



## ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA EXPERIMENTU PRECIZNOSTI

### Program zkoušení způsobilosti Zkoušení malt cementů a jemnozrných kompozitů ZMC 2020/1

Poskytovatel programů zkoušení způsobilosti při SZK FAST  
Veveří 95, 602 00 Brno  
Czech Republic

[www.szk.fce.vutbr.cz](http://www.szk.fce.vutbr.cz)  
[www.ptprovider.cz](http://www.ptprovider.cz)

Vydání: 6. ledna 2021

**doc. Ing. Tomáš Vymazal, Ph.D.**  
Vedoucí PoZZ, koordinátor PrZZ



**Ing. Petr Misák, Ph.D.**  
Koordinátor hodnocení výsledků PrZZ

## Obsah

<b>1 Úvod a důležité kontakty</b>	<b>3</b>
<b>2 Postupy statistické analýzy experimentu preciznosti</b>	<b>5</b>
<b>3 Závěry statistické analýzy</b>	<b>6</b>
<b>Normativní dokumenty a odkazy</b>	<b>7</b>
<b>Příloha</b>	<b>8</b>
<b>1 Příloha – ČSN EN 196-1 – Pevnost</b>	<b>8</b>
<b>2 Příloha – ČSN EN 196-2 (čl. 4.4.1) – Stanovení ztráty žíháním</b>	<b>8</b>
<b>3 Příloha – ČSN EN 196-2 (čl. 4.4.2) – Stanovení obsahu síranů</b>	<b>8</b>
<b>4 Příloha – ČSN EN 196-2 (čl. 4.4.3) – Stanovení zbytku nerozpustného v kyselině chlorovodíkové a uhličitanu sodném</b>	<b>8</b>
<b>5 Příloha – ČSN EN 196-2 (čl. 4.4.4) – Stanovení zbytku nerozpustného v kyselině chlorovodíkové a hydroxidu draselném</b>	<b>8</b>
<b>6 Příloha – ČSN EN 196-2 (čl. 4.4.5) – Stanovení obsahu sulfidů</b>	<b>8</b>
<b>7 Příloha – ČSN EN 196-3 – Doba tuhnutí čerstvé cementové kaše, Objemová stálost čerstvé cementové kaše</b>	<b>8</b>
<b>8 Příloha – ČSN EN 196-10 – Stanovení chromu (<math>C_{r^{6+}}</math>)</b>	<b>8</b>
<b>9 Příloha – ČSN EN 1015-1 – Zrnitost</b>	<b>8</b>
<b>10 Příloha – ČSN EN 1015-3 – Konzistence</b>	<b>8</b>
<b>11 Příloha – ČSN EN 1015-6 – Objemová hmotnost čerstvé malty</b>	<b>8</b>
<b>12 Příloha – ČSN EN 1015-10 – Objemová hmotnost zatvrdlé malty</b>	<b>8</b>
<b>13 Příloha – ČSN EN 1015-11 – Pevnost</b>	<b>9</b>
13.1 Pevnost v tahu ohybem . . . . .	9
13.1.1 Výsledky zkoušek . . . . .	9
13.1.2 Numerické zhodnocení odlehlých hodnot . . . . .	9
13.1.3 Mandelovy statistiky konzistence . . . . .	10
13.1.4 Popisné statistiky . . . . .	11
13.1.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků . . . . .	12
13.2 Pevnost v tlaku . . . . .	15
13.2.1 Výsledky zkoušek . . . . .	15
13.2.2 Numerické zhodnocení odlehlých hodnot . . . . .	15
13.2.3 Mandelovy statistiky konzistence . . . . .	17
13.2.4 Popisné statistiky . . . . .	18
13.2.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků . . . . .	19
<b>14 Příloha – ČSN EN 1015-12 – Přídržnost</b>	<b>22</b>
<b>15 Příloha – ČSN EN 1015-18 – Koef. kapilární absorpce (<math>C_m</math>)</b>	<b>22</b>
<b>16 Příloha – ČSN EN 1015-19 – Tok vodní páry</b>	<b>22</b>

<b>17 Příloha – ČSN EN 13892-2 – Pevnost v tahu za ohybu a tlaku</b>	<b>22</b>
17.1 Pevnost v tahu ohybem . . . . .	22
17.1.1 Výsledky zkoušek . . . . .	22
17.1.2 Numerické zhodnocení odlehlých hodnot . . . . .	23
17.1.3 Mandelovy statistiky konzistence . . . . .	24
17.1.4 Popisné statistiky . . . . .	25
17.1.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků . . . . .	26
17.2 Pevnost v tlaku . . . . .	29
17.2.1 Výsledky zkoušek . . . . .	29
17.2.2 Numerické zhodnocení odlehlých hodnot . . . . .	29
17.2.3 Mandelovy statistiky konzistence . . . . .	30
17.2.4 Popisné statistiky . . . . .	31
17.2.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků . . . . .	32
<b>18 Příloha – ČSN EN 12004-2 (čl. 8.1) – Stanovení otevřené doby</b>	<b>35</b>
<b>19 Příloha – ČSN EN 12004-2 (čl. 8.2) – Skluz</b>	<b>35</b>
<b>20 Příloha – ČSN EN 12004-2 (čl. 8.3.3.2) – Přídržnost</b>	<b>35</b>
<b>21 Příloha – ČSN EN 12004-2 (čl. 8.3.3.3) – Přídržnost</b>	<b>35</b>
<b>22 Příloha – ČSN EN 196-2 (čl. 4.4.6) – Stanovení obsahu manganu</b>	<b>35</b>

## 1 Úvod a důležité kontakty

V roce 2020 byl Poskytovatelem zkoušení způsobilosti při SZK FAST (PoZZ) zahájen program zkoušení způsobilosti (PrZZ) s označením ZMC 2020/1, jehož cílem bylo ověřit a posoudit shodnost výsledků zkoušek malt, cementů a jemnozrnných cementových kompozitů.

Posouzení výsledků programu zkoušení způsobilosti měla na starost komise složená z následujících pracovníků PoZZ:

Vedoucí PoZZ, koordinátor PrZZ

**doc. Ing. Tomáš Vymazal, Ph.D.**

Vysoké učení technické v Brně

Fakulta stavební

Ústav stavebního zkušebnictví

Veveří 95, Brno 602 00

Tel.: +420 603 313 337

Email: Tomas.Vymazal@vutbr.cz

Koordinátor hodnocení výsledků PrZZ

**Ing. Petr Misák, Ph.D.**

Vysoké učení technické v Brně

Fakulta stavební

Ústav stavebního zkušebnictví

Veveří 95, Brno 602 00

Tel.: +420 774 980 255

Email: Petr.Misak@vutbr.cz

Předmětem zkoušení způsobilosti byly následující zkušební postupy:

1. ČSN EN 196-1 – Pevnost [1]
2. ČSN EN 196-2 (čl. 4.4.1) – Stanovení ztráty žíháním [2]
3. ČSN EN 196-2 (čl. 4.4.2) – Stanovení obsahu síranů [2]
4. ČSN EN 196-2 (čl. 4.4.3) – Stanovení zbytku nerozpustného v kyselině chlorovodíkové a uhličitanu sodném [2]
5. ČSN EN 196-2 (čl. 4.4.4) – Stanovení zbytku nerozpustného v kyselině chlorovodíkové a hydroxidu draselném [2]
6. ČSN EN 196-2 (čl. 4.4.5) – Stanovení obsahu sulfidů [2]
7. ČSN EN 196-3 – Doba tuhnutí čerstvé cementové kaše, Objemová stálost čerstvé cementové kaše [3]
8. ČSN EN 196-10 – Stanovení obsahu chrómu ( $C_{r^{6+}}$ ) [4]
9. ČSN EN 1015-1 – Zrnitost [5]
10. ČSN EN 1015-3 – Konzistence [6]
11. ČSN EN 1015-6 – Objemová hmotnost čerstvé malty [7]
12. ČSN EN 1015-10 – Objemová hmotnost zatvrdlé malty [8]
13. ČSN EN 1015-11 – Pevnost [9]
14. ČSN EN 1015-12 – Přídržnost [10]
15. ČSN EN 1015-18 – Koef. kapilární absorpce ( $C_m$ ) [11]
16. ČSN EN 1015-19 – Tok vodní páry [12]
17. ČSN EN 13892-2 – Pevnost v tahu za ohybu a tlaku [13]
18. ČSN EN 12004-2 (čl. 8.1) – Stanovení otevřené doby [14]
19. ČSN EN 12004-2 (čl. 8.2) – Skluz [14]
20. ČSN EN 12004-2 (čl. 8.3.3.2) – Přídržnost [14]
21. ČSN EN 12004-2 (čl. 8.3.3.3) – Přídržnost [14]
22. ČSN EN 196-2 (čl. 4.4.6) – Stanovení obsahu manganu [2]

Byly otevřeny zkušební postupy **13 a 17**. Ostatní zkoušky nebyly otevřeny z důvodu nízké účasti.

Materiál pro výrobu vzorků zajistil PoZZ a byl odebírám vždy ze stejné výrobní šarže a data výroby. Výsledky zkoušek jednotlivých účastníků PrZZ jsou vzájemně porovnány metodou statistické analýzy experimentu shodnosti podle ČSN ISO 5725-2 [15] a podle ČSN EN ISO/IEC 17043 [16]. Výsledkem řešení je tato závěrečná zpráva, která shrnuje výsledky experimentu shodnosti, včetně statistického vyhodnocení.

Programu se zúčastnilo celkem 11 pracovišť. Pro zachování anonymity účastníků PrZZ bylo každému pracovišti přiděleno identifikační číslo, které bude dále v tomto dokumentu používáno. Nedílnou součástí této závěrečné zprávy je osvědčení o účasti v programu zkoušení způsobilosti, které je pro každého účastníka jedinečné a je zde uvedeno ID účastníka, pod kterým vystupuje v této zprávě. V následující tabulce je znázorněna účast pracovišť v jednotlivých částech PrZZ.

Tabulka 1: Účast jednotlivých pracovišť v PrZZ

ID/Zk.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
3d575b	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
abd73a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
f31e27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
722f5e	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
fdf1f5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	X	-	-	-	-	-
a61f7a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	X	-	-	-	-	-
b7173d	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	X	-	-	-	-	-
d6bf8d	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2bccad	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
f99843	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	X	-	-	-	-	-
67ef5b	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	X	-	-	-	-	-

Tabulka 2: Seznam účastníků – pořadí v tabulce neodpovídá identifikačnímu číslu v předchozí tabulce

Subjekt	Adresa	Číslo AZL
BETOSAN s.r.o.	Nová cesta 40/291, Praha 4 - Krč, 14000, Česká republika	1687
BETOTECH, s.r.o.	Beroun 660, 26601 Beroun, Ostrava, 70300, Česká republika	1195.2
BETOTECH, s.r.o. - pracoviště Beroun	Beroun 660, Beroun, 26601, Česká republika	AZL 1195
BUILDING RESEARCH INSTITUTE (N I S I) Ltd	Ilija Beshkov 1, Sofia, 1528, Bulgarie	47 ЛИ
CEMEX Czech Republic, s.r.o.	Semtín 102, Pardubice, 53354, Česká republika	1302
Cement Hranice, akciová společnost	Bělotínská 288, Hranice I - Město, 75301, Česká republika	1284
QUALIFORM, a.s.	Mlaty 672/8, Brno - Bosonohy, 642 00, Česká republika	1008
STACHEMA CZ s.r.o.	Hasičská 1, Zibohlavý, Kolín, 28002, Česká republika	L 1433
Universität für Bodenkultur Wien, Department für Bautechnik und Naturgefahren, Institut für Konstruktiven Ingenieurbau	Peter-Jordan-Str. 82, Wien - Vienna, 1190, AUSTRIA	P0252
Ústav stavebního zkušebnictví s.r.o.	Jiřího Potůčka 115, Pardubice, 53009, Česká republika	1115

*Pokračování na další straně*

*Pokračování z předchozí strany*

Subjekt	Adresa	Číslo AZL
Ředitelství silnic a dálnic ČR	Rebešovická 40, Brno-Chrlice, 643 00, Česká republika	1072

## 2 Postupy statistické analýzy experimentu preciznosti

Statistické vyhodnocení PrZZ je se skládá z následujících kroků:

1. Kritické zhodnocení vnitrolaboratorních variabilit Cochranovým testem: V případě překonání 5% nebo 1% kritické hodnoty se nejprve uváží vliv jednotlivých pozorování. Pokud výsledky naznačují, že je vysoká variabilita účastníka způsobena jedním pozorováním, je tato hodnota z experimentu vyřazena, avšak účastník není vyřazen pro odlehlost. Při překonání 1% kritické hodnoty mohou být výsledky účastníka označeny jako odlehlé a z experimentu vyřazeny (symbol **X**).
2. Kritické zhodnocení údajů Grubbsovým testem: V případě překonání 1% kritické hodnoty jsou výsledky účastníka označeny jako odlehlé a z experimentu vyřazeny (symbol **X**).
3. Grafické zjištění konzistence laboratoří (Mandelovy statistiky): Překročení kritických hodnot Mandelových statistik nenaznačuje, že výsledky laboratoří jsou špatné, pouze to poukazuje na drobné nesrovnalosti.
4. Vyhodnocení popisných statistik, a pokud je to možné s ohledem na počet pozorování, i opakovatelnosti a reprodukovatelnosti.
5. Výpočet vztažné hodnoty.
6. Vyhodnocení výkonnosti účastníků: Nejdůležitějším výstupem PrZZ jsou tzv. z-score a  $\zeta$ -score (zeta-score). Tyto charakteristiky hodnotí výkonnost jednotlivých účastníků porovnáním se vztažnou hodnotou a nejistotami měření. z-score a  $\zeta$ -score jsou porovnány s limitními hodnotami. Výsledné hodnoty  $\zeta$ -score nejsou brány v potaz při výsledném vyhodnocení výkonnosti účastníků, neboť jsou do značné míry závislé na hodnotách nejistot měření. Při vyhodnocení výkonnosti mohou nastat následující případy:
  - $|z\text{-score}| < 2 \Rightarrow$  Výkonnost laboratoře je označena jako **vyhovující** a ve vyhodnocení je označena symbolem **✓**.
  - $2 \leq |z\text{-score}| < 3 \Rightarrow$  Výkonnost laboratoře je označena jako **problematická** a ve vyhodnocení je označena symbolem **?**.
  - $|z\text{-score}| \geq 3 \Rightarrow$  Výkonnost laboratoře je označena jako **nevyhovující** a ve vyhodnocení je označena symbolem **!**.

Postupy statistické analýzy, které používá Poskytovatel zkoušení způsobilosti při SZK FAST, je možné v plném znění nalézt na <http://ptprovider.cz>.

### 3 Závěry statistické analýzy

Předložená zpráva shrnuje výsledky programu zkoušení způsobilosti Zkoušení malt cementů a jemnozrných kompozitů (PrZZ) pořádaného Poskytovatelem zkoušení způsobilosti při SZK FAST. PrZZ se zúčastnilo celkem 11 pracovišť. Program byl zaměřen na běžné normalizované zkoušky malt, cementů a jemnozrných cementových kompozitů. Výsledky zkoušek jsou hodnoceny samostatně pro každý sledovaný zkušební postup. Vyhodnocené statistické charakteristiky, výsledky testů a grafické znázornění jsou součástí přílohy této zprávy. Označení zkušebních postupů je uvedeno v části 1 této zprávy.

Tabulka 4: Vyhodnocení výkonnosti a odlehlosti účastníků.

