



## ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA EXPERIMENTU PRECIZNOSTI

**Program zkoušení způsobilosti  
Zkoušení čerstvého betonu  
ZČB 2022/1**

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: 26. května 2022

**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>2</b>
<b>2 Postupy statistické analýzy experimentu preciznosti</b>	<b>3</b>
<b>3 Závěry statistické analýzy</b>	<b>5</b>
<b>Normativní dokumenty a odkazy</b>	<b>6</b>
<b>Příloha</b>	<b>7</b>
<b>1 Příloha – ČSN EN 12350-2 (Zkouška sednutím)</b>	<b>7</b>
1.1 Výsledky zkoušek . . . . .	7
1.2 Numerické zhodnocení odlehlých hodnot . . . . .	7
1.3 Mandelovy statistiky konzistence . . . . .	8
1.4 Popisné statistiky . . . . .	9
1.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků . . . . .	10
<b>2 Příloha – ČSN EN 12350-4 (Stanovení stupně zhutnitelnosti)</b>	<b>13</b>
<b>3 Příloha – ČSN EN 12350-5 (Zkouška rozlitím)</b>	<b>13</b>
3.1 Výsledky zkoušek . . . . .	13
3.2 Numerické zhodnocení odlehlých hodnot . . . . .	13
3.3 Mandelovy statistiky konzistence . . . . .	14
3.4 Popisné statistiky . . . . .	15
3.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků . . . . .	16
<b>4 Příloha – ČSN EN 12350-6 (Stanovení objemové hmotnosti)</b>	<b>19</b>
4.1 Výsledky zkoušek . . . . .	19
4.2 Numerické zhodnocení odlehlých hodnot . . . . .	19
4.3 Mandelovy statistiky konzistence . . . . .	20
4.4 Popisné statistiky . . . . .	21
4.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků . . . . .	22
<b>5 Příloha – ČSN EN 12350-7 (Stanovení obsahu vzduchu)</b>	<b>25</b>
5.1 Výsledky zkoušek . . . . .	25
5.2 Numerické zhodnocení odlehlých hodnot . . . . .	25
5.3 Mandelovy statistiky konzistence . . . . .	26
5.4 Popisné statistiky . . . . .	27
5.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků . . . . .	28

## 1 Úvod a důležité kontakty

Dne 19. 5. 2022 byl Poskytovatelem zkoušení způsobilosti při SZK FAST (PoZZ) a firmou BETOTECH s. r. o. uspořádán program zkoušení způsobilosti (PrZZ) s označením ZČB 2022/1, jehož cílem bylo ověřit a posoudit shodnost výsledků zkoušek čerstvého betonu.

Posouzení výsledků programu zkoušení způsobilosti měla na starost komise složená z následujících pracovníků Poskytovatele zkoušení způsobilosti při SZK FAST (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 12350-2:** Zkoušení čerstvého betonu - Část 2: Zkouška sednutím, 2020. [1]
2. **ČSN EN 12350-4:** Zkoušení čerstvého betonu - Část 4: Stupeň zhutnitelnosti, 2020. [2]
3. **ČSN EN 12350-5:** Zkoušení čerstvého betonu - Část 5: Zkouška rozlitím, 2020. [3]
4. **ČSN EN 12350-6:** Zkoušení čerstvého betonu - Část 6: Objemová hmotnost, 2020. [4]
5. **ČSN EN 12350-7:** Zkoušení čerstvého betonu - Část 7: Obsah vzduchu - Tlakové metody, 2020. [5]

Zkouška č. 2 nebyla otevřena pro nízký počet účastníků.

Zkoušky byly jednotlivými účastníky prováděny dne 19. 5. 2022 na stejném místě vždy v jeden čas za účelem dodržení stejných podmínek pro všechny účastníky. PoZZ zajistil homogenitu a stabilitu zkoušeného materiálu (čerstvý beton) nejlepší dostupnou technikou odběru. Čerstvý beton byl pro všechny účastníky PrZZ odebrán z jedné výrobní dávky, která byla vyrobena při dodržení postupů uvedených v ČSN EN 206 [6] a dále rozdělování čerstvého betonu jednotlivým účastníkům PrZZ bylo prováděno rovnoměrně, aby nemohlo dojít k segregaci.

Výsledky zkoušek jednotlivých účastníků PrZZ jsou vzájemně porovnány metodou statistické analýzy experimentu preciznosti podle ČSN ISO 5725-2 [7] a ČSN EN ISO/IEC 17043 [8]. Výsledkem řešení je tato závěrečná zpráva, která shrnuje výsledky experimentu preciznosti, včetně statistického vyhodnocení.

Programu se zúčastnilo celkem 9 pracovišť. Pro zachování anonymity účastníků PrZZ je každému pracovišti přiděleno identifikační číslo, které je 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 uvedena účast pracovišť v jednotlivých částech PrZZ.

Tabulka 1: Účast jednotlivých pracovišť v PrZZ (označení zkoušek dle části 1)

ID/zkouška	1	2	3	4	5
4c6c7c	X	-	X	X	X
2a9870	X	-	X	X	X
dd4b6f	X	-	-	X	X
fdedad	X	-	X	X	X
d5acf3	X	-	X	X	X
57009c	X	-	X	X	X
ec9c86	X	-	X	X	X
63c7a5	X	-	X	X	X
a58452	X	-	X	X	X

Tabulka 2: Seznam účastníků – pořadí v tabulce neodpovídá identifikačnímu číslu v tabulce 1

Subjekt	Adresa	Číslo AZL
BETOTECH, s.r.o. - pracoviště Beroun	Beroun 660, Beroun, 26601,	AZL 1195 25066153
BETOTECH, s.r.o. - pracoviště Cheb	Beroun 660, Beroun, 26601, Česká republika	AZL 1195
BETOTECH, s.r.o. - pracoviště Jindřichův Hradec	Beroun 660, Beroun, 26601, Česká republika	AZL 1195
BETOTECH, s.r.o. - pracoviště Klatovy	Beroun 660, Beroun, 26601, Česká republika	AZL 1195
BETOTECH, s.r.o. - pracoviště Most	Beroun 660, Beroun, 26601, Česká republika	AZL 1195
BETOTECH, s.r.o. - pracoviště Trutnov	Beroun 660, Beroun, 26601, Česká republika	AZL 1195
Cemex Czech Republic, s.r.o.	Laurinova 2800/4, Praha 5, 15500, Česká republika	1302
Master Builders Solutions CZ s.r.o.	K Májovu 1244, Chrudim, 537 01, Česká republika	1495
Ředitelství silnic a dálnic ČR, Laboratoř Praha	Čerčanská 12, Praha 4, 140 00, Česká republika	1734

## 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.
2. Kritické zhodnocení údajů Grubbsovým testem: V případě překonání 1% kritické hodnoty jsou výsledky účastníka označeny jako odlehlé a z experimentu vyřazeny.
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.

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 čerstvého betonu (PrZZ) pořádaného Poskytovatelem zkoušení způsobilosti při SZK FAST. PrZZ se zúčastnilo celkem 9 pracovišť. Program byl zaměřen na běžné normalizované zkoušky čerstvého betonu. 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	1	2	3	4	5
4c6c7c	✓	-	✓	✓	✓
2a9870	✓	-	✓	✓	✓
dd4b6f	✓	-	-	✓	✓
fdedad	✓	-	✓	✓	✓
d5acf3	✓	-	✓	✓	✓
57009c	✓	-	✓	✓	✓
ec9c86	✓	-	✓	✓	✓
63c7a5	✓	-	✓	✓	✓
a58452	✓	-	✓	✓	✓

## Odkazy

- [1] ČSN EN 12350-2. *Zkoušení čerstvého betonu - Část 2: Zkouška sednutím*. 2020.
- [2] ČSN EN 12350-4. *Zkoušení čerstvého betonu - Část 4: Stupeň zhutnitelnosti*. 2020.
- [3] ČSN EN 12350-5. *Zkoušení čerstvého betonu - Část 5: Zkouška rozlitím*. 2020.
- [4] ČSN EN 12350-6. *Zkoušení čerstvého betonu - Část 6: Objemová hmotnost*. 2020.
- [5] ČSN EN 12350-7. *Zkoušení čerstvého betonu - Část 7: Obsah vzduchu - Tlakové metody*. 2020.
- [6] ČSN EN 206 + A2. *Beton - Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda*. 2021.
- [7] 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.
- [8] ČSN EN ISO/IEC 17043. *Posuzování shody - Všeobecné požadavky na zkoušení způsobilosti*. 2010.

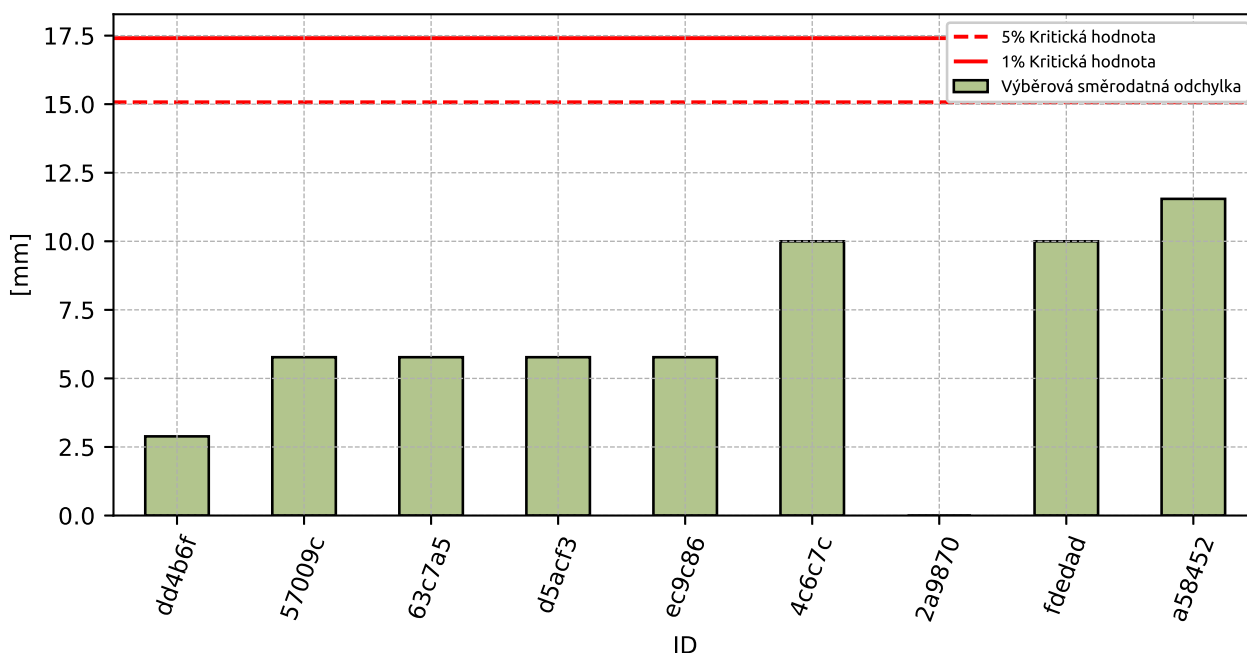
## 1 Příloha – ČSN EN 12350-2 (Zkouška sednutím)

### 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

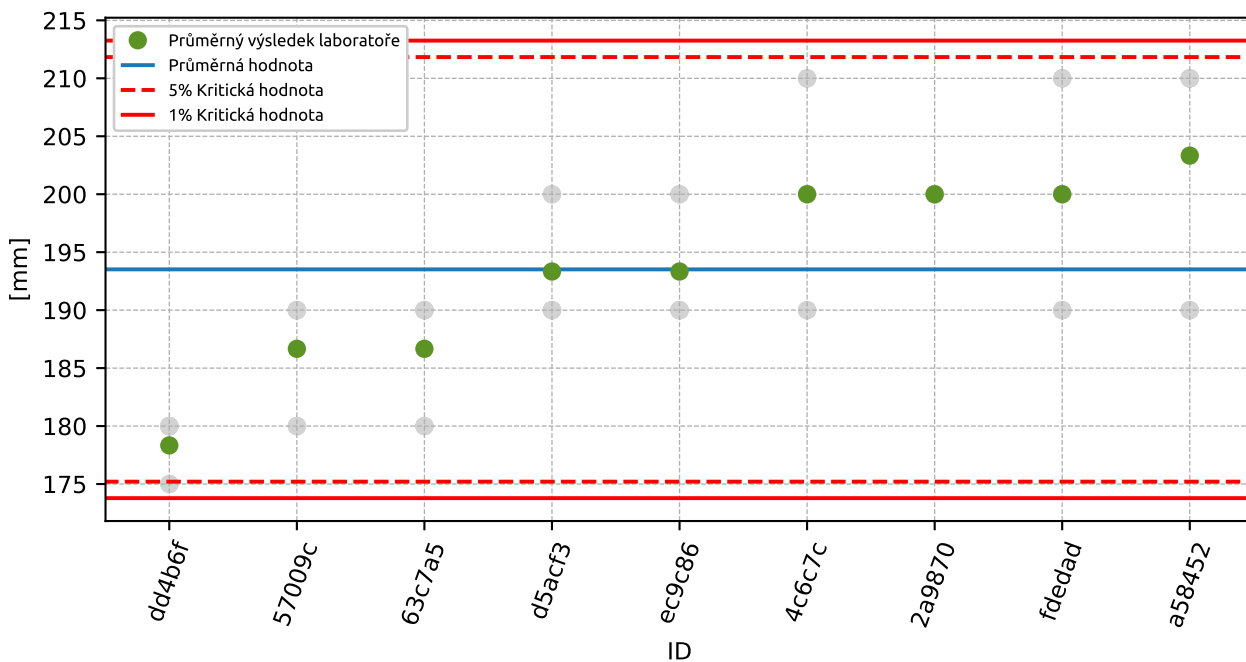
ID účastníka	Výsledky zkoušek [mm]			$u_x$ [mm]	$\bar{x}$ [mm]	$s_0$ [mm]	$V_x$ [%]
dd4b6f	180	175	180	25	178	2.9	1.62
57009c	180	190	190	11	187	5.8	3.09
63c7a5	190	190	180	6	187	5.8	3.09
d5acf3	200	190	190	6	193	5.8	2.99
ec9c86	200	190	190	8	193	5.8	2.99
4c6c7c	190	210	200	16	200	10.0	5.0
2a9870	200	200	200	10	200	0.0	0.0
fdedad	190	210	200	20	200	10.0	5.0
a58452	210	210	190	8	203	11.5	5.68

