimatizace na požadovanou hodnotu, kolem které dochází ke kolísání ve známých regulačních mezích.

## NÁHODNÉ ZDROJE SE ZNÁMOU VARIABILITOU

V případech, kdy máme k dispozici pouze jedno měření a víme, že při opakovaných měřeních by se hodnoty měnily zanedbatelně, můžeme na základě zkušeností definovat možnou variabilitu zdroje. Tyto zdroje je možné popsat odhadem na základě statistického rozdělení a pravděpodobnostního intervalu.

## OSTATNÍ ZNÁMÉ ZDROJE

Patří sem všechny zdroje typu B, které nelze zařadit do předchozích skupin. Jedná se o zdroje se známou a stálou vlastností měřicího řetězce. Do této skupiny zahrnujeme vliv rozlišitelnosti měřidla a vliv konstant při výpočtu nepřímo měřitelné veličiny.

## 5.2.2 POSTUP URČENÍ NEJISTOTY TYPU B

Vyhodnocení nejistot typu B není možné stanovit statistickým zpracováním opakovaných měření. Obecně se určují odborným odhadem nebo jsou převzata z technické dokumentace, jíž se rozumí dle [26] certifikáty, ověřovací a kalibrační listy, technické normy, typová osvědčení, údaje výrobců použitých zařízení, technické tabulky, tabulky fyzikálních konstant apod.

Pro stanovení standardní nejistoty typu B odhadem je nutné dle [26] projít následující kroky.

- odhadne se rozsah změn odchylek  $\pm z_{Xmax}$  od nominální veličiny parametru  $X$  tak, že překročení těchto hodnot je málo pravděpodobné;
- posoudí se průběh pravděpodobnosti odchylek v odhadnutém intervalu a podle níže uvedených zásad se vybere hodnota  $\varepsilon$ ;

- stanoví se hodnota směrodatné odchylky parametru  $X$  dle vztahu

$$s_x = \frac{z_{x_{max}}}{\varepsilon} \quad (5.4).$$

Hodnota  $\varepsilon$  je závislá na předpokládaném rozdělení hustoty pravděpodobnosti. Pokud pravděpodobnost odchylek s rostoucí hodnotou klesá a největší pravděpodobnost výskytu mají odchylky malé, jedná se o Gaussovo nebo trojúhelníkové rozdělení. Potom hodnota  $\varepsilon$  je rovna 3, resp.  $\sqrt{6}$ . Pokud je pravděpodobnost výskytu velkých i malých odchylek na intervalu  $\pm z_{x_{max}}$  přibližně stejná nebo není přesně známo chování odchylek na intervalu, použije se pro aproximaci rozdělení rovnoměrné. Potom je hodnota  $\varepsilon$  rovna  $\sqrt{3}$ . [26]

Vztah (5.4) vychází z teorie matematické statistiky a pro hodnotu  $\varepsilon = 3$  a Gaussovo normální rozdělení je nazýván „pravidlo 3 – sigma“. Pravděpodobnost, že hodnota základního souboru potom bude ležet v intervalu  $\pm 3\sigma$  je 0,997. Sigma je odmocnina z rozptylu<sup>10</sup>  $\sigma^2$  normálního rozdělení a je rovna směrodatné odchylce. [26]

Máme-li funkci  $Y$ , která je funkcí nezávislých parametrů  $X_1, X_2, \dots, X_m$ , tedy

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_m) \quad (5.5),$$

kde známe nejistotu každého parametru a všechny mají normální rozdělení, můžeme nejistotu této funkce určit pomocí Gaussova zákona šíření chyb dle vztahu

$$u_{BY} = \sqrt{\left(\frac{\partial Y}{\partial X_1} s_{x1}\right)^2 + \left(\frac{\partial Y}{\partial X_2} s_{x2}\right)^2 + \dots + \left(\frac{\partial Y}{\partial X_i} s_{xi}\right)^2 + \dots + \left(\frac{\partial Y}{\partial X_m} s_{xm}\right)^2} \quad (5.6),$$

kde  $s_{xi}$  je směrodatná odchylka parametru  $X_i$ ;

$\frac{\partial Y}{\partial X_i}$  je parciální derivace funkce  $Y$  podle parametru  $X_i$ .

Gaussův zákon šíření chyb dle vztahu (5.6) pro funkci  $Y$ , která je funkcí několika nezávislých parametrů, platí analogicky i pro nejistoty stanovené způsobem A. Nejistoty, které se vyhodnocují v rámci metody měření průtoků stanoveného přenosnou měřicí sestavou, jsou pouze nejistoty stanovené postupem B (odůvodnění přináší následující kapitola 6), z tohoto důvodu je vztah (5.6) uveden právě zde.

<sup>10</sup> Udává, jak jsou hodnoty ve statistickém souboru rozptýleny od střední hodnoty

### 5.3 VÝPOČET POMOCÍ RELATIVNÍCH NEJISTOT

Při výpočtu relativních standardních nejistot typu A a B se obvykle počítají hodnoty parciálních derivací funkce  $Y$ , jejichž stanovení může být poměrně náročné.

Dle [26] můžeme využít značné zjednodušení výpočtu relativních nejistot pro funkci  $Y$  typu mocninného součinu, která je funkcí nezávislých parametrů  $X_1, X_2, \dots, X_m$  a jejíž zápis má obecný tvar

$$Y = a \cdot X_1^{b_1} \cdot X_2^{b_2} \cdot \dots \cdot X_i^{b_i} \cdot \dots \cdot X_m^{b_m} \quad (5.7),$$

kde  $X_1, X_2, \dots, X_m$  jsou nezávislé parametry;

$a, b_1, b_2, \dots, b_m$  jsou konstanty.

Pro stanovení nejistoty typu B vyjádřenou v relativních hodnotách platí vztah

$$p_{BY} = \sqrt{(b_1 \cdot p_{x_1})^2 + (b_2 \cdot p_{x_2})^2 + \dots + (b_i \cdot p_{x_i})^2 + \dots + (b_m \cdot p_{x_m})^2} \quad (5.8),$$

kde  $p_{BY}$  je relativní standardní nejistota typu B;

$p_{x_i}$  je relativní směrodatná odchylka výběrového průměru parametru  $X_i$ .

Analogicky lze stanovit relativní standardní nejistotu určenou způsobem A ( $p_{AY}$ ) pro funkci  $Y$ .

V rámci diplomové práce jsou nejistoty počítány pomocí relativních nejistot, neboť funkce pro stanovení průtoku (5.9) splňuje výše uvedené požadavky, díky čemuž je výpočet nejistot podstatně zjednodušen.

$$Q = \frac{V_i}{t} = V_i \cdot t^{-1} \quad (5.9)$$

### 5.4 KOMBINOVANÁ STANDARDNÍ NEJISTOTA

Kombinovaná standardní nejistota veličiny  $Y$  se označuje  $u_c$  a stanovíme ji sloučením standardní nejistoty typu A a standardní nejistotou typu B. V případě, kdy neexistuje závislost mezi zdroji nejistot vyhodnocovanými metodami A a B, platí pro kombinovanou standardní nejistotu v souladu s Gaussovým zákonem šíření nejistot vztah

$$u_{cY} = \sqrt{u_{AY}^2 + u_{BY}^2} \quad (5.10),$$

kde  $u_{CY}$  je kombinovaná standardní nejistota;

$u_{AY}, u_{BY}$  jsou standardní nejistoty určené způsobem A a B.

Vztah (5.10) je významný tím, že spojuje dvě cesty stanovení standardních nejistot a zároveň porovnává jejich velikost.

Pokud je  $u_{AY}$  výrazně (řádově) vyšší než  $u_{BY}$ , lze předpokládat, že v systému měření převažují náhodné vlivy a měli bychom se v rámci opatření ke zlepšení na tyto vlivy zaměřit. Pokud je  $u_{BY}$  výrazně (řádově) vyšší než  $u_{AY}$ , lze předpokládat, že je buď nevhodně navržen systém měření (rozlišitelnost není schopna popsat variabilitu), nebo jsou v systému dominantní zdroje typu B. Tato okolnost opět dává návod ke zlepšení systému měření. [12]

Kombinovaná standardní nejistota udává interval, ve kterém se s poměrně malou pravděpodobností (obvykle 0,68) může vyskytovat skutečná hodnota měřené veličiny a číselně je rovná směrodatné odchylce variability zkoumaného systému měření.

## 5.5 ROZŠÍŘENÁ NEJISTOTA

Standardní nejistoty mají význam směrodatné odchylky a vytvářejí interval pokrývající skutečnou hodnotu měřené veličiny s poměrně malou pravděpodobností (cca 0,68). V praxi se ovšem požaduje nejistota, která vytvoří interval s vysokou pravděpodobností, kdy hodnota měřené veličiny bude pokryta intervalem  $\langle \hat{y} - U_Y; \hat{y} + U_Y \rangle$  vymezeným touto nejistotou okolo hledané hodnoty  $\hat{y}$  funkce  $Y$ . Tato nejistota se nazývá rozšířená, značí se  $U_Y$  a používá se místo kombinovaných standardních nejistot. Ze statistického hlediska jde o určení hranic intervalu spolehlivosti pro zvolenou pravděpodobnost. Přesné řešení této úlohy je poměrně složité. Pro stanovení rozšířené nejistoty byla stanovena celá řada postupů, které ve většině vedou ke stanovení nejistoty jako násobku standardní kombinované nejistoty dle vztahu

$$U_Y = k_u \cdot u_{CY} \quad (5.11),$$

kde  $k_u$  je koeficient rozšíření;

$u_{CY}$  je standardní kombinovaná nejistota.

### 5.5.1 KOEFICIENT ROZŠÍŘENÍ

Dle [12] velikost koeficientu řeší základní dokumenty různě a přístup lze rozdělit do dvou cest. První cesta určuje koeficient dohodou (konvencí), druhá stanovuje hodnotu koeficientu rozšíření pomocí výpočtu.

Koeficient rozšíření daný konvencí je  $k = 2$ . Hodnota vychází z platnosti normálního rozdělení, a zaokrouhuje násobek směrodatné odchylky z 1,92 na 2 pro pravděpodobnost 0,95. Jednoduchý přístup lze obhájit vazbou celého výpočtu na normální rozdělení.

V případě požadavku na vysoký stupeň přesnosti stanovení nejistoty měření, lze koeficient rozšíření stanovit výpočtem. Koeficient je závislý na počtu opakovaných měření, ze kterých je stanovena nejistota a úloha je rozdělena do tří částí, jak ukazuje [12]. Ve většině praktických aplikací lze však dle [26] od výpočtu hodnoty koeficientu rozšíření upustit.

## 5.6 ZÁSADY PRO UVÁDĚNÍ NEJISTOT MĚŘENÍ

Rozsah údajů udávaných nejistot je závislý na druhu dokumentu, míře jeho důležitosti a na následném zpracování výsledných hodnot a nejistot. V rámci působnosti měřicích skupin se v oblasti uvádění nejistot požaduje uvedení hodnot kombinovaných nejistot nebo hodnot rozšířených nejistot. Je upřednostňováno udávání hodnot rozšířených nejistot. [12]

Výsledek měření se zapíše ve tvaru

$$Y = \hat{y} \pm U_y \text{ (jednotka)} \quad (5.12),$$

kde  $\hat{y}$  je hledaná hodnota funkce  $Y$ ;

$U_y$  je rozšířená nejistota zaokrouhlená na dvě platné cifry.

Výsledek měření (5.12) je zaokrouhlen na stejné místo jako nejistota a je potřeba ho doplnit o povinné údaje, což je možné například pomocí upřesňujícího komentáře:

*Uvedená rozšířená nejistota měření je součinem standardní nejistoty měřené a koeficientu rozšíření  $k = 2$ , což pro normální rozdělení odpovídá pravděpodobnosti pokrytí asi 0,95. Standardní nejistota byla určena v souladu s (doplnit příslušný závazný dokument). [26]*

Příslušná relativní nejistota  $p_Y$  se stejně jako rozšířená nejistota zaokrouhluje na dvě platné cifry a její hodnota se stanoví ze vztahu (5.13), kde  $\hat{y}_Z$  je zaokrouhlená hledaná hodnota funkce  $Y$

$$p_Y = \frac{U_{YZ}}{\hat{y}_Z} \cdot 100 \quad (5.13).$$

Celkový výsledek měření včetně relativní nejistoty má tvar

$$Y = (\hat{y}_Z \pm U_{ZY}) \text{ (jednotka) } \dots \pm p_Y \% \quad (5.14).$$

Udávání absolutních a relativních nejistot je ekvivalentní a může být upřednostněno užití pouze jedné z nich.

## 6 NEJISTOTA MĚŘENÍ PRŮTOKU STANOVENÉHO PŘENOSNOU MĚŘICÍ SESTAVOU S PRŮTOKOMĚREM

Podrobně se principu stanovení průtoku pomocí metody využívající měřicí sestavu s průtokoměrem zabývá kapitola 2.2.1. Zkráceně lze říci, že se nejedná o přímé měření průtoku vody protékajícím měrným profilem, ale jde o řízenou simulaci požadovaného průtoku pomocí přenosné měřicí sestavy, jejíž součástí je průtokoměr a použité stopky. Tato přenosná sestava má přesně nadefinované geometrické okrajové podmínky a je metrologicky navázaná na etalon. Průtok se určí ze vztahu (5.9).

Měření ovlivňuje celá řada nejistot. V následující kapitole budou popsány jednotlivé zdroje nejistot, které ovlivňují výslednou hodnotu nejistoty měření pomocí metody využívající přenosnou sestavu s průtokoměrem. Mezi nejdůležitější zdroje nejistot, jež byly v rámci práce diskutovány, kvantifikovány a jsou jedním ze závěru v [11] patří:

- nejistota kalibrační laboratoře při kalibraci přenosné sestavy;
- nejistota zohledňující vliv instalace průtokoměru do přenosné sestavy;
- nejistota zohledňující opakovatelnost hodnot vykazovaných průtokoměrem;
- nejistota rozlišení hodnot zobrazovaných indikačním zařízením průtokoměru;
- nejistota kalibrační laboratoře při kalibraci měřiče času;
- nejistota rozlišení hodnot zobrazovaných indikačním zařízením měřiče času;
- nejistota zohledňující reakční dobu operátora při začátku a konci měření.

Přenosná sestava s průtokoměrem musí obecně splňovat kritéria uvedená v kapitolách 4 a 8. V rámci splnění těchto podmínek se jednotlivé přenosové sestavy mohou od sebe lišit, a to například zvoleným typem průtokoměru, materiálem potrubí, typem napájení, možnostmi regulace aj. I přes různá provedení těchto sestav se nejistoty uvedené výše vztahují na princip metody, která zůstává neměnná a v závislosti na typu přenosné sestavy se mění pouze hodnoty jednotlivých nejistot.

### 6.1 STANOVENÍ NEJISTOT

Výpočet celkové nejistoty průtoku stanovené měřicí sestavou s instalovaným průtokoměrem vychází z matematického modelu, jenž je definován vztahem (2.1). Při zanedbání korekčních výpočtů lze vztah přepsat do následujícího tvaru [10]

$$Q_i = \frac{V_{kon} - V_{zač}}{t} = \frac{V_i}{t} = V_i \cdot t^{-1} \quad (6.1).$$

Matematicky se jedná o mocninou funkci a na základě poznatků v kapitole 5.3 se výpočet celkové nejistoty měření průtoku měřicí sestavou značně zjednoduší při použití relativních hodnot vstupních zdrojů nejistot.

Velikost celkové rozšířené nejistoty stanoveného průtoku na hladině spolehlivosti 95 %, tedy s pravděpodobností pokrytí 0,95 je v technické praxi nejrozšířenější hodnota, která dostatečně pokrývá obecná rizika. Pro úřední měření pomocí přenosné měřicí sestavy s průtokoměrem je současně požadovaná maximální limitní nejistota 2,5 %.

### 6.1.1 RELATIVNÍ NEJISTOTA URČENÁ ZPŮSOBEM A

Relativní nejistota měření vyhodnocená způsobem A –  $p_{AQ}$  se vzhledem k postupu měření nevyhodnocuje. [11]

V rámci metody nedochází k opakovanému čtení indikačního zařízení průtokoměru, přesto je potřeba zajistit, aby nedošlo ke vzniku hrubých chyb, které jsou způsobeny výjimečnou příčinou, např. náhlým selháním průtokoměru či chybou operátora. To lze dle [10] realizovat zobrazením aktuálního průtoku na indikačním zařízení, který musí být v praktické shodě s hodnotou určenou dle vzorce (5.9).

### 6.1.2 RELATIVNÍ NEJISTOTA URČENÁ ZPŮSOBEM B

Jak již bylo uvedeno v kapitole 5.2.2, nejistoty typu B se stanovují na základě odborného odhadu, či převzetím z technické dokumentace. Nejistoty nejsou závislé na počtu opakování a snížení lze dosáhnout minimalizací hodnot vstupních zdrojů nejistot. Pro metodu využívající přenosnou měřicí sestavu s průtokoměrem je tato nejistota závislá především na zvolené třídě přesnosti průtokoměru, na rozlišovacích schopnostech jednotlivých hodnot indikačních zařízení (průtokoměr, stopky) a na reakční době operátora.

Hodnotu celkové relativní nejistoty určenou způsobem B na hladině spolehlivosti 95 % lze vypočítat dle vztahu (6.2). Díky nezávislosti jednotlivých vstupních členů rovnice je tato rovnice [10] popisem zákona šíření chyb (viz 5.6)

$$p_{BQ} = \sqrt{p_{BQkal}^2 + p_{Binst}^2 + p_{Bopa}^2 + p_{BresV}^2 + p_{Btkal}^2 + p_{Brest}^2 + p_{Breat}^2} \quad (6.2),$$

kde  $p_{BQkal}$  je nejistota kalibrační laboratoře při kalibraci přenosné sestavy;

$p_{Binst}$  je nejistota zohledňující vliv instalace průtokoměru do přenosné sestavy;

$p_{Bopa}$  je nejistota zohledňující opakovatelnost hodnot vykazovaných indikačním zařízením průtokoměru;

$p_{BresV}$  je nejistota rozlišení hodnot zobrazovaných indikačním zařízením průtokoměru;

$p_{Btkal}$  je nejistota kalibrační laboratoře měřiče času (stopek);

$p_{Brest}$  je nejistota rozlišení hodnot zobrazovaných indikačním zařízením měřiče času (stopek);

$p_{Breat}$  je nejistota zohledňující reakční dobu operátora při začátku a konci měření času.

V rámci této diplomové práce byly dílčí nejistoty a celková nejistota typu B stanoveny ze vztahu (6.2). Postup stanovení těchto konkrétních nejistot je uveden v experimentální části této práce v kapitole 9.

### 6.1.3 VÝSLEDNÁ NEJISTOTA MĚŘENÍ

Vzhledem ke zvolené metodě a skutečnosti, že se relativní nejistota typu A nevyhodnocuje, odpovídá kombinovaná relativní nejistota celkové relativní nejistotě určenou způsobem B  $p_{BQ}$ . Výsledná nejistota stanovení průtoku  $p_Q$  je dána hladinou spolehlivosti 95 %.

$$p_Q = p_{BQ} \quad (6.3)$$

## 7 CÍLE

Jak již bylo uvedeno v úvodu, metoda využívající přenosnou měřicí sestavu s průtokoměrem patří od roku 2014 mezi metody úředního měření v předmětné oblasti. Naměřené hodnoty stanovení průtoku pomocí přenosné měřicí sestavy jsou korektní, pokud jejich nejistoty vyhoví limitní nejistotě úředního měření.

Aby mohla být sestava s průtokoměrem použita pro úřední měření, je nutné, aby splnila technické a metrologické požadavky, neboť vlastnosti a parametry jednotlivých částí sestavy mají vliv na podmínky, průběh, výsledné hodnoty a nejistoty měření. Právě stanovení technických a metrologických požadavků na jednotlivé prvky měřicí sestavy tvoří jeden z cílů této práce.

Dalším cílem této práce je stanovení a vyčíslení jednotlivých dílčích nejistot ovlivňující měření pomocí přenosné měřicí sestavy s průtokoměrem. Na základě těchto dílčích nejistot jsou vypočítány výsledné nejistoty pro vybrané průtoky a zvolené minimální doby měření. Pro sestavu, která splní uvedené technické a metrologické požadavky, mohou být určeny nejistoty podle předloženého způsobu.

Z hlediska použití této metody je zásadní stanovení minimální doby měření přenosnou měřicí sestavou tak, aby byla splněna limitní nejistota úředního měření. Pro praktické využití je dále potřebné z jednotlivých hodnot minimální doby měření vytvořit výsledné intervaly, které úředním měřičům zjednoduší jejich výpočty. A právě stanovení výsledných intervalů s doporučenou minimální dobou měření proteklého objemu sestavou tvoří nejvýznamnější přínos předložené práce, jejíž výsledky lze aplikovat přímo v praxi.

## EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

## 8 TECHNICKÉ A METROLOGICKÉ POŽADAVKY NA JEDNOTLIVÉ PRVKY MĚŘICÍ SESTAVY

Kapitola 4 předkládá základní obecné požadavky na jednotlivé prvky měřicí. Následující kapitoly jsou zaměřeny na technické a metrologické požadavky na jednotlivé prvky a navazují na základní informace. Hlavní význam je kladen na průtokoměr, na jehož technické a metrologické požadavky se vztahuje norma [1]. Technické požadavky na ostatní prvky jsou obecného charakteru, vycházející ze zkušeností a diskuzí s autorizovanými subjekty, které tuto metodu využívají.

### 8.1 TECHNICKÉ A METROLOGICKÉ POŽADAVKY NA PRŮTOKOMĚR A JEHO INSTALACI

Informace v následujících odstavcích jsou čerpány z [1], [10] a [11].

Průtokoměr tvoří nejzásadnější část z přenosné měřicí sestavy, proto se požadavkům na průtokoměr věnuje adekvátní pozornost. Výběr typu průtokoměru pro použití v přenosné sestavě je především založen na požadavku minimalizaci tlakových ztrát, jak je zmíněno v kapitole 3.8.

#### 8.1.1 VOLBA PRŮTOKOMĚRU

Obecně je možné použít libovolný průtokoměr splňující základní požadavky uvedené v kapitole 4. Dále musí splňovat níže uvedené technické a metrologické požadavky a který zároveň vyhovuje použití v přenosné měřicí sestavě. U takového průtokoměru nezáleží na způsobu jeho uvedení na trh, přičemž jsou možné tři způsoby:

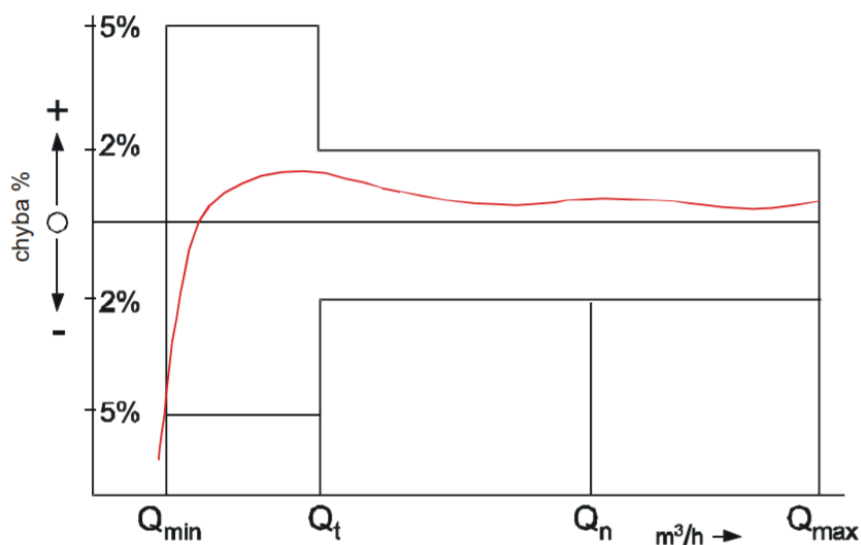
- bylo provedeno prvotní ověření dle zákona o metrologii;
- bylo provedeno prvotní ověření v jiném členském státě EU;
- bylo provedeno posouzení shody se stanovenými požadavky.

Ze široké škály průtokoměrů je však vhodné zvolit průtokoměry „přidávající energii“ do systému: ultrazvukový, indukční a Coriolisův. Energie má v těchto případech formu ultrazvukového či elektromagnetického vlnění. Tyto průtokoměry, jež byly podrobně specifikovány v kapitole 3, splňují níže uvedené požadavky a v měřicích sestavách jsou nejčastěji používané.

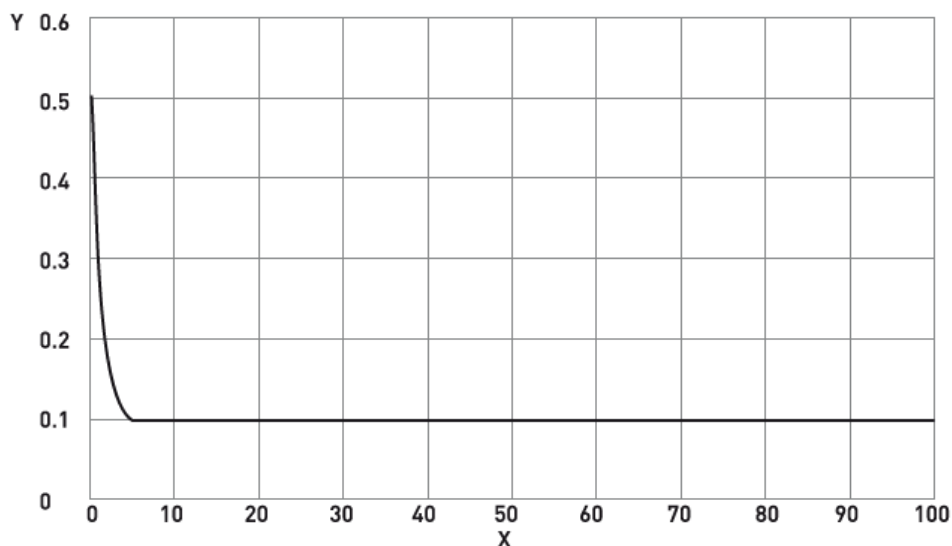
Kapitola 3.9 k těmto třem průtokoměrům přidává klasický turbínový průtokoměr. Z tohoto důvodu bude v následujících odstavcích věnována pozornost právě těmto typům průtokoměru.

#### 8.1.1.1 TŘÍDA PŘESNOSTI

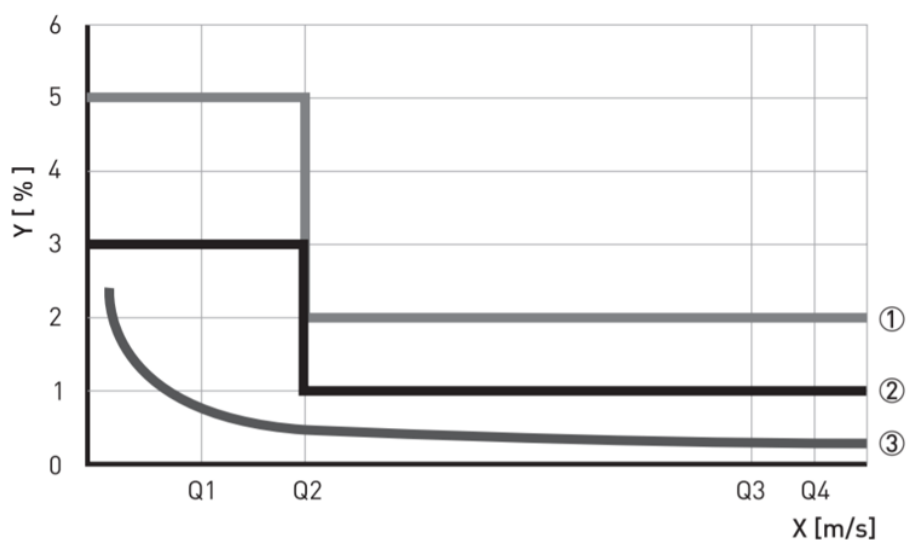
V souvislosti s třídou průtokoměru (viz kap. 4.1) a příslušné maximální dovolené chyby je možné volit průtokoměry z obou tříd přesnosti tj. 1 i 2. Pro správné měření s dostatečně nízkou hodnotou výsledné nejistoty, lze průtokoměry používat pouze v rozsahu horní oblasti průtoku ( $Q_2 < Q < Q_4$ ), kdy je zaručeno že MPE nepřesáhne 1 % pro třídu přesnosti 1 a 2 % pro třídu přesnosti 2. V případě použití v dolní oblasti průtokoměru by nebyla splněna podmínka maximální požadované nejistoty pro úřední měření s využitím přenosné měřicí sestavy s průtokoměrem, kde je maximální limitní nejistota 2,5 %. Následující obrázky znázorňují průběh chyby měření v závislosti na průtoku u vybraných typů průtokoměrů.  $Q_t$  a  $Q_n$  z hlediska věcné přesnosti odpovídají nově užívanému značení  $Q_2$ , resp.  $Q_3$ .



Obrázek 39 Průběh chyby měření turbínového průtokoměru; zdroj: <http://www.kapka-vodomery.cz>



Obrázek 40 Chyba měření Coriolisův průtokoměr; X jmenovitý průtok [%], Y chyba měření [%]; zdroj: [14]



- ① Požadavky podle EN 14154 OIML R49 class 2
- ② Požadavky podle EN 14154 OIML R49 class 1
- ③ OPTIFLUX 2300

Obrázek 41 Chyba měření indukční průtokoměr; X rychlost proudění [ $m \cdot s^{-1}$ ], Y maximální odchylka [%]; zdroj: [13]

### 8.1.1.2 MINIMÁLNÍ RYCHLOST A PRŮTOK

Existuje doporučení OIML<sup>11</sup>R49 (2006) týkající se vodoměrů určených pro měření studené pitné a horké vody a stanovuje podmínky, které musí průtokoměry splnit, aby vyhověly požadavkům a nárokům legální metrologie v zemích, kde tyto přístroje podléhají státnímu

<sup>11</sup> OIML (Organisation Internationale de Métrologie Légale) tj. Mezinárodní organizace pro zákonnou metrologii

dozoru. Měřicí rozsah průtokoměru je určen hodnotami  $Q_3$  (trvalý<sup>12</sup> průtok) a  $R$  (rozpětí). [13]  
Na obrázku 42 je přehled hodnot pro vybrané DN a příslušné třídy přesnosti průtokoměrů.