✓ – výkonnost vyhovující; ? – výkonnost problematická; ! – výkonnost nevyhovující, X – odlehlý výsledek

ID / Zkouška	13	17
3d575b	-	?
abd73a	-	✓
f31e27	✓	-
722f5e	✓	-
fdf1f5	✓	✓
a61f7a	X	✓
b7173d	✓	✓
d6bf8d	✓	-
2bccad	-	✓
f99843	✓	✓
67ef5b	✓	✓

## Odkazy

- [1] ČSN EN 196-1. *Metody zkoušení cementu - Část 1: Stanovení pevnosti*. 2016.
- [2] ČSN EN 196-2. *Metody zkoušení cementu - Část 2: Chemický rozbor cementu*. 2013.
- [3] ČSN EN 196-3. *Metody zkoušení cementu - Část 3: Stanovení dob tuhnutí a objemové stálosti*. 2017.
- [4] ČSN EN 196-10. *Metody zkoušení cementu - Část 10: Stanovení obsahu ve vodě rozpustného chromu (Cr6+) v cementu*. 2006.
- [5] ČSN EN 1015-1. *Zkušební metody malt pro zdivo - Část 1: Stanovení zrnitosti (sítovým rozbořem)*. 1999.
- [6] ČSN EN 1015-3. *Zkušební metody malt pro zdivo - Část 3: Stanovení konzistence čerstvé malty (s použitím střešacího stolku)*. 2000.
- [7] ČSN EN 1015-6. *Zkušební metody malt pro zdivo - Část 6: Stanovení objemové hmotnosti čerstvé malty*. 1999.
- [8] ČSN EN 1015-10. *Zkušební metody malt pro zdivo - Část 10: Stanovení objemové hmotnosti suché zatvrdlé malty*. 2000.
- [9] ČSN EN 1015-11. *Zkušební metody malt pro zdivo - Část 11: Stanovení pevnosti zatvrdlých malt v tahu za ohybu a v tlaku*. 2000.
- [10] ČSN EN 1015-12. *Zkušební metody malt pro zdivo - Část 12: Stanovení přídržnosti zatvrdlých malt pro vnitřní a vnější omítky k podkladu*. 2000.
- [11] ČSN EN 1015-18. *Zkušební metody malt pro zdivo - Část 18: Stanovení koeficientu kapilární absorpce vody v zatvrdlé maltě*. 2003.
- [12] ČSN EN 1015-19. *Zkušební metody malt pro zdivo - Část 19: Stanovení propustnosti vodních par zatvrdlými maltami pro vnitřní a vnější omítky*. 1999.
- [13] ČSN EN 13892-2. *Zkušební metody potěrových materiálů - Část 2: Stanovení pevnosti v tahu za ohybu a pevnosti v tlaku*. 2003.
- [14] ČSN EN 12004-2. *Lepidla pro keramické obkladové prvky - Část 2: Zkušební metody*. 2018.
- [15] ČSN ISO 5725-2. *Přesnost (pravdivost a preciznost) metod a výsledků měření - Část 2: Základní metoda pro stanovení opakovatelnosti a reprodukovatelnosti normalizované metody měření*. 2018.
- [16] ČSN EN ISO/IEC 17043. *Posuzování shody - Všeobecné požadavky na zkoušení způsobilosti*. 2010.



**1 Příloha – ČSN EN 196-1 – Pevnost****2 Příloha – ČSN EN 196-2 (čl. 4.4.1) – Stanovení ztráty žíháním**

Zkouška neotevřena pro nízký počet účastníků.

**3 Příloha – ČSN EN 196-2 (čl. 4.4.2) – Stanovení obsahu síranů**

Zkouška neotevřena pro nízký počet účastníků.

**4 Příloha – ČSN EN 196-2 (čl. 4.4.3) – Stanovení zbytku nerozpustného v kyselině chlorovodíkové a uhličitanu sodném**

Zkouška neotevřena pro nízký počet účastníků.

**5 Příloha – ČSN EN 196-2 (čl. 4.4.4) – Stanovení zbytku nerozpustného v kyselině chlorovodíkové a hydroxidu draselném**

Zkouška neotevřena pro nízký počet účastníků.

**6 Příloha – ČSN EN 196-2 (čl. 4.4.5) – Stanovení obsahu sulfidů**

Zkouška neotevřena pro nízký počet účastníků.

**7 Příloha – ČSN EN 196-3 – Doba tuhnutí čerstvé cementové kaše, Objemová stálost čerstvé cementové kaše**

Zkouška neotevřena pro nízký počet účastníků.

**8 Příloha – ČSN EN 196-10 – Stanovení chromu ( $Cr^{6+}$ )**

Zkouška neotevřena pro nízký počet účastníků.

**9 Příloha – ČSN EN 1015-1 – Zrnitost**

Zkouška neotevřena pro nízký počet účastníků.

**10 Příloha – ČSN EN 1015-3 – Konzistence**

Zkouška neotevřena pro nízký počet účastníků.

**11 Příloha – ČSN EN 1015-6 – Objemová hmotnost čerstvé malty**

Zkouška neotevřena pro nízký počet účastníků.

**12 Příloha – ČSN EN 1015-10 – Objemová hmotnost zatvrdlé malty**

Zkouška neotevřena pro nízký počet účastníků.

## 13 Příloha – ČSN EN 1015-11 – Pevnost

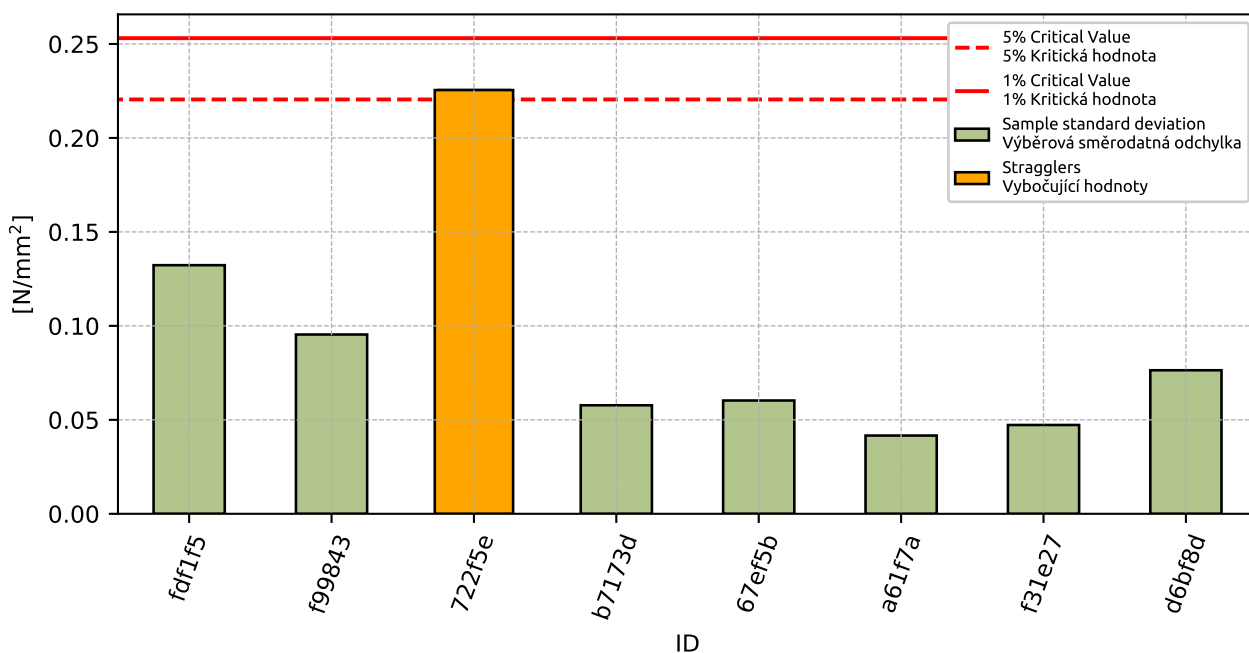
### 13.1 Pevnost v tahu ohybem

#### 13.1.1 Výsledky zkoušek

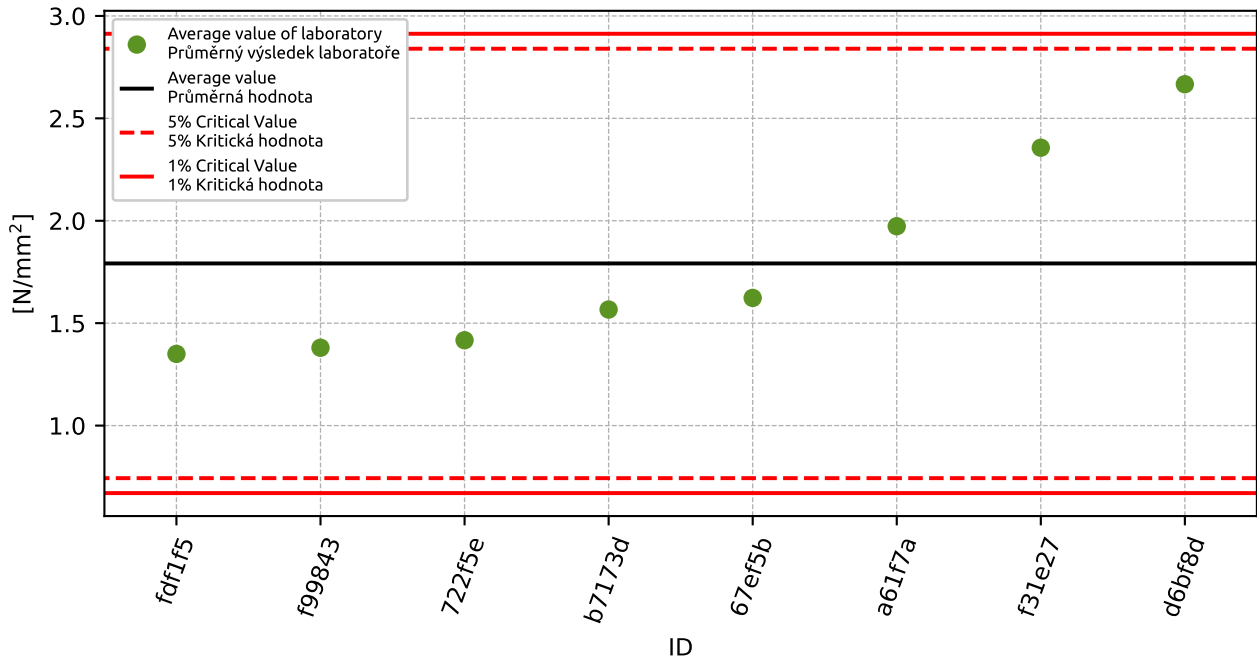
Tabulka 4: Výsledky zkoušek - seřazené podle průměrné hodnoty. Odlehlé hodnoty jsou označeny červeně.  $u_x$  - rozšířená nejistota účastníka;  $\bar{x}$  - aritmetický průměr;  $s_0$  - výběrová směrodatná odchylka;  $V_x$  - variační koeficient

ID účastníka	Výsledky zkoušek [N/mm <sup>2</sup> ]			$u_x$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\bar{x}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$s_0$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$V_x$ [%]
fdf1f5	1.25	1.5	1.3	0.04	1.35	0.132	9.8
f99843	1.37	1.29	1.48	-	1.38	0.095	6.91
722f5e	1.65	1.4	1.2	0.1	1.42	0.225	15.91
b7173d	1.5	1.6	1.6	0.1	1.57	0.058	3.69
67ef5b	1.56	1.68	1.63	0.1	1.62	0.06	3.71
a61f7a	1.94	1.96	2.02	-	1.97	0.042	2.11
f31e27	2.41	2.34	2.32	0.1	2.36	0.047	2.01
d6bf8d	2.75	2.6	2.65	0.1	2.67	0.076	2.86