### 1.2 Numerické zhodnocení odlehlých hodnot



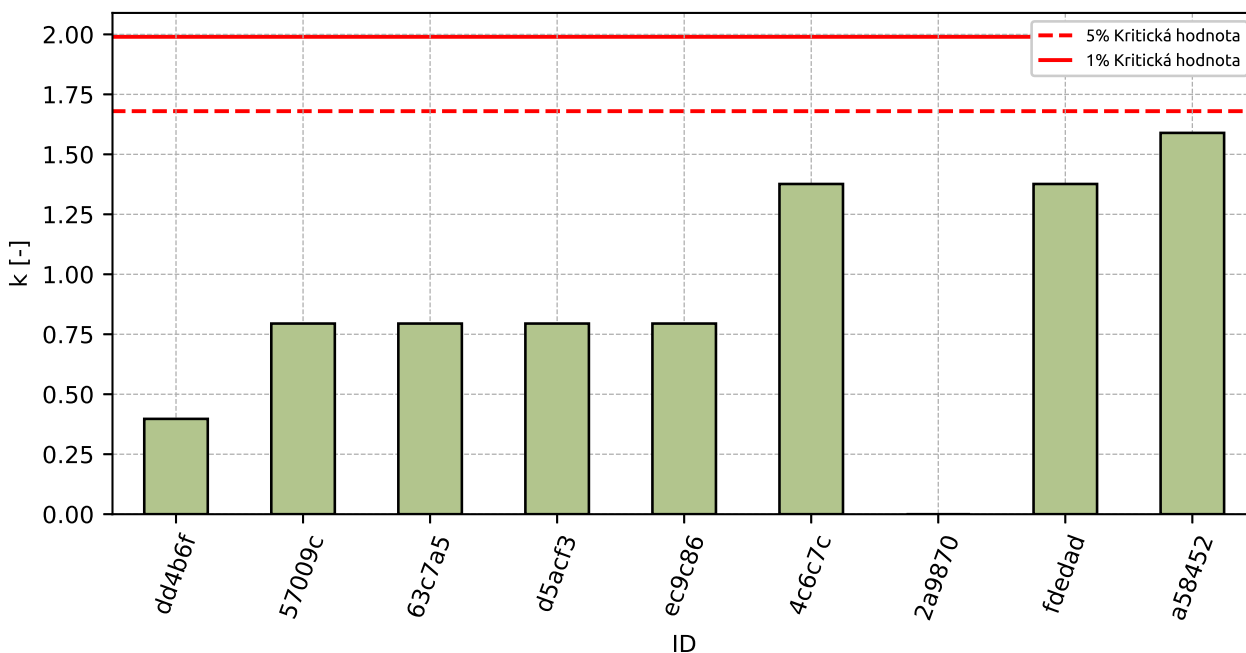
Obrázek 1: **Cochranův test** - graf výběrových směrodatných odchylek



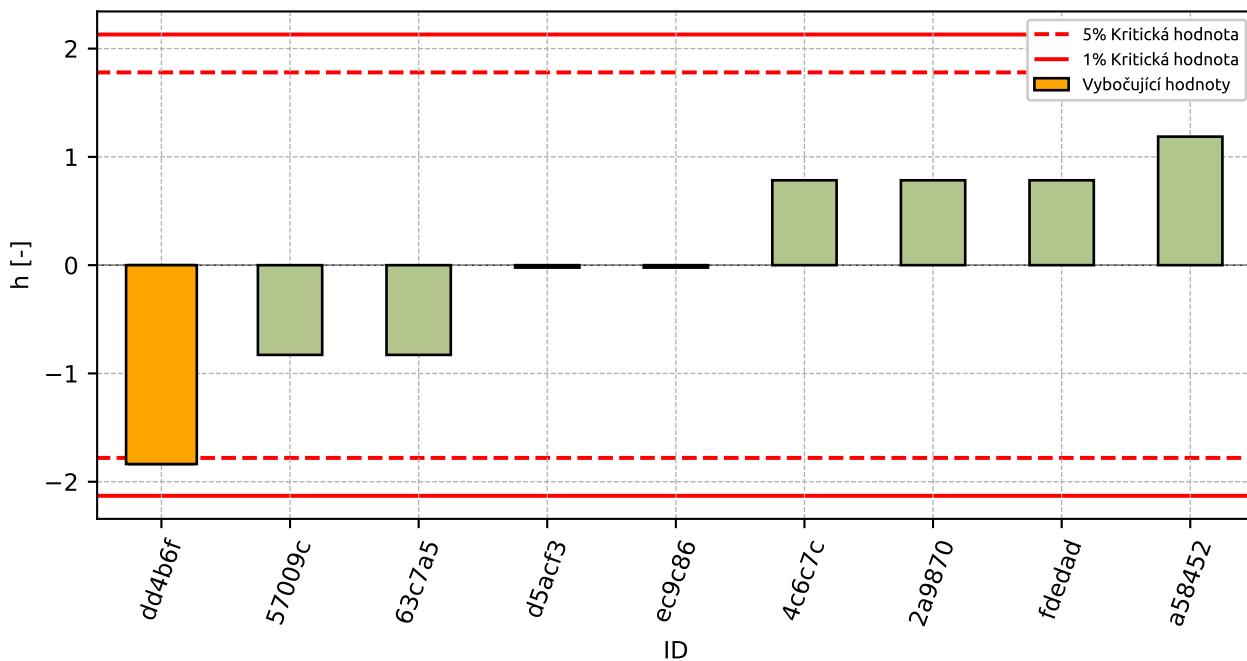


Obrázek 2: Grubbsův test – průměrné hodnoty

### 1.3 Mandelovy statistiky konzistence

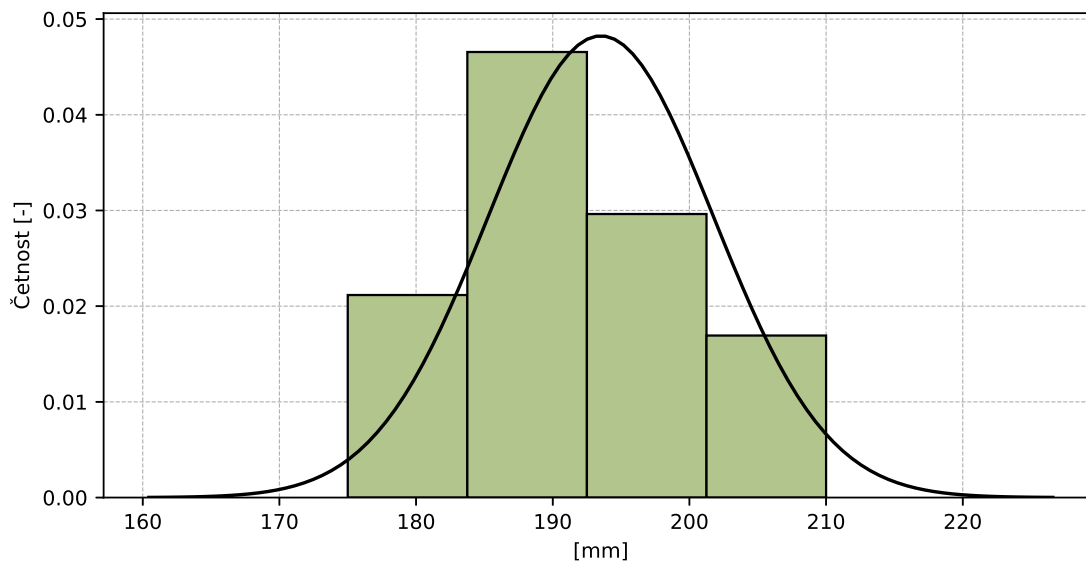


Obrázek 3: Vnitrolaboratorní statistika konzistence



Obrázek 4: Mezilaboratorní statistika konzistence

### 1.4 Popisné statistiky

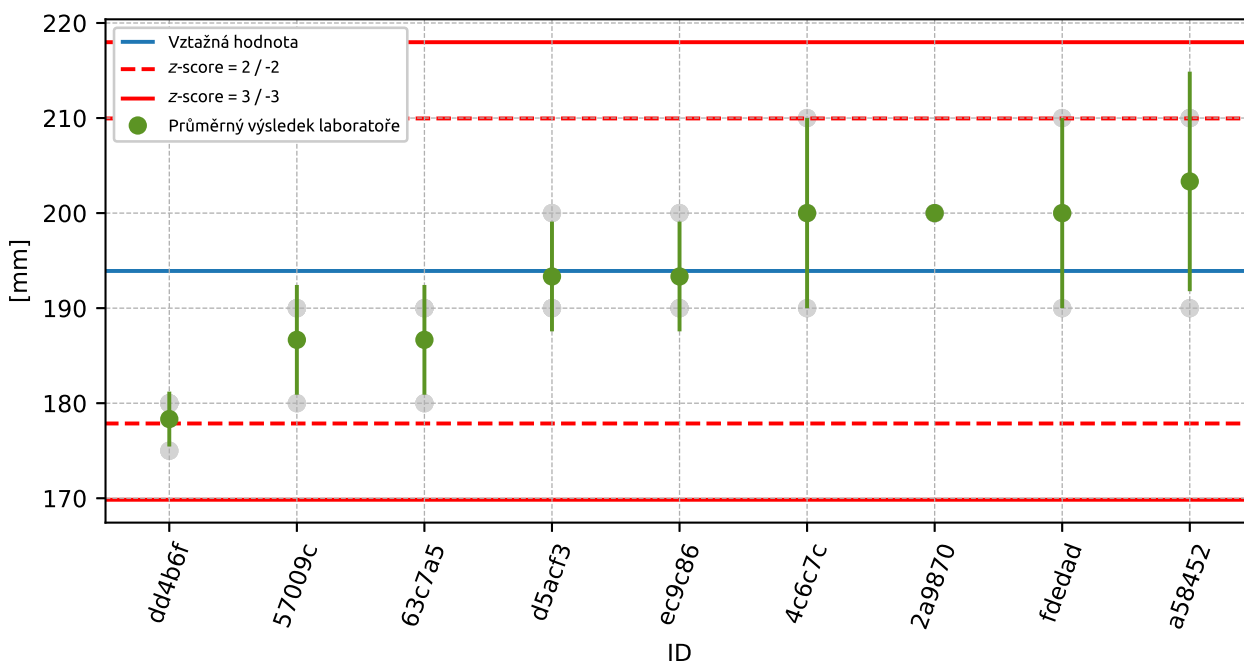


Obrázek 5: Histogram všech výsledků zkoušek

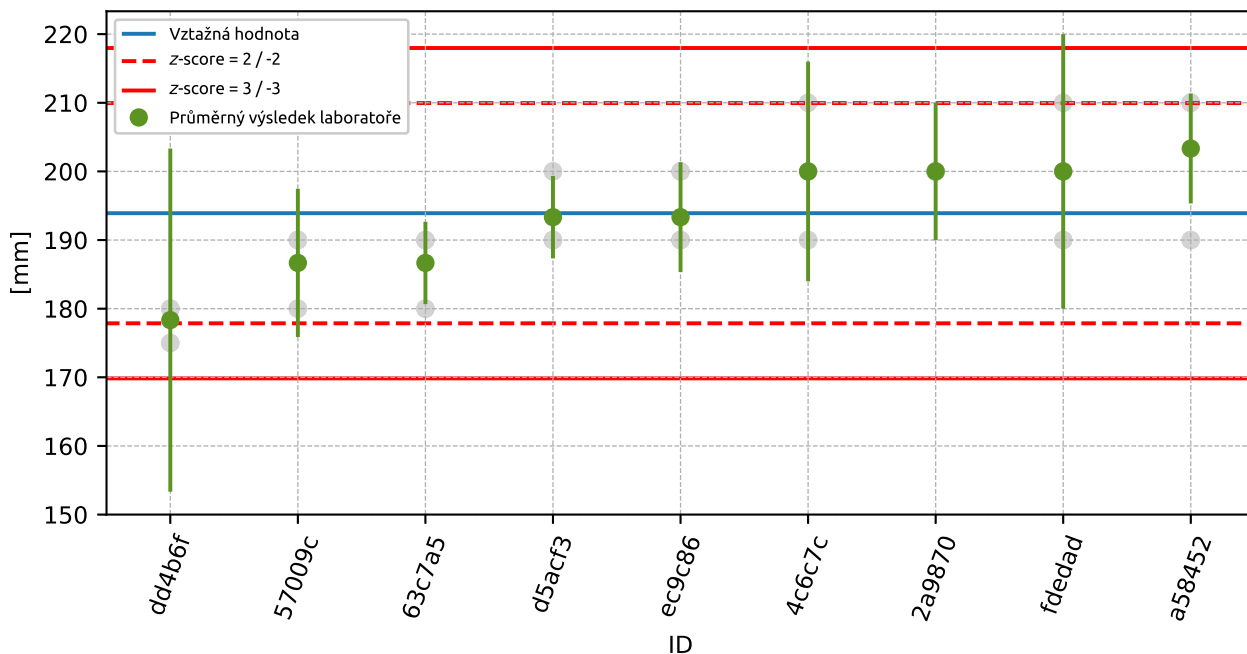
Tabulka 5: Popisné statistiky

Charakteristika	[mm]
Průměrná hodnota – $\bar{x}$	194.0
Výběrová směrodatná odchylka – $s$	8.3
Vztažná hodnota – $x^*$	194.0
Robustní směrodatná odchylka – $s^*$	8.0
Nejistota měření vztažné hodnoty – $u_X$	3.3
$p$ -hodnota testu normality	0.015 [-]
Mezilaboratorní směrodatná odchylka – $s_L$	7.1
Směrodatná odchylka opakovatelnosti – $s_r$	7.3
Směrodatná odchylka reprodukovatelnosti – $s_R$	10.2
Opakovatelnost – $r$	20.0
Reprodukovatelnost – $R$	28.0