#### OIML R49 Třída 1

DN	Rozpětí (R)	Průtok [m <sup>3</sup> /h]			
		Minimální Q1	Přechodový Q2	Trvalý Q3	Přetěžovací Q4
80	640	0,25	0,40	160	200,0
100	625	0,40	0,60	250	312,5
150	667	0,60	1,00	400	500,0
250	1000	1,60	2,60	1600	2000,0
500	500	12,60	20,20	6300	7875,0

#### OIML R49 Třída 2

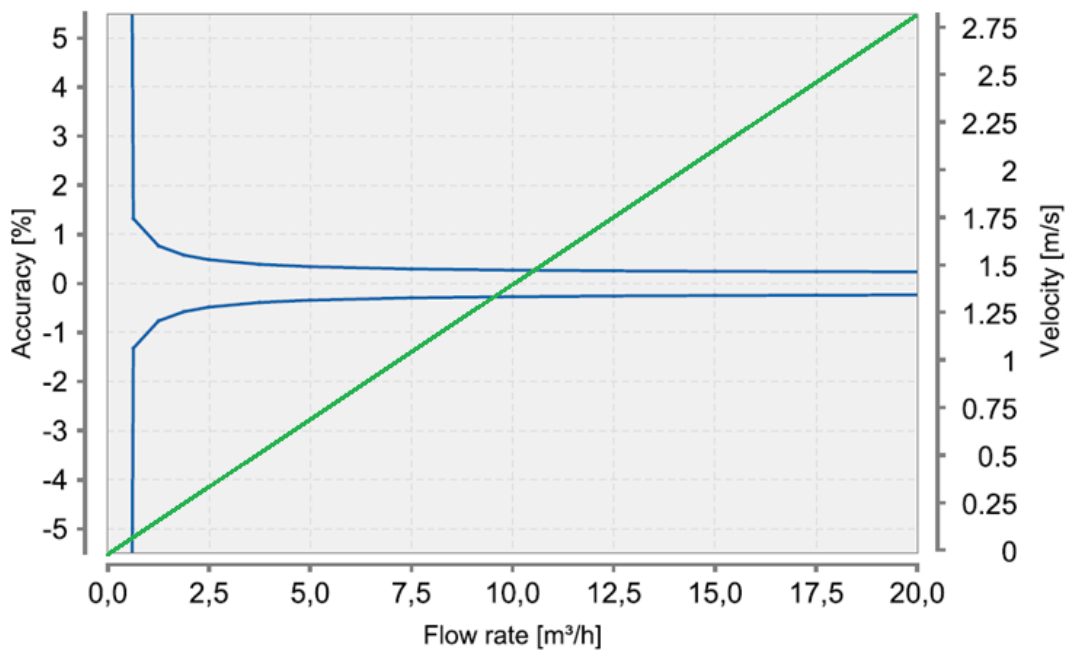
DN	Rozpětí (R)	Průtok [m <sup>3</sup> /h]			
		Minimální Q1	Přechodový Q2	Trvalý Q3	Přetěžovací Q4
25	400	0,040	0,064	16	20,0
50	400	0,10	0,16	40	50,0

Obrázek 42 Průtoky dle doporučení OIML R49; zdroj: [13]

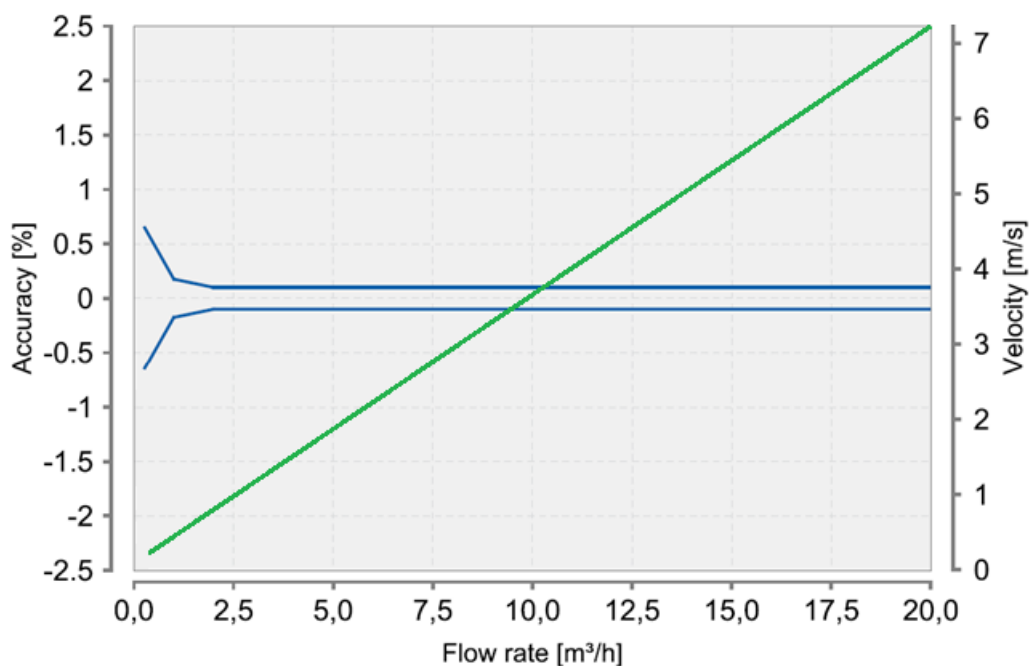
U turbínového průtokoměru (viz kap. 3.5) nelze měřit průtok od nuly. V technických listech bývá u těchto průtokoměrů uveden rozběh, což je minimální hodnota průtoku, od které je možné zaznamenat rozběh turbíny a tím i impulzy potřebné pro samotné měření. Tato hodnota však není shodná s hodnotou minimálního průtoku. Například turbínový průmyslový průtokoměr značky SENSUS MeiStream [19] s DN 50 má hodnotu rozběhu  $0,05 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  a  $Q_1$  odpovídá hodnotě  $0,25 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  pro horizontální polohu.

Coriolisovy a indukční průtokoměry jsou schopny indikovat průtok od téměř nulové hodnoty. Průběh rychlosti a chyby měření indukčního průtokoměru v závislosti na průtoku zobrazuje obrázek 43. Při poklesu průtoku pod určitou hranici se chyba měření limitně blíží k nekonečnu. Pro správné měření tohoto průtokoměru je proto zpravidla pro pevné a trvalé instalace doporučena minimální rychlost  $1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Stejně tak Coriolisovy průtokoměry vykazují vysokou nejistotu v okolí nulové hodnoty průtoků (kap. 3.7.3 obr. 36), což je důsledkem vzniku malých deformací při malých průtocích. Někteří výrobci proto udávají zvlášť nejistotu pro horní a dolní část rozsahu.

<sup>12</sup> Některé zdroje místo trvalý používají výraz jmenovitý

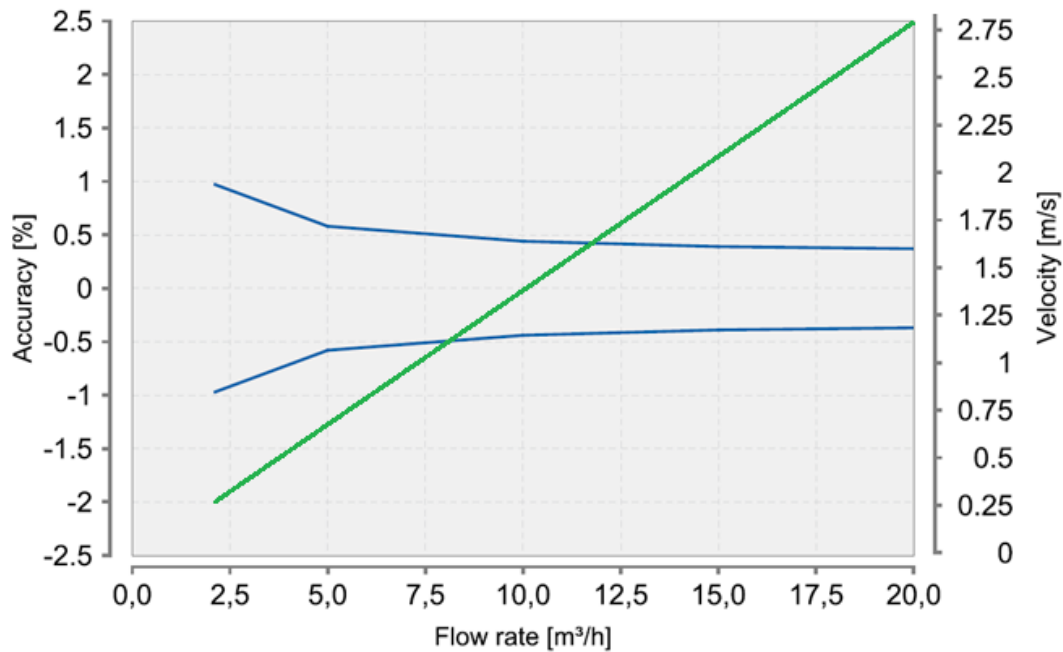


Obrázek 43 Chyba měření (accuracy) a rychlost (velocity) indukčního průtokoměru OPTIFLUX 2000 DN 50; zdroj: [13], upraveno



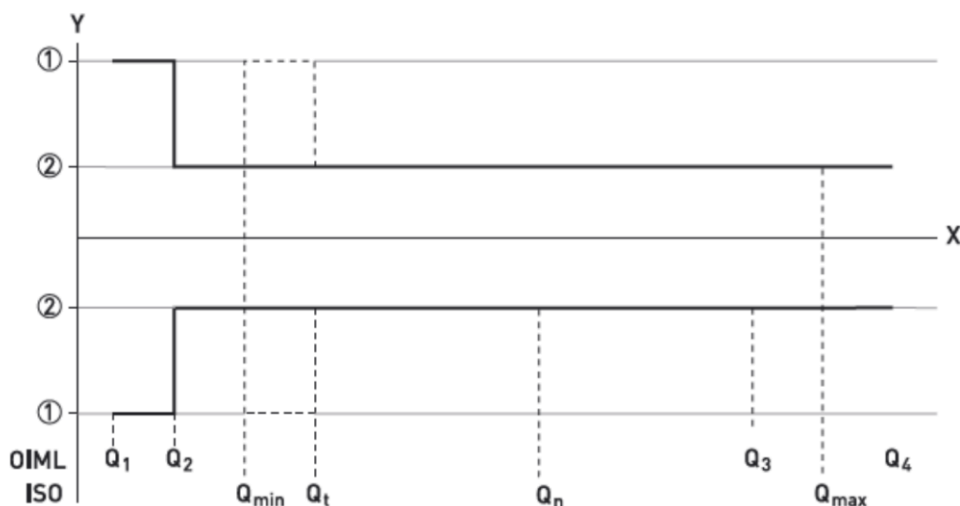
Obrázek 44 Chyba měření (accuracy) a rychlost (velocity) Coriolisova průtokoměru OPTIMASS 6000 DN 50; zdroj: [14], upraveno

U ultrazvukových průtokoměrů se minimální potřebná rychlost odvíjí od typu průtokoměru. Pro průtokoměry využívající Dopplerův jev je minimální rychlost dle zdroje [6] stanovena na  $0,75 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  a pro průtokoměry transit-time se běžně uvádí rychlost  $0,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , minimálně však  $0,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , což dokazuje i obrázek 45, kde jsou znázorněny křivky chyby měření a rychlosti závislé na průtoku.



Obrázek 45 Chyba měření (accuracy) a rychlost (velocity) ultrazvukového průtokoměru OPTISONIC 3400 DN 50; zdroj: [15], upraveno

Například dle výrobce indukčních průtokoměrů Krohne je hodnota minimálního průtoku pro tento typ průtokoměrů pro DN 50 třídy přesnosti 2 stanovena hodnotou  $0,1 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ . Při porovnání s hodnotami průtoků odpovídající minimální rychlosti jednotlivých typů průtokoměru je však tato hodnota velmi nízká. Stejná situace nastává i u přechodného průtoku  $Q_2$ . Graficky tuto situaci znázorňuje obrázek 46.



Obrázek 46 Průtoky a MPE indukční průtokoměr; X průtok [%], Y chyba měření [%]; 1 (2) dolní (horní) oblast; zdroj: [10]

Na základě výše uvedených informací lze formulovat závěry ohledně požadavku minimální rychlosti. Z praktických zkušeností a konzultací s řadou pracovníků z AMS či AKL lze správnou měřicí schopnost a dlouhodobou reprodukovatelnost výsledků měření očekávat od rychlostí

vyšších než  $0,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Pro úřední měření v rámci použití přenosné měřicí sestavy s ohledem na požadovanou výslednou maximální nejistotu stanovují autoři předpisu [10] požadovanou minimální rychlost v průtokoměru na  $0,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , což lze považovat za kompromis definující  $Q_{\min}$ , pro který musí zároveň platit, že leží v rozsahu průtoku ( $Q_2 < Q_{\min} < Q_3$ ). [10]

### 8.1.1.3 OPAKOVATELNOST

Důležitým parametrem všech průtokoměrů je taktéž opakovatelnost při jejich praktickém použití. Pro zajištění dostatečné opakovatelnosti měřidla je potřeba, aby dle odstavce 7.2.4 zdroje [1] směrodatná odchylka  $\sigma$  tří měření stejného průtoku nepřekročila  $1/3$  MPE dle třídy přesnosti, tzn. pro třídu přesnosti 1 bude  $\sigma_Q \leq 0,33 \%$  a pro třídu přesnosti 2  $\sigma_Q \leq 0,67 \%$ . Potvrzení těchto vlastností musí výrobce deklarovat zkouškami průtokoměru před jeho uvedením na trh měřením při jmenovitých průtocích  $Q_1$ ,  $Q_2$  a  $Q_3$ .

## 8.1.2 POŽADAVKY NA FYZIKÁLNĚ – CHEMICKÉ VLASTNOSTI MĚŘENÉ KAPALINY

Jak již bylo zmíněno u jednotlivých tříd přesnosti vodoměru, pro horní oblast průtoků platí příslušná MPE pro teploty vody od  $0,1 \text{ }^\circ\text{C}$  do  $30 \text{ }^\circ\text{C}$ , jedná se o tzv. teplotní třídu měřidla značenou T30.

Ve všech námi uvažovaných případech se předpokládá, že voda protékající měřicí sestavou je mechanicky předčištěna.

U průtokoměrů založených na magneticko-indukčním principu je správná měřicí schopnost zajištěna při elektrické vodivosti<sup>13</sup> od  $20 \text{ }\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . Průměrná konduktivita pitné vody v České republice je  $400 \text{ }\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ .

U ultrazvukových průtokoměrů je třeba věnovat pozornost unášeným částicím v proudu kapaliny, kdy může při interakci ultrazvukového vlnění docházet k ovlivnění signálu a tím zkreslení vykazovaných hodnot. V rámci provozních podmínek jsou ultrazvukové průtokoměry vhodné pro kapaliny s maximálním obsahem pevných částic 5 % nebo maximálním obsahem plynu 2 %.

---

<sup>13</sup> Známa taktéž pod pojmem konduktivita a je odrazem míry koncentrace elektrolytů ve vodě

Coriolisovy průtokoměry se mohou vlivem usazenin zanášet. Výstupní signál mohou ovlivnit bublinky v kapalině. Nejvýrazněji se jejich vliv objeví při předimenzování průtokoměru, kdy dochází k výraznému snížení kvality výstupního signálu.

Turbínové průtokoměry nelze použít, jestliže kapalina v potrubí víří. Dále se v kapalině nesmí vyskytovat kavitační bubliny ovlivňující samotné měření a které by způsobily rychlejší opotřebení rotoru. Lopatky průtokoměru jsou náchylné k poškození a mohou trpět usazeninami.

### 8.1.3 POŽADAVKY NA INSTALACI PRŮTOKOMĚRU

#### 8.1.3.1 PŘÍMÉ ÚSEKY PŘED A ZA PRŮTOKOMĚREM

Průtokoměr musí být instalován tak, aby byl za běžných podmínek zcela zaplněn vodou. Jak je vidět z tabulky 3 (kap. 3.8), většina průtokoměrů vyžaduje přímé uklidňovací délky před a za průtokoměrem, neboť je jejich přesnost měření ovlivněná deformacemi rychlostního pole vznikajících např. z důvodu přítomnosti kolen, ventilů či čerpadel. Za vztažnou rovinu, ke které se tyto přímé úseky vztahují, je považováno místo instalace průtokoměru, nejčastěji místo uprostřed mezi jeho připojovacími přírubami.

Potřebné přímé úseky před a za místem instalace pro konkrétní průtokoměr pro splnění MPE udává výrobce. Obecně ultrazvukové průtokoměry vyžadují minimální délky desetinásobku před a pětinasobku vnitřního průměru potrubí za místem instalace. Indukční průtokoměr vyžaduje nepodkročení přímé délky pětinasobku před a dvojnásobku vnitřního průměru potrubí za vztažnou rovinou. Pro turbínový průtokoměr je požadován přímý úsek v délce pěti až deseti násobku vnitřního průměru potrubí před místem instalace. Coriolisovy průtokoměry nevyžadují žádné uklidňovací úseky a mohou být instalovány do sestavy bez nich.

Pro zajištění rovnoměrného rozložení rychlostního pole mohou být použity i usměrňovače proudu, které stejně jako minimální délky přímých úseků musejí vyhovovat požadavkům stanovených výrobcem, aby byla dodržena MPE. Norma [1] specifikuje třídy citlivosti  $U$  (před měřidlem) a  $D$  (za měřidlem) průtokoměrů na nepravidelnosti v rychlostním poli před a za měřidlem a výrobce tuto třídu musí uvést.

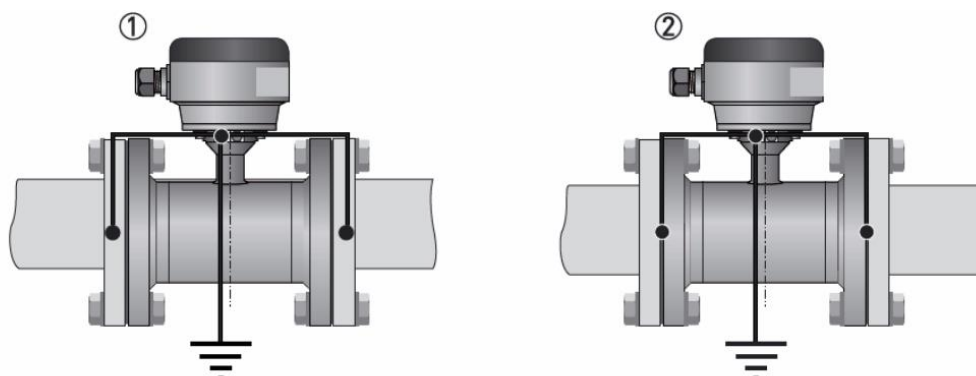
S ohledem na správné měření a určení příslušné nejistoty je žádoucí, aby přenosná měřicí sestava s průtokoměrem byla kalibrována včetně uklidňovacích přímých úseků.

### 8.1.3.2 ELEKTRICKÉ ZAPOJENÍ

V případě použití indukčního průtokoměru je nutné zajistit elektrické propojení mezi měřidlem, přesněji tělesem primárního prvku a vodou z důvodu přesnosti měření a zamezení galvanické koroze elektrod průtokoměru. Primární prvek představuje měřicí trubici průtokoměru kudy proudí kapalina, měřicí elektrody a elektromagnet vytvářející magnetické pole.

Na vodivém, ale odizolovaném potrubí s vodou, bez nevodivého vnitřního povlaku, musí být připojovací bod (body) primárního prvku měřidla elektricky připojen (připojeny) k sekundárnímu prvku a potrubí. Sekundární prvek představuje měřicí převodník. Převodník z napěťového signálu na elektrodách člení měřicí signál, který je převáděn na výstupní signál úměrný průtoku.

Na nevodivém potrubí, nebo potrubí izolovaném od tekutiny musí být vloženy kovové uzemňovací kroužky mezi potrubí a primární prvek, jenž musí být elektricky připojeny k sekundárnímu prvku.



- ① Kovová potrubí bez vnitřního povlaku. Uzemnění bez zemnicích kroužků.
- ② Kovová potrubí s vnitřním povlakem a potrubí z nevodivých materiálů. Uzemnění se zemnicími kroužky.

Obrázek 47 Způsoby připojení a uzemnění indukčního průtokoměru; zdroj: [13]

Důležitou podmínkou správného fungování indukčního průtokoměru je spolehlivé uzemnění snímače, neboť uzemnění na technologickou kapalinu tvoří zkrat pro bludné proudy. Není-li

system správně uzemněn<sup>14</sup>, mohou bludné proudy zkreslovat výstupní signál průtokoměru. [6] Stejně tak je uzemnění důležité pro zajištění bezpečnosti, kde se v závislosti na elektrickém zapojení, přijímá předpoklad měření v relativně ztížených a nebezpečných podmínkách intenzivně tryskající vody.

Na základě výše uvedených informací lze vyslovit závěr. V případě, kdy je sestava vybavena proudovým chráničem se uzemnění provede přes zemnicí vodič přívodního kabelu. V opačném případě je třeba připojovací body propojit zemnicím vodičem s okolními zemněnými konstrukcemi (potrubí, zábradlí apod.).

## 8.2 TECHNICKÉ POŽADAVKY NA OSTATNÍ PRVKY MĚŘICÍ SESTAVY

Obecné požadavky na ostatní prvky měřicí sestavy jsou uvedeny v kapitole 4.2. Níže uvedené informace navazují na tyto požadavky v kontextu s metodou úředního měření pomocí přenosné měřicí sestavy.

### 8.2.1 TECHNICKÉ POŽADAVKY NA ČERPACÍ AGREGÁT

Na základě požadavků v kapitole 4.2 se používají čerpadla jednofázová, třífázová či benzínová. Pro zvýšení kapacity čerpaného množství je možné využít paralelního zapojení čerpadel.

Jednofázová čerpadla mají výhodu zapojení do běžné elektrické zásuvky, přičemž lze dosáhnout příkonů do 2 kW. V závislosti na celkové dopravní výšce lze očekávat maximální kapacitu 10 l.s<sup>-1</sup>. Průměry výtlačných hadic se pohybují do 80 mm.

U profesionálních benzínových čerpadel se lze dostat na maximální kapacitu 20 l.s<sup>-1</sup>. Průměry hadic i průtokoměru lze očekávat v dimenzích do 100 mm.

Při dostatečně dimenzovaném elektrickém připojení lze využít třífázová čerpadla, jejichž kapacita ve spojení s přenosnou sestavou může dosáhnout až 40 l.s<sup>-1</sup> s příkonem okolo 8 kW. Zde jsme omezeni především konstrukční vahou čerpadla, reálně je možná až 70 kg hmotnost.

---

<sup>14</sup> Termín uzemnění se obecně používá mezi laickou i odbornou veřejností. Správný termín je hlavní pospojování.



Obrázek 48 Jednofázové ponorné čerpadlo (vlevo), benzínové čerpadlo (vpravo);  
zdroj: <http://www.calpeda.cz>; <http://www.romerxgarden.sk>

U elektrických čerpadel, nejvhodnější jsou třífázová, je možné pro regulaci průtoku použít měnič frekvence. Výhodou je absence regulačních armatur, nevýhodou jsou další pořizovací náklady. Z pohledu praktického provádění úředního měření se jedná o zbytečnou a technicky komplikovanou volbu.

Alternativou, jak zajistit stálé hladinové poměry bez využití čerpadla, je připojení na vodovodní řad nebo rozvod technologické vody. Ve druhém případě je možné dosáhnout i mnohem větší simulované kapacity průtoku.

## 8.2.2 TECHNICKÉ POŽADAVKY NA HADICE

S ohledem na parametry uvedené v kapitole 4.2, metodický předpis [10] udává jako nejlepší volbu hadice Areolo superflex 2. Mají nízkou hodnotu absolutní drsnosti, jsou velmi ohebné i při nízkých teplotách, zachovávají průtočný průřez, mají nízkou hmotnost a jsou snadno skladovatelné v měřičském autě. Jejich nevýhodou je maximální pracovní tlak 2 bary a poruchový přetlak okolo 5 bar. Délka hadic ovlivňuje celkové ztráty energie a tím ovlivňuje kapacitu měření. Ze zkušeností vyplývá výhodnost vybavit se několika (ideálně čtyřmi) kusy hadic v délkách od 2 do 3 m, díky kterým je možné flexibilního připojení na přítok a odtok v závislosti na geometrických okrajových podmínkách v místě měření.



Obrázek 49 Hadice Areolo suplex ; zdroj: <https://www.gumex.cz>

Na těsné a pevné propojení jednotlivých částí hadic a připojení k měřicí sestavě lze použít bajonetové nebo klemové spojky typu CLAMP, vyráběné v rozměrech od 25 mm do 100 mm.



Obrázek 50 Bajonetová sponka (vlevo), spojka typu CLAMP (vpravo); zdroj: <https://www.gumex.cz/>

### 8.2.3 TECHNICKÉ POŽADAVKY NA REGULAČNÍ ARMATURU

Jak již bylo řečeno v kapitole 8.2.1, regulace průtoku je možná za pomoci měniče frekvence u čerpadla. Nicméně mnohem snadnější a levnější variantou je instalace regulační armatury. Ta se umísťuje poproudě za přírubami průtokoměru. Vzdálenost musí odpovídat požadavkům výrobce daného průtokoměru. Připojení armatury může být závitové či přírubové.

Regulační armatura musí být dostatečně citlivá pro regulaci průtoku v celém měřicím rozsahu průtokoměru a zároveň by měla zajistit minimální ztráty mechanické energie při jejím plném otevření. Prakticky lze využít plněprůtokový kulový kohout nebo šoupě, přičemž šoupě umožňuje plynulejší regulaci.



Obrázek 51 Šoupě (vlevo), kulový kohout (vpravo); zdroj: <https://www.obchod-vtp.cz>; <http://www.jsc-hydraulika.cz>

## 8.2.4 TECHNICKÉ POŽADAVKY NA MĚŘIČ ČASU

Jak je uvedeno v kapitole 2.2.1 aktuální průtok je stanoven pomocí průtokoměru a stopek. K měření mohou být použity mechanické či digitální stopky. Hlavní rozdíl spočívá v rozlišitelnosti *rest*. U mechanických stopek je rozlišitelnost 0,1, u digitálních 0,01. Při spuštění stopek se zahájí počítání uplynulého času. Po zastavení dojde k ukončení počítání a k uchování dosažené hodnoty. Zobrazená hodnota stopek reprezentuje trvání určitého děje (v našem případě dobu měření – dobu nátoky).



Obrázek 52 Digitální (vlevo) a mechanické (vpravo) stopky; zdroj: <https://www.meteostanice.cz>; <https://media.rs-online.com>

## 8.3 METROLOGICKÁ NÁVAZNOST MĚŘICÍ SESTAVY

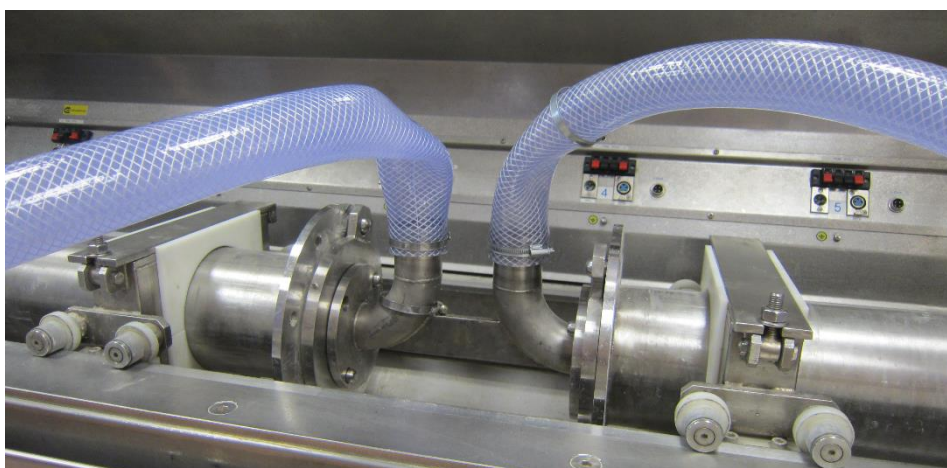
Aby mohlo být měření pomocí přenosné sestavy s průtokoměrem korektní, musí být zajištěna metrologická návaznost. Ta je zajištěna v tomto případě kalibrací v AMS nebo AKL. Úřední měření vyžaduje velmi nízkou hodnotu celkové nejistoty, proto z důvodu eliminace nejistot plynoucích z instalace průtokoměru mezi přímé úseky je navrženo kalibrování přenosné sestavy

jako celku včetně uklidňujících délek. Uklidňovací délky pro jednotlivé typy průtokoměrů jsou uvedeny v kapitole 8.1.3.1. V praxi tento postup kalibrace většina subjektů již provádí.



Obrázek 53 Kalibrace měřicí sestavy s indukčním průtokoměrem v AKL ČMI OI Brno; zdroj: (2)

Kalibrace měřicí sestavy s indukčním průtokoměrem je na obrázku 53. Připojení sestavy do kalibrační linky se děje za pomoci speciálního přírubového kusu se dvěma 90° koleny, který se vloží mezi připojovací příruby kalibrační linky. Přítokové a odtokové hadice jsou připojeny za pomoci rychlospojek na jedné straně ke speciálnímu přírubovému kusu (viz. obr. 54) a na druhé straně k přenosné měřicí sestavě.



Obrázek 54 Speciální přírubový kus pro připojení přenosné sestavy ke kalibrační lince; zdroj: [10]

Při kalibraci v AKL či AMS ve smyslu článku 7.4.2.2.6.1 normy [1] rozšířená nejistota stanovení skutečného objemu protékajícího vodoměrem s koeficientem rozšíření  $k = 2$  odpovídající hladině spolehlivosti 95 % nesmí překročit 1/3 MPE.

Z tohoto plyne, že nejistota kalibrační laboratoře při kalibraci přenosné sestavy je  $p_{BQ_{kal}} < 0,33 \%$  a je vztažena k průtokoměru třídy přesnosti 1. Tuto hodnotu AKL a AMS běžně splňují, neboť při typových zkouškách hodnocení průtokoměrů nesmí nejistota kalibračních laboratoří překročit 1/5 MPE (viz článek 7.4.2.2.6.1 zdroje [2]). Tato nejistota nezahrnuje příspěvek z kalibrované sestavy.