#### 13.1.2 Numerické zhodnocení odlehlých hodnot

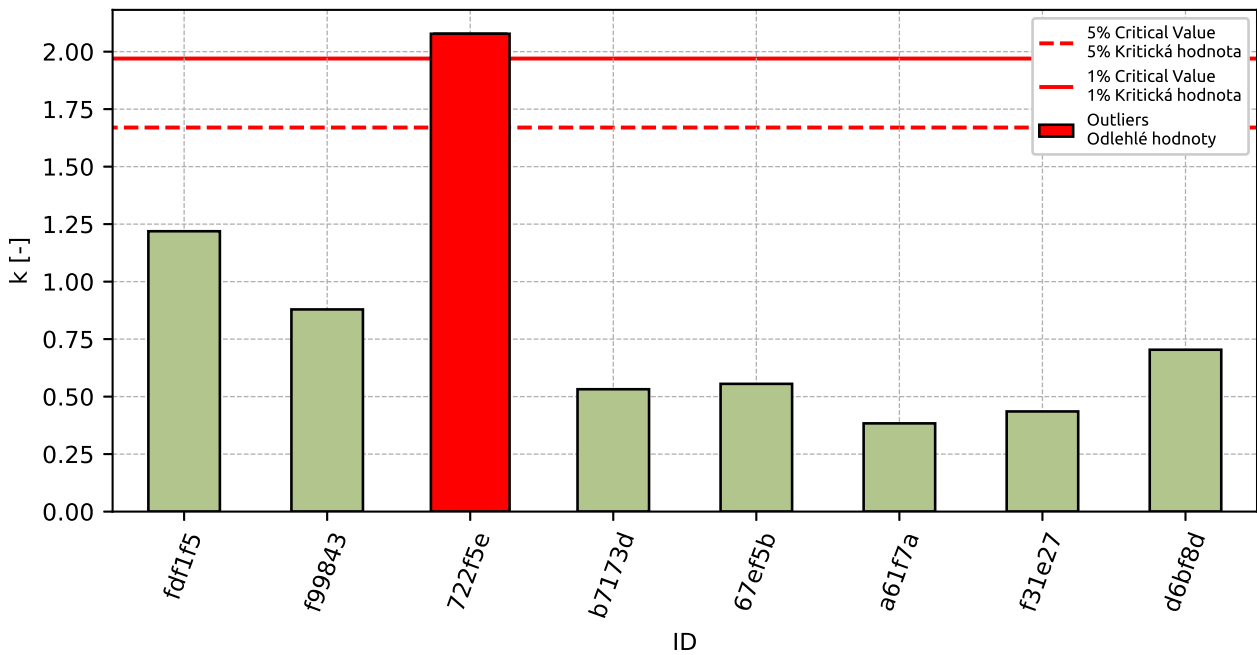


Obrázek 1: Cochranův test - výběrové směrodatné odchylky

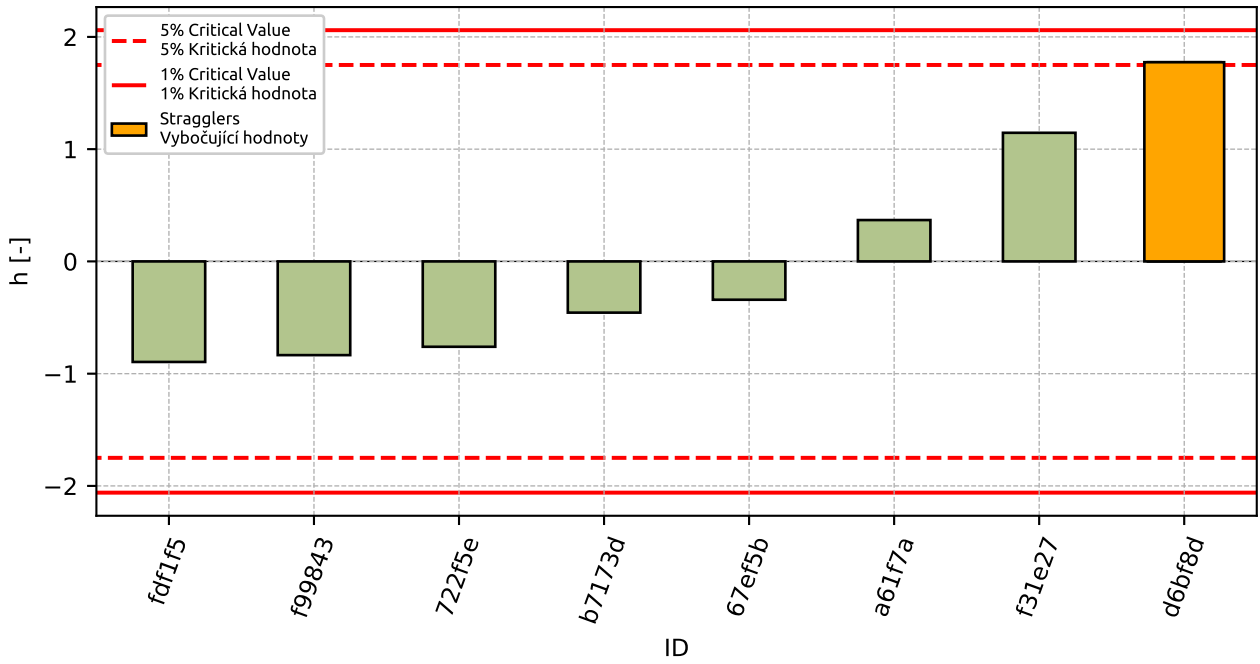


Obrázek 2: Grubbsův test – průměrné hodnoty

### 13.1.3 Mandelovy statistiky konzistence

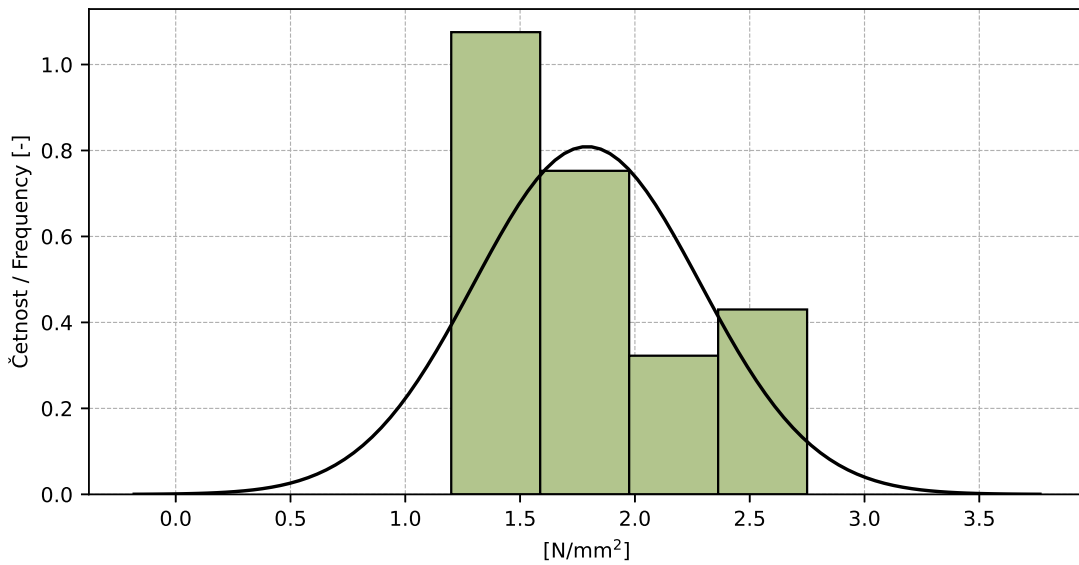


Obrázek 3: Vnitrolaboratorní statistika konzistence



Obrázek 4: Mezilaboratorní statistika konzistence

### 13.1.4 Popisné statistiky

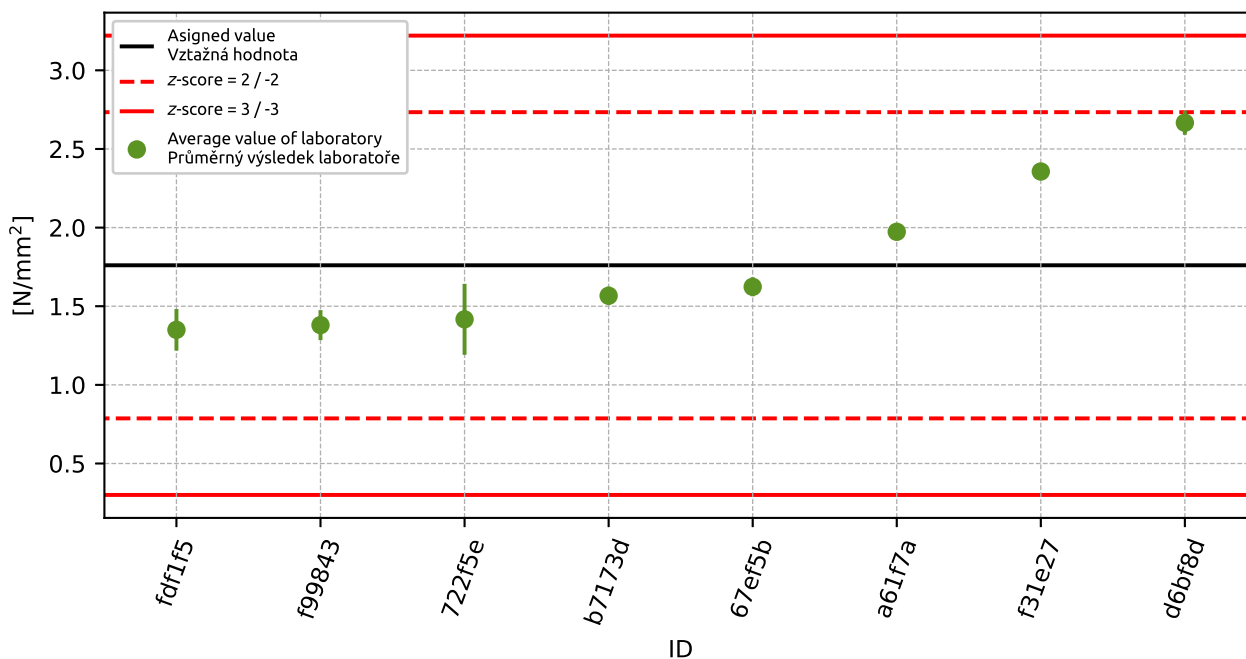


Obrázek 5: Histogram všech výsledků zkoušek

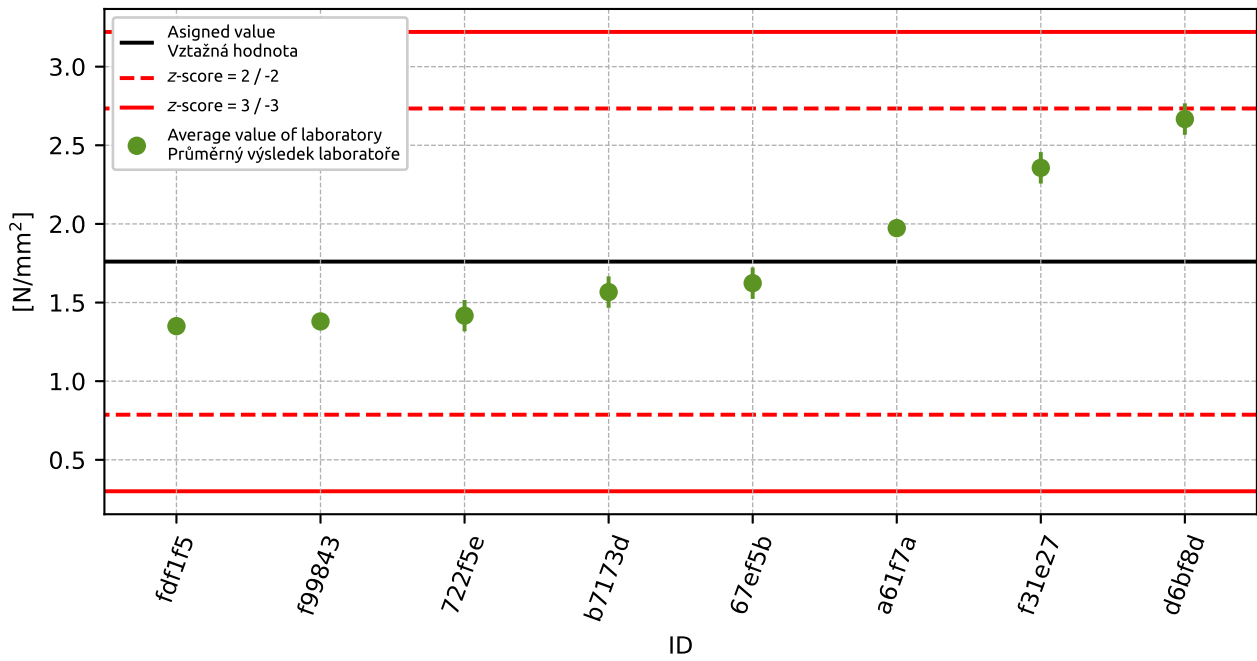
Tabulka 5: Popisné statistiky

Charakteristika	[N/mm <sup>2</sup> ]
Průměrná hodnota / Average value – $\bar{x}$	1.79
Výběrová směrodatná odchylka / Sample standard deviation – $s$	0.493
Vztažná hodnota / Assigned value – $x^*$	1.76
Robustní směrodatná odchylka / Robust standard deviation – $s^*$	0.487
Nejistota měření vztažné hodnoty / Measurement uncertainty of assigned value – $u_X$	0.215
$p$ -hodnota testu normality / $p$ -value of normality test	0.015 [-]
Mezilaboratorní sm. odch. / Interlaboratory standard deviation – $s_L$	0.489
Směrodatná odchylka opakovatelnosti / Repeatability standard deviation – $s_r$	0.109
Směrodatná odchylka reprodukovatelnosti / Reproducibility standard deviation – $s_R$	0.501
Opakovatelnost / Repeatability – $r$	0.3
Reprodukovatelnost / Reproducibility – $R$	1.4

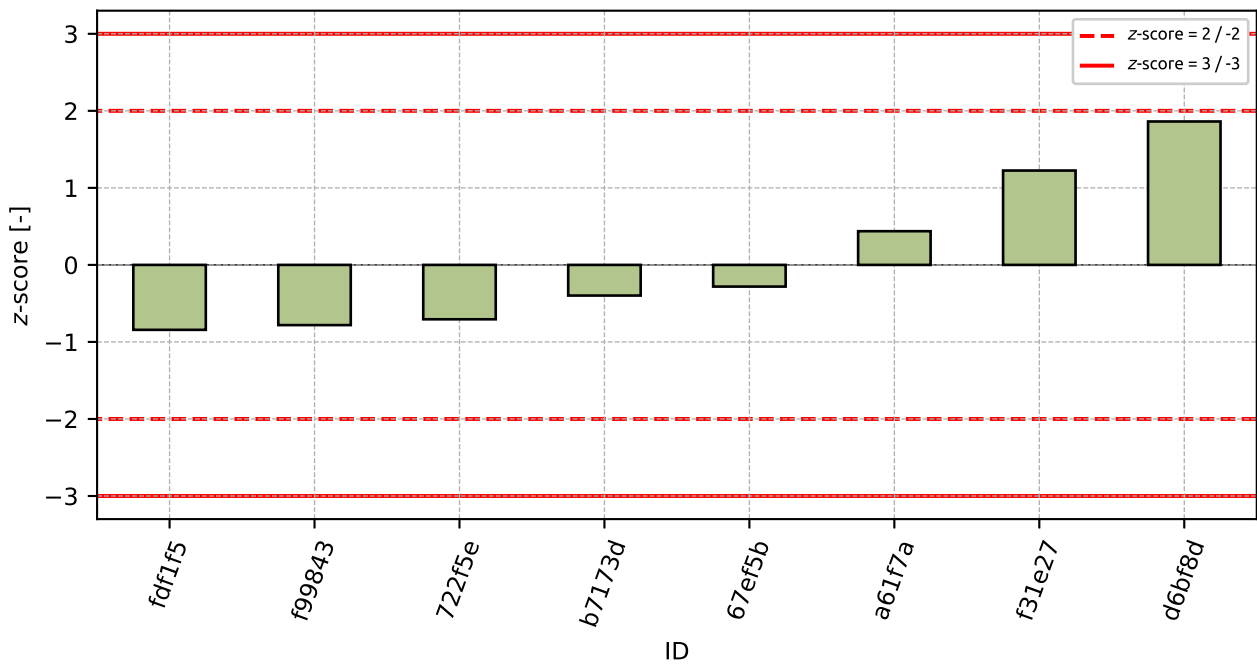
### 13.1.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků



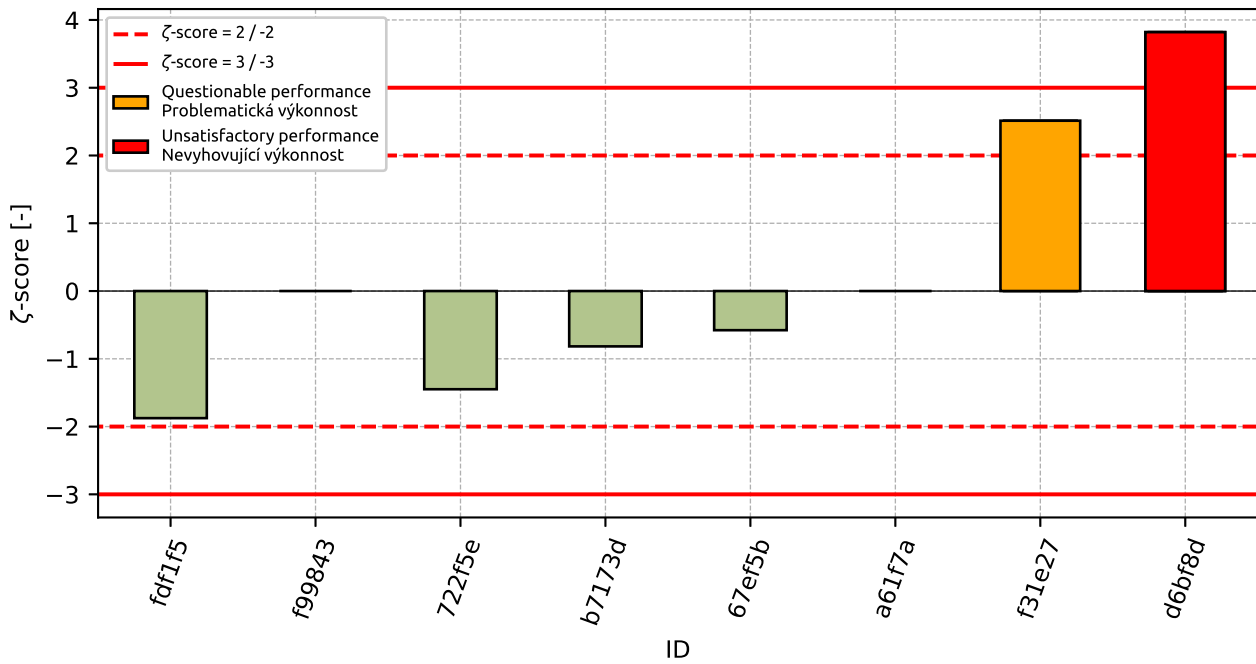
Obrázek 6: Graf průměrných hodnot výsledků zkoušek a výběrových směrodatných odchylek



Obrázek 7: Graf průměrných hodnot výsledků zkoušek a rozšířených nejistot měření



Obrázek 8: z-score

Obrázek 9:  $\zeta$ -scoreTabulka 6: Výsledné hodnoty z-score a  $\zeta$ -score

ID	z-score [-]	$\zeta$ -score [-]
fdf1f5	-0.84	-1.88
f99843	-0.78	-
722f5e	-0.71	-1.45
b7173d	-0.4	-0.82
67ef5b	-0.28	-0.58
a61f7a	0.44	-
f31e27	1.22	2.51
d6bf8d	1.86	3.82

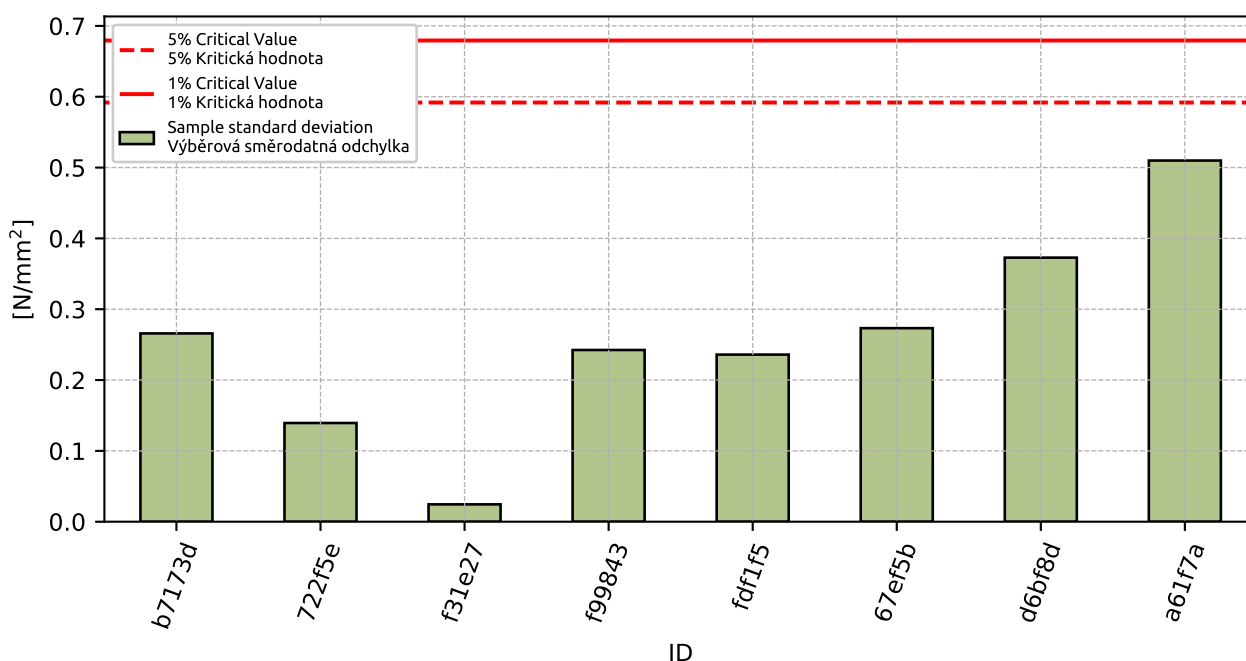
## 13.2 Pevnost v tlaku

### 13.2.1 Výsledky zkoušek

Tabulka 7: Výsledky zkoušek - seřazené podle průměrné hodnoty. Odlehlé hodnoty jsou označeny červeně.  $u_x$  - rozšířená nejistota účastníka;  $\bar{x}$  - aritmetický průměr;  $s_0$  - výběrová směrodatná odchylka;  $V_x$  - variační koeficient