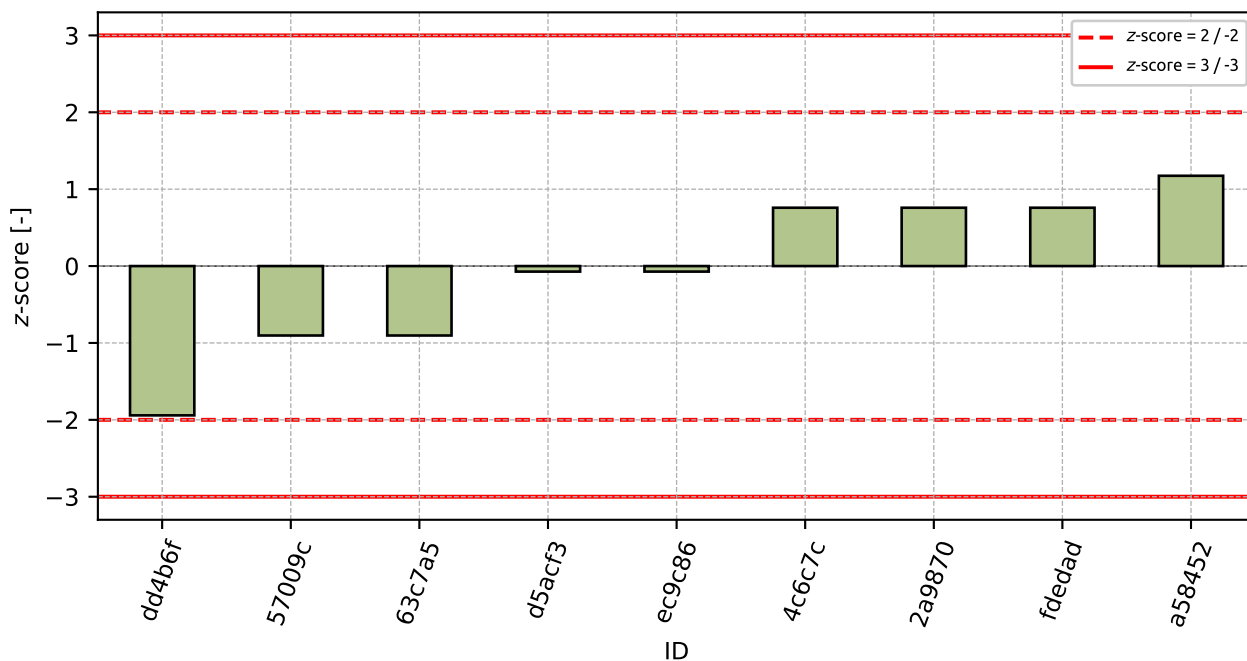
## 1.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků



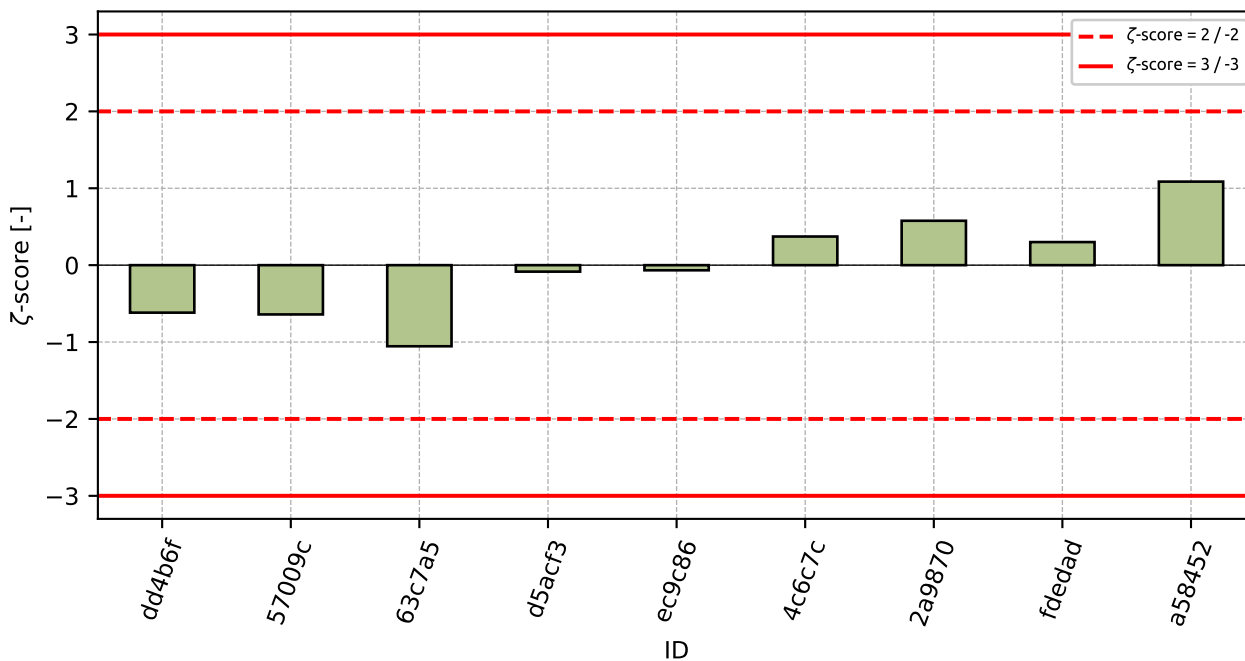
Obrázek 6: Graf průměrných hodnot výsledků zkoušek a výběrových směrodatných odchylek



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



Obrázek 8: z-score



Obrázek 9: z-score

Tabulka 6: Výsledné hodnoty z-score a z-score

ID	z-score [-]	z-score [-]
dd4b6f	-1.94	-0.62
57009c	-0.9	-0.64
63c7a5	-0.9	-1.05
d5acf3	-0.07	-0.08
ec9c86	-0.07	-0.07
4c6c7c	0.76	0.37
2a9870	0.76	0.58
fdedad	0.76	0.3
a58452	1.17	1.09

## 2 Příloha – ČSN EN 12350-4 (Stanovení stupně zhutnitelnosti)

Tato zkouška nebyla otevřena pro nízký počet účastníků.

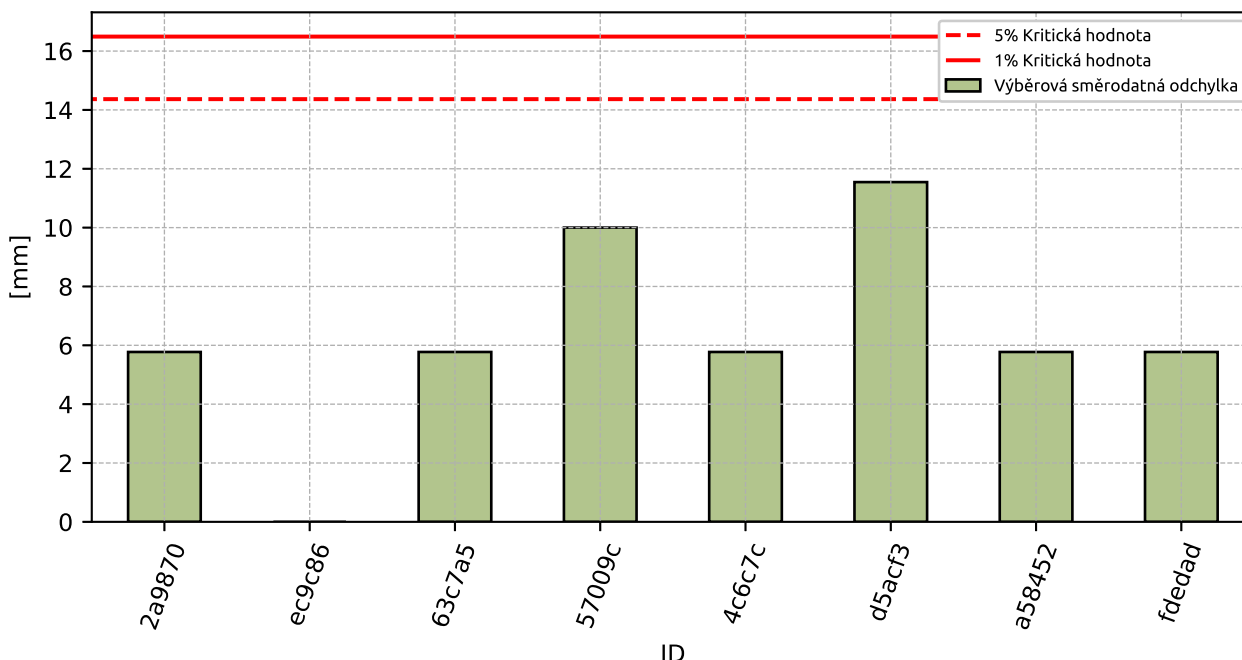
## 3 Příloha – ČSN EN 12350-5 (Zkouška rozlitím)

### 3.1 Výsledky zkoušek

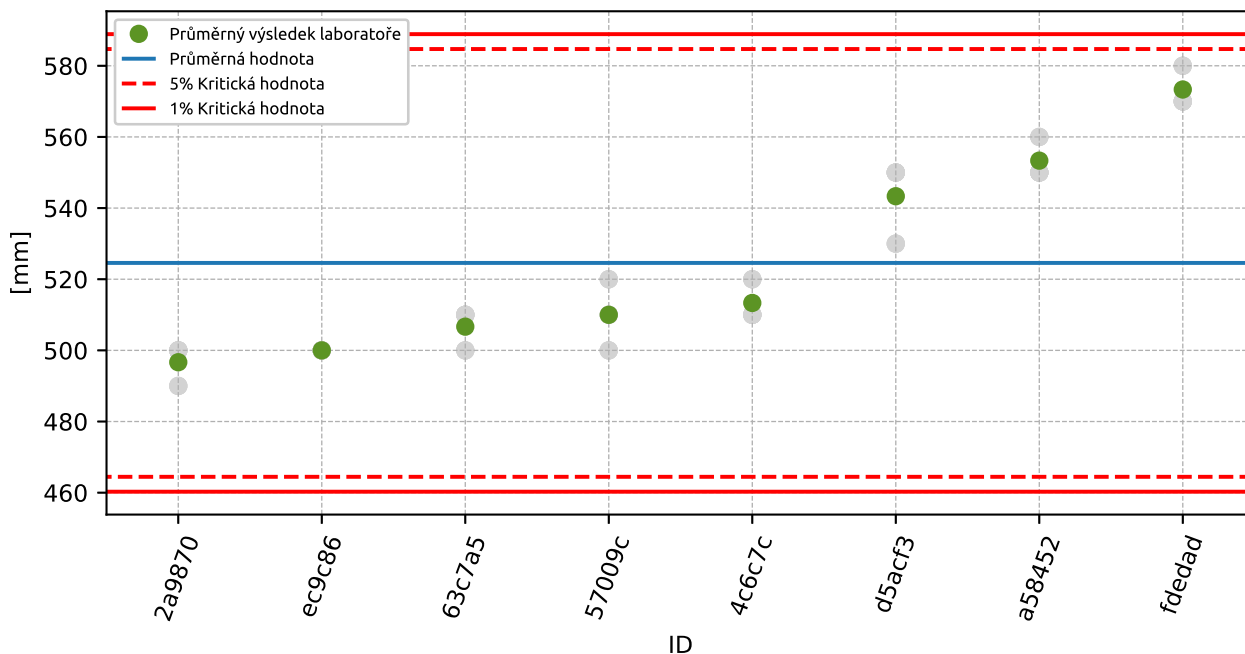
Tabulka 7: Výsledky zkoušek - seřazené podle průměrné hodnoty. Odlehlé hodnoty jsou označeny červeně.  $u_X$  - rozšířená nejistota účastníka;  $\bar{x}$  - aritmetický průměr;  $s_0$  - výběrová směrodatná odchylka;  $V_X$  - variační koeficient

ID účastníka	Výsledky zkoušek [mm]			$u_X$ [mm]	$\bar{x}$ [mm]	$s_0$ [mm]	$V_X$ [%]
2a9870	500	490	500	20	497	5.8	1.16
ec9c86	500	500	500	20	500	0.0	0.0
63c7a5	500	510	510	15	507	5.8	1.14
57009c	520	510	500	30	510	10.0	1.96
4c6c7c	510	520	510	14	513	5.8	1.12
d5acf3	550	550	530	15	543	11.5	2.13
a58452	550	560	550	22	553	5.8	1.04
fdedad	570	580	570	40	573	5.8	1.01