Přenosná sestava se kalibruje v rozsahu ( $Q_2 \leq Q \leq Q_4$ ) resp. ( $Q_{min} \leq Q \leq Q_{max}$ ) optimálně při pěti ustálených průtocích, minimálně však při třech. Dva z nich musí odpovídat  $Q_{min}$  a  $Q_{max}$ .

## 8.4 UKÁZKY REALIZACÍ PŘENOSNÝCH MĚŘICÍCH SESTAV

Následující kapitola přináší ukázky již konkrétních sestav, které výše uvedené požadavky ve většině splňují a jsou používány některými autorizovanými subjekty u předmětné metody. Fotografie jsou poskytnuty příslušnými subjekty při tvorbě této práce a předpisu [11]. Převážně se jedná o sestavy využívající indukční průtokoměr a základní parametry jsou uvedeny u jednotlivých sestav.

**SUBJEKT: DHI a.s.**



Obrázek 55 Přenosná měřicí sestava subjektu DHI a.s.; zdroj: [10]

Sestava je z nerezového potrubí. Průtokoměr a uklidňovací délky mají DN 50, následně je potrubí rozšířeno na DN 75. Připojovací příruby jsou typu B75. Měření zajišťuje indukční

průtokoměr od firmy ELA, spol. s r. o. Sestava vyžaduje vnější napájení 230 V. Regulace průtoku je realizována za pomoci kulového kohoutu. Minimální průtok sestavou dle kalibračního listu a vyjádření subjektu je  $Q_{min} = 0,2 \text{ l.s}^{-1}$ , maximální průtok  $Q_{max} = 10,0 \text{ l.s}^{-1}$ .

**SUBJEKT: Český metrologický institut**



Obrázek 56 Přenosná měřicí sestava subjektu ČMI; zdroj: [10]

Měřicí sestava s hmotnostním průtokoměrem od firmy EMERSON. Potrubí je nerezové s vnitřním průměrem DN 15. Sestava je závislá na vnějším zdroji 230 V. Regulace průtoku zajišťuje šoupě. Minimální průtok měření se uvádí  $Q_{min} = 0,03 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$ , maximální průtok  $Q_{max} = 10,0 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$ .

**SUBJEKT: FAST VUT v Brně**



Obrázek 57 Přenosná měřicí sestava subjektu FAST VUT v Brně; zdroj: [10]

Tato sestava je z nerezového potrubí vnitřního průměru DN 50 s připojovacími bajonetovými spojkami typu C52. Měření průtoku je realizováno indukčním průtokoměrem od firmy Ela Brno, regulace průtoku zajišťuje šoupě. Sestava je závislá na vnějším napájení 230 V. Minimální průtok měření je  $Q_{min} = 0,2 \text{ l.s}^{-1}$ , maximální průtok  $Q_{max} = 10,0 \text{ l.s}^{-1}$ .

**SUBJEKT: MI FLOW s.r.o.**



Obrázek 58 Přenosná měřicí sestava subjektu MI FLOW s.r.o.; zdroj: [10]

Sestava má ocelové potrubí vnitřního průměru DN 50 a připojovací přírubby jsou typu C52. Zvláštností této sestavy je demontovatelné připojovací potrubí. Měření průtoku probíhá v indukčním průtokoměru od firmy Flomag, jehož napájení může být vnější či bateriové. Regulace průtoku se děje pomocí kulového kohoutu. Minimální průtok měření odpovídá  $Q_{min} = 0,2 \text{ l.s}^{-1}$ , maximální průtok  $Q_{max} = 10,0 \text{ l.s}^{-1}$ .

**SUBJEKT: Pražské vodovody a kanalizace, a.s.**



Obrázek 59 Přenosná měřicí sestava subjektu Pražské vodovody a kanalizace a.s.; zdroj: [10]

Sestava je složena z platového potrubí, jehož vnitřní průměr je DN 80 s připojovacími přírubami B75. Průtok je měřen indukčním průtokoměrem od firmy Siemens. Pro napájení

sestavy je třeba vnější zdroj 230 V. Regulace průtoku probíhá pomocí kulového kohoutu. Minimální průtok měření odpovídá  $Q_{min} = 0,3 \text{ l.s}^{-1}$ , maximální průtok  $Q_{max} = 30,0 \text{ l.s}^{-1}$ .

#### **VODÁRENSKÁ AKCIOVÁ SPOLEČNOST, a.s.**



*Obrázek 60 Přenosná měřicí sestava subjektu VODÁRENSKÁ AKCIOVÁ SPOLEČNOST, a.s.; zdroj: [10]*

Sestava je z nerezového potrubí využívající indukční průtokoměr od firmy ELA, spol. s r. o. Vnitřní průměr sestavy je DN 50 a připojovací příruba jsou typu C52. Má vnější napájení 230 V/12 V (umožňuje napájení z autobaterie). Regulace je zajišťována kulovým kohoutem. Minimální průtok je  $Q_{min} = 0,2 \text{ l.s}^{-1}$ , maximální průtok  $Q_{max} = 14,0 \text{ l.s}^{-1}$ .

## 9 VÝPOČET NEJISTOTY STANOVENÉHO PRŮTOKU MĚŘICÍ SESTAVOU

Následující kapitola se zabývá konkrétním stanovením příslušných hodnot jednotlivých relativních nejistot typu B. Jak již bylo zmíněno v kapitole 6 stanovení průtoku měřicí sestavou se děje na základě mocninné funkce vyjádřené vztahem (6.1) s přístupem využívajícím relativních hodnot dílčích nejistot.

Výsledná celková relativní nejistota  $p_Q$  odpovídá relativní nejistotě  $p_{QB}$  stanovenou způsobem B dle vztahu (6.2) na hladině spolehlivosti 95 %, přičemž je tento přístup odůvodněn v kapitole 6.

V kapitole 2.2.1 věnující se metodě využívající přenosnou sestavu s průtokoměrem je formulován požadavek na maximální hodnotu nejistoty stanovení průtoku pro potřeby úředního měření.

Díky výše uvedeným informacím lze vyslovit zásadní poznatek, který je úzce spjat s cílem této diplomové práce. Na základě dílčích nejistot určených níže a v souvislosti s potřebou úředního měření, kde se limitní nejistota stanovení průtoku musí pohybovat do 2,5 %, jsou v kapitole 9.2 stanoveny potřebné minimální doby měření nátok (proteklého objemu) pomocí přenosné měřicí sestavy s průtokoměrem tak, aby nedošlo k jejímu překročení.

### 9.1.1 NEJISTOTA KALIBRAČNÍ LABORATOŘE PŘI KALIBRACI PŘENOSNÉ SESTAVY

Přenosná měřicí sestava je kalibrována v AKL či AMS jako celek včetně uklidňovacích délek. U těchto subjektů nejistota stanovení skutečného objemu proteklého průtokoměrem na hladině spolehlivosti 95 % nesmí překročit 1/3 MPE. Konkrétní hodnota nejistoty kalibrační laboratoře se odečte z kalibračního listu v závislosti na velikosti měřeného průtoku.

Pro zjednodušení lze použít největší hodnotu nejistoty a aplikovat ji v celém rozsahu kalibrace, což je využito i při zpracování dat v rámci této práce. Nejistota kalibrační laboratoře  $p_{BQkal}$  je 0,33 % a hodnota platí pro průtokoměry třídy přesnosti 1 i 2. Odůvodnění je uvedeno v kapitole 8.3.

Ve výjimečných případech, kdy by byl kalibrován pouze průtokoměr bez přímých úseků před a za ním, bylo by nutné zohlednění a započítání nejistoty plynoucí z vlivu instalace průtokoměru do přenosné sestavy  $p_{Binst}$ . V tomto případě, jak uvádí zdroj [10] by bezpečným odhadem mohla být velikost nejistoty 1 %.

### 9.1.2 NEJISTOTA ZOHLEDŇUJÍCÍ OPAKOVATELNOST HODNOT VYKAZOVANÝCH PRŮTOKOMĚREM

Jak plyne z kapitoly 8.1.1.3, pro dostatečnou opakovatelnost měřidla je nutné, aby směrodatná odchylka  $\sigma$  tří měření stejného průtoku nepřekročila 1/3 MPE dle třídy přesnosti, tzn. pro třídu přesnosti 1  $\sigma_Q \leq 0,33$  % a pro třídu přesnosti 2  $\sigma_Q \leq 0,67$  %. Tyto hodnoty jsou stanoveny na základě přímých měření v podmínkách zkušebních laboratoří.

V tomto místě nastává zdánlivý rozpor, kdy je tato relativní nejistota určená metodou B (9.1 a 9.2) vyhodnocována na základě teorie nejistot a matematické statistiky pomocí postupu používaného pro nejistoty určené způsobem A (viz kap. 9.3 ve zdroji [12]). Aby však tato nejistota byla vyčíslena pomocí dané směrodatné odchylky a správně se zohlednily nejistoty plynoucí z opakování tří po sobě jdoucích měření ( $n$ ), je třeba aplikovat následující postup.

Pro třídu přesnosti 1 průtokoměru platí

$$p_{Bopa} = k_U \cdot k \cdot \frac{\sigma_Q}{\sqrt{n}} = 2 \cdot 2,3 \cdot \frac{0,33}{\sqrt{3}} = 0,88 \% \quad (9.1),$$

a pro třídu přesnosti 2 průtokoměru

$$p_{Bopa} = k_U \cdot k \cdot \frac{\sigma_Q}{\sqrt{n}} = 2 \cdot 2,3 \cdot \frac{0,67}{\sqrt{3}} = 1,78 \% \quad (9.2),$$

kde  $k_U$  je koeficient rozšíření;

$k$  bezpečnostní faktor dle [12] odpovídající počtu tří provedených měření;

$\sigma_Q$  je směrodatná odchylka tří po sobě jdoucích měření.

Tato nejistota nabyde nulové hodnoty v případě, kdy AKL či AMS jednoznačně uvedou, že součástí kalibračního měření uvedeného na kalibračním listu je i variabilita (opakovatelnost) posuzovaného průtokoměru, k čemuž však dochází pouze výjimečně.

### 9.1.3 NEJISTOTA ROZLIŠENÍ HODNOT ZOBRAZOVANÝCH INDIKAČNÍM ZAŘÍZENÍM PRŮTOKOMĚRU

Jak je zmíněno na začátku kapitoly 4.1, pro stanovení této nejistoty je třeba brát v potaz rozlišitelnost indikačního zařízení  $resV$ . Nejistota je závislá na velikosti nejmenšího rozdílu mezi indikacemi zobrazovacího zařízení. U běžných průtokoměrů je rozlišovací schopnost indikačního zařízení 1 l či 100 l. U indukčních a hmotnostních průtokoměrů lze nastavit rozlišitelnost 1 l a nižší. Za předpokladu rovnoměrného (obdélníkového) rozdělení pravděpodobnosti výskytu zobrazovaného proteklého objemu je hodnota nejistoty definovaná vztahem

$$p_{BresV} = \frac{k \cdot u_{Res}}{V_{kon} - V_{zač}} \cdot 100 = \frac{2 \cdot resV}{2\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{Q \cdot t} \cdot 100 \quad (9.3),$$

kde  $k$  je koeficient rozšíření;

$u_{Res}$  je standardní nejistota rozlišitelnosti určená dle zdroje [12];

$resV$  je rozlišitelnost indikace objemu u měřidla;

$V_{kon}$  je objem vykazovaný měřidlem na konci měření;

$V_{zač}$  je objem vykazovaný měřidlem na začátku měření;

$Q$  je průtok indikovaný průtokoměrem;

$t$  zvolená doba měření příslušná k indikovanému průtoku.

### 9.1.4 NEJISTOTA ROZLIŠENÍ HODNOT ZOBRAZOVANÝCH INDIKAČNÍM ZAŘÍZENÍM MĚŘIČE ČASU

Analogicky s předchozí kapitolou se stanoví nejistota pocházející z rozlišitelnosti měřiče času (stopky)  $rest$ , které se používají k měření proteklého objemu. Standardně mají mechanické stopky rozlišení 0,1 s, digitální indikační zařízení má rozlišitelnost 0,01 s. Při využití analogie se vztahem (9.3) bude tato nejistota dána

$$p_{Brest} = \frac{2 \cdot rest}{2\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{t} \cdot 100 \quad (9.4).$$

### 9.1.5 NEJISTOTA KALIBRAČNÍ LABORATOŘE PŘI KALIBRACI STOPEK

Příslušná hodnota rozšířené nejistoty měření při kalibraci stopek je součástí kalibračního listu. Zpravidla je tato hodnota  $p_{Bt} < 0,05$  s pro mechanické stopky. U digitálních můžeme uvažovat s hodnotou (0,003 – 0,005) s. Tyto hodnoty nemají na celkové nejistoty výrazný dopad a lze je zanedbat (viz vztah 5.3).

### 9.1.6 NEJISTOTA ZOHLEDŇUJÍ REAKČNÍ DOBU OPERÁTORA NA ZAČÁTKU A NA KONCI MĚŘENÍ

Tato nejistota je založená dle zdroje [10] na kvalifikovaném odhadu reakční doby na začátku a na konci daného měření. Očekávaná reakční doba *reat*, tj. v případě, kdy je operátor připraven a soustředěn na měření se udává hodnotou  $\pm 0,3$  s. Bezpečně lze uvažovat s hodnotou  $\pm 0,5$  s. Reakce měřiče času (operátora) probíhá na začátku a na konci měření, a proto je nutné tuto hodnotu započítat do nejistoty „dvakrát“ výrazem  $\frac{1}{\sqrt{2}}$  na základě myšlenky, postavené na analogii s určením směrodatné odchylky pro dvě provedená měření. Výsledná doba měření je dána vztahem

$$p_{Breat} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{2 \cdot reat}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{t} \cdot 100 \quad (9.5),$$

kde  $\sqrt{3}$  představuje hodnotu pro rovnoměrné rozložení;

2 představuje koeficient rozšíření;

*reat* očekávaná reakční doba;

*t* doba měření.

Hodnoty doby reakce jsou stanoveny úvahou, proto byl proveden s celkem 48 operátory krátký nestandardizovaný<sup>15</sup> test, jehož výsledkem je pouze hodnota bez stanovení příslušné nejistoty, který však svojí vypovídající hodnotou dostatečně pokrývá nároky na potvrzení daných hodnot. Na testování byl zvolen reakční test rychlosti, který je zveřejněn na stránkách <http://www.motoarena.cz>.

---

<sup>15</sup> Standardizace testu znamená zajištění rovnosti podmínek testovaných, tj. všichni respondenti mají stejný test za stejných podmínek.

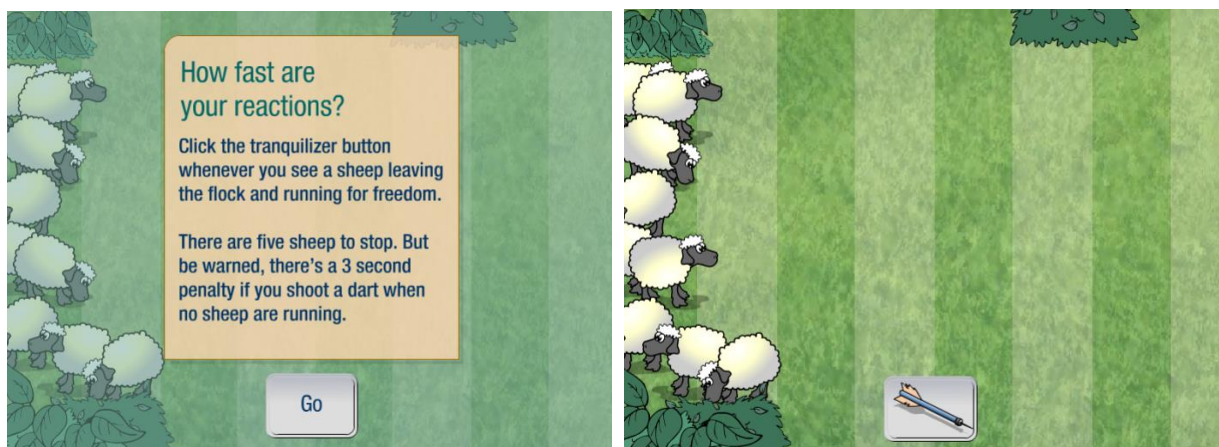
### 9.1.6.1 REAKČNÍ TEST RYCHLOSTI

Tento test ověřuje očekávanou reakční dobu, kdy se přepokládá plné soustředění. Tato hodnota by měla být mnohem nižší než hodnota náhlé reakce. Reakční doba je často zmiňovaná v souvislosti s řízením auta a lze ji popsat jako součet složek optické, psychické a svalové reakce. Profesionální závodníci formule 1 reagují s prodlevou (0,25 – 0,3) s. Průměrný řidič reaguje zhruba za (0,3 – 0,5) s. Reálné hodnoty bývají často horší, neboť reakční doba je ovlivňována celou řadou faktorů. Zásadní roli hraje koncentrace při řízení a úhel pohledu řidiče na objekt [18]. Zdroj [17] uvádí, že pro 95 % řidičů lze v denní době uvažovat s reakční dobou cca 0,9 s a v noční době cca 1,2 až 1,4 s.

Předložený test je velmi rychlý a jednoduchý. Je založen na uspávání ovcí, které vyběhnou ze stáda pomocí injekce. Test se spouští při zmáčknutí tlačítka Go. Poté stačí pouze šipkou najet do pole buňky s injekční stříkačkou a při vyběhnutí ovce co možná nejrychleji zmáčknout příslušnou buňku. Celkem vyběhne pět ovcí v náhodném intervalu a náhodném umístění ve stádu. Po skončení testu se všech pět časů zprůměruje a výsledek se přehledně zobrazí do tabulky, kde navíc systém přirovná rychlost reakcí ke zvířeti. Pokud testovaná osoba nestihne ovečku uspat dříve, než se dostane přes pole na svobodu či použije injekci v době, kdy žádná ovečka neutíká, je zde zavedena penalizace tří sekund.

Stručný průběh testu je v následující tabulce. Obrázky jsou převzaty webové stránky <http://www.motoarena.cz/clanek/zabava/znacka/326-test-jaka-je-vase-reakcni-doba>.

Úvodní tabulka s instrukcemi před spuštěním testu (krok 1)      Pohled na pole, přes které ovečky běží na svobodu (krok 2)



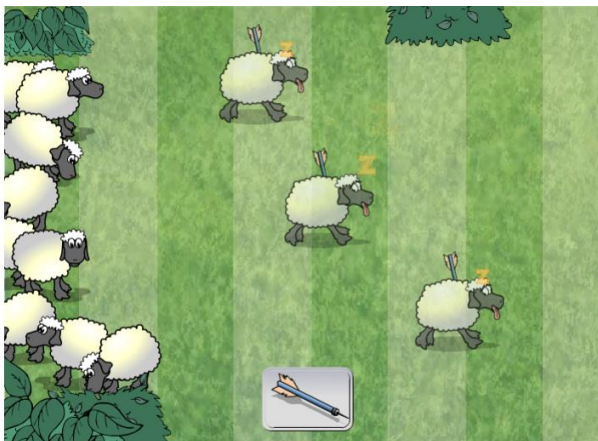
První běžící ovečka ze stáda (krok 3)



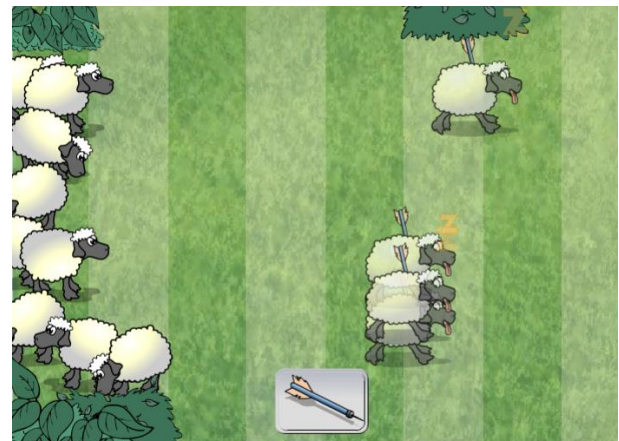
Druhá běžící ovce ze stáda (krok 4)



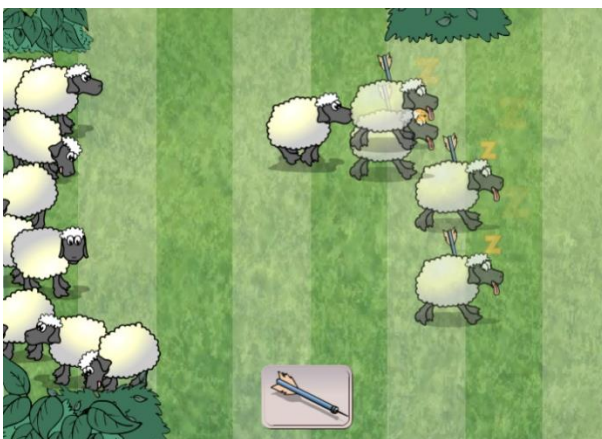
Tři chycené ovečky při útěku (krok 5)



Čtyři chycené ovečky při útěku (krok 6)



Poslední běžící ovce na útěku (krok 7)

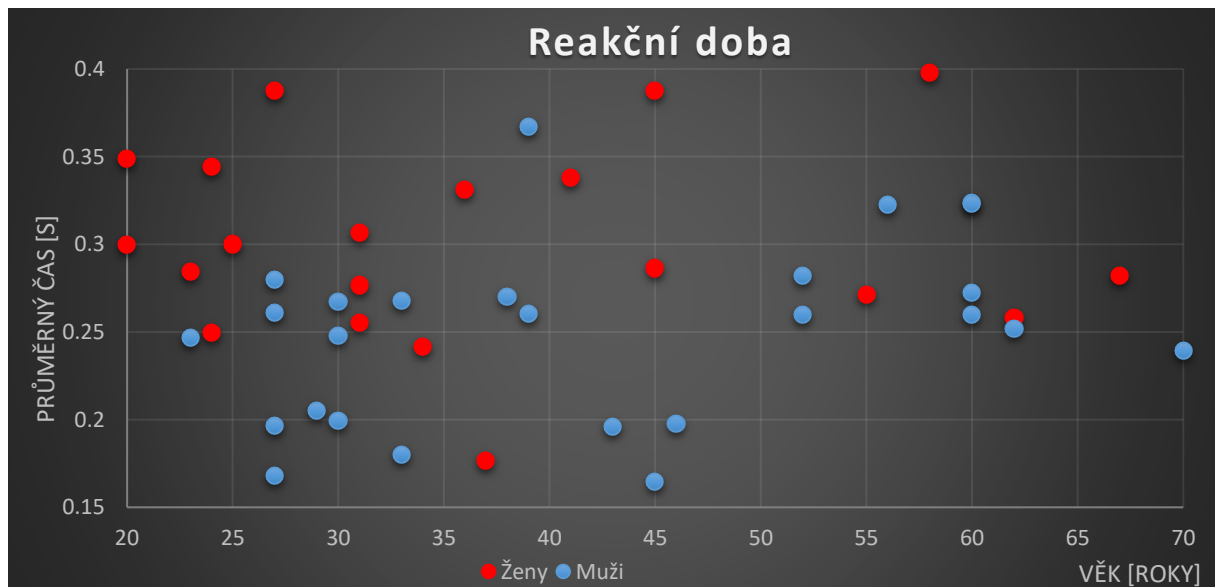


Závěrečná tabulka s výsledky (krok 8)

Your average time is: <b>0.2778 seconds</b>	
Sheep 1:	0.333 Seconds
Sheep 2:	0.266 Seconds
Sheep 3:	0.219 Seconds
Sheep 4:	0.284 Seconds
Sheep 5:	0.287 Seconds
Turbo-charged cheetah Rocketing rabbit	
You are rated → <b>Bobbing bobcat</b>	
Ambling armadillo Sluggish snail	
You need to improve... how about getting yourself a cup of coffee	
<a href="#">Try Again</a>	
No sheep were harmed in the making of this game	

Celkově se testu zúčastnilo 48 lidí věku od 20 do 70 let. Vyhodnocovala se výsledná průměrná hodnota získaná při prvním spuštění testu. Očekávanou reakční rychlost u jednotlivců shrnuje následující graf.

Graf 1 Reakční doba u testovaných osob



Z grafu vyplývá, že rychlost reakce v testované skupině nezáleží na věku. Můžeme zde však sledovat zajímavý trend, kdy očekávaná doba reakce u mužů je obecně rychlejší než u žen. Z grafu lze dále vyčíst, že ani ta nejpomalejší reakční doba nepřesáhla 0,4 s, pro stanovení nejistoty by tak mohla být upravena bezpečná očekávaná reakční doba na tuto hodnotu tj.  $\pm 0,4$  s. Při statistickém zpracování těchto výsledků je průměrná hodnota (bez rozdílu pohlaví) 0,2747 s, což po zaokrouhlení odpovídá původní odhadované průměrné reakční době *reat*.

### 9.1.7 VÝSLEDNÁ NEJISTOTA

Jak je uvedeno v kapitole 6.1.3 výsledná relativní nejistota při stanovení průtoku metodou využívající přenosné sestavy s průtokoměrem s pravděpodobností 0,95 je rovna celkové relativní nejistotě stanovenou způsobem B.

$$p_Q = p_{BQ} \quad (9.6)$$

## 9.2 STANOVENÍ MINIMÁLNÍ DOBY MĚŘENÍ PŘENOSNOU SESTAVOU S INSTALOVANÝM PRŮTOKOMĚREM

Pro stanovení doporučeného minimálního časového intervalu, po který je třeba provádět odečet proteklého objemu, aby byla zaručena maximální limitní nejistota pro úřední měření, která je stanovena na hodnotu 2,5 %, byl sestaven parametrický výpočet nejistoty stanovené postupem B.

Pro výpočet nejistoty jsou zvoleny následující parametry:

- $p_{BQkal} = 0,33 \%$
- $p_{Bopa}$ 
  - Pro třídu přesnosti vodoměru 1 = 0,88 %
  - Pro třídu přesnosti vodoměru 2 = 1,78 %
- $p_{BresV}$ 
  - $resV$ 
    - 1 l
    - 10 l
- $p_{Brest}$ 
  - $rest$ 
    - Mechanické stopky = 0,1 s
    - Digitální stopky = 0,01 s
- $p_{Btkal}$ 
  - Mechanické stopky = 0,05 s
  - Digitální stopky = 0,005 s
- $p_{Breat}$ 
  - $reat = 0,4$  s

Výsledky jsou zpracovány přehledně v tabulkách v přílohové části. Vzor těchto tabulek uvádí tabulka 5. Jednotlivé kombinace nejistot, které se mění v závislosti na použitém zařízení, shrnuje tabulka 4. Pro přehlednost jsou tabulky označeny kódem. První číslo značí třídu přesnosti průtokoměru (1 nebo 2). Následující písmeno označuje, zda – li jsou použity k měření digitální (D) či mechanické (M) stopky. Poslední část označuje rozlišitelnost hodnot průtokoměru, označení V1 pro rozlišení ( $resV$ ) 1 l či V10 pro rozlišení ( $resV$ ) 10 l.

Tabulka 4 Kombinace jednotlivých nejstot

Třída průtokoměru	Stopky	Rozlišitelnost $resV$ [l]	Kód tabulky
1	digitální	1	1_D_V1
		10	1_D_V10
	mechanické	1	1_M_V1
		10	1_M_V10
2	digitální	1	2_D_V1
		10	2_D_V10
	mechanické	1	2_M_V1
		10	2_M_V10

Tabulka 5 Vzor tabulky s výslednými nejstotami s označením 1\_D\_V1

		t [s]																			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200
Q [l/s]	0.1	#####	57.8	38.6	28.9	23.2	19.3	16.5	14.5	12.9	11.6	9.7	8.3	7.3	6.5	5.9	4.9	4.2	3.7	3.3	3.0
	0.2	58.1	29.1	19.4	14.6	11.7	9.7	8.4	7.3	6.5	5.9	4.9	4.3	3.8	3.4	3.1	2.6	2.3	2.0	1.9	1.7
	0.3	39.1	19.5	13.0	9.8	7.9	6.6	5.7	5.0	4.4	4.0	3.4	2.9	2.6	2.4	2.2	1.9	1.7	1.5	1.4	1.4
	0.4	29.6	14.8	9.9	7.5	6.0	5.0	4.3	3.8	3.4	3.1	2.6	2.3	2.1	1.9	1.8	1.6	1.4	1.3	1.2	1.2
	0.5	24.0	12.0	8.1	6.1	4.9	4.1	3.6	3.1	2.8	2.6	2.2	2.0	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1
	0.6	20.3	10.2	6.8	5.2	4.2	3.5	3.1	2.7	2.4	2.2	1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1
	0.7	17.8	8.9	6.0	4.5	3.7	3.1	2.7	2.4	2.2	2.0	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0
	0.8	15.9	8.0	5.4	4.1	3.3	2.8	2.5	2.2	2.0	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0
	0.9	14.4	7.3	4.9	3.7	3.0	2.6	2.3	2.0	1.9	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0
	1.0	13.3	6.7	4.5	3.4	2.8	2.4	2.1	1.9	1.7	1.6	1.5	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0
	1.5	10.1	5.1	3.5	2.7	2.2	1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	2.0	8.8	4.5	3.1	2.4	2.0	1.7	1.6	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	2.5	8.1	4.1	2.8	2.2	1.9	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	3.0	7.6	3.9	2.7	2.1	1.8	1.6	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	3.5	7.4	3.8	2.6	2.1	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	4.0	7.2	3.7	2.6	2.0	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	4.5	7.1	3.6	2.5	2.0	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	5.0	7.0	3.6	2.5	2.0	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	6.0	6.9	3.5	2.5	1.9	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	7.0	6.8	3.5	2.4	1.9	1.6	1.5	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
8.0	6.8	3.5	2.4	1.9	1.6	1.5	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
9.0	6.7	3.5	2.4	1.9	1.6	1.5	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
10	6.7	3.4	2.4	1.9	1.6	1.5	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
12	6.7	3.4	2.4	1.9	1.6	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
14	6.7	3.4	2.4	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
16	6.6	3.4	2.4	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
18	6.6	3.4	2.4	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
20	6.6	3.4	2.4	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
22	6.6	3.4	2.4	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
24	6.6	3.4	2.4	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
26	6.6	3.4	2.4	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
28	6.6	3.4	2.4	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
30	6.6	3.4	2.4	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
32	6.6	3.4	2.4	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
35	6.6	3.4	2.4	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
38	6.6	3.4	2.4	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
40	6.6	3.4	2.4	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	

V krajním svislém sloupci jsou uvedeny hodnoty měřených průtoků  $Q$  zvolené v rozsahu  $(0,1 - 40) \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ . Tento interval odráží minimální a maximální průtoky, které lze měřit přenosnou měřicí sestavou s průtokoměrem za použití čerpadla. V horním řádku je doba měření proteklého objemu  $t$  zvolená v intervalu  $(5 - 200) \text{ s}$ . V přílohové části jsou pro přehled uvedeny všechny tabulky s příslušným kódem, včetně pomocných tabulek označených příslušným kódem a přidaným označením (X) viz tabulka 6, kde je možné sledovat velikost dílčích nejistot v závislosti na zvoleném indikačním zařízení pro měření průtoků či času.