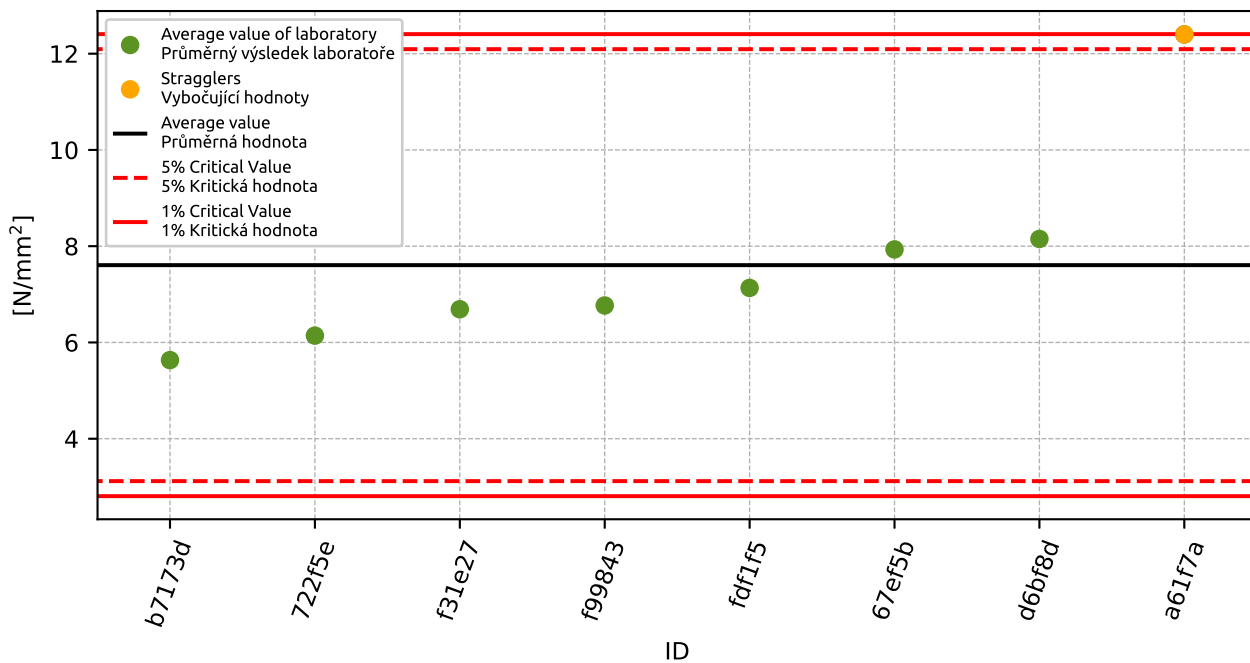
ID účastníka	Výsledky zkoušek [N/mm <sup>2</sup> ]						$u_x$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\bar{x}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$s_0$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$V_x$ [%]
b7173d	5.3	5.5	5.9	6.0	5.6	5.5	0.1	5.63	0.266	4.72
722f5e	5.95	6.0	6.2	6.3	6.25	6.15	0.5	6.14	0.139	2.27
f31e27	6.65	6.68	6.71	6.71	6.68	6.71	0.1	6.69	0.024	0.37
f99843	7.05	6.89	6.93	6.42	6.54	6.78	-	6.77	0.242	3.58
fdf1f5	6.8	6.9	7.4	7.25	7.15	7.3	0.2	7.13	0.236	3.31
67ef5b	7.9	8.3	7.5	8.0	8.1	7.8	0.5	7.93	0.273	3.44
d6bf8d	7.8	8.7	7.8	8.0	8.1	8.5	0.2	8.15	0.373	4.57
a61f7a	12.7	12.9	12.0	11.6	12.8	12.4	-	12.4	0.51	4.11