### 3.2 Numerické zhodnocení odlehlých hodnot

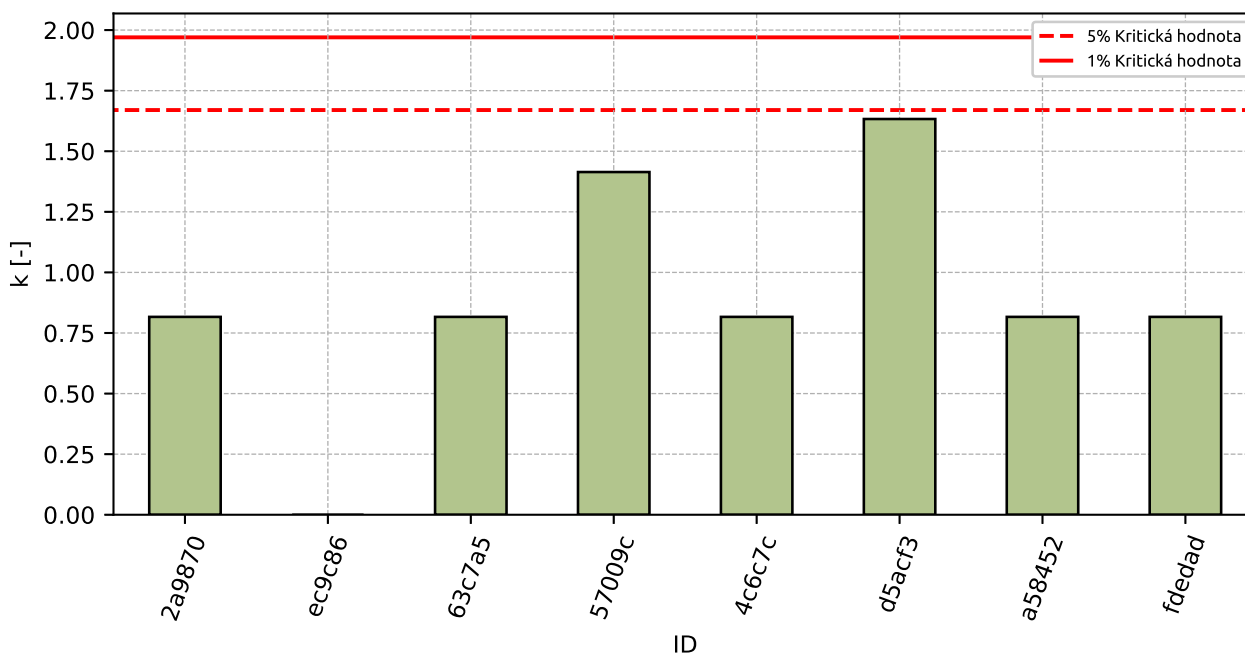


Obrázek 10: Cochranův test - graf výběrových směrodatných odchylek

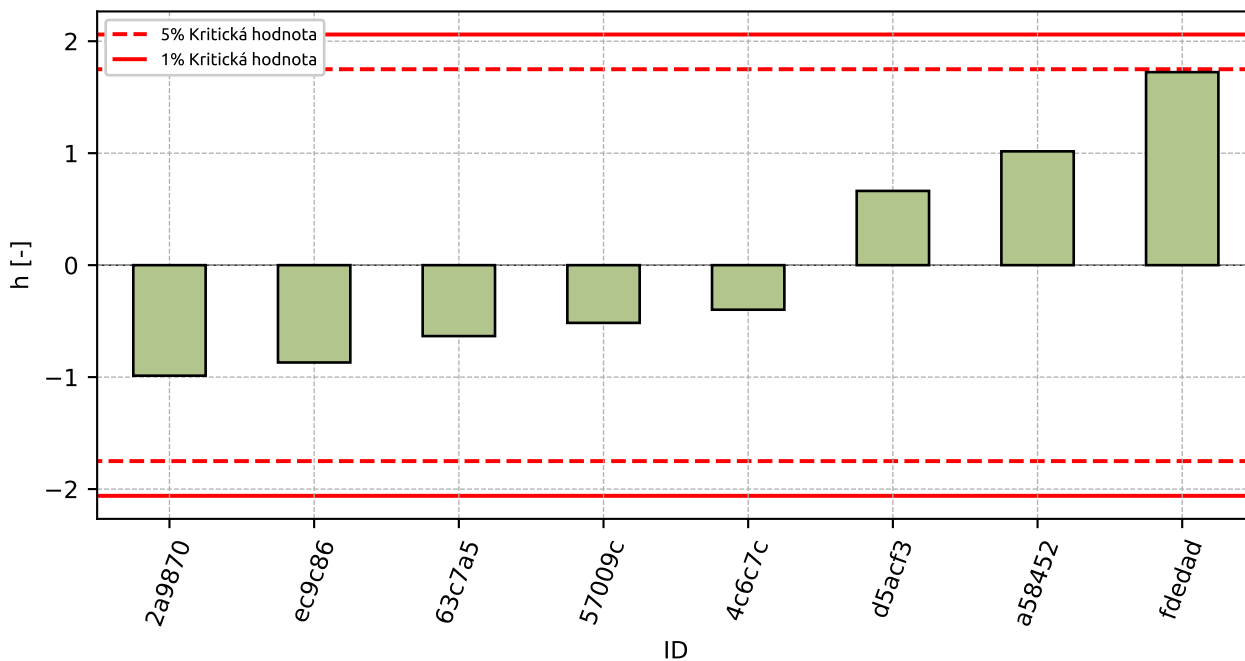


Obrázek 11: Grubbsův test – průměrné hodnoty

### 3.3 Mandelovy statistiky konzistence

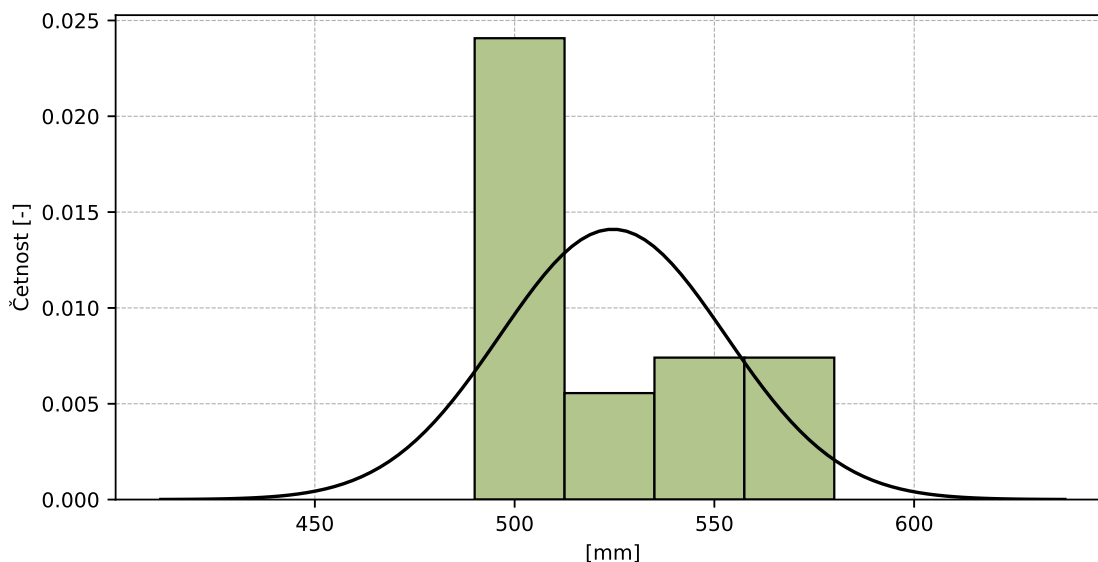


Obrázek 12: Vnitrolaboratorní statistika konzistence



Obrázek 13: Mezilaboratorní statistika konzistence

### 3.4 Popisné statistiky



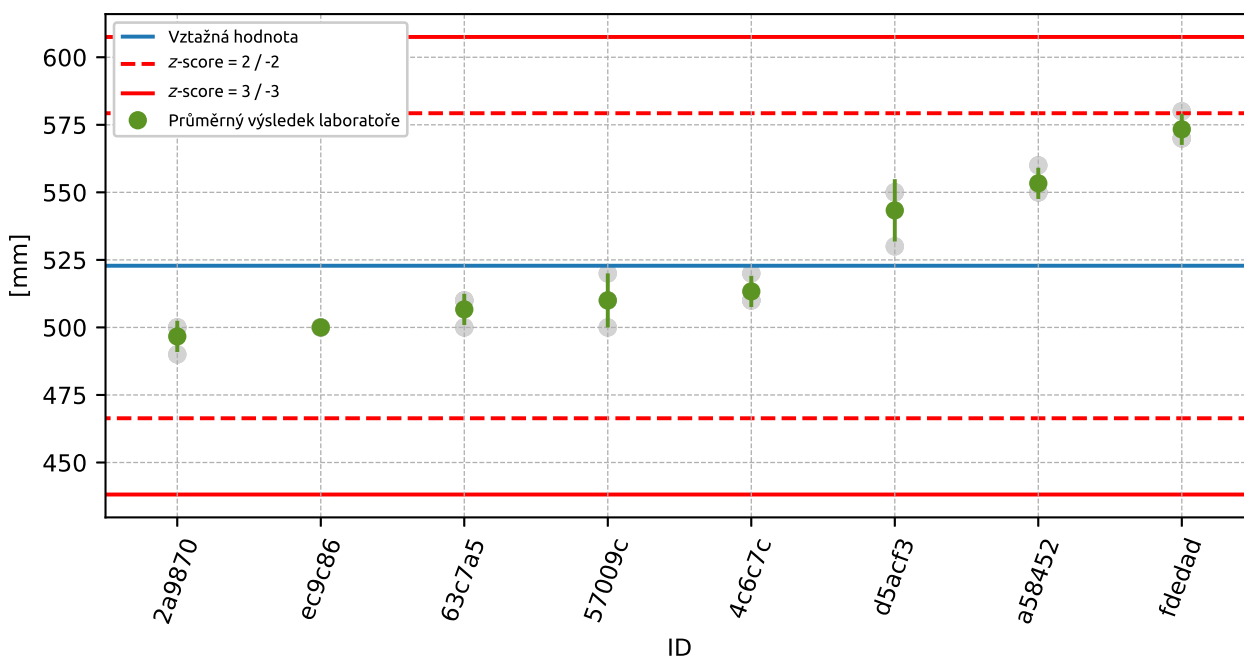
Obrázek 14: Histogram všech výsledků zkoušek



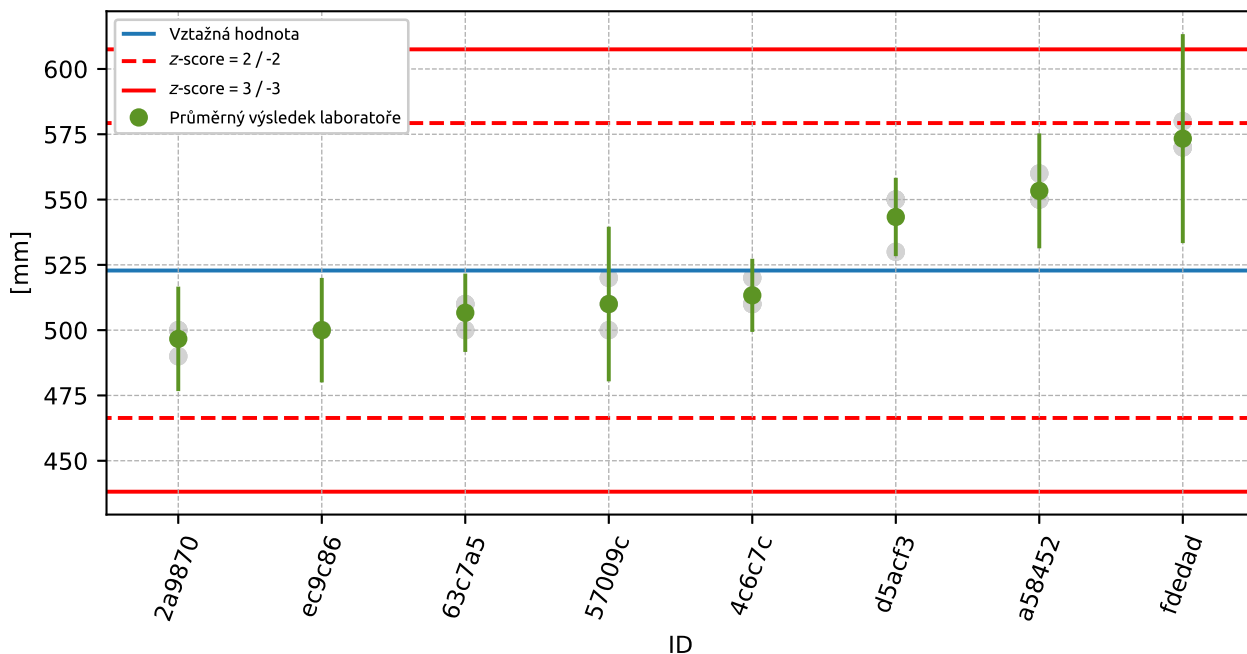
Tabulka 8: Popisné statistiky

Charakteristika	[mm]
Průměrná hodnota – $\bar{x}$	525.0
Výběrová směrodatná odchylka – $s$	28.3
Vztažná hodnota – $x^*$	523.0
Robustní směrodatná odchylka – $s^*$	28.2
Nejistota měření vztažné hodnoty – $u_X$	12.5
$p$ -hodnota testu normality	0.004 [-]
Mezilaboratorní směrodatná odchylka – $s_L$	28.0
Směrodatná odchylka opakovatelnosti – $s_r$	7.1
Směrodatná odchylka reprodukovatelnosti – $s_R$	28.9
Opakovatelnost – $r$	20.0
Reprodukovatelnost – $R$	81.0

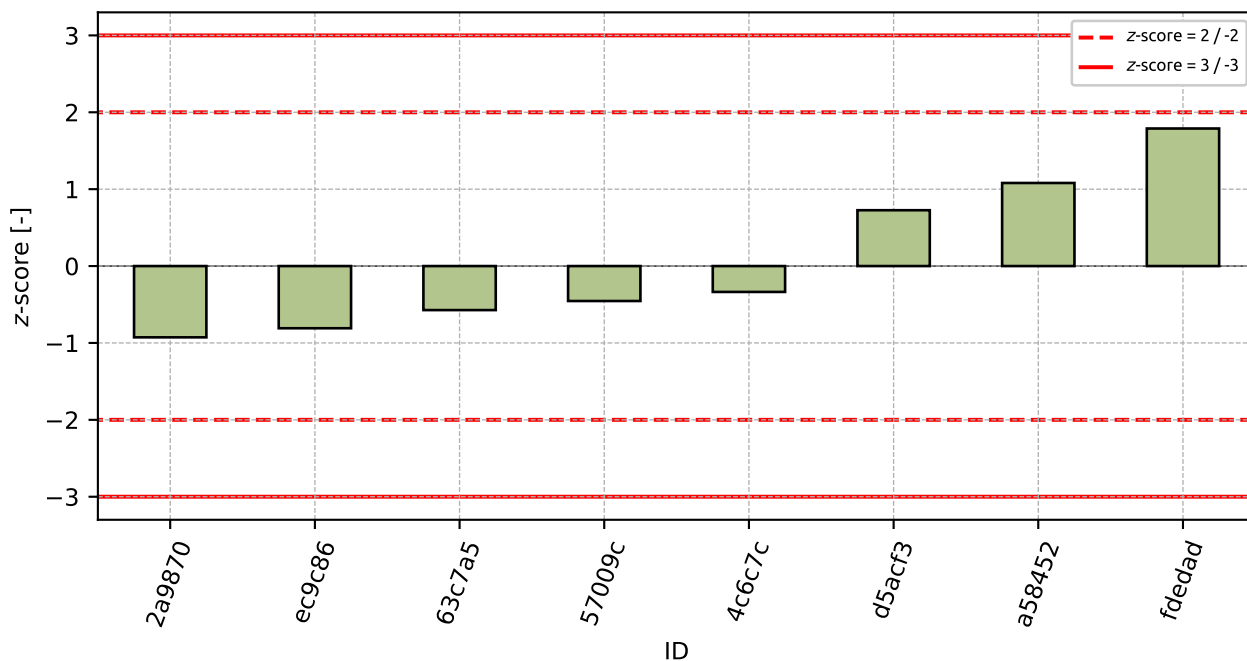
### 3.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků



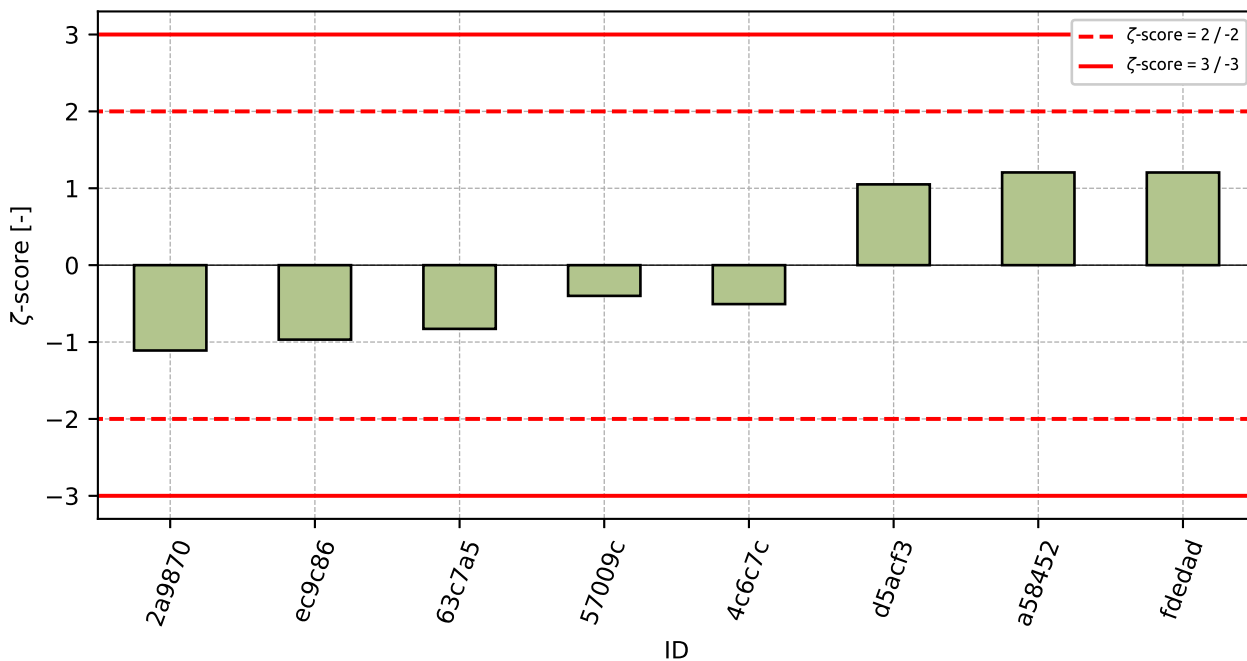
Obrázek 15: Graf průměrných hodnot výsledků zkoušek a výběrových směrodatných odchylek



Obrázek 16: Graf průměrných hodnot výsledků zkoušek a rozšířených nejistot měření



Obrázek 17: z-score



Obrázek 18: ζ-score

Tabulka 9: Výsledné hodnoty z-score a ζ-score

ID	z-score [-]	ζ-score [-]
2a9870	-0.93	-1.11
ec9c86	-0.81	-0.97
63c7a5	-0.57	-0.83
57009c	-0.45	-0.4
4c6c7c	-0.34	-0.51
d5acf3	0.73	1.05
a58452	1.08	1.21
fdedad	1.79	1.21

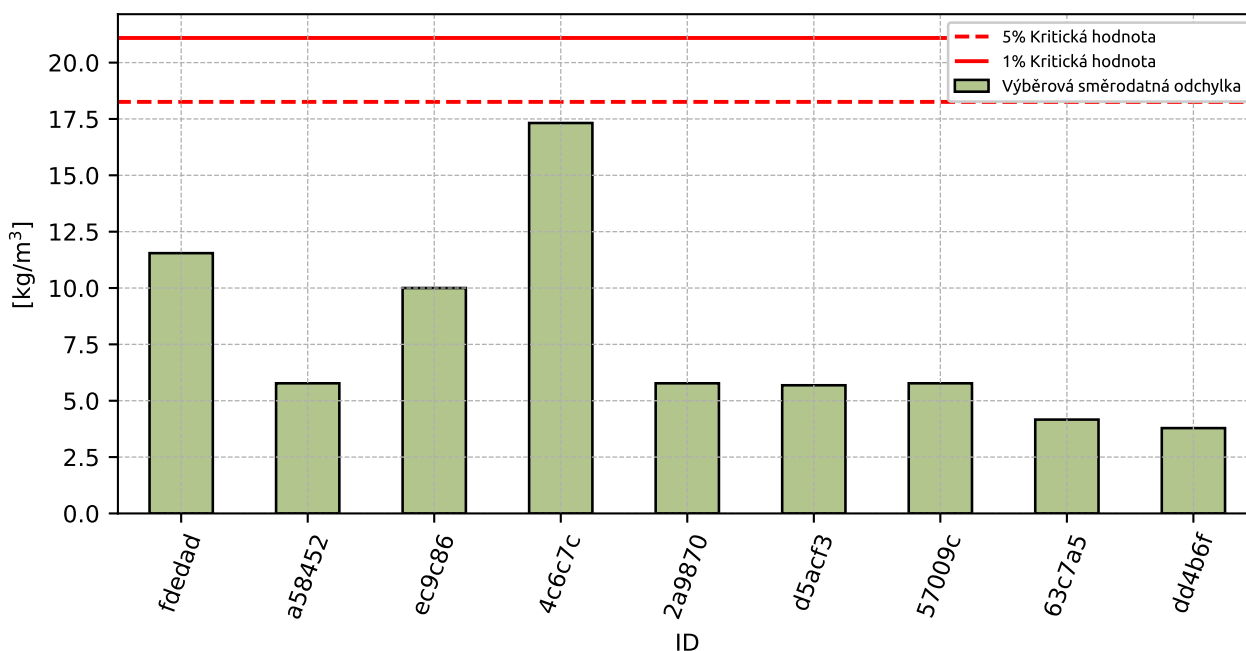
## 4 Příloha – ČSN EN 12350-6 (Stanovení objemové hmotnosti)

### 4.1 Výsledky zkoušek

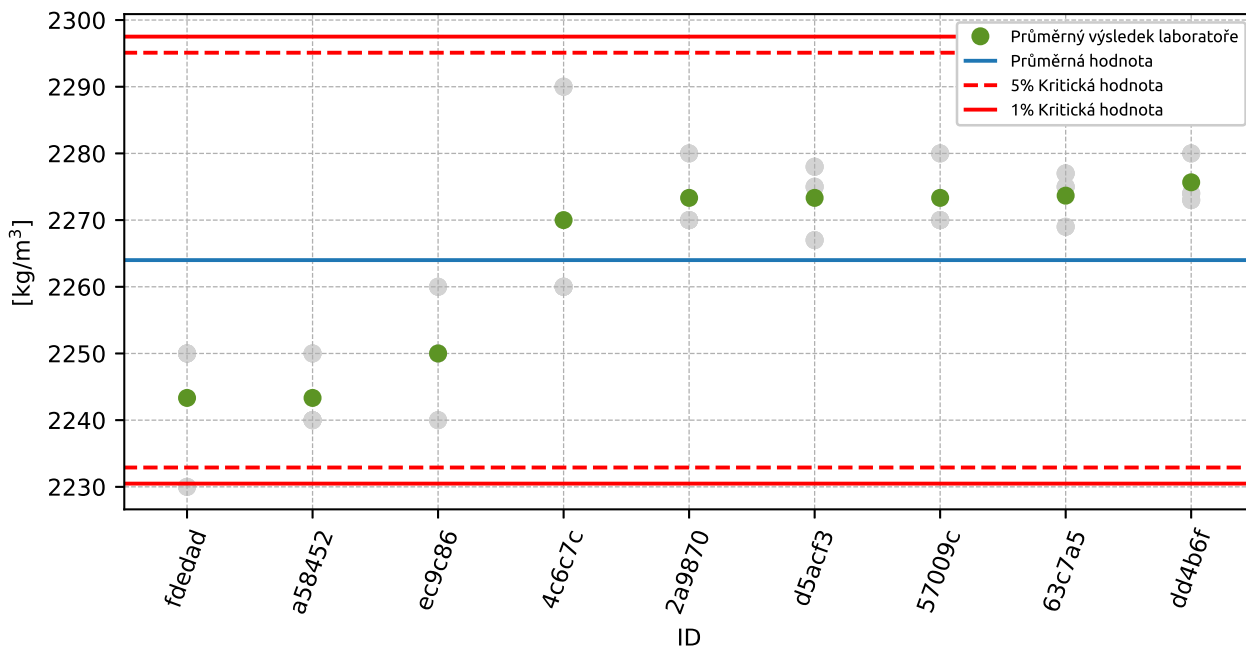
Tabulka 10: Výsledky zkoušek - seřazené podle průměrné hodnoty. Odlehlé hodnoty jsou označeny červeně.  $u_x$  - rozšířená nejistota účastníka;  $\bar{x}$  - aritmetický průměr;  $s_0$  - výběrová směrodatná odchylka;  $V_x$  - variační koeficient

ID účastníka	Výsledky zkoušek [kg/m <sup>3</sup> ]			$u_x$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\bar{x}$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$s_0$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$V_x$ [%]
fdedad	2230	2250	2250	40	2243	11.5	0.51
a58452	2250	2240	2240	36	2243	5.8	0.26
ec9c86	2240	2260	2250	36	2250	10.0	0.44
4c6c7c	2260	2260	2290	6	2270	17.3	0.76
2a9870	2270	2280	2270	30	2273	5.8	0.25
d5acf3	2267	2278	2275	80	2273	5.7	0.25
57009c	2270	2280	2270	23	2273	5.8	0.25
63c7a5	2277	2269	2275	80	2274	4.2	0.18
dd4b6f	2274	2273	2280	15	2276	3.8	0.17