Tabulka 6 Význam označení pomocných tabulek v přílohové části

Označení (X)	Pomocná tabulka zobrazující závislost
(2)	nejistoty rozlišitelnosti průtokoměru $p_{BresV}$
(3)	nejistoty rozlišitelnosti stopek $p_{Breat}$
(4)	nejistoty reakční doby operátora $p_{Breat}$

V tabulkách s výslednými nejistotami (celkem 8) jsou barevně vyznačeny hodnoty nejistot přesahující 2,5 %, což je limitní hodnota pro potřeby úředního měření. Tím lze jednoduše odečíst pro příslušný průtok minimální dobu, která je potřebná, aby bylo možné výslednou hodnotu považovat za korektní. Vzhledem k tomu, že jsou hodnoty v tabulkách zobrazeny na jedno desetinné číslo, může se v tabulce vyskytnout hodnota 2,5, která je barevně označená a zároveň stejná hodnota, která již zvýrazněná není. Tato skutečnost je dána právě zobrazením hodnot na jedno desetinné číslo, kdy dochází k pomyslnému zaokrouhlení.

Pro snadnější srovnání jednotlivých dvojic tabulek s výslednými nejistotami jsou výsledky znázorněny graficky v níže uvedených tabulkách kombinací (I-VI). Nejistoty nevyhovující ani v jedné z vybraných dvojic tabulek jsou označeny tmavší, růžovou barvou a hodnoty nevyhovující horší třídě porovnávaného parametru jsou označeny světlejší, žlutou barvou.

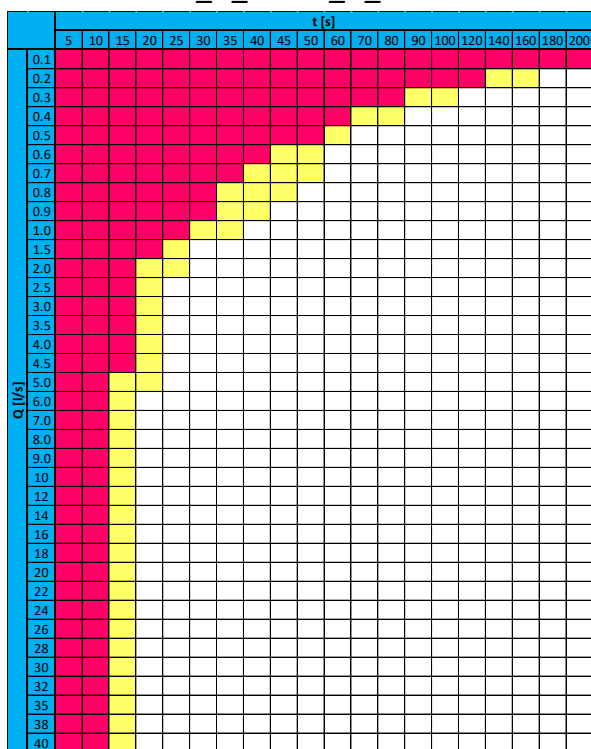
Kombinace (I – IV) porovnávají tabulky lišící se třídou přesnosti vodoměru, ostatní parametry jsou stejné. Růžovou barvou jsou vyznačeny nejistoty nevyhovující ani jedné třídě přesnosti vodoměru. Žlutou barvou jsou vyznačeny hodnoty, které nevyhovují pouze průtokoměru třídy přesnosti 2. Z těchto kombinací lze jasně vidět, že třída průtokoměru má vliv na výsledné nejistoty.

Při srovnání kombinace I a III (nebo II a IV) růžová barva označuje hodnoty, které nevyhoví třídě přesnosti průtokoměru 1, hodnoty nevyhovující třídě přesnosti průtokoměru 2 jsou vyznačeny růžovou a žlutou barvou. Pro výpočet nejistot je zohledněno v případě

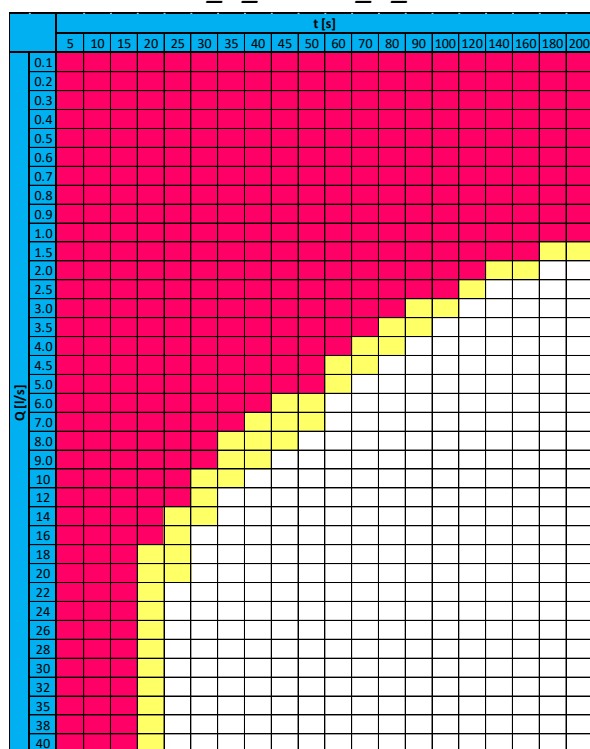
kombinace I (II) použití digitálních stopek, pro kombinace III (IV) použití mechanických stopek. Tyto kombinace vykazují velmi podobné grafické rozdělení vyhovujících a nevyhovujících nejistot, proto docházíme k závěru, že výběr stopek, tj. jejich rozlišitelnost, má na výslednou nejistotu měření minimální vliv.

Růžovou barvou jsou v případě kombinace V vyznačeny hodnoty nevyhovující rozlišitelnosti indukčního zařízení průtoku  $resV\ 1\ l$ , hodnoty označeny růžovou a žlutou barvou nevyhovují rozlišitelnosti indukčního zařízení průtoku  $resV\ 10\ l$  pro třídu přesnosti průtokoměru 1 a použití digitálních stopek. Kombinace VI srovnává třídu přesnosti průtokoměru 2, při použití digitálních stopek, přičemž růžovou barvou jsou označeny hodnoty nevyhovující rozlišitelnost indikačního zařízení průtoku  $resV\ 1\ l$ . Růžovou a žlutou barvou hodnoty nevyhovující rozlišitelnosti  $resV\ 10\ l$ . Z grafického zobrazení nejistot je zřejmé, že rozlišitelnost indikačního zařízení průtokoměru má na velikost výsledné nejistoty zásadní vliv.

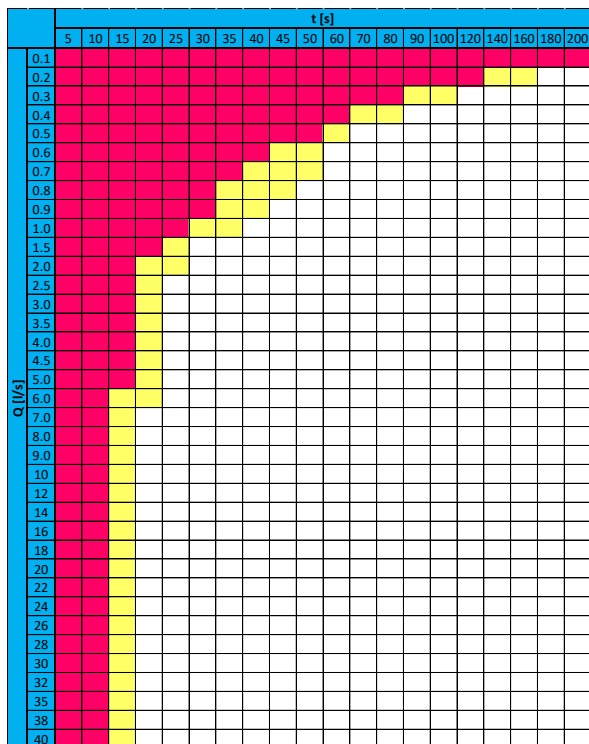
Kombinace I: 1\_D\_V1 a 2\_D\_V1



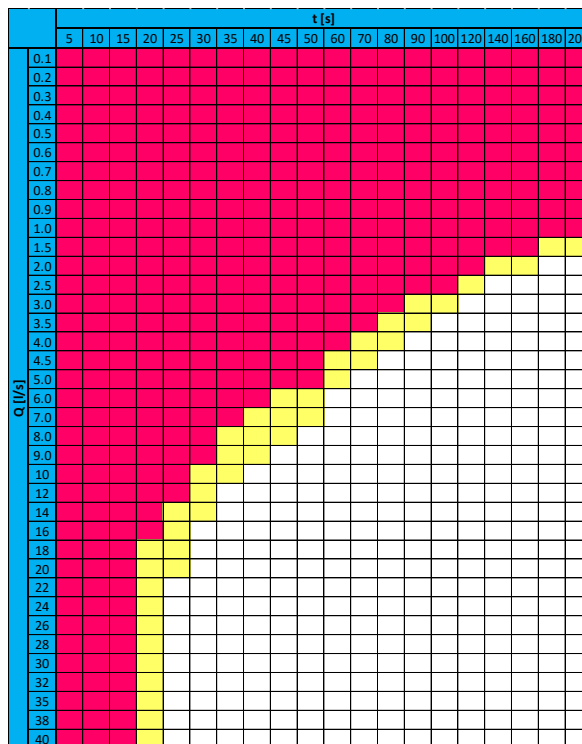
Kombinace II: 1\_D\_V10 a 2\_D\_V10



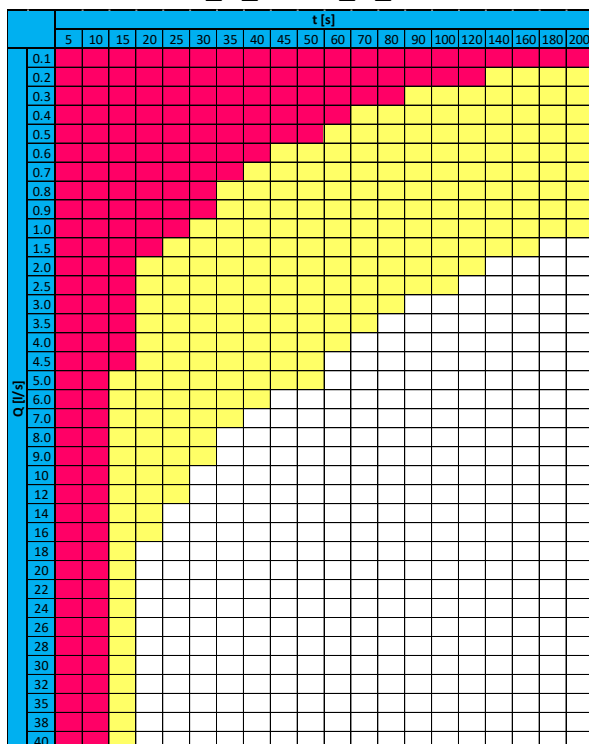
Kombinace III: 1\_M\_V1 a 2\_M\_V1



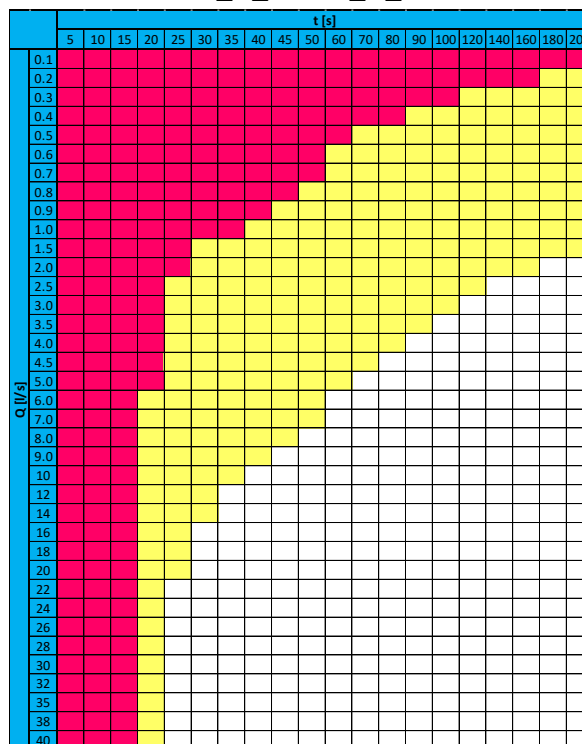
Kombinace IV: 1\_M\_V10 a 2\_M\_V10



Kombinace V: 1\_D\_V1 a 1\_D\_V10



Kombinace VI: 2\_D\_V1 a 2\_D\_V10



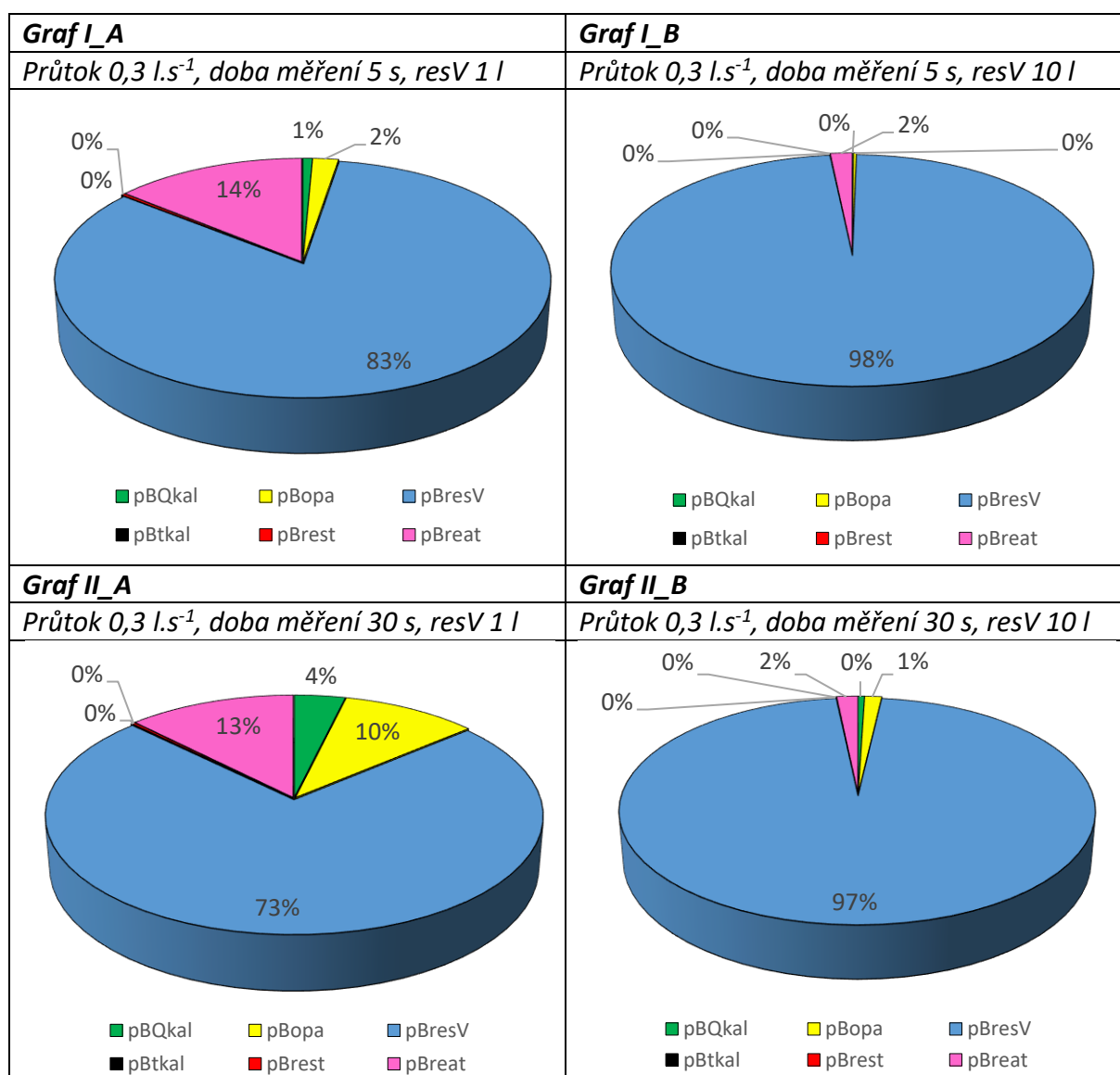
Zajímavé porovnání nabízí grafy, které ukazují procentuální podíl dílčích nejistot ( $p_{BQka}$ ;  $p_{Bopa}$ ;  $p_{BresV}$ ;  $p_{Btkal}$ ;  $p_{Brest}$ ;  $p_{Breat}$ ) na výsledné nejistotě  $p_{BQ}$ . Pro srovnání byly vybrány hodnoty tří průtoků (0,3; 5; 10)  $l \cdot s^{-1}$ , tři doby měření (5; 30; 60) s pro kombinace:

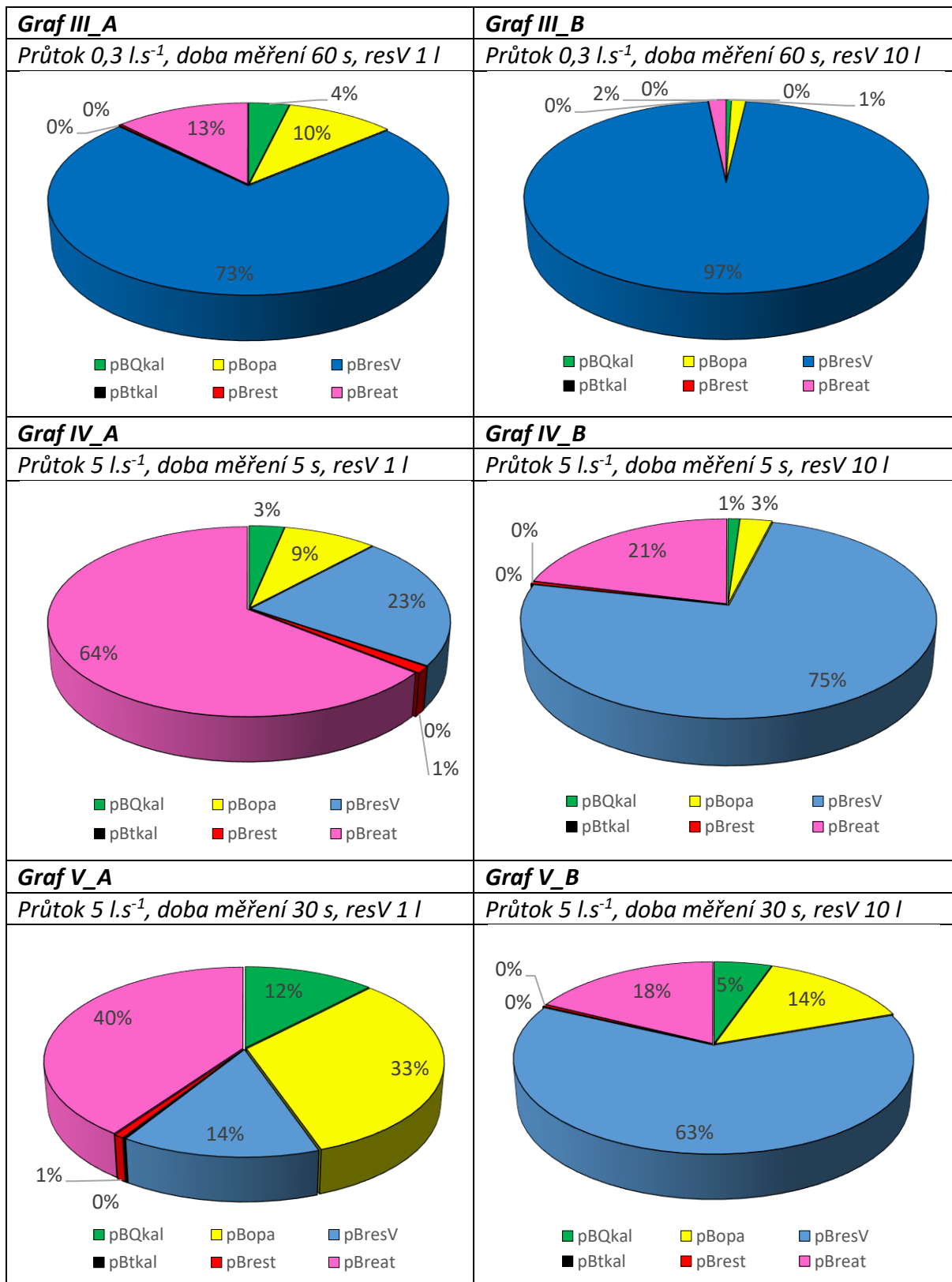
- 1\_D\_V1 – průtokoměr třídy přesnosti 1, digitální stopky, rozlišitelnost 1 l
- 1\_D\_V10 – průtokoměr třídy přesnosti 1, digitální stopky, rozlišitelnost 10 l

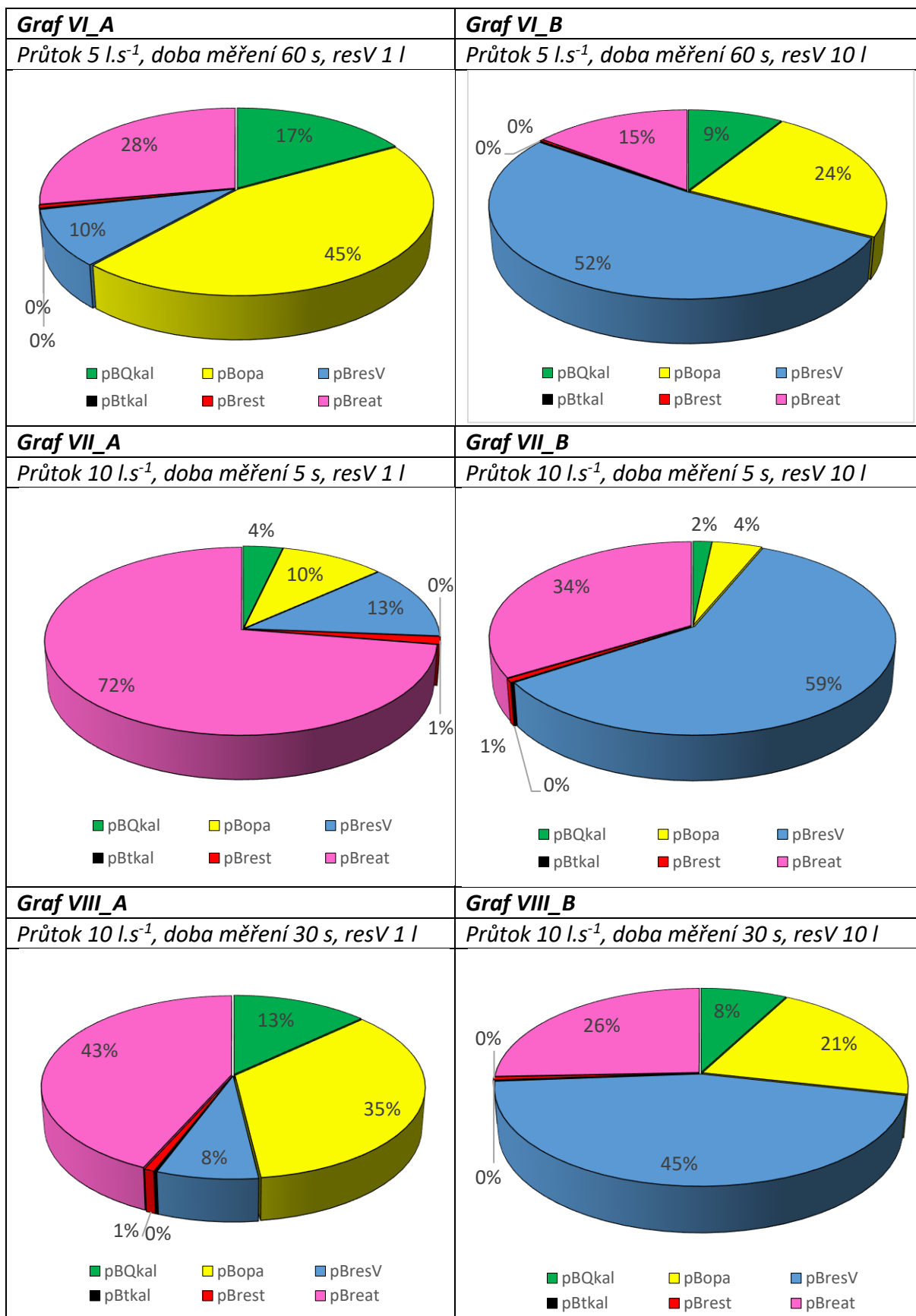
Pro snadnější orientaci jsou grafy označeny příslušným číslem. Označení pro jednotlivé kombinace shrnuje následující tabulka 7.

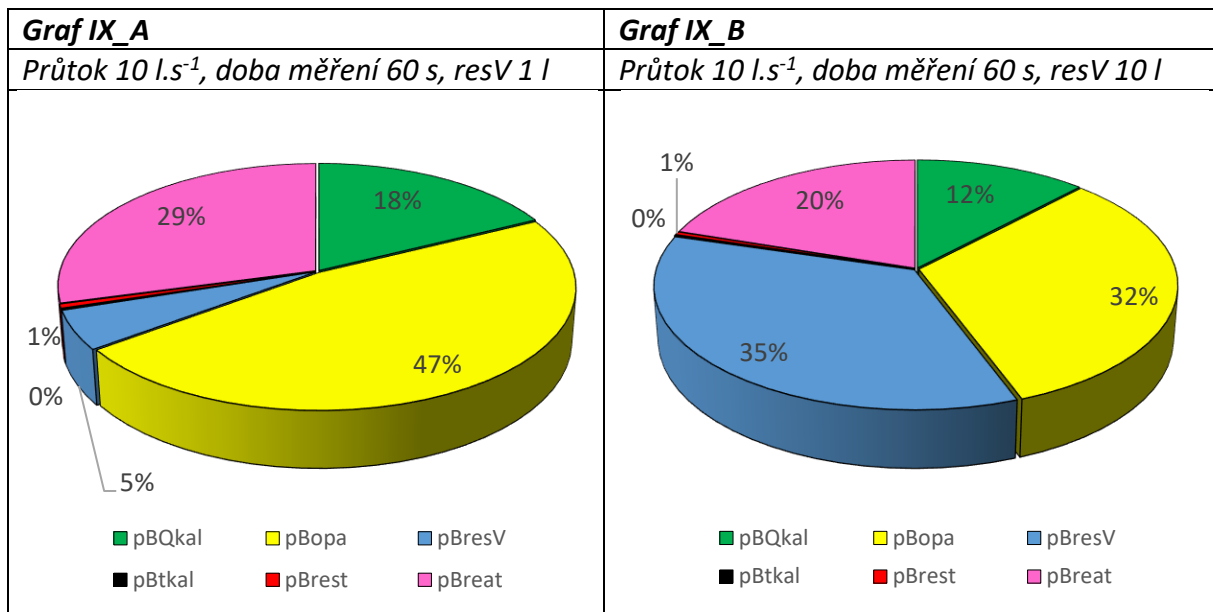
Tabulka 7 Označení dílčích grafů

Průtok [l.s <sup>-1</sup> ]	1_D_V1			1_D_V2		
	Doba měření [s]					
	5	30	60	5	30	60
0,3	I_A	II_A	III_A	I_B	II_B	III_B
5	IV_A	V_A	VI_A	IV_B	V_B	VI_B
10	VII_A	VIII_A	IX_A	VII_B	VIII_B	IX_B





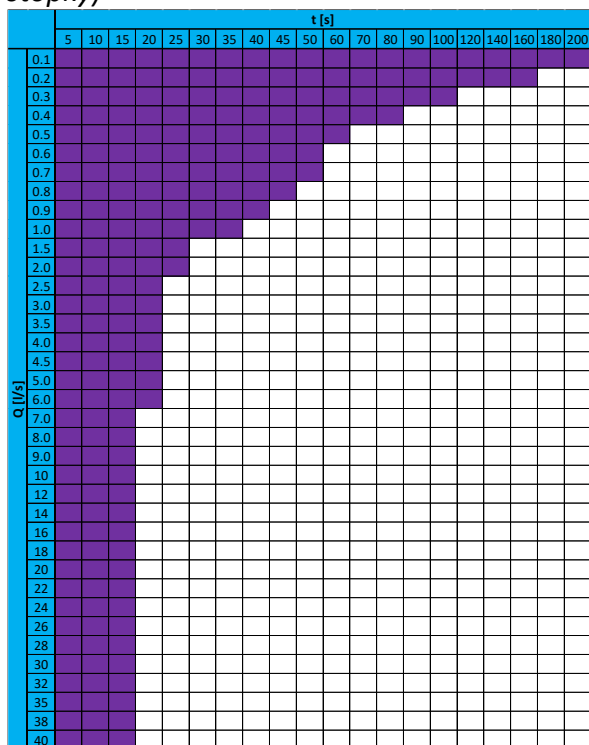




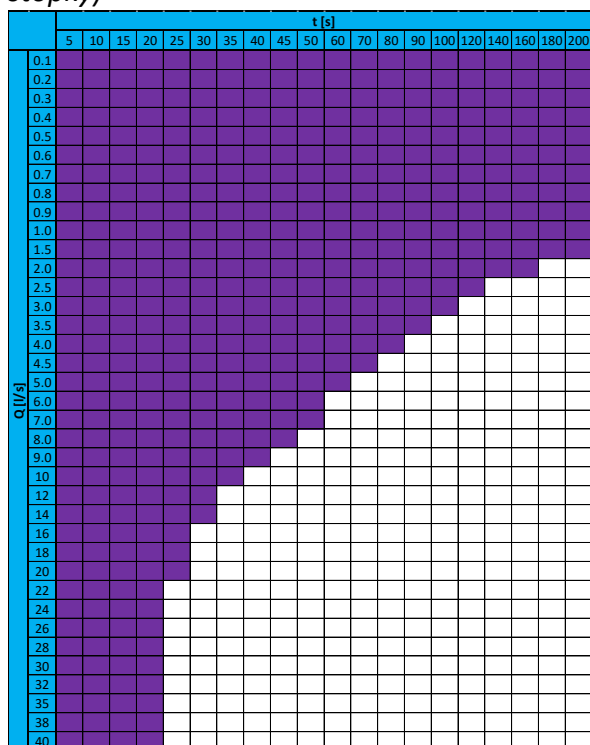
Z grafů I\_A – IX\_A (průtokoměr třídy přesnosti 1 a rozlišitelnost 1 l) vyplývá, že při malých průtocích bez ohledu na dobu měření průtoku převládá nejistota plynoucí z rozlišitelnosti indikačního zařízení průtokoměru. S přibývajícím průtokem a kratší dobou měření začíná převládat nejistota plynoucí z reakční doby operátora. Při delších dobách měření dominuje nejistota plynoucí z opakovatelnosti. Pro grafy I\_B – IX\_B (průtokoměr třídy přesnosti 1 a rozlišitelnost 10 l) převládá nejistota plynoucí z rozlišitelnosti indikačního zařízení průtokoměru, přičemž se poměr této nejistoty s přibývajícím dobou měření a zvyšujícím se průtokem snižuje ve prospěch ostatních nejistot.