### 13.2.2 Numerické zhodnocení odlehlých hodnot

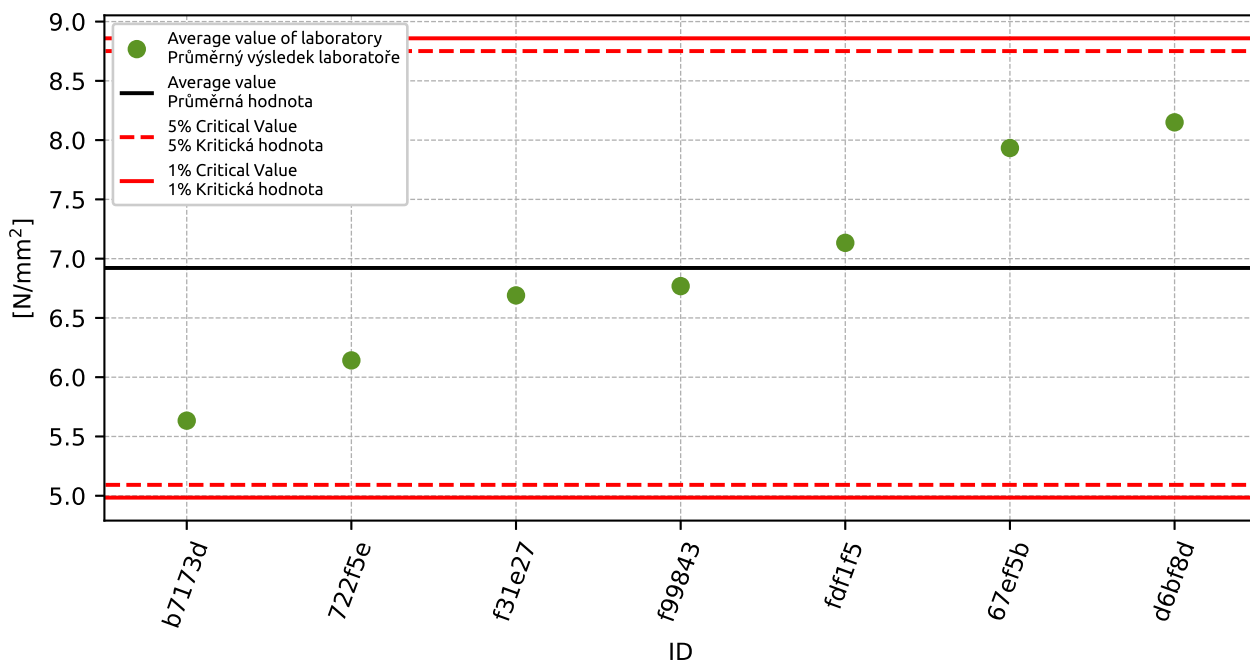


Obrázek 10: Cochranův test - výběrové směrodatné odchylky



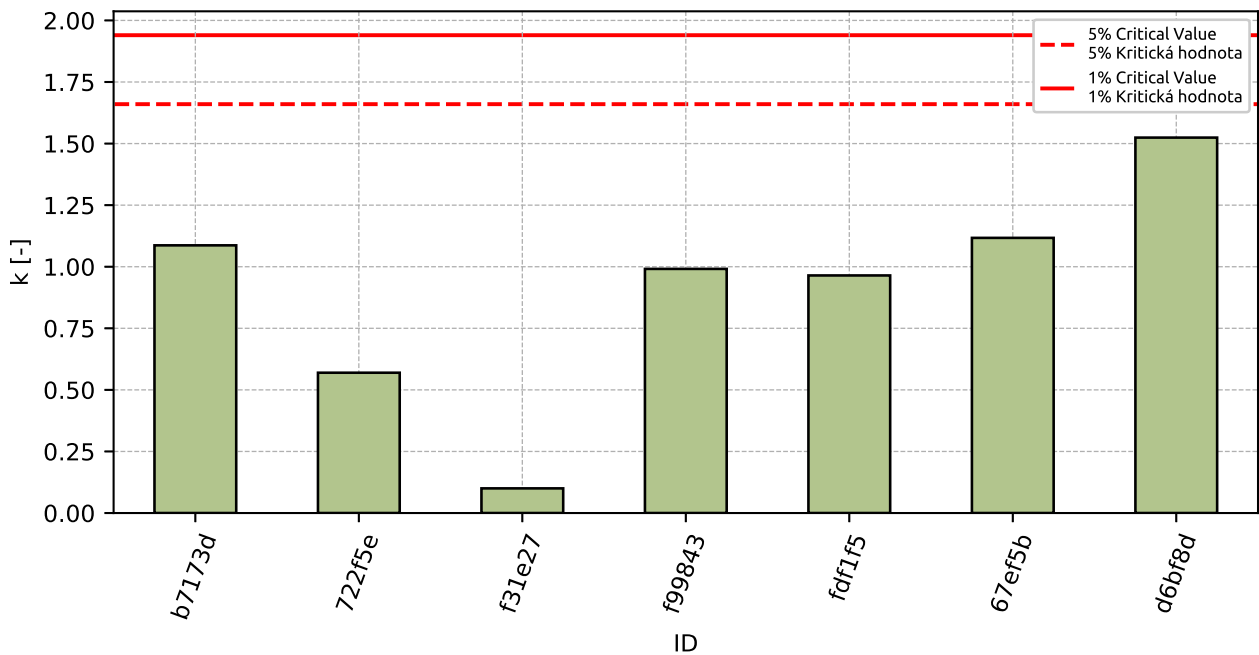


Obrázek 11: Grubbsův test – průměrné hodnoty

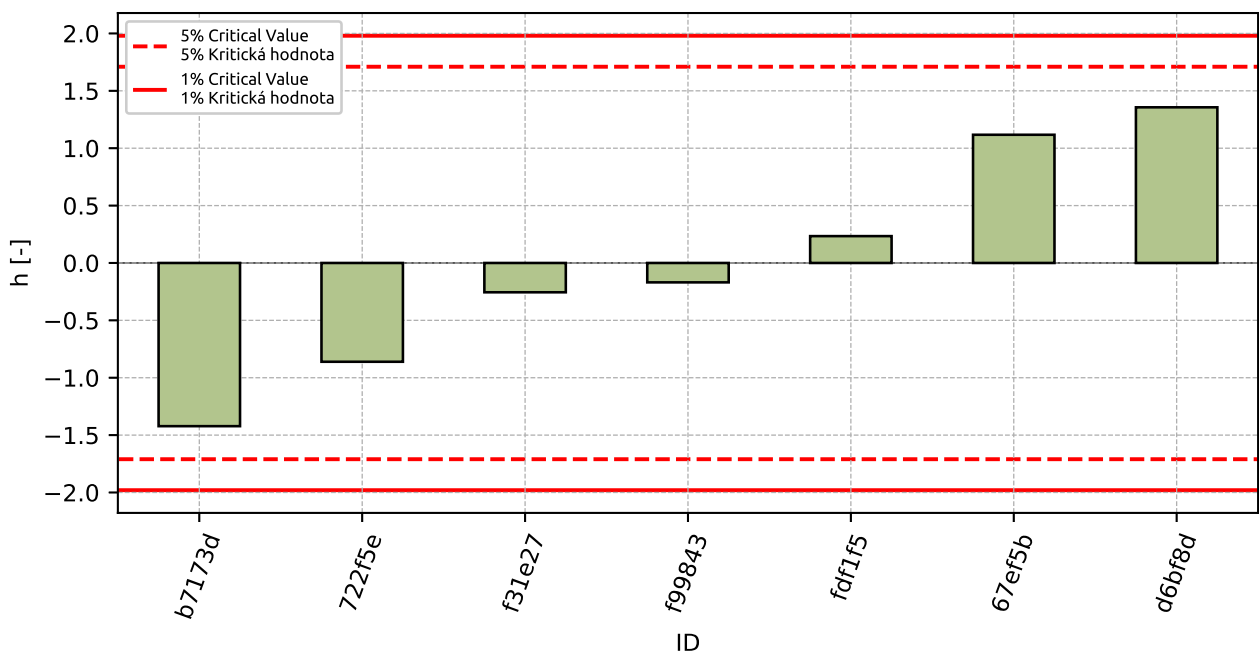


Obrázek 12: Grubbsův test bez odlehlých hodnot

### 13.2.3 Mandelovy statistiky konzistence

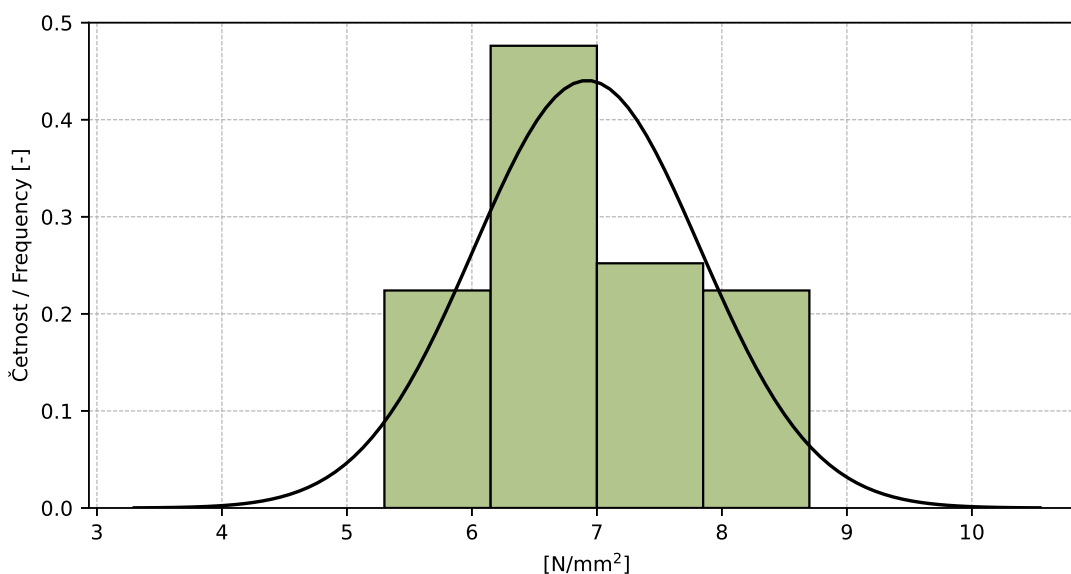


Obrázek 13: Vnitrolaboratorní statistika konzistence



Obrázek 14: Mezilaboratorní statistika konzistence

### 13.2.4 Popisné statistiky

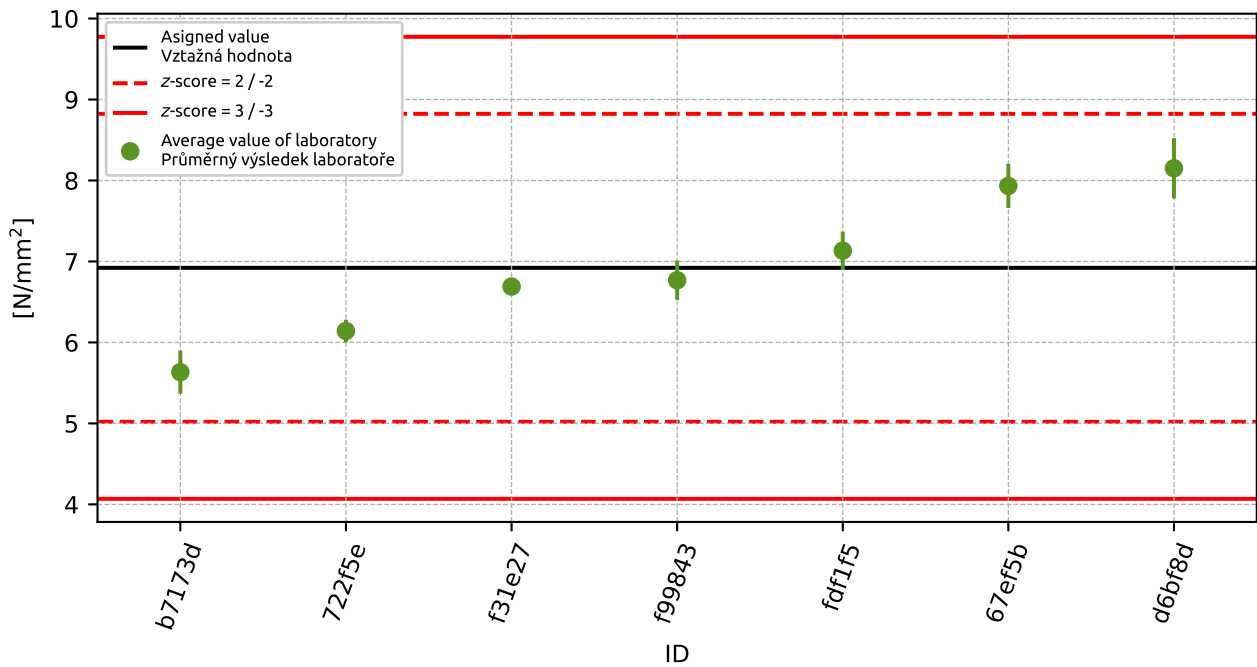


Obrázek 15: Histogram všech výsledků zkoušek

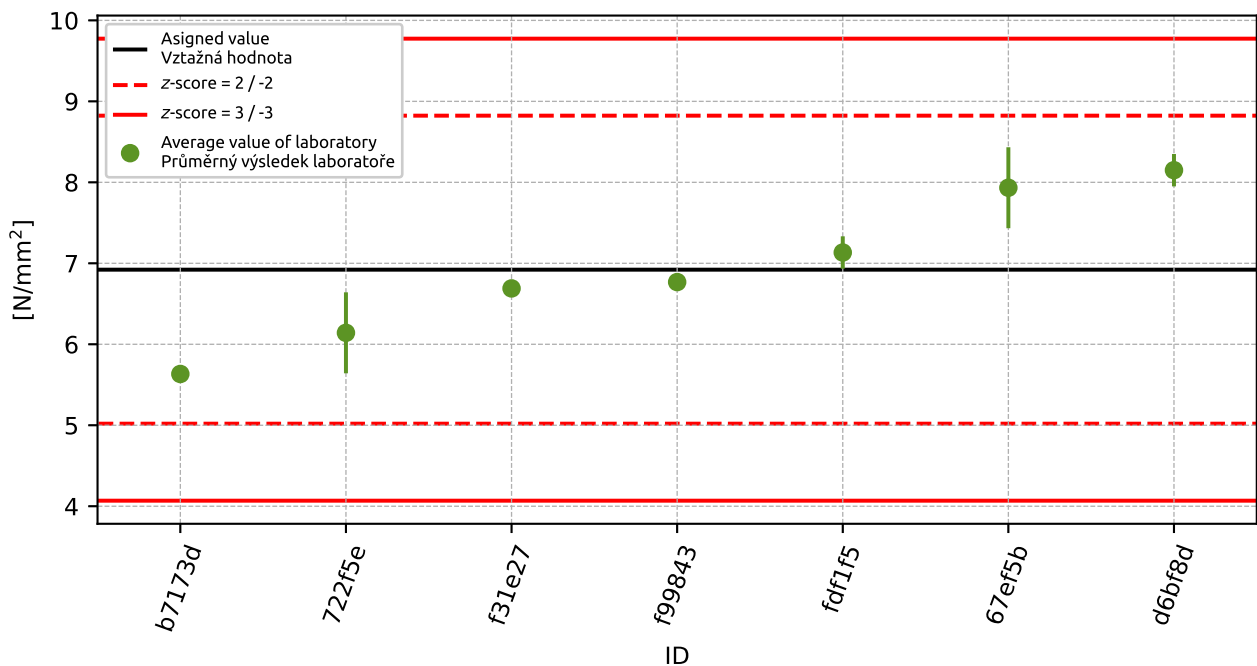
Tabulka 8: Popisné statistiky

Charakteristika	[N/mm <sup>2</sup> ]
Průměrná hodnota / Average value – $\bar{x}$	6.92
Výběrová směrodatná odchylka / Sample standard deviation – $s$	0.906
Vztažná hodnota / Assigned value – $x^*$	6.92
Robustní směrodatná odchylka / Robust standard deviation – $s^*$	0.951
Nejistota měření vztažné hodnoty / Measurement uncertainty of assigned value – $u_X$	0.449
$p$ -hodnota testu normality / $p$ -value of normality test	0.447 [-]
Mezilaboratorní sm. odch. / Interlaboratory standard deviation – $s_L$	0.9
Směrodatná odchylka opakovatelnosti / Repeatability standard deviation – $s_r$	0.245
Směrodatná odchylka reprodukovatelnosti / Reproducibility standard deviation – $s_R$	0.933
Opakovatelnost / Repeatability – $r$	0.68
Reprodukovatelnost / Reproducibility – $R$	2.61

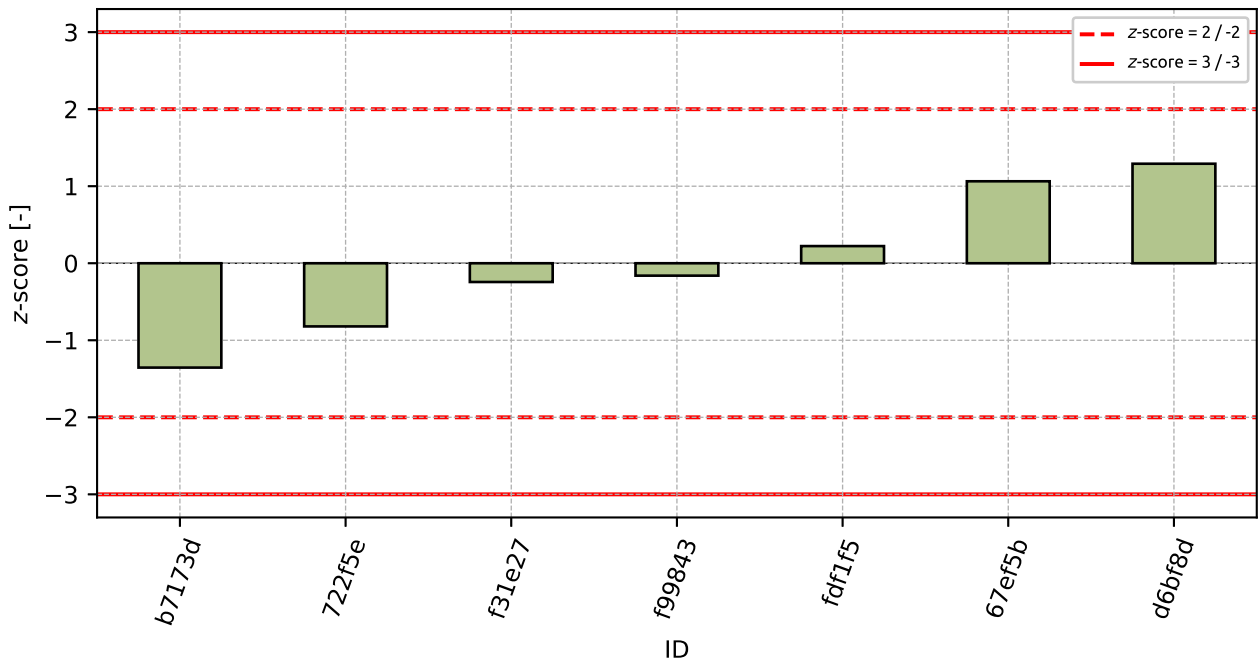
### 13.2.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků



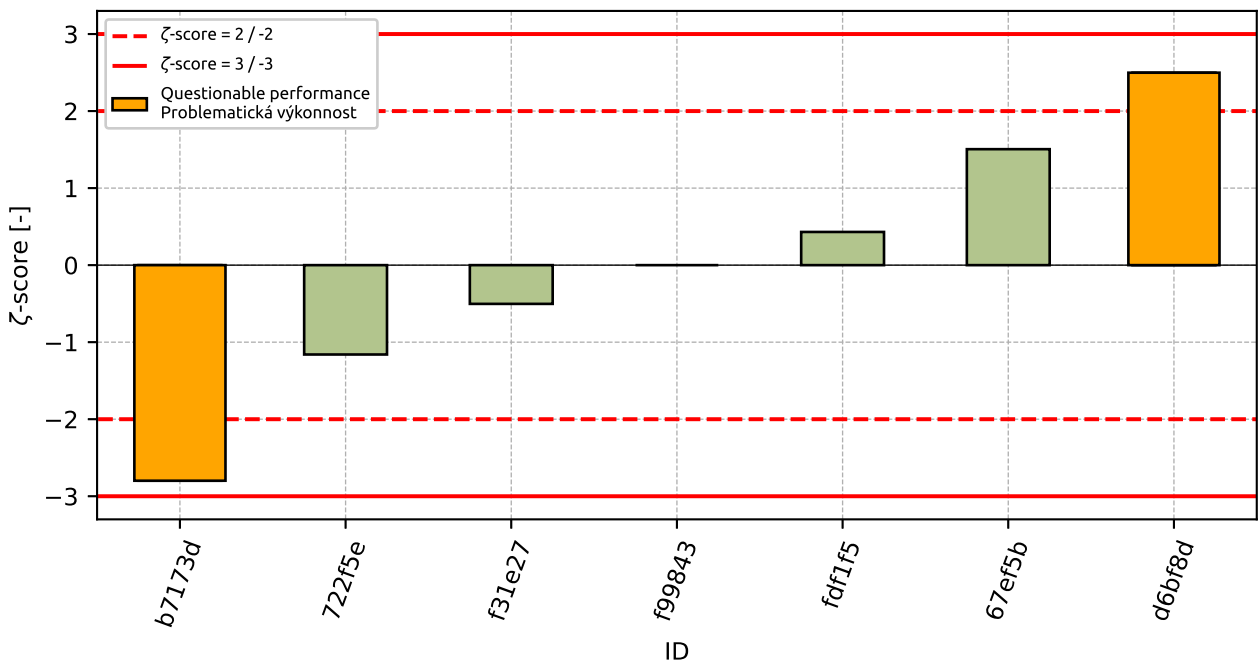
Obrázek 16: Graf průměrných hodnot výsledků zkoušek a výběrových směrodatných odchylek



Obrázek 17: Graf průměrných hodnot výsledků zkoušek a rozšířených nejistot měření



Obrázek 18: z-score



Obrázek 19: ζ-score

Tabulka 9: Výsledné hodnoty z-score a  $\zeta$ -score

ID	z-score [-]	$\zeta$ -score [-]
b7173d	-1.35	-2.8
722f5e	-0.82	-1.16
f31e27	-0.24	-0.5
f99843	-0.16	-
fdf1f5	0.22	0.43
67ef5b	1.06	1.51
d6bf8d	1.29	2.5

## 14 Příloha – ČSN EN 1015-12 – Přídržnost

Zkouška neotevřena pro nízký počet účastníků.

## 15 Příloha – ČSN EN 1015-18 – Koef. kapilární absorpce ( $C_m$ )

Zkouška neotevřena pro nízký počet účastníků.

## 16 Příloha – ČSN EN 1015-19 – Tok vodní páry

Zkouška neotevřena pro nízký počet účastníků.

## 17 Příloha – ČSN EN 13892-2 – Pevnost v tahu za ohybu a tlaku

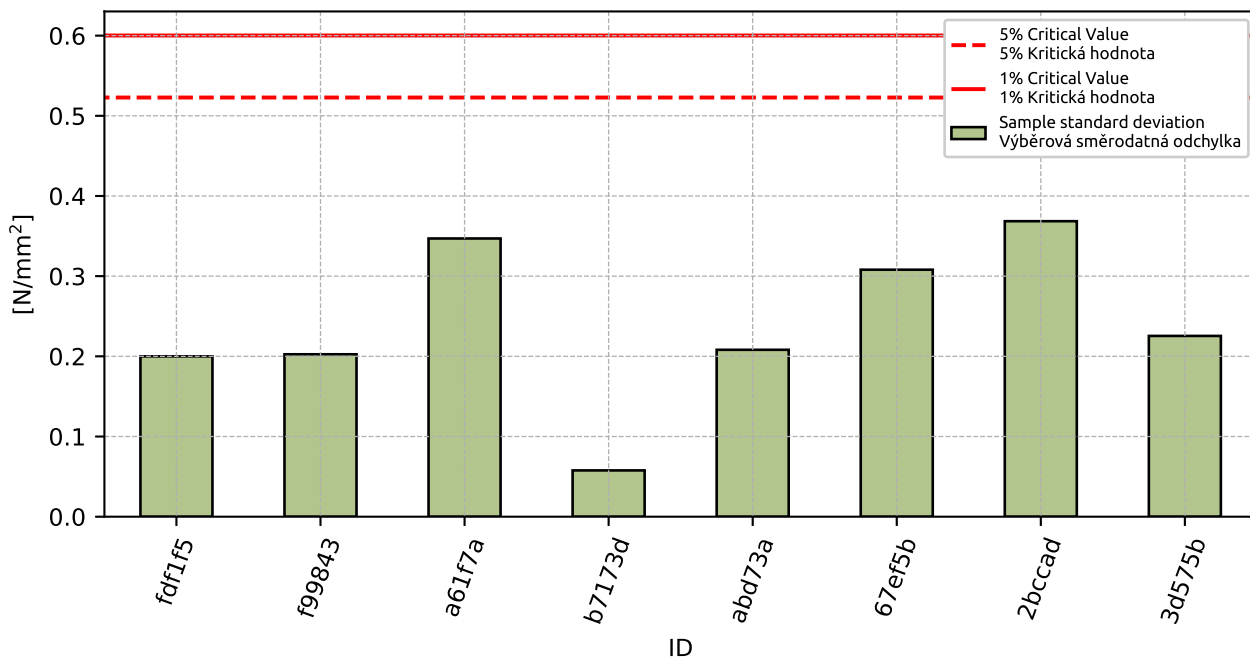
### 17.1 Pevnost v tahu ohybem

#### 17.1.1 Výsledky zkoušek

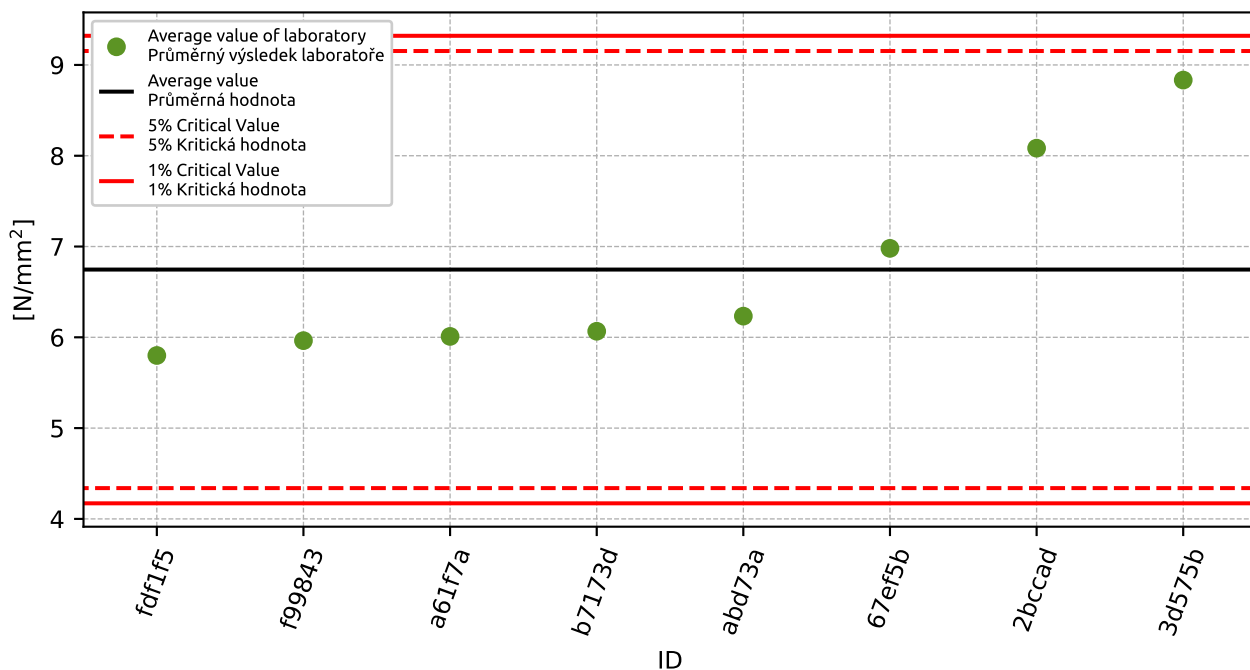
Tabulka 10: Výsledky zkoušek - seřazené podle průměrné hodnoty. Odlehlé hodnoty jsou označeny červeně.  $u_x$  - rozšířená nejistota účastníka;  $\bar{x}$  - aritmetický průměr;  $s_0$  - výběrová směrodatná odchylka;  $V_x$  - variační koeficient