### 4.2 Numerické zhodnocení odlehlých hodnot

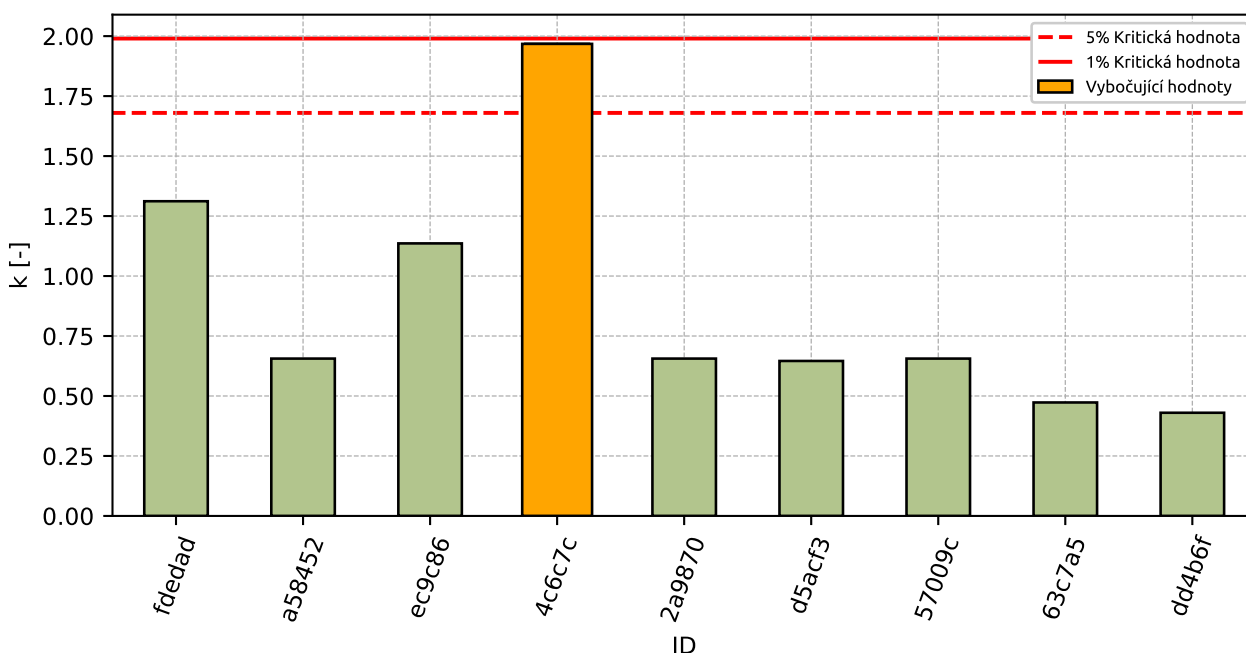


Obrázek 19: Cochranův test - graf výběrových směrodatných odchylek

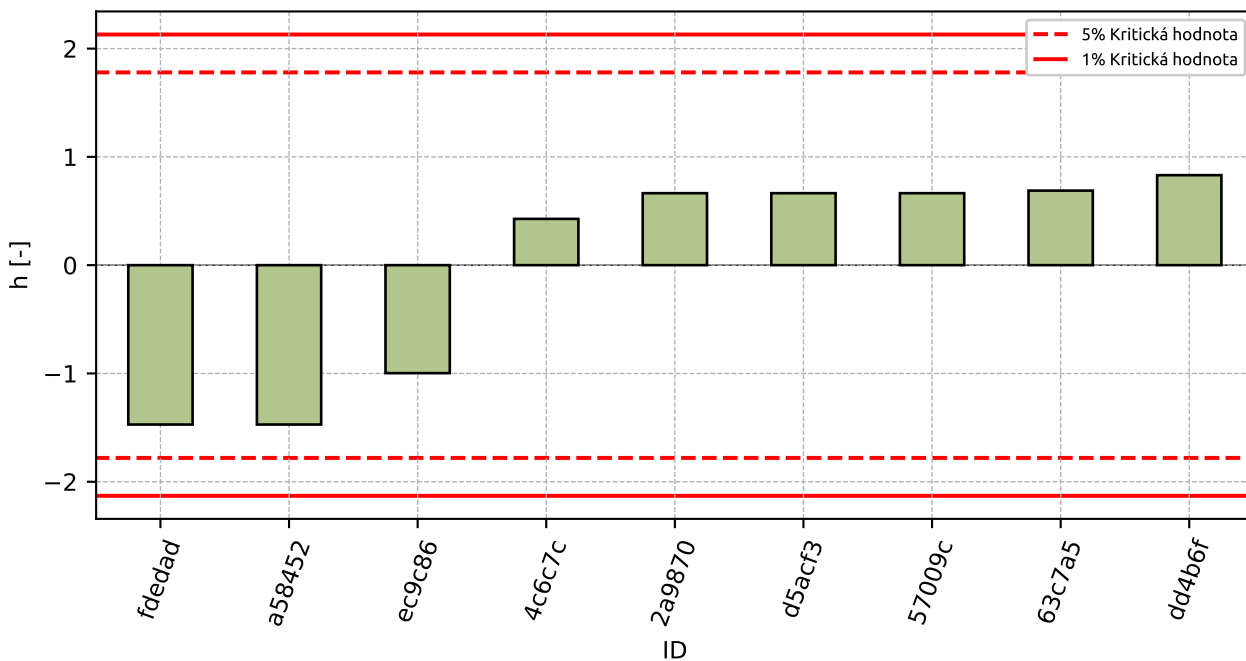


Obrázek 20: Grubbsův test – průměrné hodnoty

### 4.3 Mandelovy statistiky konzistence

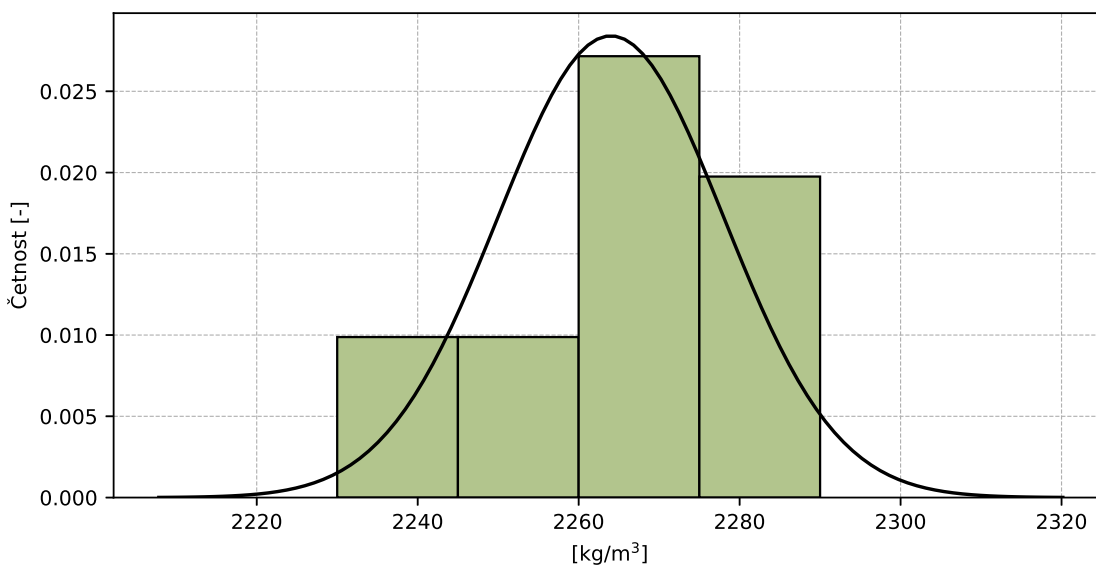


Obrázek 21: Vnitrolaboratorní statistika konzistence



Obrázek 22: Mezilaboratorní statistika konzistence

### 4.4 Popisné statistiky

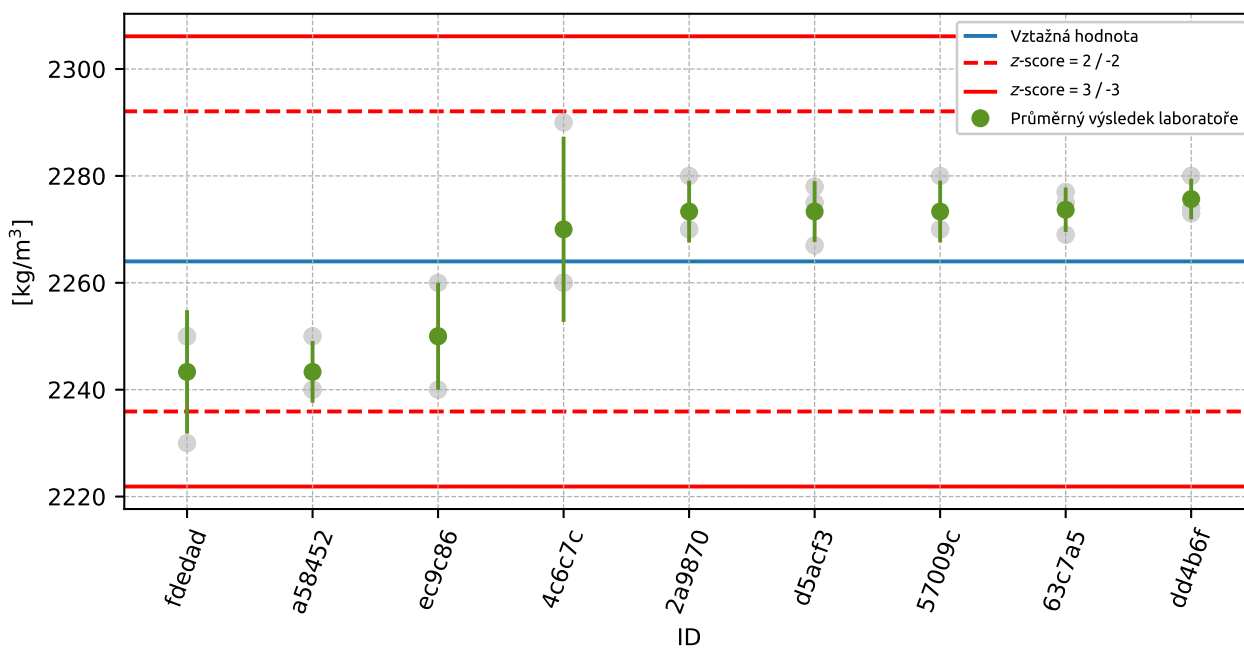


Obrázek 23: Histogram všech výsledků zkoušek

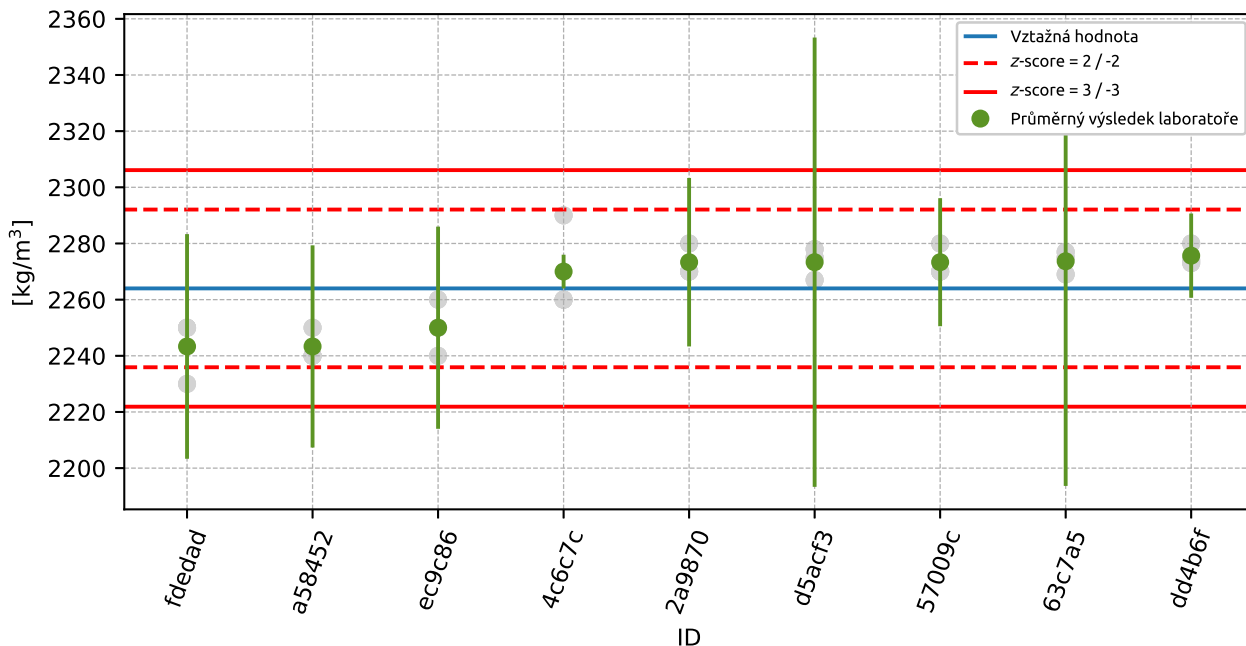
Tabulka 11: Popisné statistiky

Charakteristika	[kg/m <sup>3</sup> ]
Průměrná hodnota – $\bar{x}$	2264.0
Výběrová směrodatná odchylka – $s$	14.0
Vztažná hodnota – $x^*$	2264.0
Robustní směrodatná odchylka – $s^*$	14.0
Nejistota měření vztažné hodnoty – $u_X$	4.7
$p$ -hodnota testu normality	0.073 [-]
Mezilaboratorní směrodatná odchylka – $s_L$	13.1
Směrodatná odchylka opakovatelnosti – $s_r$	8.8
Směrodatná odchylka reprodukovatelnosti – $s_R$	15.8
Opakovatelnost – $r$	25.0
Reprodukovatelnost – $R$	44.0

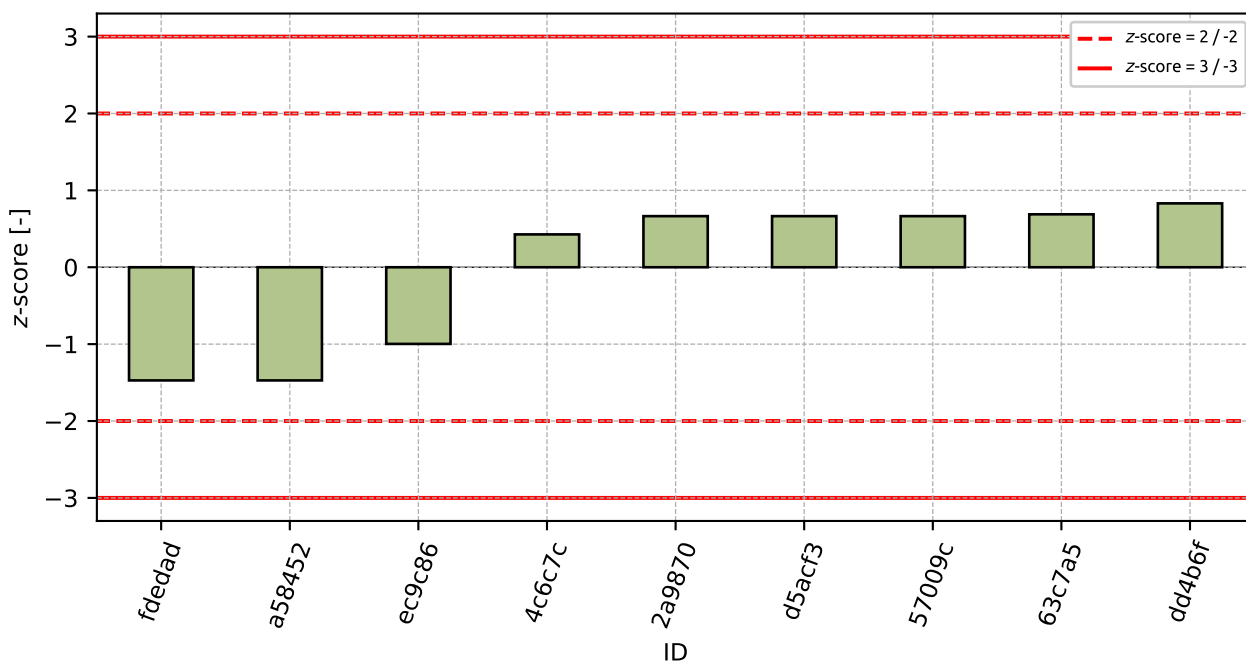
## 4.5 Vyhodnocení výkonosti účastníků



Obrázek 24: Graf průměrných hodnot výsledků zkoušek a výběrových směrodatných odchylek