Z předcházejících shrnutí vyplývá, že na výslednou nejistotu má zásadní vliv nejistota způsobená rozlišitelností indikačního zařízení průtokoměru. Menší vliv na výslednou nejistotu má také třída přesnosti průtokoměru. V podstatě žádný vliv na výslednou nejistotu má použití digitálních či mechanických stopek. Na základě těchto zjištění vzniklo společné porovnání, tabulek výsledných nejistot, které mají stejnou rozlišitelnost, kdy byl opět využit systém grafického zvýraznění hodnot. V tomto případě jsou však zvýrazněny hodnoty, které nevyhoví alespoň v jedné ze čtyř srovnávaných tabulek. Jinak řečeno nezvýrazněné hodnoty vyhoví limitní nejistotě 2,5 % ve všech tabulkách se stejnou rozlišitelností. Takto je znázorněná grafická hranice mezi vyhovujícími (bílá barva) a nevyhovujícími hodnotami (fialová barva) nejistot.

Srovnání tabulek s rozlišitelností 1 l  
(třída přesnosti 1 a 2, digitální a mechanické stopky)



Srovnání tabulek s rozlišitelností 10 l  
(třída přesnosti 1 a 2, digitální a mechanické stopky)



Nejpřesněji vzniklou grafickou hranici pro rozlišitelnost 1 l kopíruje tabulka 2\_M\_V1, v případě rozlišitelnosti 10 l tabulka 2\_M\_V10. Tento fakt odráží skutečnost, že v těchto tabulkách jsou zvoleny kombinace nejnepříznivějších hodnot tedy průtokoměr třídy 2 při použití mechanických stopek.

Jak již bylo zmíněno výše, aby byl výsledek měření korektní, je nutné pro vybraný průtok odečíst minimální čas v příslušné tabulce. Z praktického hlediska je však tento postup zbytečně složitý. Pro zjednodušení využijeme právě nejnepříznivější tabulky tedy 2\_M\_V1 a 2\_M\_V10, neboť nejistoty v ostatních tabulkách již snadno vyhoví. Takto je tabulce 8<sup>16</sup> vyznačena červená linie pro rozlišitelnost 1 l, a v tabulce 9 pro rozlišitelnost 10 l.

<sup>16</sup> Hodnoty vyšší než 100 % jsou označeny #####

Tabulka 8 Tabulka 2\_M\_V1 s vyznačenou hranicí

		t [s]																			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200
Q [l/s]	0.1	#####	57.9	38.6	29.0	23.2	19.4	16.6	14.6	13.0	11.7	9.8	8.5	7.5	6.7	6.1	5.1	4.5	4.0	3.7	3.4
	0.2	58.1	29.1	19.5	14.6	11.8	9.9	8.5	7.5	6.7	6.1	5.2	4.5	4.1	3.7	3.4	3.0	2.8	2.6	2.4	2.3
	0.3	39.1	19.6	13.1	9.9	8.0	6.8	5.9	5.2	4.7	4.3	3.7	3.3	3.0	2.8	2.7	2.4	2.3	2.2	2.1	2.1
	0.4	29.7	14.9	10.0	7.6	6.2	5.3	4.6	4.1	3.8	3.5	3.1	2.8	2.6	2.4	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0
	0.5	24.1	12.1	8.2	6.3	5.1	4.4	3.9	3.5	3.2	3.0	2.7	2.5	2.4	2.2	2.2	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9
	0.6	20.4	10.3	7.0	5.4	4.5	3.8	3.4	3.1	2.9	2.7	2.5	2.3	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9
	0.7	17.9	9.1	6.2	4.8	4.0	3.5	3.1	2.9	2.7	2.5	2.3	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9
	0.8	16.0	8.1	5.6	4.4	3.7	3.2	2.9	2.7	2.5	2.4	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9
	0.9	14.6	7.4	5.1	4.0	3.4	3.0	2.7	2.6	2.4	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8
	1.0	13.4	6.9	4.8	3.8	3.2	2.9	2.6	2.5	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8
	1.5	10.3	5.4	3.8	3.1	2.7	2.5	2.3	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8
	2.0	9.0	4.8	3.4	2.8	2.5	2.3	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	2.5	8.3	4.4	3.2	2.7	2.4	2.3	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	3.0	7.9	4.2	3.1	2.6	2.4	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	3.5	7.6	4.1	3.1	2.6	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	4.0	7.5	4.0	3.0	2.6	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	4.5	7.3	4.0	3.0	2.5	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	5.0	7.3	4.0	3.0	2.5	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	6.0	7.1	3.9	2.9	2.5	2.3	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	7.0	7.1	3.9	2.9	2.5	2.3	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	8.0	7.0	3.8	2.9	2.5	2.3	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	9.0	7.0	3.8	2.9	2.5	2.3	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	10	7.0	3.8	2.9	2.5	2.3	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	12	6.9	3.8	2.9	2.5	2.3	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	14	6.9	3.8	2.9	2.5	2.3	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	16	6.9	3.8	2.9	2.5	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	18	6.9	3.8	2.9	2.5	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	20	6.9	3.8	2.9	2.5	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	22	6.9	3.8	2.9	2.5	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	24	6.9	3.8	2.9	2.5	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	26	6.9	3.8	2.9	2.5	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	28	6.9	3.8	2.9	2.5	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	30	6.9	3.8	2.9	2.5	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	32	6.9	3.8	2.9	2.5	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	35	6.9	3.8	2.9	2.5	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	38	6.9	3.8	2.9	2.5	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	40	6.9	3.8	2.9	2.5	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8

Tabulka 9 Tabulka 2\_M\_V10 s vyznačenou hranicí

		t [s]																			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200
Q [V/s]	0.1	####	####	####	####	####	####	####	####	####	96.2	82.5	72.2	64.2	57.8	48.1	41.3	36.1	32.1	28.9	
	0.2	####	####	####	####	####	96.2	82.5	72.2	64.2	57.8	48.1	41.3	36.1	32.1	28.9	24.1	20.7	18.1	16.1	14.5
	0.3	####	####	####	96.3	77.0	64.2	55.0	48.2	42.8	38.5	32.1	27.6	24.1	21.5	19.3	16.1	13.9	12.2	10.8	9.8
	0.4	####	####	96.3	72.2	57.8	48.2	41.3	36.1	32.1	28.9	24.1	20.7	18.1	16.1	14.6	12.2	10.5	9.2	8.2	7.4
	0.5	####	####	77.0	57.8	46.2	38.5	33.1	28.9	25.7	23.2	19.3	16.6	14.6	13.0	11.7	9.8	8.4	7.4	6.7	6.1
	0.6	####	96.3	64.2	48.2	38.6	32.1	27.6	24.1	21.5	19.3	16.1	13.9	12.2	10.9	9.8	8.2	7.1	6.3	5.6	5.1
	0.7	####	82.6	55.1	41.3	33.1	27.6	23.7	20.7	18.4	16.6	13.9	11.9	10.5	9.3	8.5	7.1	6.2	5.5	4.9	4.5
	0.8	####	72.3	48.2	36.2	29.0	24.1	20.7	18.2	16.2	14.6	12.2	10.5	9.2	8.2	7.4	6.3	5.5	4.9	4.4	4.0
	0.9	####	64.3	42.9	32.2	25.8	21.5	18.4	16.2	14.4	13.0	10.9	9.4	8.2	7.4	6.7	5.7	4.9	4.4	4.0	3.7
	1.0	####	57.9	38.6	29.0	23.2	19.4	16.6	14.6	13.0	11.7	9.8	8.5	7.5	6.7	6.1	5.1	4.5	4.0	3.7	3.4
	1.5	77.3	38.7	25.8	19.4	15.6	13.0	11.2	9.8	8.8	7.9	6.7	5.8	5.2	4.7	4.3	3.7	3.3	3.0	2.8	2.6
	2.0	58.1	29.1	19.5	14.6	11.8	9.9	8.5	7.5	6.7	6.1	5.2	4.5	4.1	3.7	3.4	3.0	2.8	2.6	2.4	2.3
	2.5	46.7	23.4	15.7	11.8	9.5	8.0	6.9	6.1	5.5	5.0	4.3	3.8	3.4	3.2	3.0	2.7	2.5	2.3	2.2	2.2
	3.0	39.1	19.6	13.1	9.9	8.0	6.8	5.9	5.2	4.7	4.3	3.7	3.3	3.0	2.8	2.7	2.4	2.3	2.2	2.1	2.1
	3.5	33.7	16.9	11.4	8.6	7.0	5.9	5.1	4.6	4.2	3.8	3.3	3.0	2.8	2.6	2.5	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0
	4.0	29.7	14.9	10.0	7.6	6.2	5.3	4.6	4.1	3.8	3.5	3.1	2.8	2.6	2.4	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0
	4.5	26.6	13.4	9.0	6.9	5.6	4.8	4.2	3.8	3.5	3.2	2.9	2.6	2.5	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9
	5.0	24.1	12.1	8.2	6.3	5.1	4.4	3.9	3.5	3.2	3.0	2.7	2.5	2.4	2.2	2.2	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9
	6.0	20.4	10.3	7.0	5.4	4.5	3.8	3.4	3.1	2.9	2.7	2.5	2.3	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9
	7.0	17.9	9.1	6.2	4.8	4.0	3.5	3.1	2.9	2.7	2.5	2.3	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9
	8.0	16.0	8.1	5.6	4.4	3.7	3.2	2.9	2.7	2.5	2.4	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9
	9.0	14.6	7.4	5.1	4.0	3.4	3.0	2.7	2.6	2.4	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8
	10	13.4	6.9	4.8	3.8	3.2	2.9	2.6	2.5	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8
	12	11.8	6.1	4.3	3.4	3.0	2.7	2.5	2.3	2.2	2.2	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8
	14	10.7	5.6	4.0	3.2	2.8	2.5	2.4	2.2	2.2	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8
	16	10.0	5.2	3.7	3.0	2.7	2.4	2.3	2.2	2.1	2.1	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8
	18	9.4	5.0	3.6	2.9	2.6	2.4	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8
	20	9.0	4.8	3.4	2.8	2.5	2.3	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	22	8.7	4.6	3.4	2.8	2.5	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	24	8.4	4.5	3.3	2.7	2.4	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	26	8.2	4.4	3.2	2.7	2.4	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	28	8.0	4.3	3.2	2.7	2.4	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	30	7.9	4.2	3.1	2.6	2.4	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	32	7.8	4.2	3.1	2.6	2.4	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	35	7.6	4.1	3.1	2.6	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	38	7.5	4.1	3.0	2.6	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	40	7.5	4.0	3.0	2.6	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8

Na základě linie vyznačené v tabulce 2\_M\_V1 lze minimální dobu měření volit způsobem uvedený v tabulce 10 v případě rozlišitelnosti indikačního zařízení průtokoměru  $resV = 1$  l. Pro průtoky od  $0,2 \text{ l.s}^{-1}$  (včetně) do  $0,5 \text{ l.s}^{-1}$  (včetně) je doporučená minimální doba měření 160 s. Pro průtoky od  $0,5 \text{ l.s}^{-1}$  do  $1,0 \text{ l.s}^{-1}$  včetně je doporučená doba měření 60 s. Pro vyšší průtoky než  $1 \text{ l.s}^{-1}$  je doporučená minimální doba 25 s. Většina autorizovaných subjektů používající předmětnou metodu má přenosné měřicí sestavy splňující výše uvedené parametry jednotlivých vstupních zdrojů nejistot. Mohou proto využít hodnoty uvedené v tabulce 10 a tím úředním měřičům zjednodušit jejich výpočty.

Tabulka 10 Doporučené minimální časy měření pro  $resV = 1$  l

Rozsah měřených průtoků $Q$ [ $\text{l.s}^{-1}$ ]		Minimální doba měření $t_{min}$ [s]
od	do	
0,2 včetně	0,5 včetně	160
0,5	1,0 včetně	60
1,0	40,0	25

Pokud by mělo indikační zařízení rozlišitelnost 10 l jsou doporučené minimální doby měření výrazně delší a minimální měřitelný průtok, při kterém je splněna limitní nejistota odpovídá  $2 \text{ l.s}^{-1}$ . Od tohoto průtoku do  $5 \text{ l.s}^{-1}$  je doporučená minimální doba měření 160 s, od průtoku  $5 \text{ l.s}^{-1}$  (včetně) do  $10 \text{ l.s}^{-1}$  je doporučená minimální doba měření 60 s a pro průtoky od  $10 \text{ l.s}^{-1}$  (včetně) je doporučená minimální doba měření 35 s, jak ukazuje tabulka 11.

Tabulka 11 Doporučené minimální časy měření pro  $resV = 10$  l

Rozsah měřených průtoků $Q$ [ $\text{l.s}^{-1}$ ]		Minimální doba měření $t_{min}$ [s]
od	do	
2,0 včetně	5,0	160
5,0 včetně	10,0	60
10,0 včetně	40,0	35

### 9.3 CENOVÉ A CELKOVÉ ZHODNOCENÍ VYBRANÝCH PRŮTOKOMĚŘŮ

Průtokoměr, jak již bylo řečeno, tvoří nejdůležitější součást přenosné měřicí sestavy. Technické a metrologické požadavky na jednotlivé průtokoměry jsou uvedeny v kapitole 8.1, avšak nejen tyto požadavky ovlivňují finální výběr vybraného průtokoměru. Velice důležitou roli hraje cena jednotlivých typů průtokoměru. Následující kapitola se věnuje cenovému a v souvislosti se stejnými vstupními požadavky na průtokoměr i celkovému zhodnocení vybraných průtokoměrů.

Pro srovnání byly vybrány následující průtokoměry:

- indukční;
- ultrazvukový;
- hmotnostní (Coriolisův);
- turbínkový (vodoměr).

Společné požadavky:

- napájecí napětí 230 V;
- DN 50;
- Připojení – přírubové PN 10;
- čistá voda s teplotou do 30 °C.

Cenovou nabídku pro první tři zmíněné průtokoměry vypracoval obchodně-technický zástupce firmy KROHNE CZ, spol. s r.o. Pavel Lapuník. Hodnoty pro turbínkový průtokoměr jsou převzaty z prospektu firmy KAPKA spol. s r.o.

#### **Indukční průtokoměr OPTIFLUX 2300 C**



Kompaktní provedení: snímač OPTIFLUX 2000; převodník IFC 300 C

Přesnost měření  $\pm 0,2$  % z měřené hodnoty  $\pm 1 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$

Třída průtokoměru: 2

Pro DN 50 je  $Q_3 = 40 \text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$  a  $R = 400$

Rovné úseky potrubí: min. 5x DN před a 2x DN za přístrojem

Stavební délka: 200 mm

Katalogová cena: 2 568 € (65 472 Kč)

#### **Ultrazvukový průtokoměr: OPTISONIC 3400 C**



Kompaktní provedení: snímač OPTISONIC 3000; převodník UFC 400 C

Přesnost měření  $\pm 0,3$  % z měřené hodnoty  $\pm 2 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$

Třída průtokoměru: 2

Pro DN 50 je  $Q_3 = 71 \text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$  a  $R = 100$

Rovné úseky potrubí: min. 5x DN před a 3x DN za přístrojem

Stavební délka: 300 mm

Katalogová cena: 3 493 € (89 054 Kč)

### Hmotnostní průtokoměr OPTIMASS MFM 6400 C – S50



Kompaktní provedení, snímač OPTIMASS 6000; převodník MFC 400 C

Přesnost měření  $\pm 0,1 \%$

Třída průtokoměru: 1<sup>17</sup>

Pro DN 50 je  $Q_n^{18} = 20 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$

Rovné úseky potrubí: nejsou potřebné

Stavební délka: 715 mm

Katalogová cena: 9 480 € (241 693 Kč)

### Turbínkový průtokoměr SENSUS MeiStream



Průmyslový vodoměr na studenou pitnou vodu

Třída průtokoměru: 2

Pro DN 50 je  $Q_3 = 40 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  a  $R = 100$

Rozběh  $0,05 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$

Rovné úseky potrubí: min. 3 x DN před; bezprostředně za vodoměrem žádná skoková změna průřezu potrubí

Stavební délka: 200 mm

Katalogová cena: 9450 Kč

K cenové nabídce pan Lapuník dodává: „Na vodu se používají jako stanovená měřidla pouze indukční průtokoměry. Jsou na to určeny a jsou nejlevnější. Je možné vyrobit „typovku“ i na jiné přístroje, ale je nutné zaplatit výluhové testy, typovou zkoušku, tj. řádově několik set tisíc korun. Tyto přístroje se však neprodají, protože jsou pro vodní hospodářství drahé. Ultrazvukové průtokoměry se používají v průmyslu na měření teplé vody a topné vody, neboť zde není problém s financováním. Hmotnostní průtokoměry se používají na kapaliny, které jsou drahé a je nutné je přesně měřit (chyba řádově 1 kg na tunu). Jedná se o produkty z ropy (např. benzín, nafta, LPG, líh) a pro přesné měření ve farmaceutickém průmyslu při dávkování kosmetiky. „

Na základě předchozích informací o jednotlivých průtokoměrech a dodatku pana Lapuníka můžeme konstatovat, že je teoreticky možné použít všechny typy průtokoměrů pro použití v přenosné sestavě.

<sup>17</sup> Typové zkoušky na vodu se neprovádějí, proto není možné rozdělení na třídy přesnosti. Pro měření vody se používají pouze ve speciálních případech. Bezpečně však „patří“ do třídy přesnosti 1.

<sup>18</sup> Absence typových zkoušek, z toho důvodu  $R$  neexistuje a  $Q_3$  je nahrazen jmenovitým průtokem  $Q_n$ .

Z hlediska finančního se jeví jako nejvýhodnější turbínkový průtokoměr, který má však značné nevýhody zmíněné v kapitole 2.5. Tento průtokoměr je vhodný spíše pro měření proteklého objemu, neboť nedokáže zobrazit aktuální průtok. V posuzované metodě jde o řízenou simulaci požadovaného průtoku pomocí přenosné měřicí sestavy. U kontrolního měření dochází k porovnání hodnoty průtoku, kterou vykazuje kontrolované měřidlo s hodnotou simulovanému průtoku simulovanou (vykazovanou) měřicí sestavou. Z těchto důvodů je použití turbínkového průtokoměru nevhodné. Orientační zobrazení okamžitého průtoku je výraznou nevýhodou. Zásadním negativem je výrazná místní ztráta mechanické energie.

Z praktického hlediska se nejvíce využívá pro přenosné měřicí sestavy indukčních průtokoměrů, neboť jsou přesné, spolehlivé a jsou určeny pro všestranné použití ve vodním hospodářství. Pro měření studené vody jsou jejich parametry srovnatelné s ultrazvukovými či hmotnostními průtokoměry. Výhodou je však jejich cena.

## 10 ZÁVĚR

Náplní diplomové práce bylo podrobně posoudit metodu úředního měření využívající přenosnou měřicí sestavu s průtokoměrem, neboť se jedná o poměrně novou měřicí metodu úředního měření, která nalézá své uplatnění při měření v profilech s volnou hladinou. Tato metoda se liší od ostatních metod úředního měření, neboť se jedná o řízenou simulaci požadovaného průtoku v místě měrného profilu. Průtok vyskytující se v daném měrném profilu se přímo reguluje a měří.

Úvodní část této práce předkládá základní principy, na kterých je tato metoda založená a zároveň ukazuje vztah této metody k ostatním metodám úředního měření. Následně je věnována pozornost obecnému rozdělení, charakteristice a základním požadavkům na průtokoměr, coby nejdůležitější části měřicí sestavy. Aby získané hodnoty z pohledu úředního měření byly korektní, je třeba znát i jejich nejistoty. Právě jejich obecnému rozdělení a aplikaci v rámci předložené metody jsou věnovány poslední kapitoly teoretické části této práce.

Technické a metrologické požadavky na jednotlivé prvky měřicí sestavy jsou již součástí experimentální části a navazují na poznatky uvedené v části teoretické, které déle analyzují, upřesňují a realizují v rámci vhodně vybraných typů průtokoměrů. Při splnění těchto požadavků přenosnou měřicí sestavou mohou být nejistoty měření určeny a vyčísleny způsobem, který předkládá tato práce.

Aby výsledná nejistota pro konkrétně zvolený měřený průtok splnila limitní nejistotu úředního měření, je stanovena minimální doba měření. Veškeré tabelárně zpracované výpočty jsou uvedeny v přílohové části této práce. Z praktického hlediska je však tento postup zbytečně složitý a komplikovaný. Pro zjednodušení výpočtů úředních měřičů vznikly na základě vyhodnocení všech zkoumaných výsledných nejistot doporučené minimální časy měření, které jsou rozděleny do tří intervalů na základě velikosti průtoku. Minimální doba měření pro průtoky v rozsahu od  $0,2 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$  (včetně) do  $0,5 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$  je 160 s. Pro průtoky od  $0,5 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$  (včetně) do  $1,0 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$  (včetně) je doporučený minimální čas měření 60 s. Pro průtoky nad hodnotu  $1 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$  do  $40 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$  je doporučeno měřit alespoň 25 s. Tyto výsledky byly taktéž doporučeny v [10] a jsou aplikovány v metrologickém předpisu MP 010 [11].

Poslední část experimentální práce tvoří cenové a celkové zhodnocení vybraných průtokoměrů, konkrétně se jedná o indukční, ultrazvukový, hmotnostní a turbínový průtokoměr. V závislosti na poznatcích uvedených v této části se jako nejvýhodnější jeví použití indukčních průtokoměrů. Tento závěr potvrzuje i skutečnost, že jsou tyto průtokoměry v přenosných měřicích sestavách používány nejčastěji.

## 11 POUŽITÉ ZDROJE

- [1] ČSN EN ISO 4064 - Vodoměry pro studenou a teplou vodu, část 1. 2015.
- [2] ČSN EN ISO 4064 - Vodoměry pro studenou a teplou vodu, část 2. 2015.
- [3] Daďo, Stanislav; Bejček, Ladislav; Platil, Antonín. *Měření průtoků a výšky hladiny*. Praha : BEN – technická literatura, 2005. ISBN 80-7300-156-X.
- [4] Kadlec, Karel. Coriolisovy průtokoměry. *Automa časopis pro autorizační techniku*. 2010.
- [5] Kadlec, Karel. Indukční průtokoměr – princip, vlastnosti a použití. *Automa časopis pro autorizační techniku*. 2012.
- [6] Kadlec, Karel. Ultrazvukové průtokoměry – princip, vlastnosti a použití. *Automa časopis pro autorizační techniku*. 2013.
- [7] Kadlec, Karel. Vírové průtokoměry – princip, vlastnosti a použití. *Automa časopis pro autorizační techniku*. 2014.
- [8] Lapuník, Pavel. Nabídka přístrojů č. NB17PL508. Brno, 2017.
- [9] Ludwig, Erich. *Limitní nejistoty měření a maximální dovolené chyby měřidel pro výkon úředního měření. Program rozvoje metrologie ÚNMZ 2014*. Praha, 2014.
- [10] Metoda využívající přenosnou sestavu s průtokoměrem. *Program rozvoje metrologie 2016, Nové metody úředního měření použitelné pro oblast měření průtoku v profilech s volnou hladinou*. Brno, 2016.
- [11] MP 010 Úřední měření průtoku vody v profilech s volnou hladinou. Brno : Český metrologický institut, 2017.
- [12] Němeček, Pavel. *Nejistoty měření*. Praha : Česká společnost pro jakost, o.s., 2008.
- [13] OPTIFLUX 2000. *Prospekt*. Krohne, 2010.
- [14] OPTIMASS 6000. *Prospekt*. Krohne, 2013.
- [15] OPTISONIC 3400. *Prospek*. Krohne, 2016.
- [16] Provádění kalibrace a posuzování funkční způsobilosti měřicích systémů. *Ústav vodních staveb, Fakulta stavební, Vysoké učení technické v Brně*. [Online] [Citace: 21. říjen 2017.] <http://www.fce.vutbr.cz/VST/lvv/zpusobilost.pdf>.

- [17] Reakční doba řidiče. *Nehoda.eu*. [Online] 9. květen 2013. [Citace: 2. leden 2018.] <http://www.nehoda.eu/?p=167>.
- [18] Sajdl, Jan. Reakční doba řidiče. *Autolexicon.net*. [Online] [Citace: 2. leden 2018.] <http://www.autolexicon.net/cs/articles/reakcni-doba-ridice/>.
- [19] SENSUS MeiStream velký vodoměr na studenou pitnou vodu. *Kapka spol. s.r.o. opravy, ověření a prodej vodoměrů*. [Online] [Citace: 1. leden 2018.] [http://www.kapka-vodomery.cz/download/vodomery/prumyslove/sensus\\_meistream.pdf](http://www.kapka-vodomery.cz/download/vodomery/prumyslove/sensus_meistream.pdf).
- [20] *Studijní materiál pro uchazeče o certifikát odborné způsobilosti pro výkon funkce: vedoucího AMS, výkonného pracovníka AMS, úřední měřiče: Část 3 - Všeobecná metrologie*. Brno : Český metrologický institut, 2009.
- [22] Úřední měření. *MIFLOW*. [Online] [Citace: 27. listopad 2017.] [http://www.miflow.cz/uredni\\_mereni](http://www.miflow.cz/uredni_mereni).
- [23] Valdová, Klára. Posouzení metody stanovení průtoku jímáním kapaliny do odměrné nebo vážící nádoby. *Diplomová práce*. Brno, 2016.
- [24] Zákon č. 505/1990 Sb., o metrologii, ve znění pozdějších předpisů. *Základní právní předpisy pro metrologii, školící materiál ČMI*. Brno : Český metrologický institut, 2015. Sv. sešit A.
- [25] Zpravodaj pro obast měření a regulace; Měření průtoků a měření výšky hladiny, číslo 4. *Omega Engineering*. [Online] [Citace: 18. listopad 2017.] <http://docplayer.cz/2635161-Mereni-prutoku-mereni-vysky-hladiny-cislo-4-www-omegaeng-cz-e-mail-finfo-newport-cz.html>.
- [26] Žoužela, Michal. Metodický návod pro výpočet nejistot při provádění měření za účelem stanovení průtoků v rámci posuzování funkční způsobilosti měřidel. Brno : Ústav vodních staveb, Laboratoř vodohospodářského výzkumu, Fakulta stavební VUT v Brně, 2001. 2. vydání.