ID účastníka	Výsledky zkoušek [N/mm <sup>2</sup> ]			$u_x$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\bar{x}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$s_0$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$V_x$ [%]
fdf1f5	5.8	5.6	6.0	0.2	5.8	0.2	3.45
f99843	5.9	6.2	5.8	-	6.0	0.2	3.4
a61f7a	6.1	6.3	5.6	-	6.0	0.35	5.77
b7173d	6.1	6.1	6.0	0.1	6.1	0.06	0.95
abd73a	6.3	6.0	6.4	0.5	6.2	0.21	3.34
67ef5b	6.7	6.9	7.3	0.3	7.0	0.31	4.41
2bccad	8.5	8.0	7.8	0.4	8.1	0.37	4.56
3d575b	8.6	8.8	9.0	0.5	8.8	0.23	2.55

17.1.2 Numerické zhodnocení odlehlých hodnot



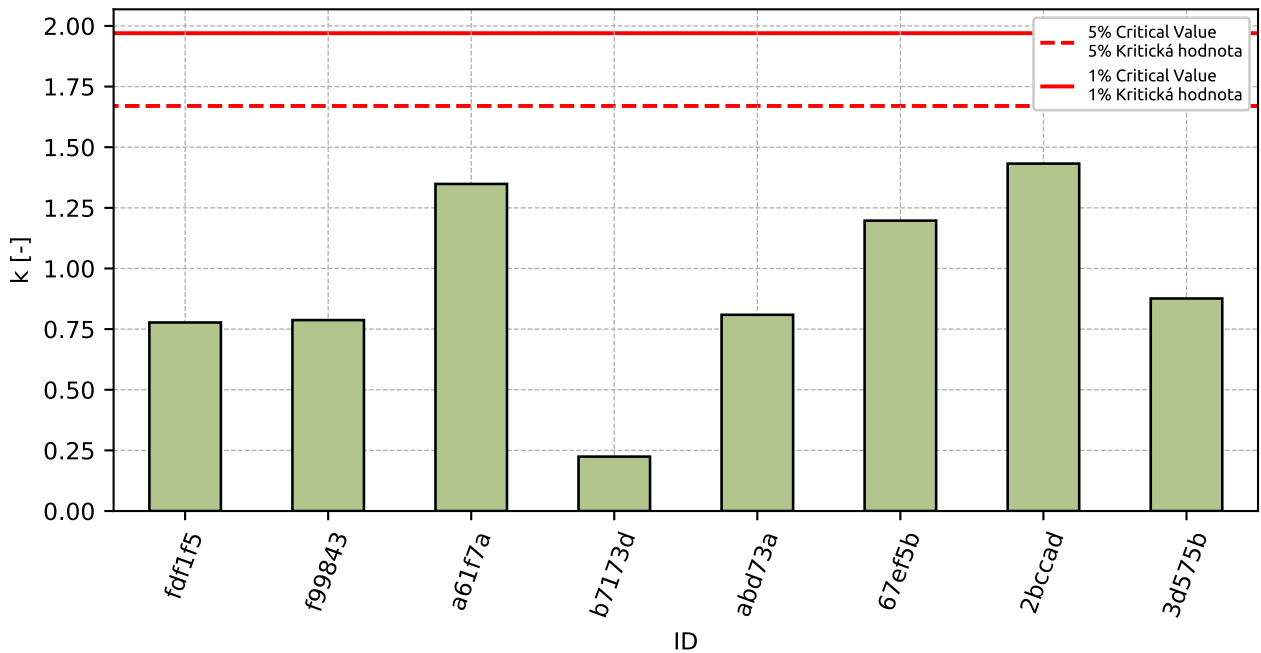
Obrázek 20: Cochranův test - výběrové směrodatné odchylky



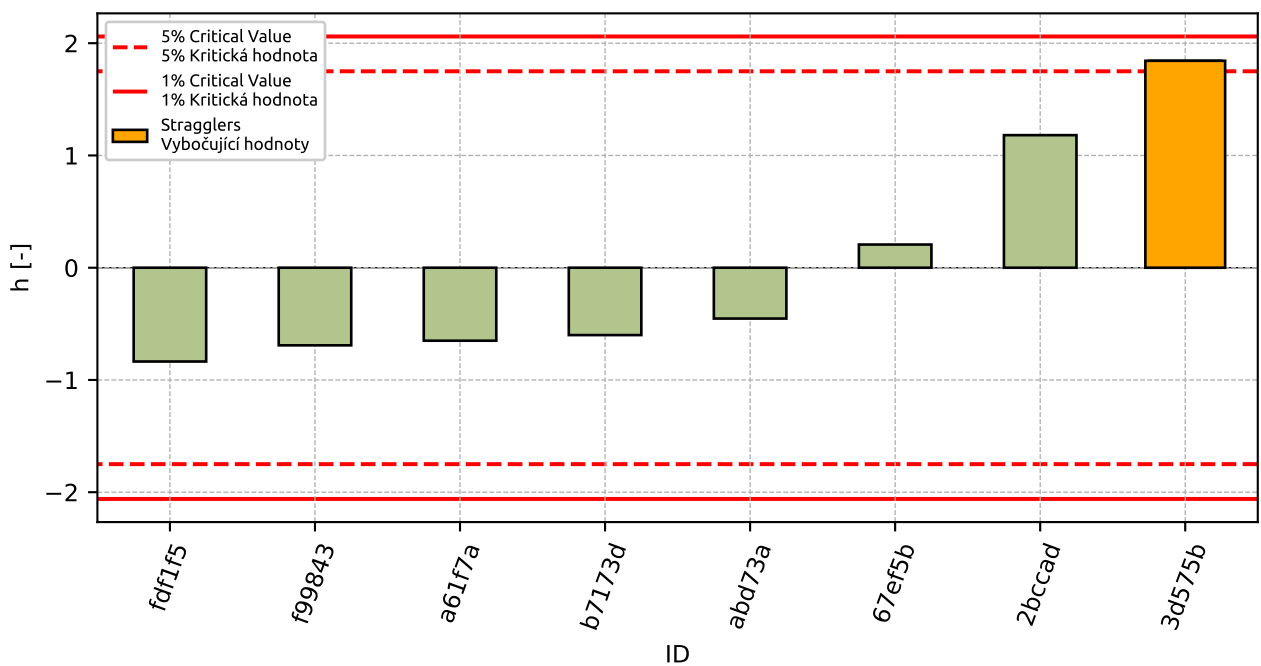
Obrázek 21: Grubbsův test - průměrné hodnoty



### 17.1.3 Mandelovy statistiky konzistence

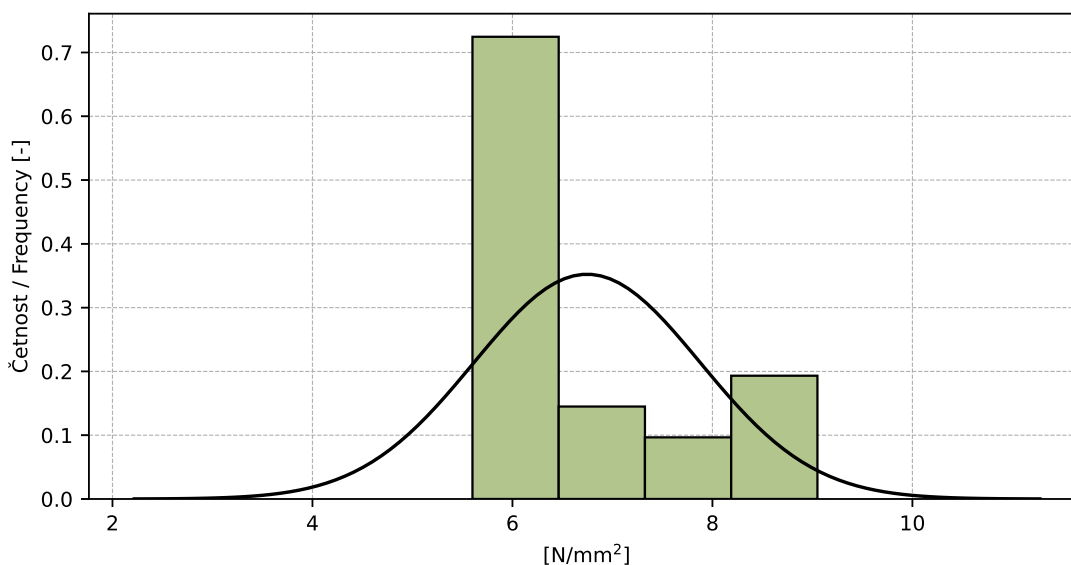


Obrázek 22: Vnitrolaboratorní statistika konzistence



Obrázek 23: Mezilaboratorní statistika konzistence

## 17.1.4 Popisné statistiky

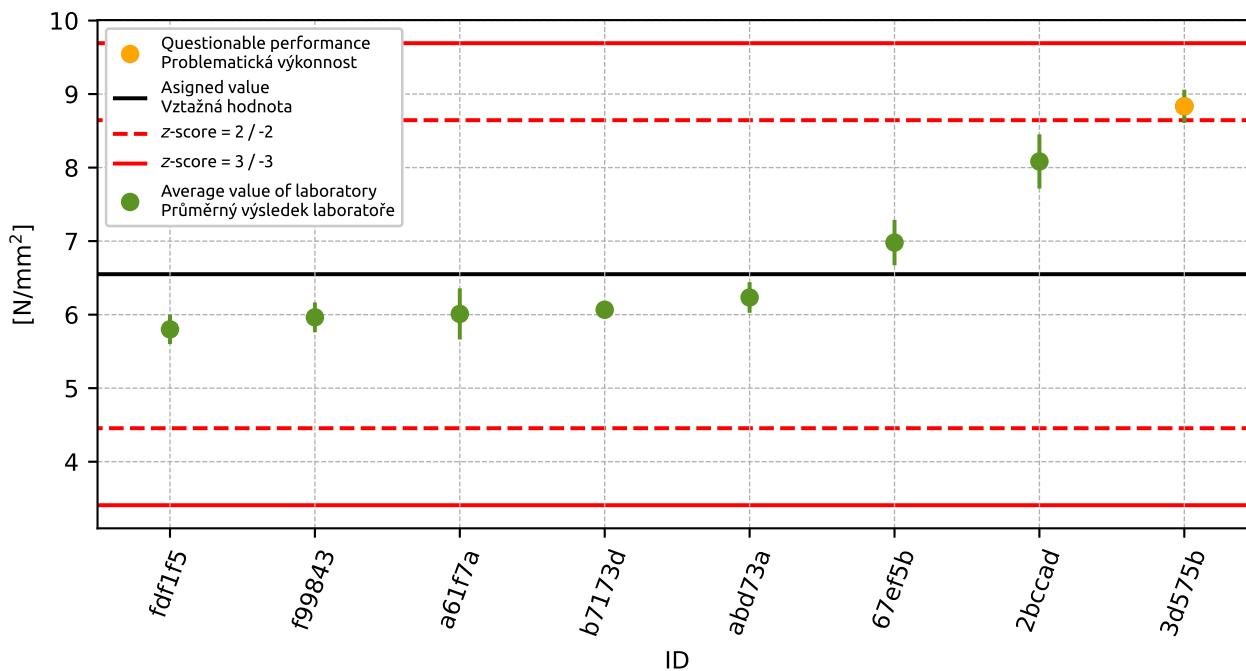


Obrázek 24: Histogram všech výsledků zkoušek

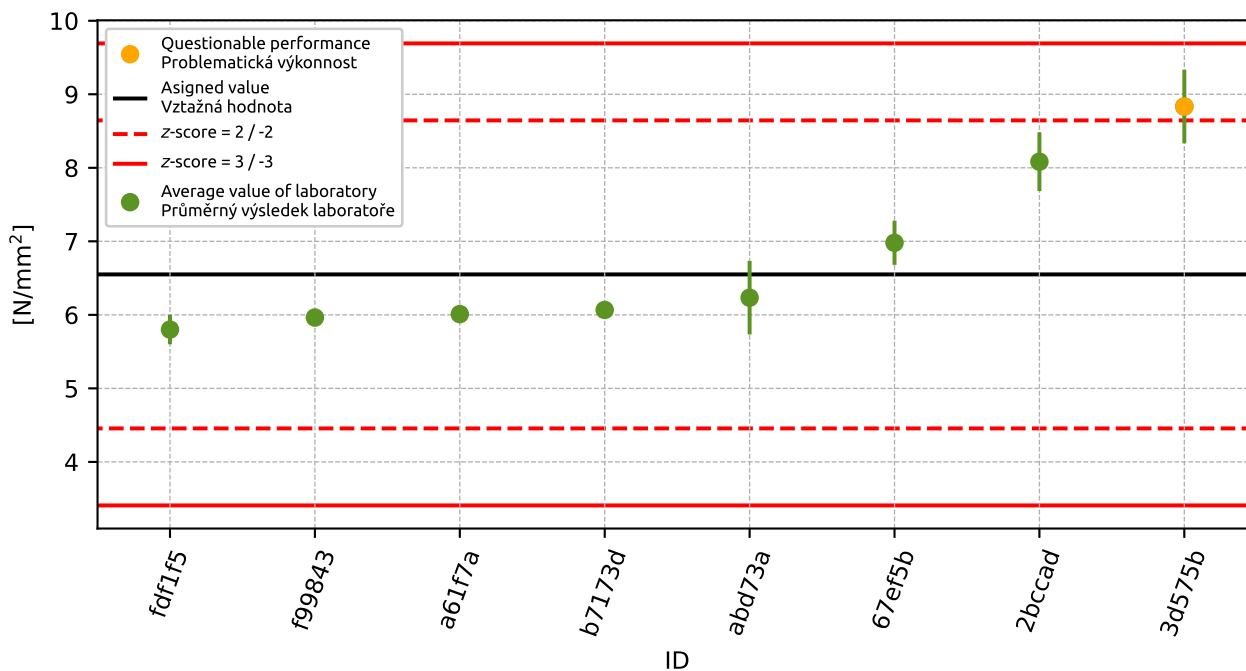
Tabulka 11: Popisné statistiky

Charakteristika	[N/mm <sup>2</sup> ]
Průměrná hodnota / Average value – $\bar{x}$	6.75
Výběrová směrodatná odchylka / Sample standard deviation – $s$	1.132
Vztažná hodnota / Assigned value – $x^*$	6.55
Robustní směrodatná odchylka / Robust standard deviation – $s^*$	1.047
Nejistota měření vztažné hodnoty / Measurement uncertainty of assigned value – $u_X$	0.463
$p$ -hodnota testu normality / $p$ -value of normality test	0.001 [-]
Mezilaboratorní sm. odch. / Interlaboratory standard deviation – $s_L$	1.122
Směrodatná odchylka opakovatelnosti / Repeatability standard deviation – $s_r$	0.257
Směrodatná odchylka reprodukovatelnosti / Reproducibility standard deviation – $s_R$	1.152
Opakovatelnost / Repeatability – $r$	0.72
Reprodukovatelnost / Reproducibility – $R$	3.22