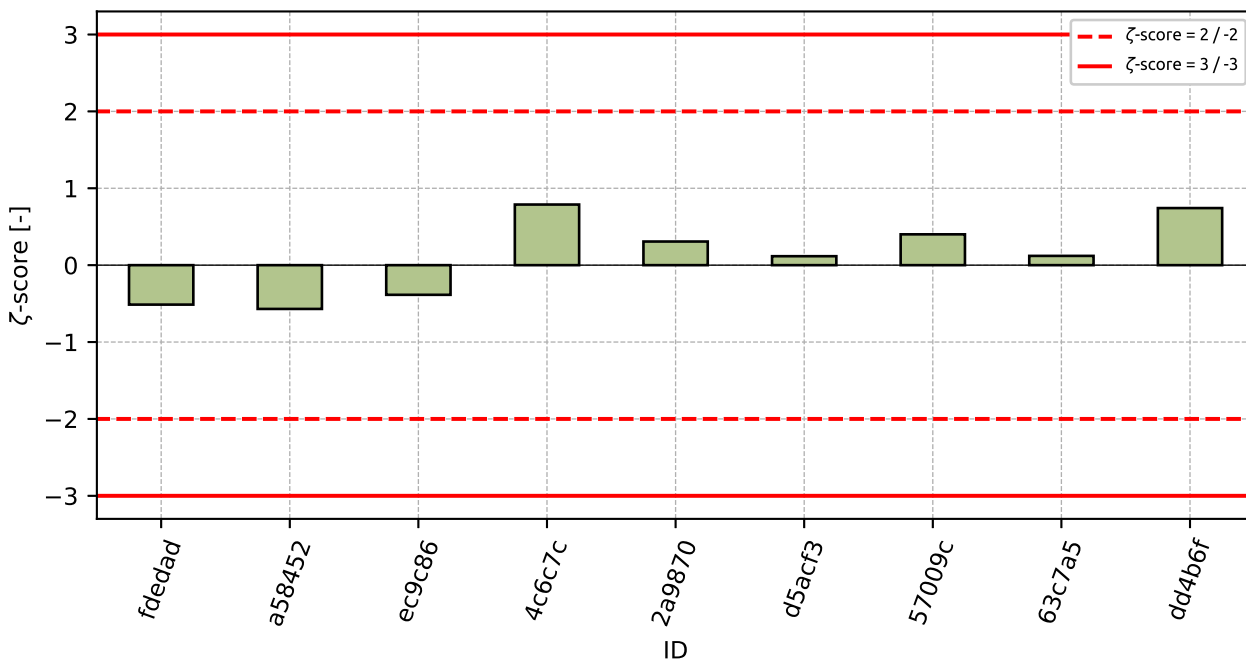


Obrázek 25: Graf průměrných hodnot výsledků zkoušek a rozšířených nejistot měření



Obrázek 26: z-score





Obrázek 27: ζ-score

Tabulka 12: Výsledné hodnoty z-score a ζ-score

ID	z-score [-]	ζ-score [-]
fdedad	-1.47	-0.51
a58452	-1.47	-0.57
ec9c86	-1.0	-0.39
4c6c7c	0.43	0.79
2a9870	0.66	0.31
d5acf3	0.66	0.12
57009c	0.66	0.4
63c7a5	0.69	0.12
dd4b6f	0.83	0.74

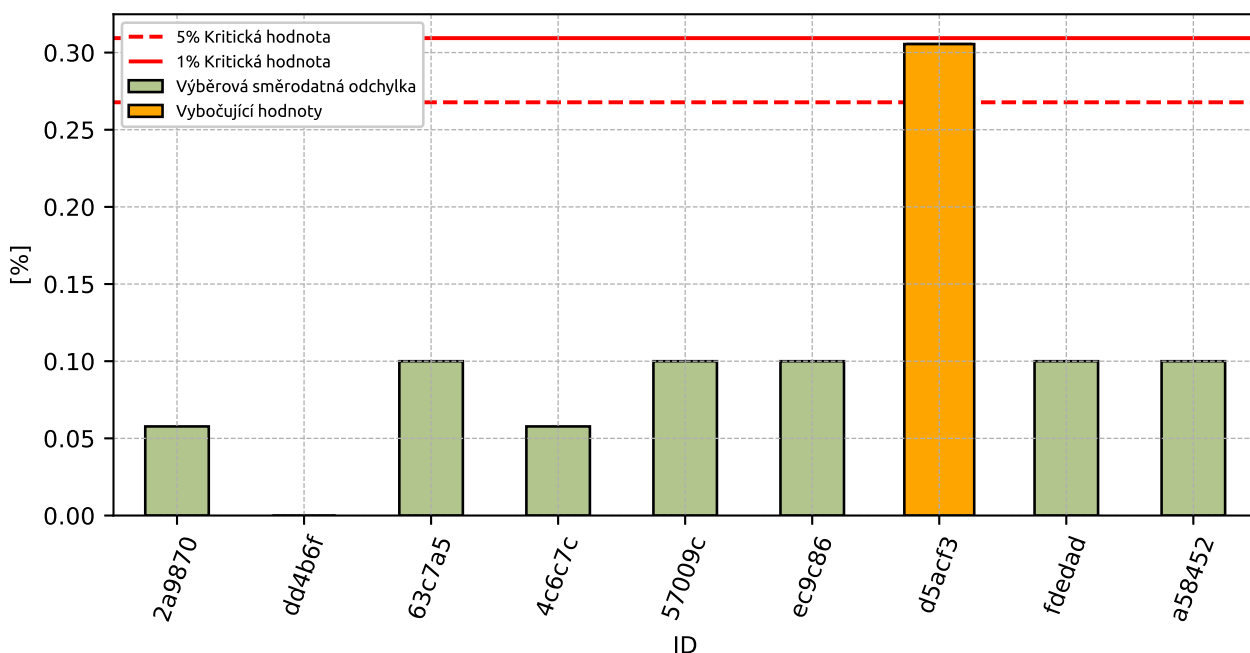
## 5 Příloha – ČSN EN 12350-7 (Stanovení obsahu vzduchu)

### 5.1 Výsledky zkoušek

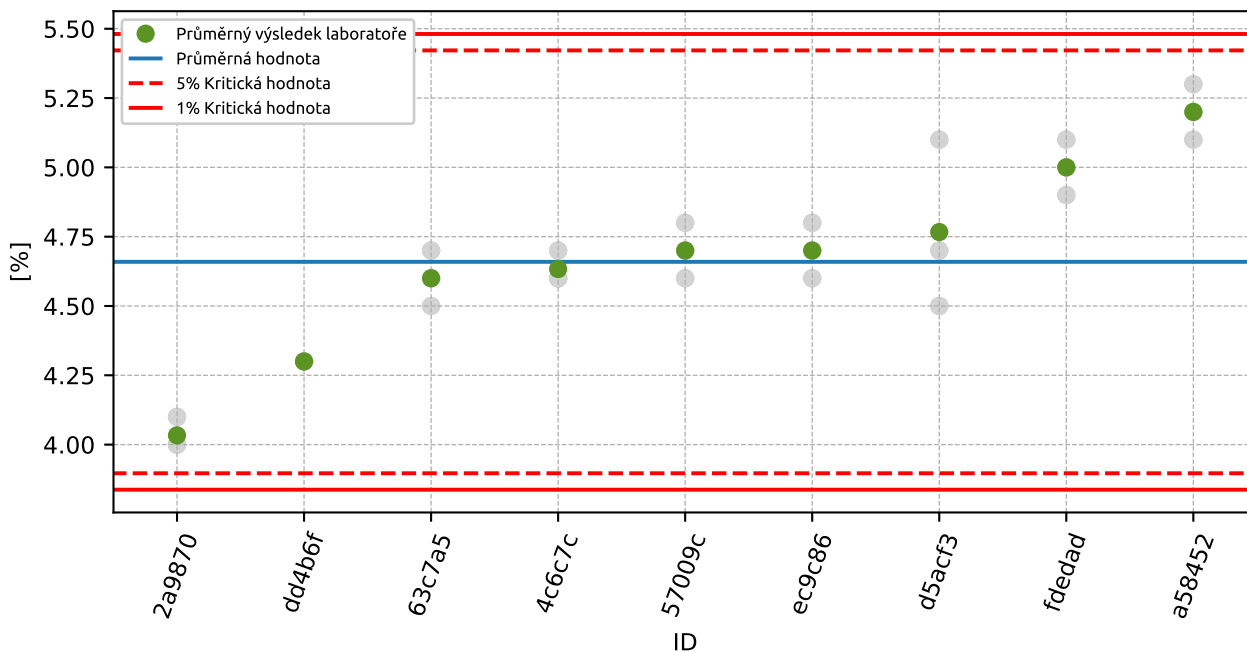
Tabulka 13: Výsledky zkoušek - seřazené podle průměrné hodnoty. Odlehlé hodnoty jsou označeny červeně.  $u_X$  - rozšířená nejistota účastníka;  $\bar{x}$  - aritmetický průměr;  $s_0$  - výběrová směrodatná odchylka;  $V_X$  - variační koeficient

ID účastníka	Výsledky zkoušek [%]			$u_X$ [%]	$\bar{x}$ [%]	$s_0$ [%]	$V_X$ [%]
2a9870	4	4	4	0	4	0.1	1.43
dd4b6f	4	4	4	0	4	0.0	0.0
63c7a5	5	5	4	0	5	0.1	2.17
4c6c7c	5	5	5	0	5	0.1	1.25
57009c	5	5	5	0	5	0.1	2.13
ec9c86	5	5	5	0	5	0.1	2.13
d5acf3	5	5	4	0	5	0.3	6.41
fdedad	5	5	5	0	5	0.1	2.0
a58452	5	5	5	0	5	0.1	1.92