## 12 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Označení	Popis	Jednotky
$A$	plocha škrťícího otvoru	[m <sup>2</sup> ]
AKL	akreditovaná kalibrační laboratoř	
AMS	akreditované metrologické středisko	
$B$	indukce magnetického pole	[T]
$c$	rychlost šíření ultrazvuku v daném prostředí	[m.s <sup>-1</sup> ]
$C$	průtokový součinitel škrťícího orgánu	
$d$	charakteristický rozměr přepážky	[mm]
$d$	průměr kruhového potrubí	
$D$	třída citlivosti (za měřidlem)	[-]
$D$	světlost potrubí	[mm]
$DN$	vnitřní průměr potrubí	[-], [mm]
$E$	intenzita elektrického pole	[V.m <sup>-1</sup> ]
$E_r$	relativní chyba průtokoměru stanovená při jeho kalibraci	[-]
$f$	frekvence impulzů	[Hz]
$F_e$	elektrická síla	[N]
$F_m$	síla vyvolaná magnetickým polem	[N]
$k$	koeficient rozšíření	[-]
$K_t$	součinitel turbínového snímače	
$K$ - faktor	charakterizuje vírový průtokoměr	
$k_{Er}$	korelační faktor stanoveného průtoku $Q_i$	[-]
$k_U$	koeficient rozšíření	[-]
$L$	vzdálenost vysílače a přijímače	[m]
<b><math>M</math></b>	moment síly	[Nm]
$MPE$	maximální dovolená chyba (maximum permissible error).	
$n$	počet měření parametru	
$p$	hydrostatický tlak	[Pa]
$p_{Binst}$	nejistota zohledňující vliv instalace průtokoměru do přenosné sestavy	[%]
$p_{Bopa}$	nejistota zohledňující opakovatelnost hodnot vykazovaných indikačním zařízením průtokoměru	[%]
$p_{BQ}$	celková relativní nejistota určená způsobem B	[%]
$p_{BQkal}$	nejistota kalibrační laboratoře při kalibraci přenosné sestavy	[%]
$p_{Breat}$	nejistota zohledňující reakční dobu operátora při začátku a konci měření času	[%]
$p_{Brest}$	nejistota rozlišení hodnot zobrazovaných indikačním zařízením měřiče času (stopek)	[%]
$p_{BresV}$	nejistota rozlišení hodnot zobrazované indikačním zařízením průtokoměru	[%]
$p_{Btkal}$	nejistota kalibrační laboratoře měřiče času (stopek)	[%]
$p_{BY}$	relativní standardní nejistota typu B	

$p_c$	totálnímu tlak	[Pa]
$p_s$	statický tlak	[Pa]
$p_Q$	výsledná nejistota stanovení průtoku	
$p_{\bar{x}_i}$	relativní směrodatná odchylka výběrového průměru parametru $X_i$	
$p_Y$	příslušná relativní nejistota	[%]
$q$	náboj iontu	
$Q$	průtok indikovaný průtokoměrem	[m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ], [l.s <sup>-1</sup> ]
$Q_1$	minimální průtok	[m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ], [l.s <sup>-1</sup> ]
$Q_2$	přechodný průtok	[m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ], [l.s <sup>-1</sup> ]
$Q_3$	trvalý průtok	[m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ], [l.s <sup>-1</sup> ]
$Q_4$	přetěžovací průtok	[m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ], [l.s <sup>-1</sup> ]
$Q_i$	průtok stanovený indikačním zařízením průtokoměru	[m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ], [l.s <sup>-1</sup> ]
$Q_{kor}$	korigovaný průtok	[m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ], [l.s <sup>-1</sup> ]
$Q_m$	hmotnostní průtok	[kg.h <sup>-1</sup> ]
$Q_{max}$	maximální průtok	[m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ], [l.s <sup>-1</sup> ]
$Q_{min}$	minimální průtok	[m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ], [l.s <sup>-1</sup> ]
$Q_v$	objemovému průtok	[m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ], [l.s <sup>-1</sup> ]
$R$	rozpětí průtokoměru	[-]
$Re$	Reynoldsovo číslo	
$reat$	očekávaná reakční doba	[s]
$rest$	rozlišitelnosti měřiče času (stopek)	[s]
$resV$	rozlišitelnost indikace objemu u měřidla	[l]
$S$	průtočná plocha	[m <sup>2</sup> ]
$S_{tr}$	Strouhalovo číslo	
$S_{\bar{x}}$	směrodatná odchylka výběrového průměru	
$S_{x_i}$	směrodatná odchylka parametru $X_i$	
$t$	časový interval mezi začátkem a koncem měření	[s]
$t_1$	doba mezi vysláním a přijmutím impulzu pro dvojici V1, P1	[s]
$t_2$	doba mezi vysláním a přijmutím impulzu pro dvojici V2, P2.	[s]
$u$	rychlost detektoru	[m.s <sup>-1</sup> ]
$U$	třída citlivosti (před měřidlem)	
$U$	rozšířená nejistota	
$U$	napětí	[V]
$u_A$	standardní nejistota určená způsobem A	
$u_{B_i}$	standardní nejistota i-tého zdroje	
$u_{Bmax}$	největší nejistota zdroje z vybrané skupiny	
$u_B$	standardní nejistota určená způsobem B	
$u_C$	standardní kombinovaná nejistota	
$u_{Res}$	standardní nejistota rozlišitelnosti	
$v$	rychlost	[m.s <sup>-1</sup> ]
$V_a$	referenční objem proteklý zkušební laboratoří	[m <sup>3</sup> ], [l]

$V_{kon}$	hodnota proteklého objemu zobrazovaná indukčním zařízením průtokoměru na konci měření	[m <sup>3</sup> ], [l]
$V_i$	celkový proteklý objem indikovaný průtokoměrem	[m <sup>3</sup> ], [l]
$\bar{v}$	střední rychlosti proudící tekutiny	
$\bar{v}_s$	skutečná střední průřezová rychlost	[m.s <sup>-1</sup> ]
$V_{zač}$	hodnota proteklého objemu zobrazovaná indukčním zařízením průtokoměru na začátku měření	[m <sup>3</sup> ], [l]
$X_1, \dots, X_m$	nezávislé parametry	
$Y$	funkce, která je funkcí nezávislých parametrů	
$\hat{y}$	hledaná hodnota funkce $Y$	
$Z_{Xmax}$	rozsah změn odchylek	
$\alpha$	úhel, který svírá vektor rychlosti pohybu detektoru s osou zdroje	[°]
$\sigma_Q$	směrodatná odchylka tří po sobě jdoucích měření	
$\sigma^2$	rozptyl	
$\rho$	hustota kapaliny	[kg.m <sup>-3</sup> ]
$\varepsilon$	rozdělení hustoty pravděpodobnosti	
$\varepsilon$	expanzní součinitel	
$\eta$	dynamická viskozita	[Nsm <sup>-2</sup> ]
$\omega$	obvodová rychlost	[m.s <sup>-1</sup> ]
$\Delta F_c$	Coriolisova síla	[N]
$\Delta p$	diferenční tlak	[Pa]
$\Delta t$	doba mezi vysláním a příjmem signálu pro jednotlivé dvojice	[s]

## 13 SEZNAM POUŽITÝCH VZTAHŮ PRO ZPRACOVÁNÍ DAT

V této kapitole je uveden seznam vztahů, které byly použity při zpracování nejistot měření.

- 1) Princip stanovení průtoku metodou využívající přenosnou měřicí sestavu

$$Q_i = \frac{V_{kon} - V_{zač}}{t} = \frac{V_i}{t} = V_i \cdot t^{-1} \quad (6.1)$$

- 2) *Určení celkové relativní pro nejistoty stanovené postupem B*

$$p_{BQ} = \sqrt{p_{BQkal}^2 + p_{Binst}^2 + p_{Bopa}^2 + p_{BresV}^2 + p_{Btkal}^2 + p_{Brest}^2 + p_{Breat}^2} \quad (6.2)$$

- 3) *Určení výsledné nejistoty měření průtoku*

$$p_Q = p_{BQ} \quad (6.3)$$

- 4) *Určení nejistoty zohledňující opakovatelnost hodnot vykazovaných průtokoměrem třídy přesnosti 1*

$$p_{Bopa} = k_U \cdot k \cdot \frac{\sigma_Q}{\sqrt{n}} = 2 \cdot 2,3 \cdot \frac{0,33}{\sqrt{3}} = 0,88 \% \quad (9.1)$$

- 5) *Určení nejistoty zohledňující opakovatelnost hodnot vykazovaných průtokoměrem třídy přesnosti 2*

$$p_{Bopa} = k_U \cdot k \cdot \frac{\sigma_Q}{\sqrt{n}} = 2 \cdot 2,3 \cdot \frac{0,67}{\sqrt{3}} = 1,78 \% \quad (9.2)$$

- 6) *Určení nejistoty zohledňující rozlišení hodnot zobrazovaných indikačním zařízením průtokoměru*

$$p_{BresV} = \frac{k \cdot u_{Res}}{V_{kon} - V_{zač}} \cdot 100 = \frac{2 \cdot resV}{2\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{Q \cdot t} \cdot 100 \quad (9.3)$$

- 7) *Určení nejistoty zohledňující rozlišení hodnot zobrazovaných indikačním zařízením měřiče času (stopek)*

$$p_{Brest} = \frac{2 \cdot rest}{2\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{t} \cdot 100 \quad (9.4)$$

- 8) *Určení nejistoty zohledňující reakční dobu operátora*

$$p_{Breat} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{2 \cdot reat}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{t} \cdot 100 \quad (9.5)$$

## 14 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Použití přenosné sestavy s indukčním průtokoměrem při praktickém měření, zdroj: [10] .....	16
Obrázek 2 Rozdělení průtokoměrů dle měřené veličiny.....	19
Obrázek 3 Rovnice kontinuity; zdroj: <a href="http://www.sszdra-karvina.cz">http://www.sszdra-karvina.cz</a> .....	21
Obrázek 4 Bernoulliho rovnice; zdroj: <a href="http://if.vsb.cz">http://if.vsb.cz</a> .....	22
Obrázek 5 Nereversibilní tlaková ztráta .....	23
Obrázek 6 Příklady škrtících orgánů, zdroj: <a href="http://docplayer.cz">http://docplayer.cz</a> .....	24
Obrázek 7 Vlevo obtékání tělesa, vpravo princip měření totálního a statického tlaku; zdroj: [3] .....	25
Obrázek 8 Princip Pitotovy trubice (vlevo); Schéma víceotvorová trubice(vpravo); zdroje: <a href="http://www.msubbu.in">http://www.msubbu.in</a> ; [25].....	26
Obrázek 9 Princip plováčkového průtokoměru; zdroj: [3] .....	27
Obrázek 10 Oválový průtokoměr schéma; zdroj: <a href="http://www.lpc-uk.com">http://www.lpc-uk.com</a> .....	28
Obrázek 11 Piškotový průtokoměr (vlevo), schéma; průtokoměru s kyvným diskem (vpravo); upraveno zdroj: <a href="http://www.refrigerationbasics.com">http://www.refrigerationbasics.com</a> ; <a href="https://3.bp.blogspot.com">https://3.bp.blogspot.com</a> .....	29
Obrázek 12 Princip indukčního průtokoměru, zdroj: [5].....	30
Obrázek 13 Konstrukce indukčního průtokoměru; zdroj: vlevo [5], vpravo [3] .....	33
Obrázek 14 Zásady umístění indukčního průtokoměru; zdroj: [5] .....	35
Obrázek 15 Základní rozdělení ultrazvukových snímačů .....	37
Obrázek 16 Dopplerův jev; zdroj: <a href="http://www.vascak.cz/">http://www.vascak.cz/</a> .....	37
Obrázek 17 Princip průtokoměru využívající Dopplerova jevu; zdroj: [6] .....	38

Obrázek 18 Ultrazvukový průtokoměr s vyhodnocením doby průchodu signálu; zdroj: [6] ...	39
Obrázek 19 Typy snímačů – smáčený (vlevo), příložný (vpravo); zdroj: [6].....	41
Obrázek 20 Několikanálové provedení ultrazvukového průtokoměru: zleva dvoukanálový, tříkanálový, pětkanálový průtokoměr; zdroj: [6] .....	42
Obrázek 21 Zásady umístění ultrazvukového průtokoměru, zdroj: [6] .....	43
Obrázek 22 Schéma zleva: lopatkový, šroubový a turbinový průtokoměr; zdroj: <a href="http://user.mendelu.cz">http://user.mendelu.cz</a> .....	44
Obrázek 23 Tlaková ztráta na vodoměru; zdroj: <a href="http://www.kapka-vodomery.cz">http://www.kapka-vodomery.cz</a> .....	45
Obrázek 24 Řez suchoběžným a mokroběžným vodoměrem, červená část značí suchou část; .....	46
Obrázek 25 Kármánova vírová stezka, zdroj: [7].....	47
Obrázek 26 Idealizovaný průběh závislosti K-faktoru na Reynoldsově čísle; zdroj: [7] .....	48
Obrázek 27 Princip uspořádání vírového průtokoměru; zdroj: [7] .....	48
Obrázek 28 Příklady tvarů vírových těles; zdroj: [7], upraveno .....	49
Obrázek 29 Piezoelektrický senzor průtokoměrů Rosemount (vlevo), ultrazvukový senzor detekce vírů (vpravo); zdroj: [7], upraveno .....	49
Obrázek 30 Umístění průtokoměru; zdroj: [7] .....	51
Obrázek 31 Coriolisova síla: označení veličin (vlevo), deformace trubky (vpravo); zdroj: [4].	53
Obrázek 32 Účinek Coriolisovy síly na trubici tvaru U: a) kmitající snímač s nulovým průtokem, b) působení Coriolisových sil při průtoku tekutiny, c) čelní pohled na deformaci trubice a její snímání; zdroj: [4].....	53
Obrázek 33 Účinek Coriolisovy síly na přímou kmitající trubici, a) schéma snímače, b) kmitající trubice při nulovém průtoku, c) deformace kmitající trubice vlivem Coriolisových sil,	

d) vyznačení účinku Coriolisových sil e) porovnání tvaru trubice při nulové a nenulovém průtoku; zdroj: [4] .....	54
Obrázek 34 Fázový posun signálů detektorů polohy: a) při nulovém průtoku, b) při určitém průtoku; zdroj: [4] .....	55
Obrázek 35 Příklady možných tvarů měřicí trubice; zdroj: <a href="https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S0955598614001149-gr12b.jpg">https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S0955598614001149-gr12b.jpg</a> , upraveno .....	55
Obrázek 36 Závislost nejistoty měření a tlakové ztráty na hmotnostním průtoku pro kapalinu; zdroj: [3] .....	57
Obrázek 37 Ishikawův diagram, zdroj: [12] .....	65
Obrázek 38 Schéma zdrojů nejistot měření; zdroj: [12] .....	68
Obrázek 39 Průběh chyby měření turbínového průtokoměru; zdroj: <a href="http://www.kapka-vodomery.cz">http://www.kapka-vodomery.cz</a> .....	81
Obrázek 40 Chyba měření Coriolisův průtokoměr; X jmenovitý průtok [%], Y chyba měření [%]; zdroj: [14] .....	82
Obrázek 41 Chyba měření indukční průtokoměr; X rychlost proudění [ $m \cdot s^{-1}$ ], Y maximální odchylka [%]; zdroj: [13] .....	82
Obrázek 42 Průtoky dle doporučení OIML R49; zdroj: [13] .....	83
Obrázek 43 Chyba měření (accuracy) a rychlost (velocity) indukčního průtokoměru OPTIFLUX 2000 DN 50; zdroj: [13], upraveno .....	84
Obrázek 44 Chyba měření (accuracy) a rychlost (velocity) Coriolisova průtokoměru OPTIMASS 6000 DN 50; zdroj: [14], upraveno .....	84
Obrázek 45 Chyba měření (accuracy) a rychlost (velocity) ultrazvukového průtokoměru OPTISONIC 3400 DN 50; zdroj: [15], upraveno .....	85
Obrázek 46 Průtoky a MPE indukční průtokoměr; X průtok [%], Y chyba měření [%]; 1 (2) dolní (horní) oblast; zdroj: [10] .....	85

Obrázek 47 Způsoby připojení a uzemnění indukčního průtokoměru; zdroj: [13] .....	88
Obrázek 48 Jednofázové ponorné čerpadlo (vlevo), benzínové čerpadlo (vpravo); .....	90
Obrázek 49 Hadice Areolo suplex ; zdroj: <a href="https://www.gumex.cz">https://www.gumex.cz</a> .....	91
Obrázek 50 Bajonetová sponka (vlevo), spojka typu CLAMP (vpravo); zdroj: <a href="https://www.gumex.cz/">https://www.gumex.cz/</a> .....	91
Obrázek 51 Šoupě (vlevo), kulový kohout (vpravo); zdroj: <a href="https://www.obchod-vtp.cz">https://www.obchod-vtp.cz</a> ; <a href="http://www.jsc-hydraulika.cz">http://www.jsc-hydraulika.cz</a> .....	92
Obrázek 52 Digitální (vlevo) a mechanické (vpravo) stopky; zdroj: <a href="https://www.meteostanice.cz">https://www.meteostanice.cz</a> ; <a href="https://media.rs-online.com">https://media.rs-online.com</a> .....	92
Obrázek 53 Kalibrace měřicí sestavy s indukčním průtokoměrem v AKL ČMI OI Brno; zdroj: (2) .....	93
Obrázek 54 Speciální přírubový kus pro připojení přenosné sestavy ke kalibrační lince; zdroj: [10] .....	93
Obrázek 55 Přenosná měřicí sestava subjektu DHI a.s.; zdroj: [10] .....	94
Obrázek 56 Přenosná měřicí sestava subjektu ČMI; zdroj: [10] .....	95
Obrázek 57 Přenosná měřicí sestava subjektu FAST VUT v Brně; zdroj: [10] .....	95
Obrázek 58 Přenosná měřicí sestava subjektu MI FLOW s.r.o.; zdroj: [10] .....	96
Obrázek 59 Přenosná měřicí sestava subjektu Pražské vodovody a kanalizace a.s.; zdroj: [10] .....	96
Obrázek 60 Přenosná měřicí sestava subjektu VODÁRENSKÁ AKCIOVÁ SPOLEČNOST, a.s.; zdroj: [10] .....	97

## 15 SEZNAM TABULEK A GRAFŮ

Tabulka 1 Porovnání vlastností škrtících orgánů, zdroj: [25] .....	24
Tabulka 2 Srovnání základních parametrů zahnutých a přímých trubic, zdroj: [3] .....	56
Tabulka 3 Srovnání parametrů vybraných průtokoměrů, zdroj: <a href="https://www.engineeringtoolbox.com">https://www.engineeringtoolbox.com</a> .....	58
Tabulka 4 Kombinace jednotlivých nejistot .....	106
Tabulka 5 Vzor tabulky s výslednými nejistotami s označením 1_D_V1.....	106
Tabulka 6 Význam označení pomocných tabulek v přílohové části.....	107
Tabulka 7 Označení dílčích grafů.....	110
Tabulka 8 Tabulka 2_M_V1 s vyznačenou hranicí .....	115
Tabulka 9 Tabulka 2_M_V10 s vyznačenou hranicí .....	116
Tabulka 10 Doporučené minimální časy měření pro $resV = 1$ l .....	117
Tabulka 11 Doporučené minimální časy měření pro $resV = 10$ l.....	117
Graf 1 Reakční doba u testovaných osob.....	104

## 16 SEZNAM PŘÍLOH

- P 1 Tabulka 1\_D\_V1
- P 2 Tabulka 1\_D\_V1 (2)
- P 3 Tabulka 1\_D\_V1 (3)
- P 4 Tabulka 1\_D\_V1 (4)
- P 5 Tabulka 1\_D\_V10
- P 6 Tabulka 1\_D\_V10 (2)
- P 7 Tabulka 1\_D\_V10 (3)
- P 8 Tabulka 1\_D\_V10 (4)
- P 9 Tabulka 1\_M\_V1
- P 10 Tabulka 1\_M\_V1 (2)
- P 11 Tabulka 1\_M\_V1 (3)
- P 12 Tabulka 1\_M\_V1 (4)
- P 13 Tabulka 1\_M\_V10
- P 14 Tabulka 1\_M\_V10 (2)
- P 15 Tabulka 1\_M\_V10 (3)
- P 16 Tabulka 1\_M\_V10 (4)
- P 17 Tabulka 2\_D\_V1
- P 18 Tabulka 2\_D\_V1 (2)
- P 19 Tabulka 2\_D\_V1 (3)
- P 20 Tabulka 2\_D\_V1 (4)
- P 21 Tabulka 2\_D\_V10
- P 22 Tabulka 2\_D\_V10 (2)
- P 23 Tabulka 2\_D\_V10 (3)
- P 24 Tabulka 2\_D\_V10 (4)
- P 25 Tabulka 2\_M\_V1
- P 26 Tabulka 2\_M\_V1 (2)
- P 27 Tabulka 2\_M\_V1 (3)
- P 28 Tabulka 2\_M\_V1 (4)
- P 29 Tabulka 2\_M\_V10
- P 30 Tabulka 2\_M\_V10 (2)
- P 31 Tabulka 2\_M\_V10 (3)
- P 32 Tabulka 2\_M\_V10 (4)

## PŘÍLOHOVÁ ČÁST

**Tabulka 1\_D\_V1, celková nejistota  $p_{BQ}$**

*průtokoměr přesnosti 1, digitální stopky, rozlišitelnost indikačního zařízení průtoku 1 l*

		t [s]																			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200
Q [l/s]	0.1	####	57.8	38.6	28.9	23.2	19.3	16.5	14.5	12.9	11.6	9.7	8.3	7.3	6.5	5.9	4.9	4.2	3.7	3.3	3.0
	0.2	58.1	29.1	19.4	14.6	11.7	9.7	8.4	7.3	6.5	5.9	4.9	4.3	3.8	3.4	3.1	2.6	2.3	2.0	1.9	1.7
	0.3	39.1	19.5	13.0	9.8	7.9	6.6	5.7	5.0	4.4	4.0	3.4	2.9	2.6	2.4	2.2	1.9	1.7	1.5	1.4	1.4
	0.4	29.6	14.8	9.9	7.5	6.0	5.0	4.3	3.8	3.4	3.1	2.6	2.3	2.1	1.9	1.8	1.6	1.4	1.3	1.2	1.2
	0.5	24.0	12.0	8.1	6.1	4.9	4.1	3.6	3.1	2.8	2.6	2.2	2.0	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1
	0.6	20.3	10.2	6.8	5.2	4.2	3.5	3.1	2.7	2.4	2.2	1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1
	0.7	17.8	8.9	6.0	4.5	3.7	3.1	2.7	2.4	2.2	2.0	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0
	0.8	15.9	8.0	5.4	4.1	3.3	2.8	2.5	2.2	2.0	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0
	0.9	14.4	7.3	4.9	3.7	3.0	2.6	2.3	2.0	1.9	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0
	1.0	13.3	6.7	4.5	3.4	2.8	2.4	2.1	1.9	1.7	1.6	1.5	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0
	1.5	10.1	5.1	3.5	2.7	2.2	1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	2.0	8.8	4.5	3.1	2.4	2.0	1.7	1.6	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	2.5	8.1	4.1	2.8	2.2	1.9	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	3.0	7.6	3.9	2.7	2.1	1.8	1.6	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	3.5	7.4	3.8	2.6	2.1	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	4.0	7.2	3.7	2.6	2.0	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	4.5	7.1	3.6	2.5	2.0	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	5.0	7.0	3.6	2.5	2.0	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	6.0	6.9	3.5	2.5	1.9	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	7.0	6.8	3.5	2.4	1.9	1.6	1.5	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
8.0	6.8	3.5	2.4	1.9	1.6	1.5	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
9.0	6.7	3.5	2.4	1.9	1.6	1.5	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
10	6.7	3.4	2.4	1.9	1.6	1.5	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
12	6.7	3.4	2.4	1.9	1.6	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
14	6.7	3.4	2.4	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
16	6.6	3.4	2.4	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
18	6.6	3.4	2.4	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
20	6.6	3.4	2.4	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
22	6.6	3.4	2.4	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
24	6.6	3.4	2.4	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
26	6.6	3.4	2.4	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
28	6.6	3.4	2.4	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
30	6.6	3.4	2.4	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
32	6.6	3.4	2.4	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
35	6.6	3.4	2.4	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
38	6.6	3.4	2.4	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
40	6.6	3.4	2.4	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	

**Tabulka 1\_D\_V1 (2), nejistota  $p_{BresV}$**

*průtokoměr přesnosti 1, digitální stopky, rozlišitelnost indikačního zařízení průtoku 1 l*

		t [s]																			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200
Q [l/s]	0.1	####	57.7	38.5	28.9	23.1	19.2	16.5	14.4	12.8	11.5	9.6	8.2	7.2	6.4	5.8	4.8	4.1	3.6	3.2	2.9
	0.2	57.7	28.9	19.2	14.4	11.5	9.6	8.2	7.2	6.4	5.8	4.8	4.1	3.6	3.2	2.9	2.4	2.1	1.8	1.6	1.4
	0.3	38.5	19.2	12.8	9.6	7.7	6.4	5.5	4.8	4.3	3.8	3.2	2.7	2.4	2.1	1.9	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
	0.4	28.9	14.4	9.6	7.2	5.8	4.8	4.1	3.6	3.2	2.9	2.4	2.1	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7
	0.5	23.1	11.5	7.7	5.8	4.6	3.8	3.3	2.9	2.6	2.3	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.0	0.8	0.7	0.6	0.6
	0.6	19.2	9.6	6.4	4.8	3.8	3.2	2.7	2.4	2.1	1.9	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5
	0.7	16.5	8.2	5.5	4.1	3.3	2.7	2.4	2.1	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4
	0.8	14.4	7.2	4.8	3.6	2.9	2.4	2.1	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4
	0.9	12.8	6.4	4.3	3.2	2.6	2.1	1.8	1.6	1.4	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3
	1.0	11.5	5.8	3.8	2.9	2.3	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.0	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3
	1.5	7.7	3.8	2.6	1.9	1.5	1.3	1.1	1.0	0.9	0.8	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2
	2.0	5.8	2.9	1.9	1.4	1.2	1.0	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1
	2.5	4.6	2.3	1.5	1.2	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
	3.0	3.8	1.9	1.3	1.0	0.8	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
	3.5	3.3	1.6	1.1	0.8	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	4.0	2.9	1.4	1.0	0.7	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	4.5	2.6	1.3	0.9	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	5.0	2.3	1.2	0.8	0.6	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	6.0	1.9	1.0	0.6	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0
	7.0	1.6	0.8	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0
8.0	1.4	0.7	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	
9.0	1.3	0.6	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	
10	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
12	1.0	0.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
14	0.8	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
16	0.7	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
18	0.6	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
20	0.6	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
22	0.5	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
24	0.5	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
26	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
28	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
30	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
32	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
35	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
38	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
40	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

**Tabulka 1\_D\_V1 (3), nejistota  $p_{Brest}$**

*průtokoměr přesnosti 1, digitální stopky, rozlišitelnost indikačního zařízení průtoku 1 l*

		t [s]																			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200
Q [l/s]	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.3	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.5	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.6	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.7	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.8	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.9	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.5	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2.5	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3.5	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	4.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	4.5	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	5.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	6.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	7.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
9.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
10	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
12	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
14	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
16	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
18	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
20	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
22	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
24	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
26	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
28	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
30	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
32	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
35	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
38	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
40	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

**Tabulka 1\_D\_V1 (4), nejistota  $p_{Breat}$**

*průtokoměr přesnosti 1, digitální stopky, rozlišitelnost indikačního zařízení průtoku 1 l*

		t [s]																			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200
Q [l/s]	0.1	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.2	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.3	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.4	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.5	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.6	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.7	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.8	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.9	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	1.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	1.5	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	2.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	2.5	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	3.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	3.5	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	4.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	4.5	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	5.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	6.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	7.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
8.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
9.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
10	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
12	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
14	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
16	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
18	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
20	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
22	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
24	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
26	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
28	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
30	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
32	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
35	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
38	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
40	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	

Tabulka 1\_D\_V10, celková nejistota  $p_{BQ}$

průtokoměr přesnosti 1, digitální stopky, rozlišitelnost indikačního zařízení průtoku 10 l

		t [s]																			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200
Q [l/s]	0.1	####	####	####	####	####	####	####	####	####	96.2	82.5	72.2	64.2	57.7	48.1	41.3	36.1	32.1	28.9	
	0.2	####	####	####	####	####	96.2	82.5	72.2	64.2	57.7	48.1	41.3	36.1	32.1	28.9	24.1	20.6	18.1	16.1	14.5
	0.3	####	####	####	96.2	77.0	64.2	55.0	48.1	42.8	38.5	32.1	27.5	24.1	21.4	19.3	16.1	13.8	12.1	10.7	9.7
	0.4	####	####	96.3	72.2	57.8	48.1	41.3	36.1	32.1	28.9	24.1	20.6	18.1	16.1	14.5	12.1	10.4	9.1	8.1	7.3
	0.5	####	####	77.0	57.8	46.2	38.5	33.0	28.9	25.7	23.1	19.3	16.5	14.5	12.9	11.6	9.7	8.3	7.3	6.5	5.9
	0.6	####	96.3	64.2	48.1	38.5	32.1	27.5	24.1	21.4	19.3	16.1	13.8	12.1	10.7	9.7	8.1	6.9	6.1	5.4	4.9
	0.7	####	82.5	55.0	41.3	33.0	27.5	23.6	20.7	18.4	16.5	13.8	11.8	10.4	9.2	8.3	6.9	6.0	5.2	4.7	4.2
	0.8	####	72.2	48.2	36.1	28.9	24.1	20.7	18.1	16.1	14.5	12.1	10.4	9.1	8.1	7.3	6.1	5.2	4.6	4.1	3.7
	0.9	####	64.2	42.8	32.1	25.7	21.4	18.4	16.1	14.3	12.9	10.7	9.2	8.1	7.2	6.5	5.4	4.7	4.1	3.7	3.3
	1.0	####	57.8	38.6	28.9	23.2	19.3	16.5	14.5	12.9	11.6	9.7	8.3	7.3	6.5	5.9	4.9	4.2	3.7	3.3	3.0
	1.5	77.3	38.6	25.8	19.3	15.5	12.9	11.1	9.7	8.6	7.8	6.5	5.6	4.9	4.4	4.0	3.4	2.9	2.6	2.3	2.1
	2.0	58.1	29.1	19.4	14.6	11.7	9.7	8.4	7.3	6.5	5.9	4.9	4.3	3.8	3.4	3.1	2.6	2.3	2.0	1.9	1.7
	2.5	46.7	23.3	15.6	11.7	9.4	7.8	6.7	5.9	5.3	4.8	4.0	3.5	3.1	2.8	2.5	2.2	1.9	1.7	1.6	1.5
	3.0	39.1	19.5	13.0	9.8	7.9	6.6	5.7	5.0	4.4	4.0	3.4	2.9	2.6	2.4	2.2	1.9	1.7	1.5	1.4	1.4
	3.5	33.6	16.8	11.3	8.5	6.8	5.7	4.9	4.3	3.9	3.5	3.0	2.6	2.3	2.1	1.9	1.7	1.5	1.4	1.3	1.3
	4.0	29.6	14.8	9.9	7.5	6.0	5.0	4.3	3.8	3.4	3.1	2.6	2.3	2.1	1.9	1.8	1.6	1.4	1.3	1.2	1.2
	4.5	26.5	13.3	8.9	6.7	5.4	4.5	3.9	3.4	3.1	2.8	2.4	2.1	1.9	1.7	1.6	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1
	5.0	24.0	12.0	8.1	6.1	4.9	4.1	3.6	3.1	2.8	2.6	2.2	2.0	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1
	6.0	20.3	10.2	6.8	5.2	4.2	3.5	3.1	2.7	2.4	2.2	1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1
	7.0	17.8	8.9	6.0	4.5	3.7	3.1	2.7	2.4	2.2	2.0	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0
8.0	15.9	8.0	5.4	4.1	3.3	2.8	2.5	2.2	2.0	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	
9.0	14.4	7.3	4.9	3.7	3.0	2.6	2.3	2.0	1.9	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	
10	13.3	6.7	4.5	3.4	2.8	2.4	2.1	1.9	1.7	1.6	1.5	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	
12	11.7	5.9	4.0	3.1	2.5	2.2	1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	
14	10.6	5.3	3.6	2.8	2.3	2.0	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
16	9.8	5.0	3.4	2.6	2.2	1.9	1.7	1.5	1.4	1.4	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
18	9.2	4.7	3.2	2.5	2.1	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
20	8.8	4.5	3.1	2.4	2.0	1.7	1.6	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
22	8.4	4.3	2.9	2.3	1.9	1.7	1.5	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
24	8.2	4.2	2.9	2.2	1.9	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
26	8.0	4.1	2.8	2.2	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
28	7.8	4.0	2.7	2.1	1.8	1.6	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
30	7.6	3.9	2.7	2.1	1.8	1.6	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
32	7.5	3.8	2.7	2.1	1.8	1.6	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
35	7.4	3.8	2.6	2.1	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
38	7.3	3.7	2.6	2.0	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
40	7.2	3.7	2.6	2.0	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	