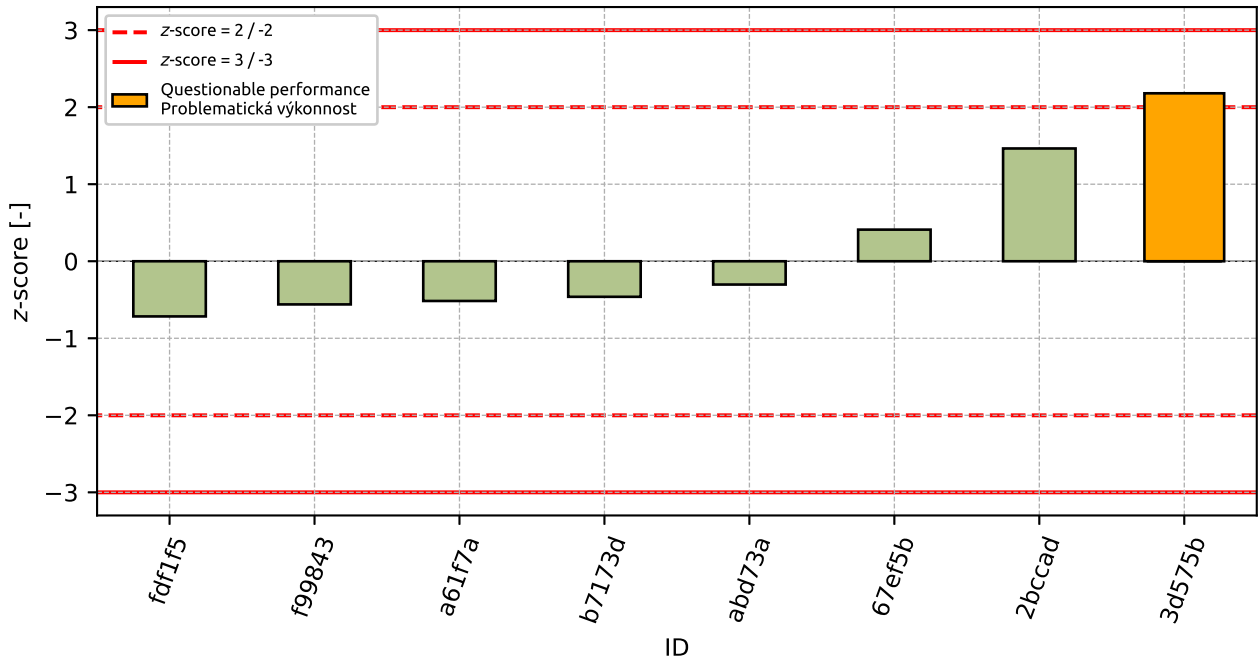
### 17.1.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků



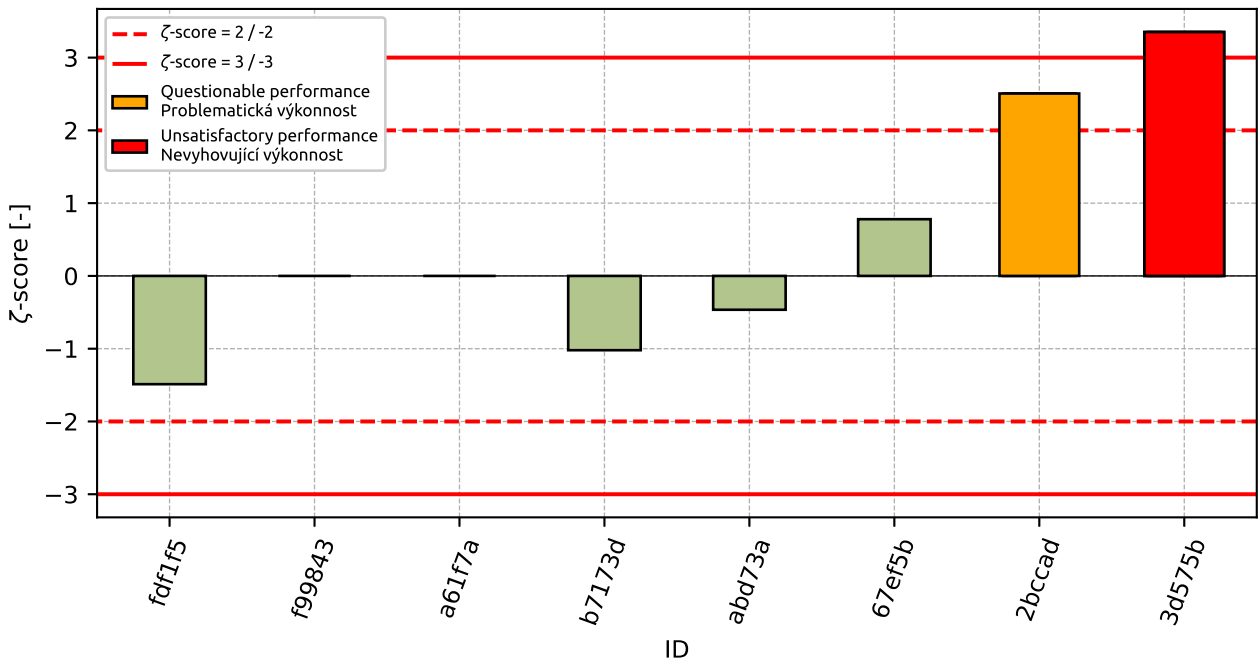
Obrázek 25: Graf průměrných hodnot výsledků zkoušek a výběrových směrodatných odchylek



Obrázek 26: Graf průměrných hodnot výsledků zkoušek a rozšířených nejistot měření



Obrázek 27: z-score



Obrázek 28: zeta-score

Tabulka 12: Výsledné hodnoty z-score a  $\zeta$ -score

ID	z-score [-]	$\zeta$ -score [-]
fdf1f5	-0.72	-1.49
f99843	-0.56	-
a61f7a	-0.52	-
b7173d	-0.46	-1.02
abd73a	-0.3	-0.46
67ef5b	0.41	0.78
2bccad	1.46	2.51
3d575b	2.18	3.35

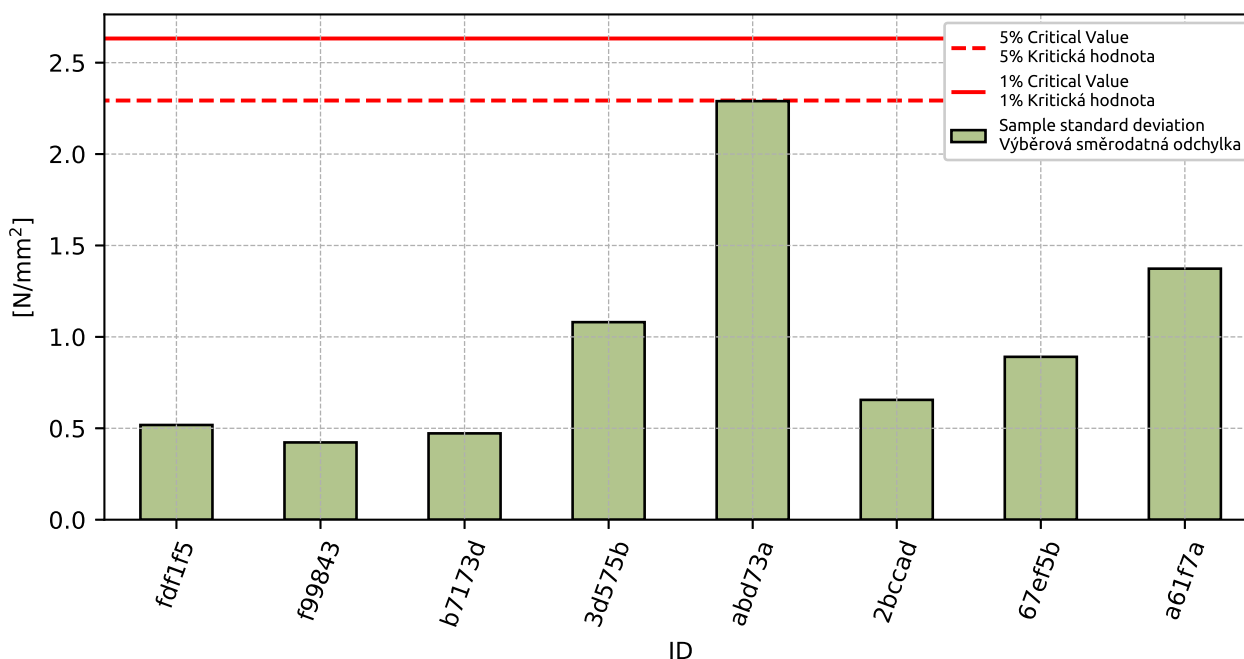
## 17.2 Pevnost v tlaku

### 17.2.1 Výsledky zkoušek

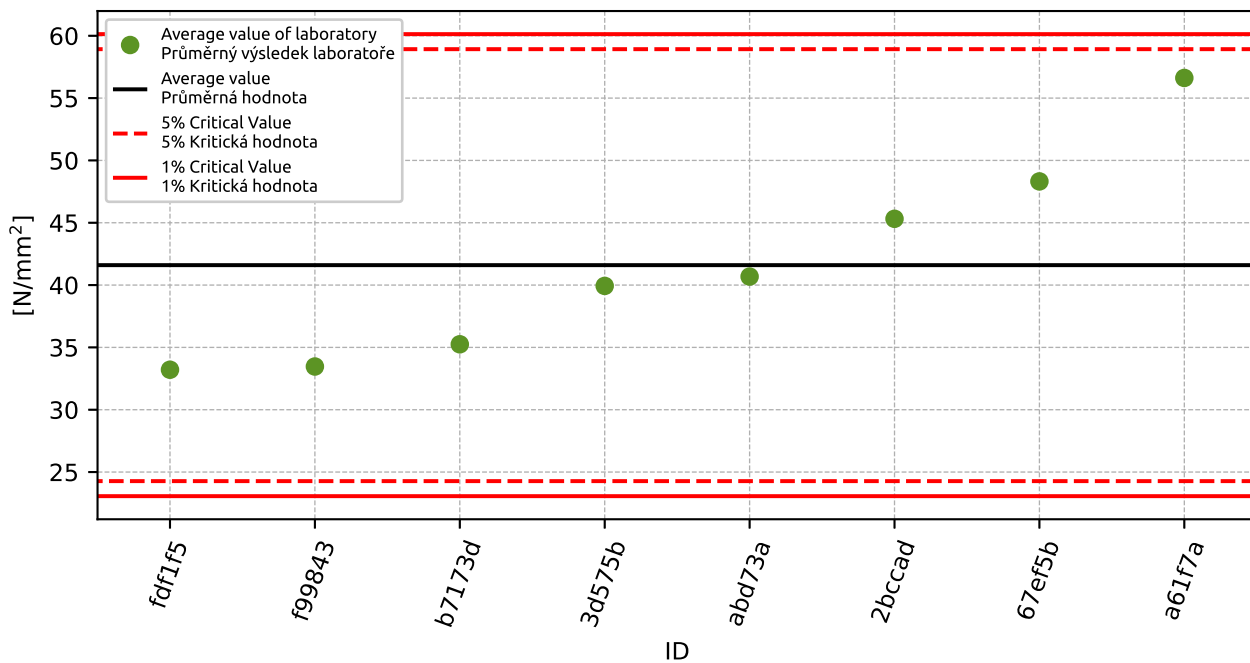
Tabulka 13: Výsledky zkoušek - seřazené podle průměrné hodnoty. Odlehlé hodnoty jsou označeny červeně.  $u_x$  - rozšířená nejistota účastníka;  $\bar{x}$  - aritmetický průměr;  $s_0$  - výběrová směrodatná odchylka;  $V_x$  - variační koeficient

ID účastníka	Výsledky zkoušek [N/mm <sup>2</sup> ]						$u_x$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\bar{x}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$s_0$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$V_x$ [%]
fdf1f5	32.6	32.8	33.0	33.8	33.2	33.8	1.0	33.2	0.52	1.56
f99843	33.7	32.9	33.9	33.5	33.8	33.0	-	33.5	0.42	1.26
b7173d	35.5	35.2	34.6	34.8	35.6	35.8	0.5	35.2	0.47	1.34
3d575b	39.5	41.2	40.7	40.5	39.4	38.3	1.4	39.9	1.08	2.71
abd73a	37.6	40.1	39.9	44.5	40.3	41.7	4.4	40.7	2.29	5.63
2bccad	45.4	45.2	45.7	46.0	44.1	45.5	2.3	45.3	0.66	1.45
67ef5b	48.3	47.5	48.7	47.7	49.9	47.8	2.1	48.3	0.89	1.84
a61f7a	57.3	55.1	55.6	56.8	56.0	58.9	-	56.6	1.37	2.43