### 5.2 Numerické zhodnocení odlehlých hodnot

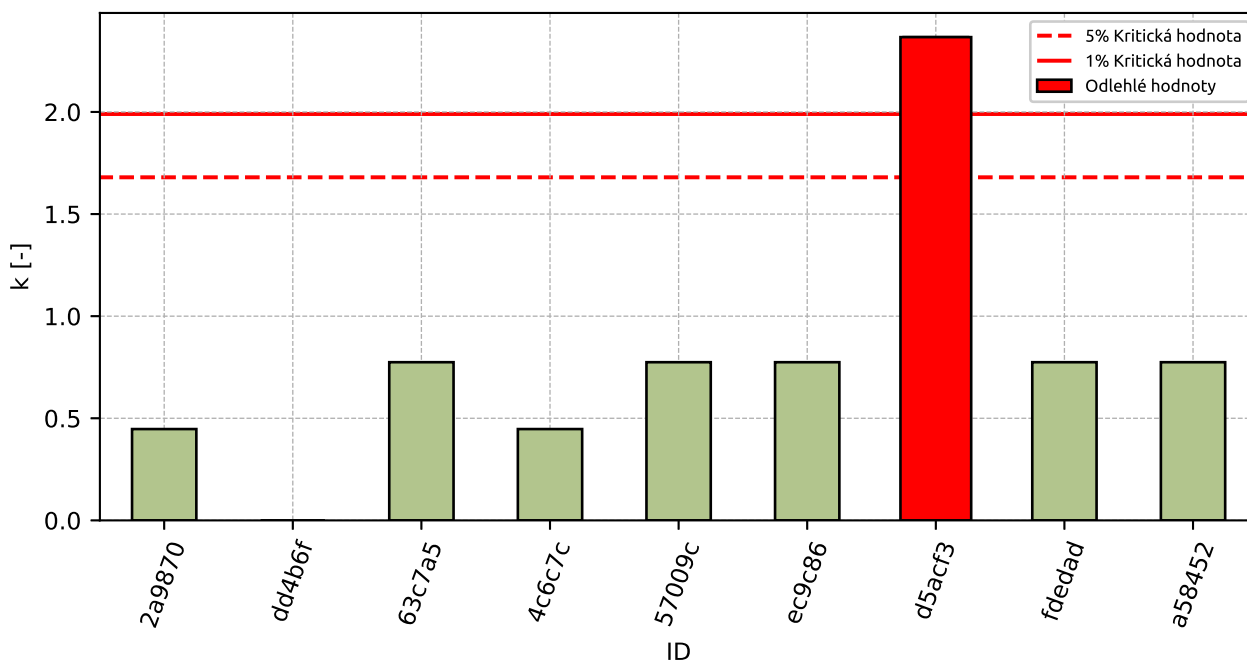


Obrázek 28: **Cochranův test** - graf výběrových směrodatných odchylek

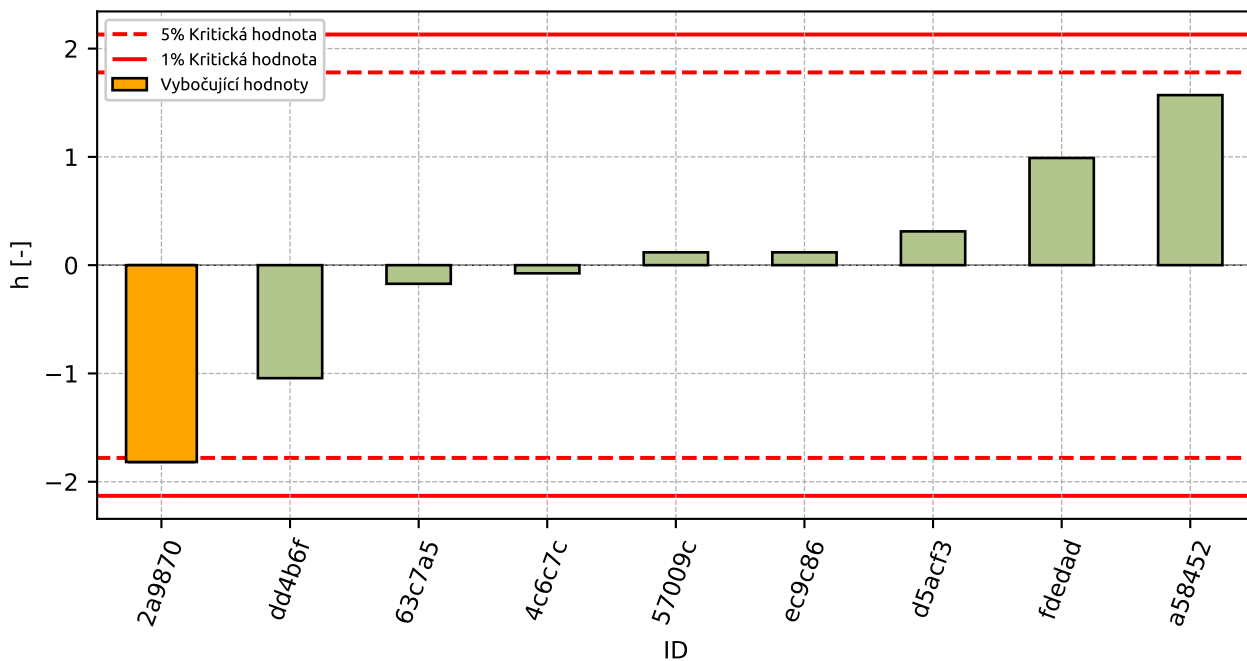


Obrázek 29: Grubbsův test - průměrné hodnoty

### 5.3 Mandelovy statistiky konzistence

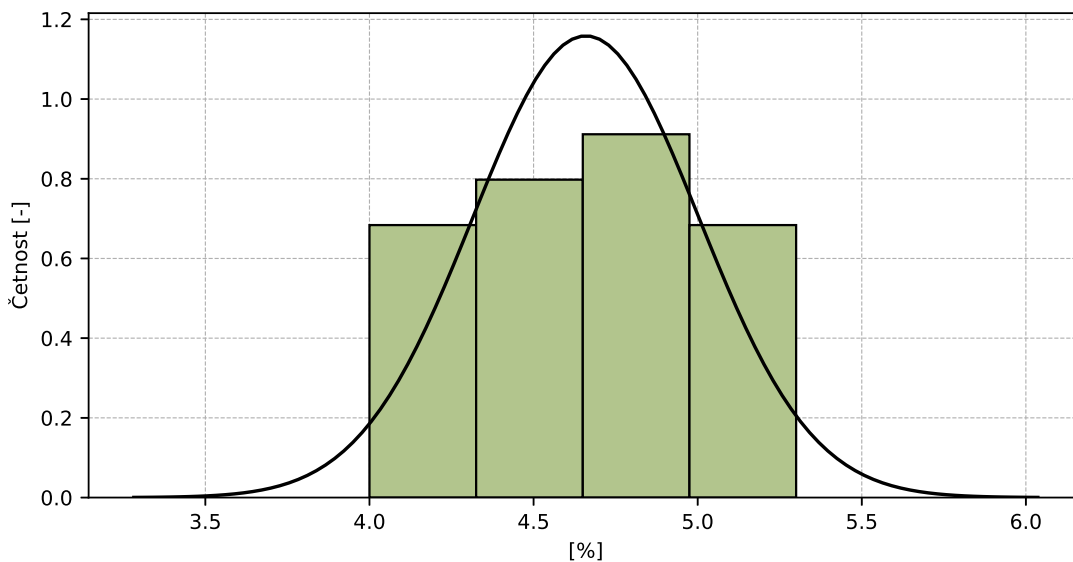


Obrázek 30: Vnitrolaboratorní statistika konzistence



Obrázek 31: Mezilaboratorní statistika konzistence

### 5.4 Popisné statistiky

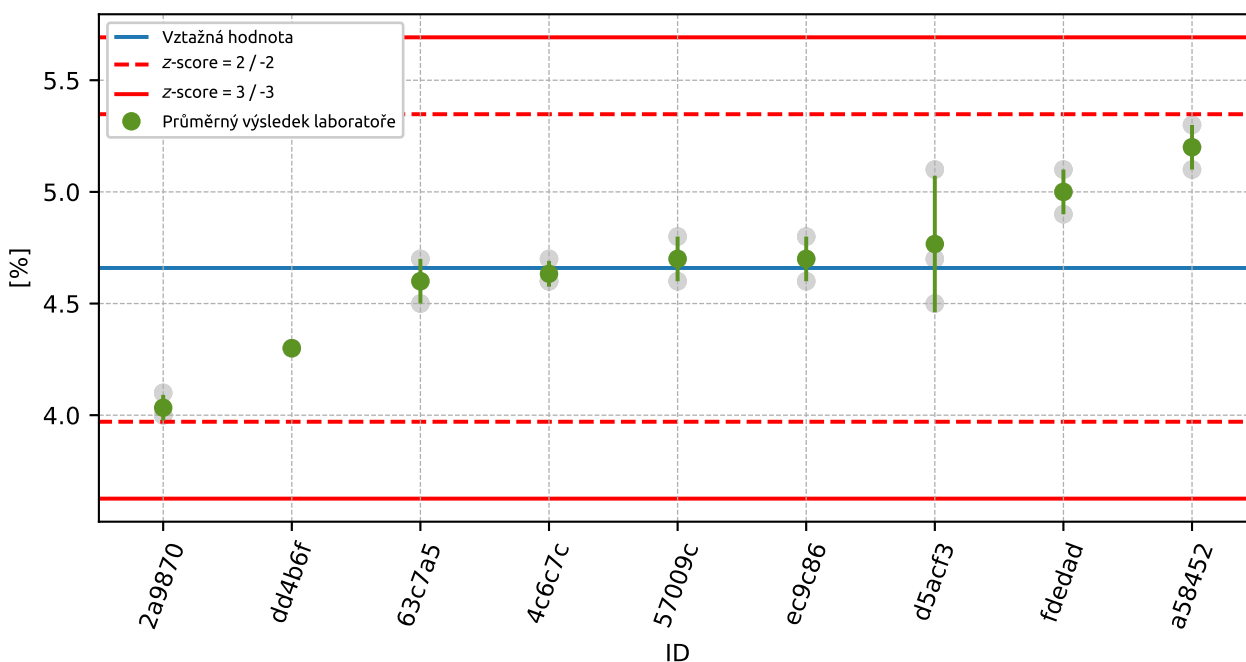


Obrázek 32: Histogram všech výsledků zkoušek

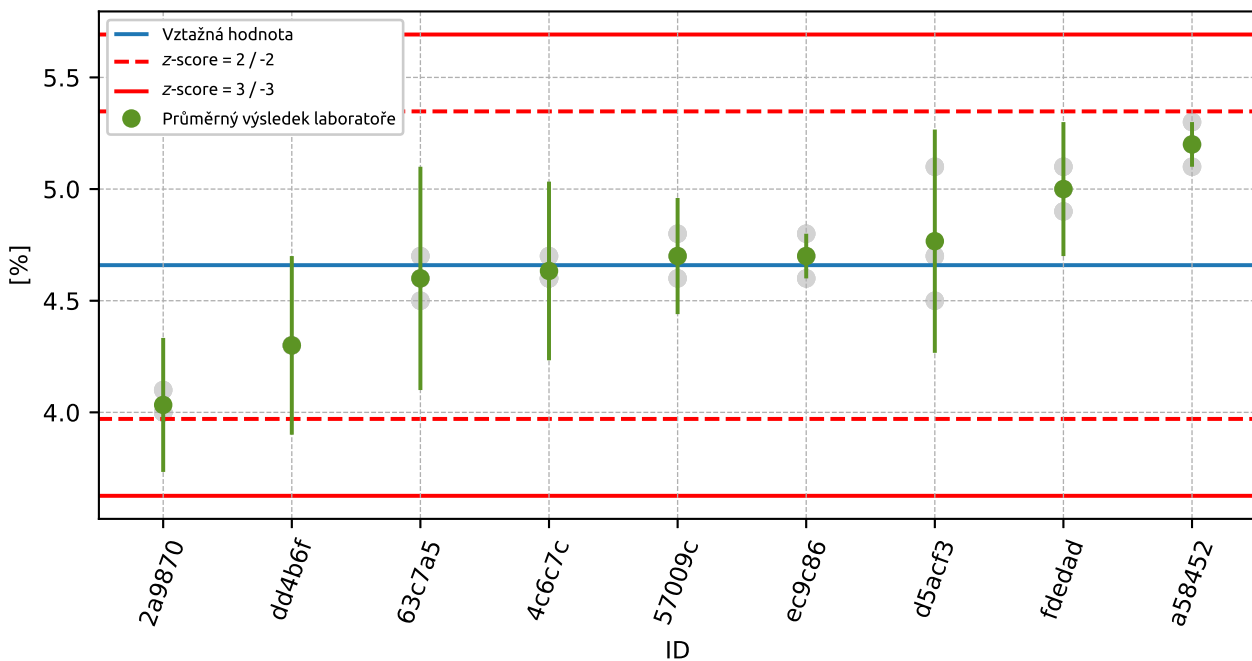
Tabulka 14: Popisné statistiky

Charakteristika	[%]
Průměrná hodnota – $\bar{x}$	5.0
Výběrová směrodatná odchylka – $s$	0.3
Vztažná hodnota – $x^*$	5.0
Robustní směrodatná odchylka – $s^*$	0.3
Nejistota měření vztažné hodnoty – $u_X$	0.1
$p$ -hodnota testu normality	0.397 [-]
Mezilaboratorní směrodatná odchylka – $s_L$	0.3
Směrodatná odchylka opakovatelnosti – $s_r$	0.1
Směrodatná odchylka reprodukovatelnosti – $s_R$	0.4
Opakovatelnost – $r$	0.0
Reprodukovatelnost – $R$	1.0

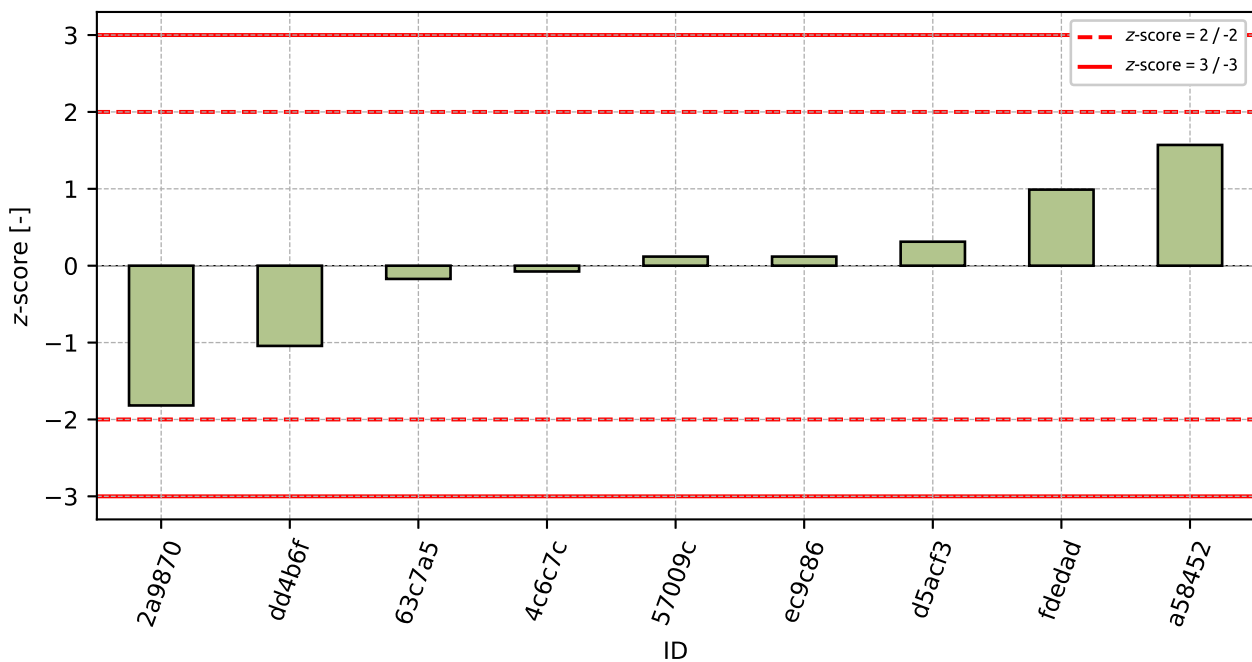
## 5.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků



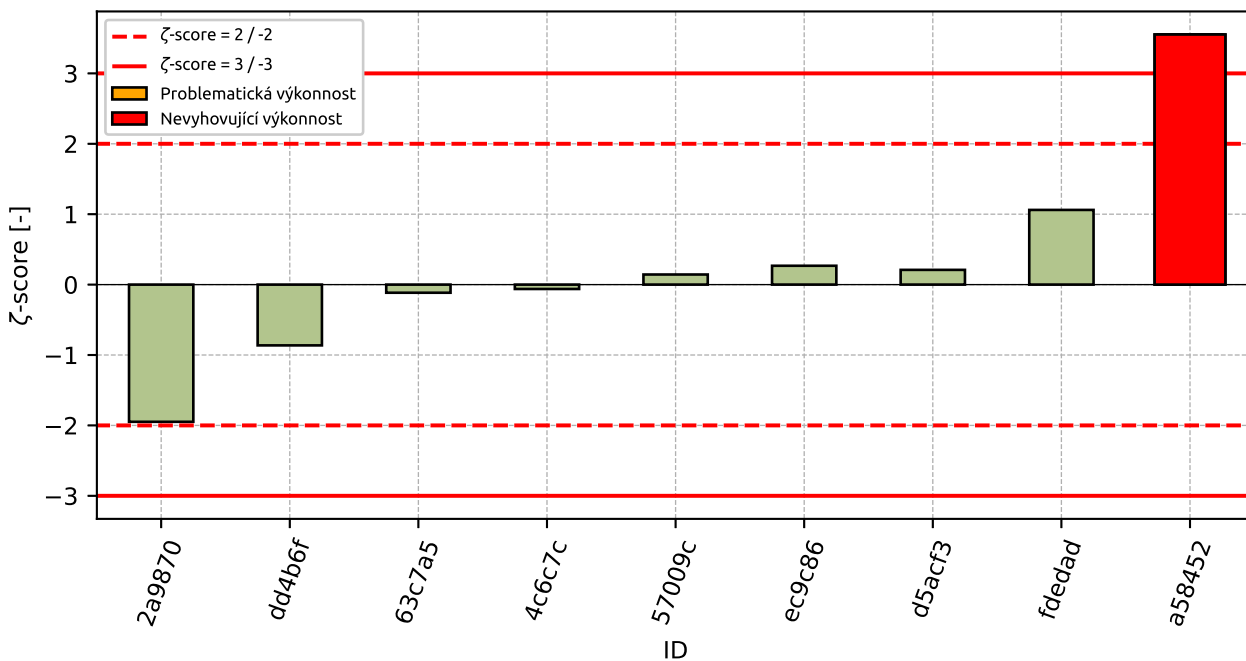
Obrázek 33: Graf průměrných hodnot výsledků zkoušek a výběrových směrodatných odchylek



Obrázek 34: Graf průměrných hodnot výsledků zkoušek a rozšířených nejistot měření



Obrázek 35: z-score



Obrázek 36: ζ-score

Tabulka 15: Výsledné hodnoty z-score a ζ-score

ID	z-score [-]	ζ-score [-]
2a9870	-1.82	-1.95
dd4b6f	-1.04	-0.86
63c7a5	-0.17	-0.12
4c6c7c	-0.08	-0.06
57009c	0.12	0.14
ec9c86	0.12	0.27
d5acf3	0.31	0.21
fdedad	0.99	1.06
a58452	1.57	3.55