**Tabulka 1\_D\_V10 (2), nejistota p<sub>BresV</sub>**

*průtokoměr přesnosti 1, digitální stopky, rozlišitelnost indikačního zařízení průtoku 10 l*

		t [s]																			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200
Q [l/s]	0.1	####	####	####	####	####	####	####	####	####	96.2	82.5	72.2	64.2	57.7	48.1	41.2	36.1	32.1	28.9	
	0.2	####	####	####	####	####	96.2	82.5	72.2	64.2	57.7	48.1	41.2	36.1	32.1	28.9	24.1	20.6	18.0	16.0	14.4
	0.3	####	####	####	96.2	77.0	64.2	55.0	48.1	42.8	38.5	32.1	27.5	24.1	21.4	19.2	16.0	13.7	12.0	10.7	9.6
	0.4	####	####	96.2	72.2	57.7	48.1	41.2	36.1	32.1	28.9	24.1	20.6	18.0	16.0	14.4	12.0	10.3	9.0	8.0	7.2
	0.5	####	####	77.0	57.7	46.2	38.5	33.0	28.9	25.7	23.1	19.2	16.5	14.4	12.8	11.5	9.6	8.2	7.2	6.4	5.8
	0.6	####	96.2	64.2	48.1	38.5	32.1	27.5	24.1	21.4	19.2	16.0	13.7	12.0	10.7	9.6	8.0	6.9	6.0	5.3	4.8
	0.7	####	82.5	55.0	41.2	33.0	27.5	23.6	20.6	18.3	16.5	13.7	11.8	10.3	9.2	8.2	6.9	5.9	5.2	4.6	4.1
	0.8	####	72.2	48.1	36.1	28.9	24.1	20.6	18.0	16.0	14.4	12.0	10.3	9.0	8.0	7.2	6.0	5.2	4.5	4.0	3.6
	0.9	####	64.2	42.8	32.1	25.7	21.4	18.3	16.0	14.3	12.8	10.7	9.2	8.0	7.1	6.4	5.3	4.6	4.0	3.6	3.2
	1.0	####	57.7	38.5	28.9	23.1	19.2	16.5	14.4	12.8	11.5	9.6	8.2	7.2	6.4	5.8	4.8	4.1	3.6	3.2	2.9
	1.5	77.0	38.5	25.7	19.2	15.4	12.8	11.0	9.6	8.6	7.7	6.4	5.5	4.8	4.3	3.8	3.2	2.7	2.4	2.1	1.9
	2.0	57.7	28.9	19.2	14.4	11.5	9.6	8.2	7.2	6.4	5.8	4.8	4.1	3.6	3.2	2.9	2.4	2.1	1.8	1.6	1.4
	2.5	46.2	23.1	15.4	11.5	9.2	7.7	6.6	5.8	5.1	4.6	3.8	3.3	2.9	2.6	2.3	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2
	3.0	38.5	19.2	12.8	9.6	7.7	6.4	5.5	4.8	4.3	3.8	3.2	2.7	2.4	2.1	1.9	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
	3.5	33.0	16.5	11.0	8.2	6.6	5.5	4.7	4.1	3.7	3.3	2.7	2.4	2.1	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8
	4.0	28.9	14.4	9.6	7.2	5.8	4.8	4.1	3.6	3.2	2.9	2.4	2.1	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7
	4.5	25.7	12.8	8.6	6.4	5.1	4.3	3.7	3.2	2.9	2.6	2.1	1.8	1.6	1.4	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6
	5.0	23.1	11.5	7.7	5.8	4.6	3.8	3.3	2.9	2.6	2.3	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.0	0.8	0.7	0.6	0.6
	6.0	19.2	9.6	6.4	4.8	3.8	3.2	2.7	2.4	2.1	1.9	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5
	7.0	16.5	8.2	5.5	4.1	3.3	2.7	2.4	2.1	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4
	8.0	14.4	7.2	4.8	3.6	2.9	2.4	2.1	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4
	9.0	12.8	6.4	4.3	3.2	2.6	2.1	1.8	1.6	1.4	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3
	10	11.5	5.8	3.8	2.9	2.3	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.0	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3
	12	9.6	4.8	3.2	2.4	1.9	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2
	14	8.2	4.1	2.7	2.1	1.6	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2
	16	7.2	3.6	2.4	1.8	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2
	18	6.4	3.2	2.1	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	20	5.8	2.9	1.9	1.4	1.2	1.0	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1
	22	5.2	2.6	1.7	1.3	1.0	0.9	0.7	0.7	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1
	24	4.8	2.4	1.6	1.2	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1
	26	4.4	2.2	1.5	1.1	0.9	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
	28	4.1	2.1	1.4	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
	30	3.8	1.9	1.3	1.0	0.8	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
	32	3.6	1.8	1.2	0.9	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
	35	3.3	1.6	1.1	0.8	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	38	3.0	1.5	1.0	0.8	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	40	2.9	1.4	1.0	0.7	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

**Tabulka 1\_D\_V10 (3), nejistota  $p_{Brest}$**

průtokoměr přesnosti 1, digitální stopky, rozlišitelnost indikačního zařízení průtoku 10 l

		t [s]																			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200
Q [l/s]	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.3	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.5	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.6	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.7	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.8	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.9	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.5	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2.5	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3.5	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	4.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	4.5	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	5.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	6.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	7.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
9.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
10	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
12	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
14	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
16	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
18	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
20	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
22	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
24	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
26	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
28	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
30	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
32	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
35	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
38	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
40	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

**Tabulka 1\_D\_V10 (4), nejistota  $p_{Breat}$**

*průtokoměr přesnosti 1, digitální stopky, rozlišitelnost indikačního zařízení průtoku 10 l*

		t [s]																			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200
Q [l/s]	0.1	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.2	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.3	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.4	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.5	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.6	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.7	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.8	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.9	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	1.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	1.5	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	2.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	2.5	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	3.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	3.5	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	4.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	4.5	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	5.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	6.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	7.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
8.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
9.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
10	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
12	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
14	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
16	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
18	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
20	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
22	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
24	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
26	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
28	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
30	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
32	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
35	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
38	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
40	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	

**Tabulka 1\_M\_V1, celková nejistota  $p_{BQ}$**

*průtokoměr přesnosti 1, mechanické stopky, rozlišitelnost indikačního zařízení průtoku 1 l*

		t [s]																			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200
Q [l/s]	0.1	####	57.8	38.6	28.9	23.2	19.3	16.5	14.5	12.9	11.6	9.7	8.3	7.3	6.5	5.9	4.9	4.2	3.7	3.3	3.0
	0.2	58.1	29.1	19.4	14.6	11.7	9.7	8.4	7.3	6.5	5.9	4.9	4.3	3.8	3.4	3.1	2.6	2.3	2.0	1.9	1.7
	0.3	39.1	19.6	13.1	9.8	7.9	6.6	5.7	5.0	4.4	4.0	3.4	2.9	2.6	2.4	2.2	1.9	1.7	1.5	1.4	1.4
	0.4	29.6	14.8	9.9	7.5	6.0	5.0	4.3	3.8	3.4	3.1	2.6	2.3	2.1	1.9	1.8	1.6	1.4	1.3	1.3	1.2
	0.5	24.0	12.1	8.1	6.1	4.9	4.1	3.6	3.1	2.8	2.6	2.2	2.0	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1
	0.6	20.4	10.2	6.9	5.2	4.2	3.5	3.1	2.7	2.4	2.2	1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1
	0.7	17.8	8.9	6.0	4.5	3.7	3.1	2.7	2.4	2.2	2.0	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0
	0.8	15.9	8.0	5.4	4.1	3.3	2.8	2.5	2.2	2.0	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0
	0.9	14.5	7.3	4.9	3.7	3.0	2.6	2.3	2.0	1.9	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0
	1.0	13.3	6.7	4.5	3.5	2.8	2.4	2.1	1.9	1.8	1.6	1.5	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0
	1.5	10.2	5.2	3.5	2.7	2.2	1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	2.0	8.8	4.5	3.1	2.4	2.0	1.7	1.6	1.4	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	2.5	8.1	4.1	2.9	2.2	1.9	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	3.0	7.7	3.9	2.7	2.1	1.8	1.6	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	3.5	7.5	3.8	2.6	2.1	1.8	1.6	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	4.0	7.3	3.7	2.6	2.0	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	4.5	7.2	3.7	2.6	2.0	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	5.0	7.1	3.6	2.5	2.0	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	6.0	7.0	3.6	2.5	2.0	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	7.0	6.9	3.5	2.5	2.0	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
8.0	6.9	3.5	2.5	1.9	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
9.0	6.8	3.5	2.4	1.9	1.6	1.5	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
10	6.8	3.5	2.4	1.9	1.6	1.5	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
12	6.8	3.5	2.4	1.9	1.6	1.5	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
14	6.8	3.5	2.4	1.9	1.6	1.5	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
16	6.7	3.5	2.4	1.9	1.6	1.5	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
18	6.7	3.5	2.4	1.9	1.6	1.5	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
20	6.7	3.5	2.4	1.9	1.6	1.5	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
22	6.7	3.5	2.4	1.9	1.6	1.5	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
24	6.7	3.5	2.4	1.9	1.6	1.5	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
26	6.7	3.5	2.4	1.9	1.6	1.5	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
28	6.7	3.5	2.4	1.9	1.6	1.5	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
30	6.7	3.5	2.4	1.9	1.6	1.5	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
32	6.7	3.5	2.4	1.9	1.6	1.5	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
35	6.7	3.5	2.4	1.9	1.6	1.5	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
38	6.7	3.5	2.4	1.9	1.6	1.5	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
40	6.7	3.5	2.4	1.9	1.6	1.5	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	

**Tabulka 1\_M\_V1 (2), nejistota  $p_{BresV}$**

*průtokoměr přesnosti 1, mechanické stopky, rozlišitelnost indikačního zařízení průtoku 1 l*

		t [s]																			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200
Q [l/s]	0.1	####	57.7	38.5	28.9	23.1	19.2	16.5	14.4	12.8	11.5	9.6	8.2	7.2	6.4	5.8	4.8	4.1	3.6	3.2	2.9
	0.2	57.7	28.9	19.2	14.4	11.5	9.6	8.2	7.2	6.4	5.8	4.8	4.1	3.6	3.2	2.9	2.4	2.1	1.8	1.6	1.4
	0.3	38.5	19.2	12.8	9.6	7.7	6.4	5.5	4.8	4.3	3.8	3.2	2.7	2.4	2.1	1.9	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
	0.4	28.9	14.4	9.6	7.2	5.8	4.8	4.1	3.6	3.2	2.9	2.4	2.1	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7
	0.5	23.1	11.5	7.7	5.8	4.6	3.8	3.3	2.9	2.6	2.3	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.0	0.8	0.7	0.6	0.6
	0.6	19.2	9.6	6.4	4.8	3.8	3.2	2.7	2.4	2.1	1.9	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5
	0.7	16.5	8.2	5.5	4.1	3.3	2.7	2.4	2.1	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4
	0.8	14.4	7.2	4.8	3.6	2.9	2.4	2.1	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4
	0.9	12.8	6.4	4.3	3.2	2.6	2.1	1.8	1.6	1.4	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3
	1.0	11.5	5.8	3.8	2.9	2.3	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.0	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3
	1.5	7.7	3.8	2.6	1.9	1.5	1.3	1.1	1.0	0.9	0.8	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2
	2.0	5.8	2.9	1.9	1.4	1.2	1.0	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1
	2.5	4.6	2.3	1.5	1.2	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
	3.0	3.8	1.9	1.3	1.0	0.8	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
	3.5	3.3	1.6	1.1	0.8	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	4.0	2.9	1.4	1.0	0.7	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	4.5	2.6	1.3	0.9	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	5.0	2.3	1.2	0.8	0.6	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	6.0	1.9	1.0	0.6	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0
	7.0	1.6	0.8	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0
8.0	1.4	0.7	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	
9.0	1.3	0.6	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	
10	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
12	1.0	0.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
14	0.8	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
16	0.7	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
18	0.6	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
20	0.6	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
22	0.5	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
24	0.5	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
26	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
28	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
30	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
32	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
35	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
38	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
40	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

**Tabulka 1\_M\_V1 (3), nejistota  $p_{Brest}$**

*průtokoměr přesnosti 1, mechanické stopky, rozlišitelnost indikačního zařízení průtoku 1 l*

		t [s]																		
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180
Q [l/s]	0.1	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.2	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.3	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.4	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.5	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.6	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.7	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.8	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.9	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.0	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.5	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2.0	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2.5	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3.0	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3.5	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	4.0	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	4.5	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	5.0	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	6.0	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	7.0	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8.0	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
9.0	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
10	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
12	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
14	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
16	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
18	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
20	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
22	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
24	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
26	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
28	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
30	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
32	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
35	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
38	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
40	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

**Tabulka 1\_M\_V1 (4), nejistota  $p_{Breat}$**

*průtokoměr přesnosti 1, mechanické stopky, rozlišitelnost indikačního zařízení průtoku 1 l*

		t [s]																			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200
Q [l/s]	0.1	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.2	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.3	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.4	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.5	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.6	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.7	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.8	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.9	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	1.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	1.5	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	2.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	2.5	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	3.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	3.5	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	4.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	4.5	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	5.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	6.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	7.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
8.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
9.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
10	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
12	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
14	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
16	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
18	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
20	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
22	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
24	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
26	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
28	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
30	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
32	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
35	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
38	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
40	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	

**Tabulka 1\_M\_V10, celková nejistota  $p_{BQ}$**

*průtokoměr přesnosti 1, mechanické stopky, rozlišitelnost indikačního zařízení průtoku 10 l*

		t [s]																			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200
Q [l/s]	0.1	####	####	####	####	####	####	####	####	####	96.2	82.5	72.2	64.2	57.7	48.1	41.3	36.1	32.1	28.9	
	0.2	####	####	####	####	####	96.2	82.5	72.2	64.2	57.7	48.1	41.3	36.1	32.1	28.9	24.1	20.6	18.1	16.1	14.5
	0.3	####	####	####	96.2	77.0	64.2	55.0	48.1	42.8	38.5	32.1	27.5	24.1	21.4	19.3	16.1	13.8	12.1	10.7	9.7
	0.4	####	####	96.3	72.2	57.8	48.1	41.3	36.1	32.1	28.9	24.1	20.6	18.1	16.1	14.5	12.1	10.4	9.1	8.1	7.3
	0.5	####	####	77.0	57.8	46.2	38.5	33.0	28.9	25.7	23.1	19.3	16.5	14.5	12.9	11.6	9.7	8.3	7.3	6.5	5.9
	0.6	####	96.3	64.2	48.2	38.5	32.1	27.5	24.1	21.4	19.3	16.1	13.8	12.1	10.7	9.7	8.1	6.9	6.1	5.4	4.9
	0.7	####	82.6	55.0	41.3	33.0	27.5	23.6	20.7	18.4	16.5	13.8	11.8	10.4	9.2	8.3	6.9	6.0	5.2	4.7	4.2
	0.8	####	72.3	48.2	36.1	28.9	24.1	20.7	18.1	16.1	14.5	12.1	10.4	9.1	8.1	7.3	6.1	5.2	4.6	4.1	3.7
	0.9	####	64.2	42.8	32.1	25.7	21.4	18.4	16.1	14.3	12.9	10.7	9.2	8.1	7.2	6.5	5.4	4.7	4.1	3.7	3.3
	1.0	####	57.8	38.6	28.9	23.2	19.3	16.5	14.5	12.9	11.6	9.7	8.3	7.3	6.5	5.9	4.9	4.2	3.7	3.3	3.0
	1.5	77.3	38.6	25.8	19.3	15.5	12.9	11.1	9.7	8.6	7.8	6.5	5.6	4.9	4.4	4.0	3.4	2.9	2.6	2.3	2.1
	2.0	58.1	29.1	19.4	14.6	11.7	9.7	8.4	7.3	6.5	5.9	4.9	4.3	3.8	3.4	3.1	2.6	2.3	2.0	1.9	1.7
	2.5	46.7	23.3	15.6	11.7	9.4	7.8	6.7	5.9	5.3	4.8	4.0	3.5	3.1	2.8	2.5	2.2	1.9	1.7	1.6	1.5
	3.0	39.1	19.6	13.1	9.8	7.9	6.6	5.7	5.0	4.4	4.0	3.4	2.9	2.6	2.4	2.2	1.9	1.7	1.5	1.4	1.4
	3.5	33.7	16.9	11.3	8.5	6.8	5.7	4.9	4.3	3.9	3.5	3.0	2.6	2.3	2.1	1.9	1.7	1.5	1.4	1.3	1.3
	4.0	29.6	14.8	9.9	7.5	6.0	5.0	4.3	3.8	3.4	3.1	2.6	2.3	2.1	1.9	1.8	1.6	1.4	1.3	1.3	1.2
	4.5	26.5	13.3	8.9	6.7	5.4	4.5	3.9	3.4	3.1	2.8	2.4	2.1	1.9	1.7	1.6	1.5	1.3	1.3	1.2	1.2
	5.0	24.0	12.1	8.1	6.1	4.9	4.1	3.6	3.1	2.8	2.6	2.2	2.0	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1
	6.0	20.4	10.2	6.9	5.2	4.2	3.5	3.1	2.7	2.4	2.2	1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1
	7.0	17.8	8.9	6.0	4.5	3.7	3.1	2.7	2.4	2.2	2.0	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0
8.0	15.9	8.0	5.4	4.1	3.3	2.8	2.5	2.2	2.0	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	
9.0	14.5	7.3	4.9	3.7	3.0	2.6	2.3	2.0	1.9	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	
10	13.3	6.7	4.5	3.5	2.8	2.4	2.1	1.9	1.8	1.6	1.5	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	
12	11.7	5.9	4.0	3.1	2.5	2.2	1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	
14	10.6	5.4	3.7	2.8	2.3	2.0	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
16	9.8	5.0	3.4	2.6	2.2	1.9	1.7	1.5	1.4	1.4	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
18	9.3	4.7	3.2	2.5	2.1	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
20	8.8	4.5	3.1	2.4	2.0	1.7	1.6	1.4	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
22	8.5	4.3	3.0	2.3	1.9	1.7	1.5	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
24	8.2	4.2	2.9	2.3	1.9	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
26	8.0	4.1	2.8	2.2	1.9	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
28	7.9	4.0	2.8	2.2	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
30	7.7	3.9	2.7	2.1	1.8	1.6	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
32	7.6	3.9	2.7	2.1	1.8	1.6	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
35	7.5	3.8	2.6	2.1	1.8	1.6	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
38	7.4	3.8	2.6	2.1	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
40	7.3	3.7	2.6	2.0	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	

**Tabulka 1\_M\_V10 (2), nejistota p<sub>BresV</sub>**

*průtokoměr přesnosti 1, mechanické stopky, rozlišitelnost indikačního zařízení průtoku 10 l*

		t [s]																			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200
Q [l/s]	0.1	####	####	####	####	####	####	####	####	####	96.2	82.5	72.2	64.2	57.7	48.1	41.2	36.1	32.1	28.9	
	0.2	####	####	####	####	####	96.2	82.5	72.2	64.2	57.7	48.1	41.2	36.1	32.1	28.9	24.1	20.6	18.0	16.0	14.4
	0.3	####	####	####	96.2	77.0	64.2	55.0	48.1	42.8	38.5	32.1	27.5	24.1	21.4	19.2	16.0	13.7	12.0	10.7	9.6
	0.4	####	####	96.2	72.2	57.7	48.1	41.2	36.1	32.1	28.9	24.1	20.6	18.0	16.0	14.4	12.0	10.3	9.0	8.0	7.2
	0.5	####	####	77.0	57.7	46.2	38.5	33.0	28.9	25.7	23.1	19.2	16.5	14.4	12.8	11.5	9.6	8.2	7.2	6.4	5.8
	0.6	####	96.2	64.2	48.1	38.5	32.1	27.5	24.1	21.4	19.2	16.0	13.7	12.0	10.7	9.6	8.0	6.9	6.0	5.3	4.8
	0.7	####	82.5	55.0	41.2	33.0	27.5	23.6	20.6	18.3	16.5	13.7	11.8	10.3	9.2	8.2	6.9	5.9	5.2	4.6	4.1
	0.8	####	72.2	48.1	36.1	28.9	24.1	20.6	18.0	16.0	14.4	12.0	10.3	9.0	8.0	7.2	6.0	5.2	4.5	4.0	3.6
	0.9	####	64.2	42.8	32.1	25.7	21.4	18.3	16.0	14.3	12.8	10.7	9.2	8.0	7.1	6.4	5.3	4.6	4.0	3.6	3.2
	1.0	####	57.7	38.5	28.9	23.1	19.2	16.5	14.4	12.8	11.5	9.6	8.2	7.2	6.4	5.8	4.8	4.1	3.6	3.2	2.9
	1.5	77.0	38.5	25.7	19.2	15.4	12.8	11.0	9.6	8.6	7.7	6.4	5.5	4.8	4.3	3.8	3.2	2.7	2.4	2.1	1.9
	2.0	57.7	28.9	19.2	14.4	11.5	9.6	8.2	7.2	6.4	5.8	4.8	4.1	3.6	3.2	2.9	2.4	2.1	1.8	1.6	1.4
	2.5	46.2	23.1	15.4	11.5	9.2	7.7	6.6	5.8	5.1	4.6	3.8	3.3	2.9	2.6	2.3	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2
	3.0	38.5	19.2	12.8	9.6	7.7	6.4	5.5	4.8	4.3	3.8	3.2	2.7	2.4	2.1	1.9	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
	3.5	33.0	16.5	11.0	8.2	6.6	5.5	4.7	4.1	3.7	3.3	2.7	2.4	2.1	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8
	4.0	28.9	14.4	9.6	7.2	5.8	4.8	4.1	3.6	3.2	2.9	2.4	2.1	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7
	4.5	25.7	12.8	8.6	6.4	5.1	4.3	3.7	3.2	2.9	2.6	2.1	1.8	1.6	1.4	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6
	5.0	23.1	11.5	7.7	5.8	4.6	3.8	3.3	2.9	2.6	2.3	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.0	0.8	0.7	0.6	0.6
	6.0	19.2	9.6	6.4	4.8	3.8	3.2	2.7	2.4	2.1	1.9	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5
	7.0	16.5	8.2	5.5	4.1	3.3	2.7	2.4	2.1	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4
	8.0	14.4	7.2	4.8	3.6	2.9	2.4	2.1	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4
	9.0	12.8	6.4	4.3	3.2	2.6	2.1	1.8	1.6	1.4	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3
	10	11.5	5.8	3.8	2.9	2.3	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.0	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3
	12	9.6	4.8	3.2	2.4	1.9	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2
	14	8.2	4.1	2.7	2.1	1.6	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2
	16	7.2	3.6	2.4	1.8	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2
	18	6.4	3.2	2.1	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	20	5.8	2.9	1.9	1.4	1.2	1.0	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1
	22	5.2	2.6	1.7	1.3	1.0	0.9	0.7	0.7	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1
	24	4.8	2.4	1.6	1.2	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1
	26	4.4	2.2	1.5	1.1	0.9	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
	28	4.1	2.1	1.4	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
	30	3.8	1.9	1.3	1.0	0.8	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
	32	3.6	1.8	1.2	0.9	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
	35	3.3	1.6	1.1	0.8	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	38	3.0	1.5	1.0	0.8	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	40	2.9	1.4	1.0	0.7	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

**Tabulka 1\_M\_V10 (3), nejistota  $p_{Brest}$**

*průtokoměr přesnosti 1, mechanické stopky, rozlišitelnost indikačního zařízení průtoku 10 l*

		t [s]																		
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180
Q [l/s]	0.1	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.2	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.3	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.4	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.5	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.6	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.7	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.8	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.9	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.0	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.5	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2.0	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2.5	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3.0	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3.5	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	4.0	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	4.5	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	5.0	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	6.0	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	7.0	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8.0	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
9.0	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
10	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
12	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
14	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
16	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
18	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
20	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
22	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
24	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
26	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
28	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
30	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
32	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
35	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
38	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
40	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

**Tabulka 1\_M\_V10 (4), nejistota  $p_{Breat}$**

*průtokoměr přesnosti 1, mechanické stopky, rozlišitelnost indikačního zařízení průtoku 10 l*

		t [s]																			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200
Q [l/s]	0.1	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.2	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.3	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.4	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.5	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.6	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.7	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.8	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.9	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	1.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	1.5	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	2.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	2.5	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	3.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	3.5	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	4.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	4.5	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	5.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	6.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	7.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
8.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
9.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
10	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
12	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
14	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
16	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
18	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
20	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
22	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
24	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
26	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
28	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
30	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
32	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
35	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
38	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
40	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	

**Tabulka 2\_D\_V1, celková nejistota  $p_{BQ}$**

*průtokoměr přesnosti 2, digitální stopky, rozlišitelnost indikačního zařízení průtoku 1 l*

		t [s]																			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200
Q [l/s]	0.1	####	57.9	38.6	29.0	23.2	19.4	16.6	14.6	13.0	11.7	9.8	8.5	7.5	6.7	6.1	5.1	4.5	4.0	3.7	3.4
	0.2	58.1	29.1	19.5	14.6	11.8	9.9	8.5	7.5	6.7	6.1	5.2	4.5	4.1	3.7	3.4	3.0	2.8	2.6	2.4	2.3
	0.3	39.1	19.6	13.1	9.9	8.0	6.8	5.9	5.2	4.7	4.3	3.7	3.3	3.0	2.8	2.7	2.4	2.3	2.2	2.1	2.1
	0.4	29.7	14.9	10.0	7.6	6.2	5.3	4.6	4.1	3.8	3.5	3.1	2.8	2.6	2.4	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0
	0.5	24.1	12.1	8.2	6.3	5.1	4.4	3.9	3.5	3.2	3.0	2.7	2.5	2.4	2.2	2.2	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9
	0.6	20.4	10.3	7.0	5.4	4.4	3.8	3.4	3.1	2.9	2.7	2.5	2.3	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9
	0.7	17.8	9.1	6.2	4.8	4.0	3.5	3.1	2.9	2.7	2.5	2.3	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9
	0.8	15.9	8.1	5.6	4.4	3.6	3.2	2.9	2.7	2.5	2.4	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9
	0.9	14.5	7.4	5.1	4.0	3.4	3.0	2.7	2.6	2.4	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8
	1.0	13.4	6.9	4.8	3.8	3.2	2.9	2.6	2.5	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8
	1.5	10.3	5.4	3.8	3.1	2.7	2.5	2.3	2.2	2.1	2.1	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8
	2.0	8.9	4.7	3.4	2.8	2.5	2.3	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	2.5	8.2	4.4	3.2	2.7	2.4	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	3.0	7.8	4.2	3.1	2.6	2.4	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	3.5	7.5	4.1	3.0	2.6	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	4.0	7.4	4.0	3.0	2.5	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	4.5	7.2	3.9	3.0	2.5	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	5.0	7.2	3.9	2.9	2.5	2.3	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	6.0	7.0	3.9	2.9	2.5	2.3	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	7.0	7.0	3.8	2.9	2.5	2.3	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
8.0	6.9	3.8	2.9	2.5	2.3	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
9.0	6.9	3.8	2.9	2.5	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
10	6.9	3.8	2.9	2.5	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
12	6.8	3.8	2.8	2.5	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
14	6.8	3.8	2.8	2.4	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
16	6.8	3.8	2.8	2.4	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
18	6.8	3.7	2.8	2.4	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
20	6.8	3.7	2.8	2.4	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
22	6.8	3.7	2.8	2.4	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
24	6.8	3.7	2.8	2.4	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
26	6.8	3.7	2.8	2.4	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
28	6.8	3.7	2.8	2.4	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
30	6.8	3.7	2.8	2.4	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
32	6.8	3.7	2.8	2.4	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
35	6.8	3.7	2.8	2.4	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
38	6.8	3.7	2.8	2.4	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
40	6.8	3.7	2.8	2.4	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	

**Tabulka 2\_D\_V1 (2), nejistota  $p_{BresV}$**

*průtokoměr přesnosti 2, digitální stopky, rozlišitelnost indikačního zařízení průtoku 1 l*

		t [s]																			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200
Q [l/s]	0.1	####	57.7	38.5	28.9	23.1	19.2	16.5	14.4	12.8	11.5	9.6	8.2	7.2	6.4	5.8	4.8	4.1	3.6	3.2	2.9
	0.2	57.7	28.9	19.2	14.4	11.5	9.6	8.2	7.2	6.4	5.8	4.8	4.1	3.6	3.2	2.9	2.4	2.1	1.8	1.6	1.4
	0.3	38.5	19.2	12.8	9.6	7.7	6.4	5.5	4.8	4.3	3.8	3.2	2.7	2.4	2.1	1.9	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
	0.4	28.9	14.4	9.6	7.2	5.8	4.8	4.1	3.6	3.2	2.9	2.4	2.1	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7
	0.5	23.1	11.5	7.7	5.8	4.6	3.8	3.3	2.9	2.6	2.3	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.0	0.8	0.7	0.6	0.6
	0.6	19.2	9.6	6.4	4.8	3.8	3.2	2.7	2.4	2.1	1.9	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5
	0.7	16.5	8.2	5.5	4.1	3.3	2.7	2.4	2.1	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4
	0.8	14.4	7.2	4.8	3.6	2.9	2.4	2.1	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4
	0.9	12.8	6.4	4.3	3.2	2.6	2.1	1.8	1.6	1.4	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3
	1.0	11.5	5.8	3.8	2.9	2.3	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.0	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3
	1.5	7.7	3.8	2.6	1.9	1.5	1.3	1.1	1.0	0.9	0.8	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2
	2.0	5.8	2.9	1.9	1.4	1.2	1.0	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1
	2.5	4.6	2.3	1.5	1.2	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
	3.0	3.8	1.9	1.3	1.0	0.8	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
	3.5	3.3	1.6	1.1	0.8	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	4.0	2.9	1.4	1.0	0.7	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	4.5	2.6	1.3	0.9	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	5.0	2.3	1.2	0.8	0.6	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	6.0	1.9	1.0	0.6	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0
	7.0	1.6	0.8	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0
8.0	1.4	0.7	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	
9.0	1.3	0.6	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	
10	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
12	1.0	0.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
14	0.8	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
16	0.7	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
18	0.6	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
20	0.6	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
22	0.5	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
24	0.5	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
26	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
28	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
30	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
32	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
35	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
38	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
40	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