### 17.2.2 Numerické zhodnocení odlehých hodnot

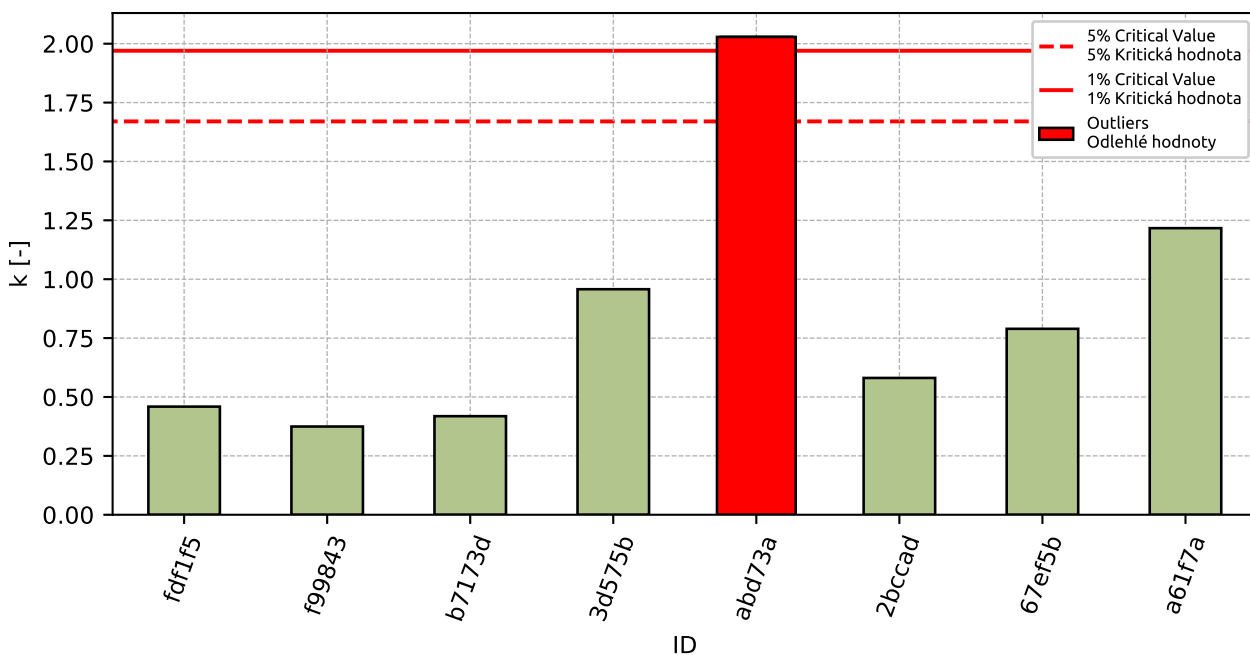


Obrázek 29: Cochranův test - výběrové směrodatné odchylky

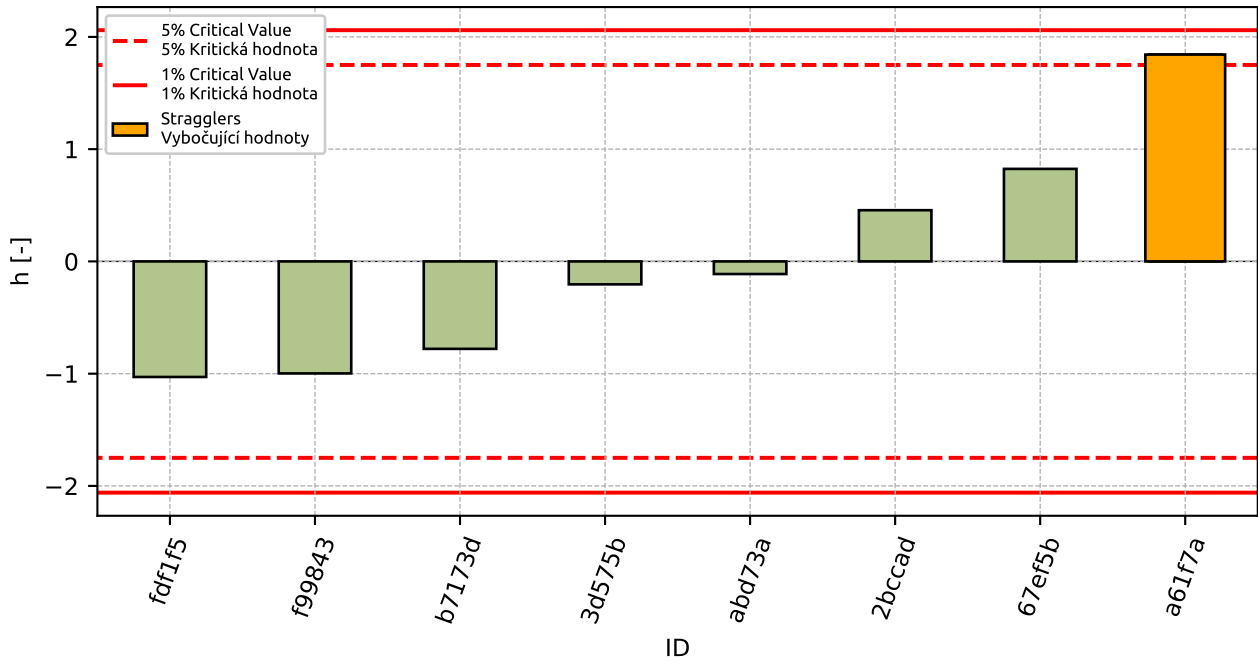


Obrázek 30: Grubbsův test – průměrné hodnoty

### 17.2.3 Mandelovy statistiky konzistence

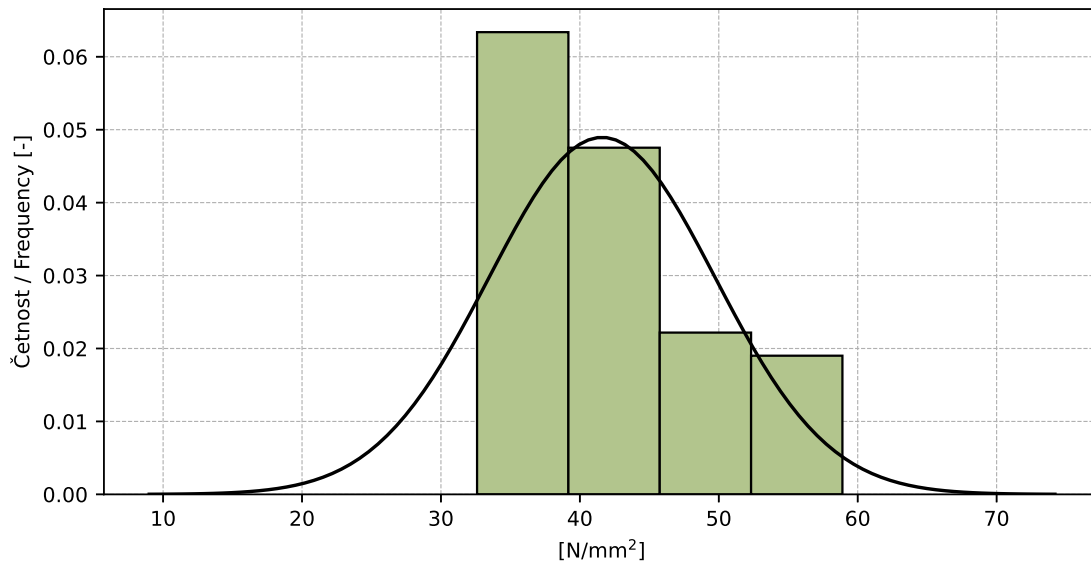


Obrázek 31: Vnitrolaboratorní statistika konzistence



Obrázek 32: Mezilaboratorní statistika konzistence

### 17.2.4 Popisné statistiky



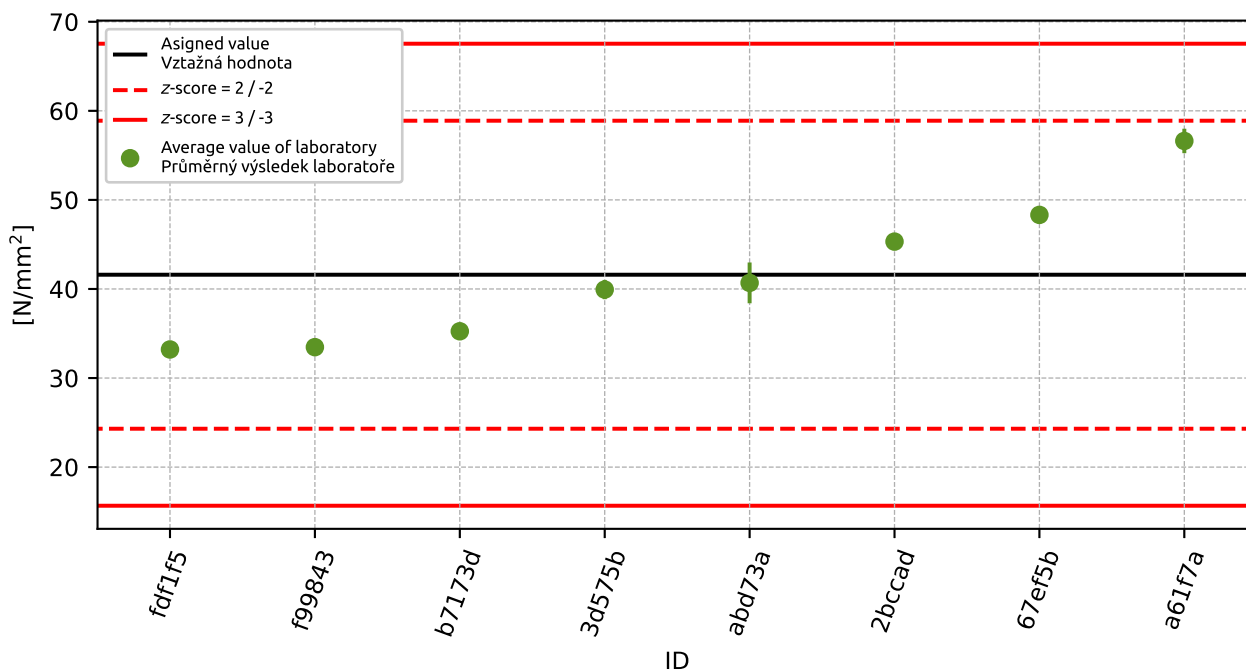
Obrázek 33: Histogram všech výsledků zkoušek



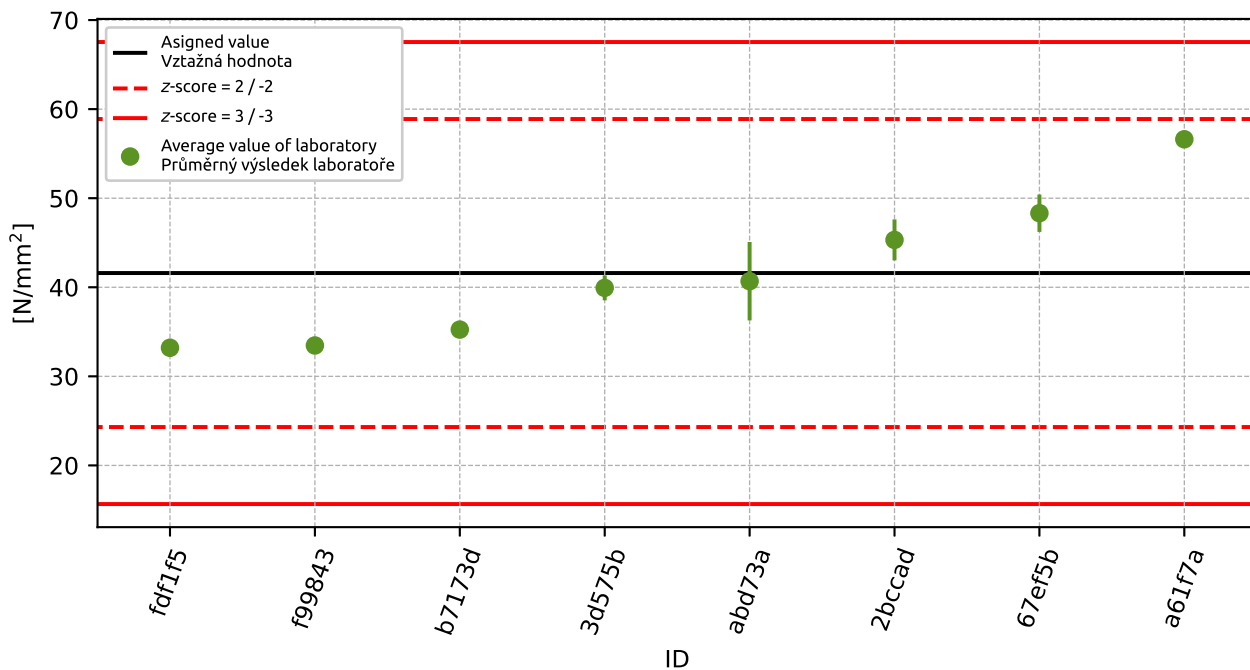
Tabulka 14: Popisné statistiky

Charakteristika	[N/mm <sup>2</sup> ]
Průměrná hodnota / Average value – $\bar{x}$	41.6
Výběrová směrodatná odchylka / Sample standard deviation – $s$	8.15
Vztažná hodnota / Assigned value – $x^*$	41.6
Robustní směrodatná odchylka / Robust standard deviation – $s^*$	8.645
Nejistota měření vztažné hodnoty / Measurement uncertainty of assigned value – $u_X$	3.821
$p$ -hodnota testu normality / $p$ -value of normality test	0.001 [-]
Mezilaboratorní sm. odch. / Interlaboratory standard deviation – $s_L$	8.137
Směrodatná odchylka opakovatelnosti / Repeatability standard deviation – $s_r$	1.129
Směrodatná odchylka reprodukovatelnosti / Reproducibility standard deviation – $s_R$	8.215
Opakovatelnost / Repeatability – $r$	3.16
Reprodukovatelnost / Reproducibility – $R$	23.0

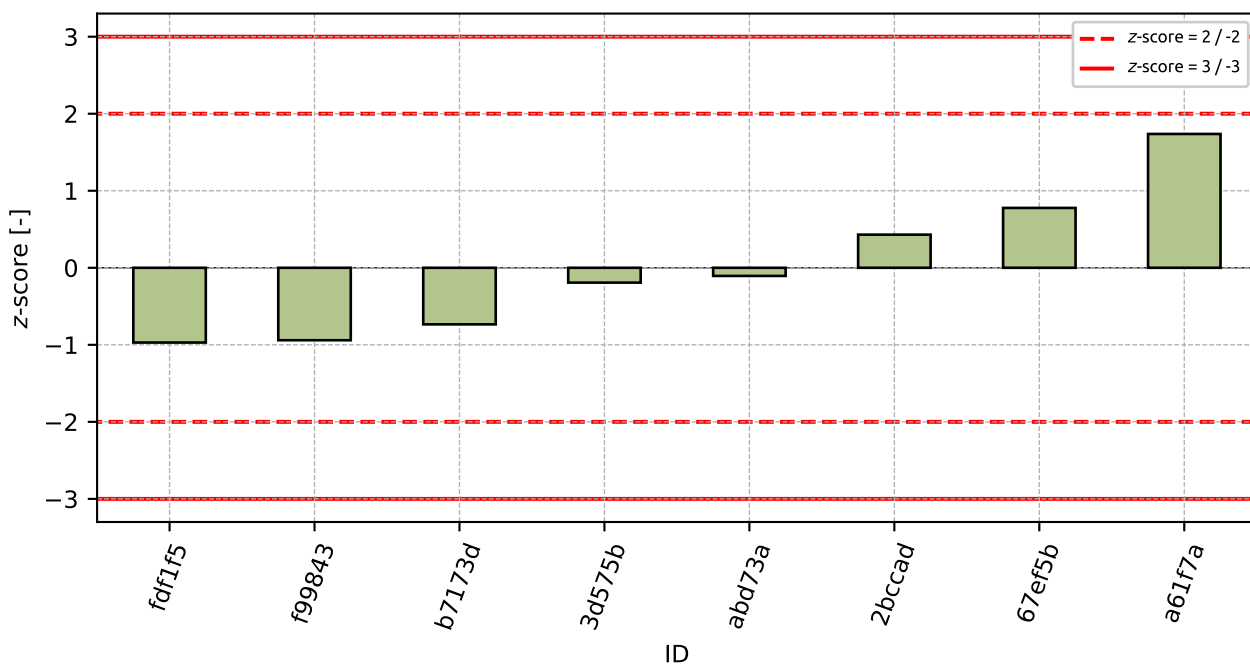
### 17.2.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků



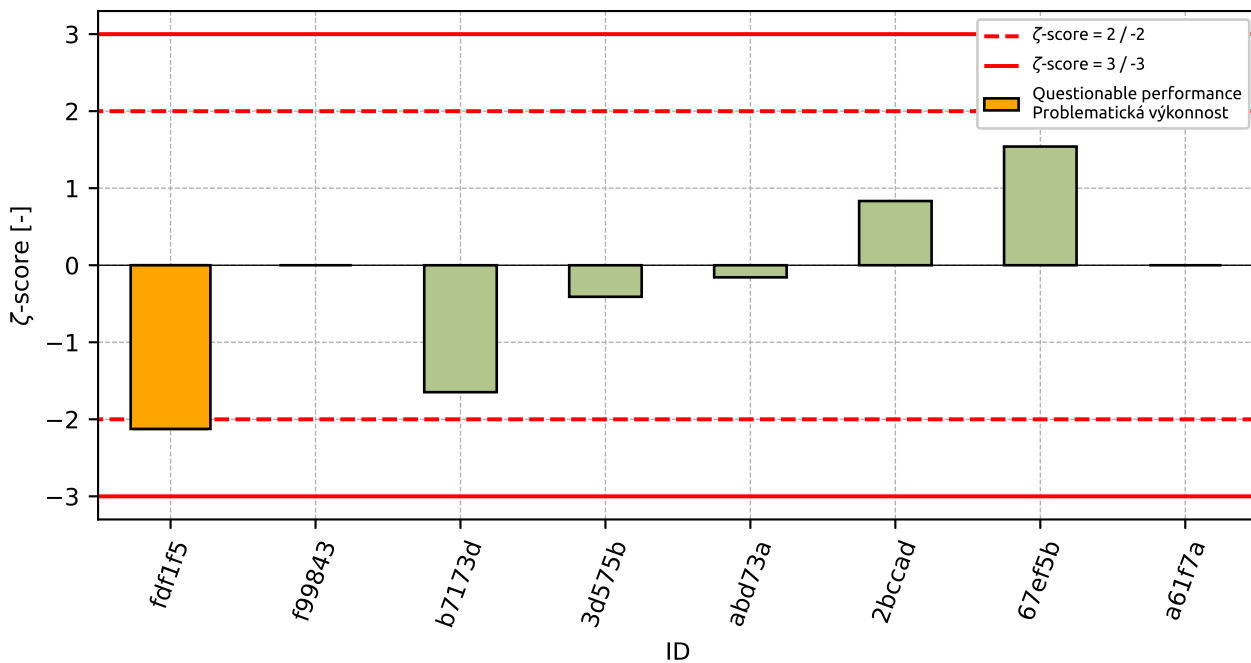
Obrázek 34: Graf průměrných hodnot výsledků zkoušek a výběrových směrodatných odchylek



Obrázek 35: Graf průměrných hodnot výsledků zkoušek a rozšířených nejistot měření



Obrázek 36: z-score

Obrázek 37:  $\zeta$ -scoreTabulka 15: Výsledné hodnoty z-score a  $\zeta$ -score

ID	z-score [-]	$\zeta$ -score [-]
fdf1f5	-0.97	-2.12
f99843	-0.94	-
b7173d	-0.73	-1.65
3d575b	-0.19	-0.41
abd73a	-0.11	-0.16
2bccad	0.43	0.83
67ef5b	0.78	1.54
a61f7a	1.74	-

**18 Příloha – ČSN EN 12004-2 (čl. 8.1) – Stanovení otevřené doby**

Zkouška neotevřena pro nízký počet účastníků.

**19 Příloha – ČSN EN 12004-2 (čl. 8.2) – Skluz**

Zkouška neotevřena pro nízký počet účastníků.

**20 Příloha – ČSN EN 12004-2 (čl. 8.3.3.2) – Přídržnost**

Zkouška neotevřena pro nízký počet účastníků.

**21 Příloha – ČSN EN 12004-2 (čl. 8.3.3.3) – Přídržnost**

Zkouška neotevřena pro nízký počet účastníků.

**22 Příloha – ČSN EN 196-2 (čl. 4.4.6) – Stanovení obsahu manganu**

Zkouška neotevřena pro nízký počet účastníků.