**Tabulka 2\_D\_V1 (3), nejistota  $p_{Brest}$**

*průtokoměr přesnosti 2, digitální stopky, rozlišitelnost indikačního zařízení průtoku 1 l*

		t [s]																			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200
Q [l/s]	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.3	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.5	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.6	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.7	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.8	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.9	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.5	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2.5	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3.5	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	4.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	4.5	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	5.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	6.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	7.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
9.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
10	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
12	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
14	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
16	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
18	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
20	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
22	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
24	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
26	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
28	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
30	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
32	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
35	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
38	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
40	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

**Tabulka 2\_D\_V1 (4), nejistota  $p_{Breat}$**

*průtokoměr přesnosti 2, digitální stopky, rozlišitelnost indikačního zařízení průtoku 1 l*

		t [s]																			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200
Q [l/s]	0.1	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.2	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.3	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.4	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.5	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.6	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.7	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.8	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.9	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	1.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	1.5	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	2.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	2.5	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	3.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	3.5	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	4.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	4.5	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	5.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	6.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	7.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
8.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
9.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
10	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
12	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
14	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
16	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
18	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
20	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
22	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
24	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
26	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
28	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
30	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
32	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
35	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
38	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
40	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	

**Tabulka 2\_D\_V10, celková nejistota  $p_{BQ}$**

*průtokoměr přesnosti 2, digitální stopky, rozlišitelnost indikačního zařízení průtoku 10 l*

		t [s]																			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200
Q [l/s]	0.1	####	####	####	####	####	####	####	####	####	96.2	82.5	72.2	64.2	57.8	48.1	41.3	36.1	32.1	28.9	
	0.2	####	####	####	####	####	96.2	82.5	72.2	64.2	57.8	48.1	41.3	36.1	32.1	28.9	24.1	20.7	18.1	16.1	14.5
	0.3	####	####	####	96.3	77.0	64.2	55.0	48.2	42.8	38.5	32.1	27.6	24.1	21.5	19.3	16.1	13.9	12.2	10.8	9.8
	0.4	####	####	96.3	72.2	57.8	48.2	41.3	36.1	32.1	28.9	24.1	20.7	18.1	16.1	14.6	12.2	10.5	9.2	8.2	7.4
	0.5	####	####	77.0	57.8	46.2	38.5	33.1	28.9	25.7	23.2	19.3	16.6	14.6	13.0	11.7	9.8	8.4	7.4	6.7	6.1
	0.6	####	96.3	64.2	48.2	38.6	32.1	27.6	24.1	21.5	19.3	16.1	13.9	12.2	10.8	9.8	8.2	7.1	6.3	5.6	5.1
	0.7	####	82.6	55.1	41.3	33.1	27.6	23.7	20.7	18.4	16.6	13.9	11.9	10.5	9.3	8.5	7.1	6.2	5.5	4.9	4.5
	0.8	####	72.3	48.2	36.2	29.0	24.1	20.7	18.2	16.2	14.6	12.2	10.5	9.2	8.2	7.4	6.3	5.5	4.9	4.4	4.0
	0.9	####	64.3	42.9	32.2	25.8	21.5	18.4	16.2	14.4	13.0	10.9	9.4	8.2	7.4	6.7	5.7	4.9	4.4	4.0	3.7
	1.0	####	57.9	38.6	29.0	23.2	19.4	16.6	14.6	13.0	11.7	9.8	8.5	7.5	6.7	6.1	5.1	4.5	4.0	3.7	3.4
	1.5	77.3	38.7	25.8	19.4	15.6	13.0	11.2	9.8	8.8	7.9	6.7	5.8	5.2	4.7	4.3	3.7	3.3	3.0	2.8	2.6
	2.0	58.1	29.1	19.5	14.6	11.8	9.9	8.5	7.5	6.7	6.1	5.2	4.5	4.1	3.7	3.4	3.0	2.8	2.6	2.4	2.3
	2.5	46.7	23.4	15.7	11.8	9.5	8.0	6.9	6.1	5.5	5.0	4.3	3.8	3.4	3.2	3.0	2.7	2.5	2.3	2.2	2.2
	3.0	39.1	19.6	13.1	9.9	8.0	6.8	5.9	5.2	4.7	4.3	3.7	3.3	3.0	2.8	2.7	2.4	2.3	2.2	2.1	2.1
	3.5	33.7	16.9	11.4	8.6	7.0	5.9	5.1	4.6	4.2	3.8	3.3	3.0	2.8	2.6	2.5	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0
	4.0	29.7	14.9	10.0	7.6	6.2	5.3	4.6	4.1	3.8	3.5	3.1	2.8	2.6	2.4	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0
	4.5	26.5	13.4	9.0	6.9	5.6	4.8	4.2	3.8	3.5	3.2	2.9	2.6	2.5	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9
	5.0	24.1	12.1	8.2	6.3	5.1	4.4	3.9	3.5	3.2	3.0	2.7	2.5	2.4	2.2	2.2	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9
	6.0	20.4	10.3	7.0	5.4	4.4	3.8	3.4	3.1	2.9	2.7	2.5	2.3	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9
	7.0	17.8	9.1	6.2	4.8	4.0	3.5	3.1	2.9	2.7	2.5	2.3	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9
8.0	15.9	8.1	5.6	4.4	3.6	3.2	2.9	2.7	2.5	2.4	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	
9.0	14.5	7.4	5.1	4.0	3.4	3.0	2.7	2.6	2.4	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	
10	13.4	6.9	4.8	3.8	3.2	2.9	2.6	2.5	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	
12	11.8	6.1	4.3	3.4	2.9	2.7	2.5	2.3	2.2	2.2	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	
14	10.7	5.6	3.9	3.2	2.8	2.5	2.4	2.2	2.2	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	
16	9.9	5.2	3.7	3.0	2.7	2.4	2.3	2.2	2.1	2.1	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	
18	9.3	4.9	3.5	2.9	2.6	2.4	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	
20	8.9	4.7	3.4	2.8	2.5	2.3	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
22	8.6	4.6	3.3	2.8	2.5	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
24	8.3	4.4	3.3	2.7	2.4	2.3	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
26	8.1	4.3	3.2	2.7	2.4	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
28	7.9	4.3	3.1	2.6	2.4	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
30	7.8	4.2	3.1	2.6	2.4	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
32	7.7	4.1	3.1	2.6	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
35	7.5	4.1	3.0	2.6	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
38	7.4	4.0	3.0	2.6	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
40	7.4	4.0	3.0	2.5	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	

**Tabulka 2\_D\_V10 (2), nejistota p<sub>BresV</sub>**

průtokoměr přesnosti 2, digitální stopky, rozlišitelnost indikačního zařízení průtoku 10 l

		t [s]																			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200
Q [l/s]	0.1	####	####	####	####	####	####	####	####	####	96.2	82.5	72.2	64.2	57.7	48.1	41.2	36.1	32.1	28.9	
	0.2	####	####	####	####	####	96.2	82.5	72.2	64.2	57.7	48.1	41.2	36.1	32.1	28.9	24.1	20.6	18.0	16.0	14.4
	0.3	####	####	####	96.2	77.0	64.2	55.0	48.1	42.8	38.5	32.1	27.5	24.1	21.4	19.2	16.0	13.7	12.0	10.7	9.6
	0.4	####	####	96.2	72.2	57.7	48.1	41.2	36.1	32.1	28.9	24.1	20.6	18.0	16.0	14.4	12.0	10.3	9.0	8.0	7.2
	0.5	####	####	77.0	57.7	46.2	38.5	33.0	28.9	25.7	23.1	19.2	16.5	14.4	12.8	11.5	9.6	8.2	7.2	6.4	5.8
	0.6	####	96.2	64.2	48.1	38.5	32.1	27.5	24.1	21.4	19.2	16.0	13.7	12.0	10.7	9.6	8.0	6.9	6.0	5.3	4.8
	0.7	####	82.5	55.0	41.2	33.0	27.5	23.6	20.6	18.3	16.5	13.7	11.8	10.3	9.2	8.2	6.9	5.9	5.2	4.6	4.1
	0.8	####	72.2	48.1	36.1	28.9	24.1	20.6	18.0	16.0	14.4	12.0	10.3	9.0	8.0	7.2	6.0	5.2	4.5	4.0	3.6
	0.9	####	64.2	42.8	32.1	25.7	21.4	18.3	16.0	14.3	12.8	10.7	9.2	8.0	7.1	6.4	5.3	4.6	4.0	3.6	3.2
	1.0	####	57.7	38.5	28.9	23.1	19.2	16.5	14.4	12.8	11.5	9.6	8.2	7.2	6.4	5.8	4.8	4.1	3.6	3.2	2.9
	1.5	77.0	38.5	25.7	19.2	15.4	12.8	11.0	9.6	8.6	7.7	6.4	5.5	4.8	4.3	3.8	3.2	2.7	2.4	2.1	1.9
	2.0	57.7	28.9	19.2	14.4	11.5	9.6	8.2	7.2	6.4	5.8	4.8	4.1	3.6	3.2	2.9	2.4	2.1	1.8	1.6	1.4
	2.5	46.2	23.1	15.4	11.5	9.2	7.7	6.6	5.8	5.1	4.6	3.8	3.3	2.9	2.6	2.3	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2
	3.0	38.5	19.2	12.8	9.6	7.7	6.4	5.5	4.8	4.3	3.8	3.2	2.7	2.4	2.1	1.9	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
	3.5	33.0	16.5	11.0	8.2	6.6	5.5	4.7	4.1	3.7	3.3	2.7	2.4	2.1	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8
	4.0	28.9	14.4	9.6	7.2	5.8	4.8	4.1	3.6	3.2	2.9	2.4	2.1	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7
	4.5	25.7	12.8	8.6	6.4	5.1	4.3	3.7	3.2	2.9	2.6	2.1	1.8	1.6	1.4	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6
	5.0	23.1	11.5	7.7	5.8	4.6	3.8	3.3	2.9	2.6	2.3	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.0	0.8	0.7	0.6	0.6
	6.0	19.2	9.6	6.4	4.8	3.8	3.2	2.7	2.4	2.1	1.9	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5
	7.0	16.5	8.2	5.5	4.1	3.3	2.7	2.4	2.1	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4
8.0	14.4	7.2	4.8	3.6	2.9	2.4	2.1	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	
9.0	12.8	6.4	4.3	3.2	2.6	2.1	1.8	1.6	1.4	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	
10	11.5	5.8	3.8	2.9	2.3	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.0	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	
12	9.6	4.8	3.2	2.4	1.9	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	
14	8.2	4.1	2.7	2.1	1.6	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	
16	7.2	3.6	2.4	1.8	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	
18	6.4	3.2	2.1	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
20	5.8	2.9	1.9	1.4	1.2	1.0	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	
22	5.2	2.6	1.7	1.3	1.0	0.9	0.7	0.7	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	
24	4.8	2.4	1.6	1.2	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	
26	4.4	2.2	1.5	1.1	0.9	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	
28	4.1	2.1	1.4	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	
30	3.8	1.9	1.3	1.0	0.8	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	
32	3.6	1.8	1.2	0.9	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	
35	3.3	1.6	1.1	0.8	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
38	3.0	1.5	1.0	0.8	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
40	2.9	1.4	1.0	0.7	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	

**Tabulka 2\_D\_V10 (3), nejistota  $p_{Brest}$**

průtokoměr přesnosti 2, digitální stopky, rozlišitelnost indikačního zařízení průtoku 10 l

		t [s]																		
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180
Q [l/s]	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.3	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.5	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.6	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.7	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.8	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.9	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.5	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2.5	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3.5	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	4.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	4.5	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	5.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	6.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	7.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
9.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
10	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
12	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
14	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
16	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
18	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
20	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
22	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
24	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
26	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
28	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
30	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
32	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
35	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
38	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
40	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

**Tabulka 2\_D\_V10 (4), nejistota  $p_{Breat}$**

*průtokoměr přesnosti 2, digitální stopky, rozlišitelnost indikačního zařízení průtoku 10 l*

		t [s]																			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200
Q [l/s]	0.1	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.2	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.3	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.4	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.5	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.6	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.7	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.8	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.9	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	1.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	1.5	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	2.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	2.5	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	3.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	3.5	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	4.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	4.5	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	5.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	6.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	7.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
8.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
9.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
10	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
12	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
14	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
16	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
18	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
20	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
22	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
24	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
26	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
28	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
30	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
32	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
35	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
38	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
40	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	

Tabulka 2\_M\_V1, celková nejistota  $p_{BQ}$

průtokoměr přesnosti 2, mechanické stopky, rozlišitelnost indikačního zařízení průtoku 1 l

		t [s]																			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200
Q [l/s]	0.1	####	57.9	38.6	29.0	23.2	19.4	16.6	14.6	13.0	11.7	9.8	8.5	7.5	6.7	6.1	5.1	4.5	4.0	3.7	3.4
	0.2	58.1	29.1	19.5	14.6	11.8	9.9	8.5	7.5	6.7	6.1	5.2	4.5	4.1	3.7	3.4	3.0	2.8	2.6	2.4	2.3
	0.3	39.1	19.6	13.1	9.9	8.0	6.8	5.9	5.2	4.7	4.3	3.7	3.3	3.0	2.8	2.7	2.4	2.3	2.2	2.1	2.1
	0.4	29.7	14.9	10.0	7.6	6.2	5.3	4.6	4.1	3.8	3.5	3.1	2.8	2.6	2.4	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0
	0.5	24.1	12.1	8.2	6.3	5.1	4.4	3.9	3.5	3.2	3.0	2.7	2.5	2.4	2.2	2.2	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9
	0.6	20.4	10.3	7.0	5.4	4.5	3.8	3.4	3.1	2.9	2.7	2.5	2.3	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9
	0.7	17.9	9.1	6.2	4.8	4.0	3.5	3.1	2.9	2.7	2.5	2.3	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9
	0.8	16.0	8.1	5.6	4.4	3.7	3.2	2.9	2.7	2.5	2.4	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9
	0.9	14.6	7.4	5.1	4.0	3.4	3.0	2.7	2.6	2.4	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8
	1.0	13.4	6.9	4.8	3.8	3.2	2.9	2.6	2.5	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8
	1.5	10.3	5.4	3.8	3.1	2.7	2.5	2.3	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8
	2.0	9.0	4.8	3.4	2.8	2.5	2.3	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	2.5	8.3	4.4	3.2	2.7	2.4	2.3	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	3.0	7.9	4.2	3.1	2.6	2.4	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	3.5	7.6	4.1	3.1	2.6	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	4.0	7.5	4.0	3.0	2.6	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	4.5	7.3	4.0	3.0	2.5	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	5.0	7.3	4.0	3.0	2.5	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	6.0	7.1	3.9	2.9	2.5	2.3	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	7.0	7.1	3.9	2.9	2.5	2.3	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
8.0	7.0	3.8	2.9	2.5	2.3	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
9.0	7.0	3.8	2.9	2.5	2.3	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
10	7.0	3.8	2.9	2.5	2.3	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
12	6.9	3.8	2.9	2.5	2.3	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
14	6.9	3.8	2.9	2.5	2.3	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
16	6.9	3.8	2.9	2.5	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
18	6.9	3.8	2.9	2.5	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
20	6.9	3.8	2.9	2.5	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
22	6.9	3.8	2.9	2.5	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
24	6.9	3.8	2.9	2.5	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
26	6.9	3.8	2.9	2.5	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
28	6.9	3.8	2.9	2.5	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
30	6.9	3.8	2.9	2.5	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
32	6.9	3.8	2.9	2.5	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
35	6.9	3.8	2.9	2.5	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
38	6.9	3.8	2.9	2.5	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
40	6.9	3.8	2.9	2.5	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	

**Tabulka 2\_M\_V1 (2), nejistota  $p_{BresV}$**

*průtokoměr přesnosti 2, mechanické stopky, rozlišitelnost indikačního zařízení průtoku 1 l*

		t [s]																			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200
Q [l/s]	0.1	####	57.7	38.5	28.9	23.1	19.2	16.5	14.4	12.8	11.5	9.6	8.2	7.2	6.4	5.8	4.8	4.1	3.6	3.2	2.9
	0.2	57.7	28.9	19.2	14.4	11.5	9.6	8.2	7.2	6.4	5.8	4.8	4.1	3.6	3.2	2.9	2.4	2.1	1.8	1.6	1.4
	0.3	38.5	19.2	12.8	9.6	7.7	6.4	5.5	4.8	4.3	3.8	3.2	2.7	2.4	2.1	1.9	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
	0.4	28.9	14.4	9.6	7.2	5.8	4.8	4.1	3.6	3.2	2.9	2.4	2.1	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7
	0.5	23.1	11.5	7.7	5.8	4.6	3.8	3.3	2.9	2.6	2.3	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.0	0.8	0.7	0.6	0.6
	0.6	19.2	9.6	6.4	4.8	3.8	3.2	2.7	2.4	2.1	1.9	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5
	0.7	16.5	8.2	5.5	4.1	3.3	2.7	2.4	2.1	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4
	0.8	14.4	7.2	4.8	3.6	2.9	2.4	2.1	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4
	0.9	12.8	6.4	4.3	3.2	2.6	2.1	1.8	1.6	1.4	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3
	1.0	11.5	5.8	3.8	2.9	2.3	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.0	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3
	1.5	7.7	3.8	2.6	1.9	1.5	1.3	1.1	1.0	0.9	0.8	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2
	2.0	5.8	2.9	1.9	1.4	1.2	1.0	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1
	2.5	4.6	2.3	1.5	1.2	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
	3.0	3.8	1.9	1.3	1.0	0.8	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
	3.5	3.3	1.6	1.1	0.8	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	4.0	2.9	1.4	1.0	0.7	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	4.5	2.6	1.3	0.9	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	5.0	2.3	1.2	0.8	0.6	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	6.0	1.9	1.0	0.6	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0
	7.0	1.6	0.8	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0
8.0	1.4	0.7	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	
9.0	1.3	0.6	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	
10	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
12	1.0	0.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
14	0.8	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
16	0.7	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
18	0.6	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
20	0.6	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
22	0.5	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
24	0.5	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
26	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
28	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
30	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
32	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
35	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
38	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
40	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

**Tabulka 2\_M\_V1 (3), nejistota  $p_{Brest}$**

*průtokoměr přesnosti 2, mechanické stopky, rozlišitelnost indikačního zařízení průtoku 1 l*

		t [s]																		
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180
Q [l/s]	0.1	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.2	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.3	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.4	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.5	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.6	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.7	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.8	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.9	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.0	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.5	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2.0	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2.5	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3.0	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3.5	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	4.0	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	4.5	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	5.0	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	6.0	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	7.0	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8.0	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
9.0	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
10	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
12	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
14	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
16	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
18	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
20	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
22	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
24	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
26	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
28	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
30	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
32	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
35	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
38	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
40	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

**Tabulka 2\_M\_V1 (4), nejistota  $p_{Breat}$**

*průtokoměr přesnosti 2, mechanické stopky, rozlišitelnost indikačního zařízení průtoku 1 l*

		t [s]																			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200
Q [l/s]	0.1	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.2	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.3	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.4	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.5	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.6	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.7	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.8	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.9	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	1.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	1.5	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	2.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	2.5	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	3.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	3.5	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	4.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	4.5	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	5.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	6.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	7.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
8.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
9.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
10	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
12	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
14	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
16	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
18	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
20	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
22	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
24	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
26	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
28	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
30	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
32	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
35	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
38	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
40	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	

**Tabulka 2\_M\_V10, celková nejistota  $p_{BQ}$**

*průtokoměr přesnosti 2, mechanické stopky, rozlišitelnost indikačního zařízení průtoku 10 l*

		t [s]																			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200
Q [l/s]	0.1	####	####	####	####	####	####	####	####	####	96.2	82.5	72.2	64.2	57.8	48.1	41.3	36.1	32.1	28.9	
	0.2	####	####	####	####	####	96.2	82.5	72.2	64.2	57.8	48.1	41.3	36.1	32.1	28.9	24.1	20.7	18.1	16.1	14.5
	0.3	####	####	####	96.3	77.0	64.2	55.0	48.2	42.8	38.5	32.1	27.6	24.1	21.5	19.3	16.1	13.9	12.2	10.8	9.8
	0.4	####	####	96.3	72.2	57.8	48.2	41.3	36.1	32.1	28.9	24.1	20.7	18.1	16.1	14.6	12.2	10.5	9.2	8.2	7.4
	0.5	####	####	77.0	57.8	46.2	38.5	33.1	28.9	25.7	23.2	19.3	16.6	14.6	13.0	11.7	9.8	8.4	7.4	6.7	6.1
	0.6	####	96.3	64.2	48.2	38.6	32.1	27.6	24.1	21.5	19.3	16.1	13.9	12.2	10.9	9.8	8.2	7.1	6.3	5.6	5.1
	0.7	####	82.6	55.1	41.3	33.1	27.6	23.7	20.7	18.4	16.6	13.9	11.9	10.5	9.3	8.5	7.1	6.2	5.5	4.9	4.5
	0.8	####	72.3	48.2	36.2	29.0	24.1	20.7	18.2	16.2	14.6	12.2	10.5	9.2	8.2	7.4	6.3	5.5	4.9	4.4	4.0
	0.9	####	64.3	42.9	32.2	25.8	21.5	18.4	16.2	14.4	13.0	10.9	9.4	8.2	7.4	6.7	5.7	4.9	4.4	4.0	3.7
	1.0	####	57.9	38.6	29.0	23.2	19.4	16.6	14.6	13.0	11.7	9.8	8.5	7.5	6.7	6.1	5.1	4.5	4.0	3.7	3.4
	1.5	77.3	38.7	25.8	19.4	15.6	13.0	11.2	9.8	8.8	7.9	6.7	5.8	5.2	4.7	4.3	3.7	3.3	3.0	2.8	2.6
	2.0	58.1	29.1	19.5	14.6	11.8	9.9	8.5	7.5	6.7	6.1	5.2	4.5	4.1	3.7	3.4	3.0	2.8	2.6	2.4	2.3
	2.5	46.7	23.4	15.7	11.8	9.5	8.0	6.9	6.1	5.5	5.0	4.3	3.8	3.4	3.2	3.0	2.7	2.5	2.3	2.2	2.2
	3.0	39.1	19.6	13.1	9.9	8.0	6.8	5.9	5.2	4.7	4.3	3.7	3.3	3.0	2.8	2.7	2.4	2.3	2.2	2.1	2.1
	3.5	33.7	16.9	11.4	8.6	7.0	5.9	5.1	4.6	4.2	3.8	3.3	3.0	2.8	2.6	2.5	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0
	4.0	29.7	14.9	10.0	7.6	6.2	5.3	4.6	4.1	3.8	3.5	3.1	2.8	2.6	2.4	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0
	4.5	26.6	13.4	9.0	6.9	5.6	4.8	4.2	3.8	3.5	3.2	2.9	2.6	2.5	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9
	5.0	24.1	12.1	8.2	6.3	5.1	4.4	3.9	3.5	3.2	3.0	2.7	2.5	2.4	2.2	2.2	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9
	6.0	20.4	10.3	7.0	5.4	4.5	3.8	3.4	3.1	2.9	2.7	2.5	2.3	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9
	7.0	17.9	9.1	6.2	4.8	4.0	3.5	3.1	2.9	2.7	2.5	2.3	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9
8.0	16.0	8.1	5.6	4.4	3.7	3.2	2.9	2.7	2.5	2.4	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	
9.0	14.6	7.4	5.1	4.0	3.4	3.0	2.7	2.6	2.4	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	
10	13.4	6.9	4.8	3.8	3.2	2.9	2.6	2.5	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	
12	11.8	6.1	4.3	3.4	3.0	2.7	2.5	2.3	2.2	2.2	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	
14	10.7	5.6	4.0	3.2	2.8	2.5	2.4	2.2	2.2	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	
16	10.0	5.2	3.7	3.0	2.7	2.4	2.3	2.2	2.1	2.1	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	
18	9.4	5.0	3.6	2.9	2.6	2.4	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	
20	9.0	4.8	3.4	2.8	2.5	2.3	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
22	8.7	4.6	3.4	2.8	2.5	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
24	8.4	4.5	3.3	2.7	2.4	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
26	8.2	4.4	3.2	2.7	2.4	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
28	8.0	4.3	3.2	2.7	2.4	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
30	7.9	4.2	3.1	2.6	2.4	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
32	7.8	4.2	3.1	2.6	2.4	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
35	7.6	4.1	3.1	2.6	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
38	7.5	4.1	3.0	2.6	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
40	7.5	4.0	3.0	2.6	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	

**Tabulka 2\_M\_V10 (2), nejistota p<sub>BresV</sub>**

*průtokoměr přesnosti 2, mechanické stopky, rozlišitelnost indikačního zařízení průtoku 10 l*

		t [s]																			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200
Q [l/s]	0.1	####	####	####	####	####	####	####	####	####	96.2	82.5	72.2	64.2	57.7	48.1	41.2	36.1	32.1	28.9	
	0.2	####	####	####	####	####	96.2	82.5	72.2	64.2	57.7	48.1	41.2	36.1	32.1	28.9	24.1	20.6	18.0	16.0	14.4
	0.3	####	####	####	96.2	77.0	64.2	55.0	48.1	42.8	38.5	32.1	27.5	24.1	21.4	19.2	16.0	13.7	12.0	10.7	9.6
	0.4	####	####	96.2	72.2	57.7	48.1	41.2	36.1	32.1	28.9	24.1	20.6	18.0	16.0	14.4	12.0	10.3	9.0	8.0	7.2
	0.5	####	####	77.0	57.7	46.2	38.5	33.0	28.9	25.7	23.1	19.2	16.5	14.4	12.8	11.5	9.6	8.2	7.2	6.4	5.8
	0.6	####	96.2	64.2	48.1	38.5	32.1	27.5	24.1	21.4	19.2	16.0	13.7	12.0	10.7	9.6	8.0	6.9	6.0	5.3	4.8
	0.7	####	82.5	55.0	41.2	33.0	27.5	23.6	20.6	18.3	16.5	13.7	11.8	10.3	9.2	8.2	6.9	5.9	5.2	4.6	4.1
	0.8	####	72.2	48.1	36.1	28.9	24.1	20.6	18.0	16.0	14.4	12.0	10.3	9.0	8.0	7.2	6.0	5.2	4.5	4.0	3.6
	0.9	####	64.2	42.8	32.1	25.7	21.4	18.3	16.0	14.3	12.8	10.7	9.2	8.0	7.1	6.4	5.3	4.6	4.0	3.6	3.2
	1.0	####	57.7	38.5	28.9	23.1	19.2	16.5	14.4	12.8	11.5	9.6	8.2	7.2	6.4	5.8	4.8	4.1	3.6	3.2	2.9
	1.5	77.0	38.5	25.7	19.2	15.4	12.8	11.0	9.6	8.6	7.7	6.4	5.5	4.8	4.3	3.8	3.2	2.7	2.4	2.1	1.9
	2.0	57.7	28.9	19.2	14.4	11.5	9.6	8.2	7.2	6.4	5.8	4.8	4.1	3.6	3.2	2.9	2.4	2.1	1.8	1.6	1.4
	2.5	46.2	23.1	15.4	11.5	9.2	7.7	6.6	5.8	5.1	4.6	3.8	3.3	2.9	2.6	2.3	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2
	3.0	38.5	19.2	12.8	9.6	7.7	6.4	5.5	4.8	4.3	3.8	3.2	2.7	2.4	2.1	1.9	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
	3.5	33.0	16.5	11.0	8.2	6.6	5.5	4.7	4.1	3.7	3.3	2.7	2.4	2.1	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8
	4.0	28.9	14.4	9.6	7.2	5.8	4.8	4.1	3.6	3.2	2.9	2.4	2.1	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7
	4.5	25.7	12.8	8.6	6.4	5.1	4.3	3.7	3.2	2.9	2.6	2.1	1.8	1.6	1.4	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6
	5.0	23.1	11.5	7.7	5.8	4.6	3.8	3.3	2.9	2.6	2.3	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.0	0.8	0.7	0.6	0.6
	6.0	19.2	9.6	6.4	4.8	3.8	3.2	2.7	2.4	2.1	1.9	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5
	7.0	16.5	8.2	5.5	4.1	3.3	2.7	2.4	2.1	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4
	8.0	14.4	7.2	4.8	3.6	2.9	2.4	2.1	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4
	9.0	12.8	6.4	4.3	3.2	2.6	2.1	1.8	1.6	1.4	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3
	10	11.5	5.8	3.8	2.9	2.3	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.0	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3
	12	9.6	4.8	3.2	2.4	1.9	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2
	14	8.2	4.1	2.7	2.1	1.6	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2
	16	7.2	3.6	2.4	1.8	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2
	18	6.4	3.2	2.1	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	20	5.8	2.9	1.9	1.4	1.2	1.0	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1
	22	5.2	2.6	1.7	1.3	1.0	0.9	0.7	0.7	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1
	24	4.8	2.4	1.6	1.2	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1
	26	4.4	2.2	1.5	1.1	0.9	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
	28	4.1	2.1	1.4	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
	30	3.8	1.9	1.3	1.0	0.8	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
	32	3.6	1.8	1.2	0.9	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
	35	3.3	1.6	1.1	0.8	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	38	3.0	1.5	1.0	0.8	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	40	2.9	1.4	1.0	0.7	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

**Tabulka 2\_D\_V10 (3), nejistota p<sub>Brest</sub>**

*průtokoměr přesnosti 2, digitální stopky, rozlišitelnost indikačního zařízení průtoku 10 l*

		t [s]																		
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180
Q [l/s]	0.1	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.2	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.3	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.4	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.5	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.6	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.7	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.8	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.9	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.0	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.5	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2.0	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2.5	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3.0	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3.5	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	4.0	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	4.5	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	5.0	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	6.0	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	7.0	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8.0	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
9.0	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
10	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
12	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
14	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
16	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
18	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
20	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
22	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
24	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
26	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
28	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
30	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
32	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
35	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
38	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
40	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

**Tabulka 2\_M\_V10 (4), nejistota  $p_{Breat}$**

*průtokoměr přesnosti 2, mechanické stopky, rozlišitelnost indikačního zařízení průtoku 10 l*

		t [s]																			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200
Q [l/s]	0.1	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.2	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.3	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.4	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.5	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.6	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.7	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.8	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.9	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	1.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	1.5	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	2.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	2.5	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	3.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	3.5	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	4.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	4.5	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	5.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	6.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	7.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
8.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
9.0	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
10	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
12	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
14	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
16	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
18	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
20	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
22	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
24	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
26	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
28	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
30	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
32	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
35	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
38	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
40	6.5	3.3	2.2	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	