



ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA EXPERIMENTU PRECIZNOSTI

Program zkoušení způsobilosti
Zkoušení čerstvého betonu
ZČB 2022/2

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

www.szk.fce.vutbr.cz
www.ptprovider.cz

Vydání: 28. 10. 2022

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



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

Obsah

1 Úvod a důležité kontakty	2
2 Postupy statistické analýzy experimentu preciznosti	4
3 Závěry statistické analýzy	5
Normativní dokumenty a odkazy	6
Příloha	7
1 Příloha – ČSN EN 12350-2 (Zkouška sednutím)	7
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
2 Příloha – ČSN EN 12350-4 (Stanovení stupně zhutnitelnosti)	13
3 Příloha – ČSN EN 12350-5 (Zkouška rozlitím)	13
4 Příloha – ČSN EN 12350-6 (Stanovení objemové hmotnosti)	13
4.1 Výsledky zkoušek	13
4.2 Numerické zhodnocení odlehlých hodnot	13
4.3 Mandelovy statistiky konzistence	14
4.4 Popisné statistiky	15
4.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků	16
5 Příloha – ČSN EN 12350-7 (Stanovení obsahu vzduchu)	19
5.1 Výsledky zkoušek	19
5.2 Numerické zhodnocení odlehlých hodnot	19
5.3 Mandelovy statistiky konzistence	20
5.4 Popisné statistiky	21
5.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků	22
6 Příloha – ČSN EN 12350-8 (Zkouška sednutí-rozlitím)	25
7 Příloha – ČSN EN 12350-9 (Zkouška V-nálevkou)	25
8 Příloha – ČSN EN 12350-10 (Zkouška L-truhlíkem)	25
9 Příloha – ČSN EN 12350-11 (Zkouška segregace při prosévání)	25
10 Příloha – ČSN EN 12350-12 (Zkouška J-kroužkem)	25

1 Úvod a důležité kontakty

Dne 13. 10. 2022 byl Poskytovatelem zkoušení způsobilosti při SZK FAST (PoZZ) a firmou ZAPA beton uspořádán program zkoušení způsobilosti (PrZZ) s označením ZČB 2022/2, 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]
6. **ČSN EN 12350-8:** Zkoušení čerstvého betonu - Část 8: Samozhutnitelný beton - Zkouška sednutí-rozlitím, 2020. [6]
7. **ČSN EN 12350-9:** Zkoušení čerstvého betonu - Část 9: Samozhutnitelný beton - Zkouška V-nálevkou, 2010. [7]
8. **ČSN EN 12350-10:** Zkoušení čerstvého betonu - Část 10: Samozhutnitelný beton - Zkouška L-truhlíkem, 2010. [8]
9. **ČSN EN 12350-11:** Zkoušení čerstvého betonu - Část 11: Samozhutnitelný beton - Zkouška segregace při prosévání, 2010. [9]
10. **ČSN EN 12350-12:** Zkoušení čerstvého betonu - Část 12: Samozhutnitelný beton - Zkouška J-kroužkem, 2010. [10]

Zkušební postupy č. 2 a 6 – 10 nebyly otevřeny z důvodu nízkého počtu účastníků.

Zkoušky byly jednotlivými účastníky prováděny dne 13. 10. 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 [11] 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 shodnosti podle ČSN ISO 5725-2 [12] a podle ČSN EN ISO/IEC 17043 [13]. Výsledkem řešení je tato závěrečná zpráva, která shrnuje výsledky experimentu shodnosti, včetně statistického vyhodnocení.

Programu se zúčastnilo celkem 7 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 znázorněna 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	6	7	8	9	10
55bc9e	X	-	-	-	X	-	-	-	-	-
5b483f	X	-	-	-	X	-	-	-	-	-
1e441e	X	-	-	-	X	-	-	-	-	-
a1ae08	X	-	-	-	X	-	-	-	-	-
6638fd	X	-	-	X	X	-	-	-	-	-
ee8c6a	X	-	-	X	X	-	-	-	-	-
fcd8c7	X	-	-	X	X	-	-	-	-	-

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

Subjekt	Adresa	Číslo AZL
BetónRacio, s.r.o., Skúšobné laboratórium, Pracovisko Lietavská Lúčka	Skladová 2, Trnava, 917 00, Slovenská republika	S-320
BetónRacio, s.r.o., Skúšobné laboratórium, Pracovisko Trnava	Skladová 2, Trnava, 917 00, Slovenská republika	S-320
BetónRacio, s.r.o., Skúšobné laboratórium, Pracovisko Veľký Šariš	Skladová 2, Trnava, 917 00, Slovenská republika	S-320
Danucem Slovensko a.s., Skúšobné laboratórium Bratislava	Pestovateľská 2, Bratislava, 82104, Slovenská republika	426/S-313
GEOSTAR, spol. s r.o. - pracoviště Brno	Tuřanka 240/111, Brno, 627 00, Česká republika	1373
QUALIFORM, a.s.	Mlaty, Bosonohy, Brno, 642 00, Česká republika	1008
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.
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 ζ -score (zeta-score). Tyto charakteristiky hodnotí výkonnost jednotlivých účastníků porovnáním se vztažnou hodnotou a nejistotami měření. z-score a ζ -score jsou porovnány s limitními hodnotami. Výsledné hodnoty ζ -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 ZČB 2022/2 (PrZZ) pořádaného Poskytovatelem zkoušení způsobilosti při SZK FAST. PrZZ se zúčastnilo celkem 7 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 nevhovující, X – odlehlý výsledek

ID / Zkouška	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
55bc9e	✓	-	-	-	✓	-	-	-	-	-
5b483f	✓	-	-	-	✓	-	-	-	-	-
1e441e	✓	-	-	-	✓	-	-	-	-	-
a1ae08	✓	-	-	-	✓	-	-	-	-	-
6638fd	✓	-	-	✓	✓	-	-	-	-	-
ee8c6a	✓	-	-	✓	✓	-	-	-	-	-
fcd8c7	✓	-	-	✓	✓	-	-	-	-	-

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 12350-8. *Zkoušení čerstvého betonu - Část 8: Samozhutnitelný beton - Zkouška sednutí-rozlitím*. 2020.
- [7] ČSN EN 12350-9. *Zkoušení čerstvého betonu - Část 9: Samozhutnitelný beton - Zkouška V-nálevkou*. 2010.
- [8] ČSN EN 12350-10. *Zkoušení čerstvého betonu - Část 10: Samozhutnitelný beton - Zkouška L-truhlíkem*. 2010.
- [9] ČSN EN 12350-11. *Zkoušení čerstvého betonu - Část 11: Samozhutnitelný beton - Zkouška segregace při prosévání*. 2010.
- [10] ČSN EN 12350-12. *Zkoušení čerstvého betonu - Část 12: Samozhutnitelný beton - Zkouška J-kroužkem*. 2010.
- [11] ČSN EN 206 + A2. *Beton - Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda*. 2021.
- [12] 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.
- [13] ČSN EN ISO/IEC 17043. *Posuzování shody - Všeobecné požadavky na zkoušení způsobilosti*. 2010.

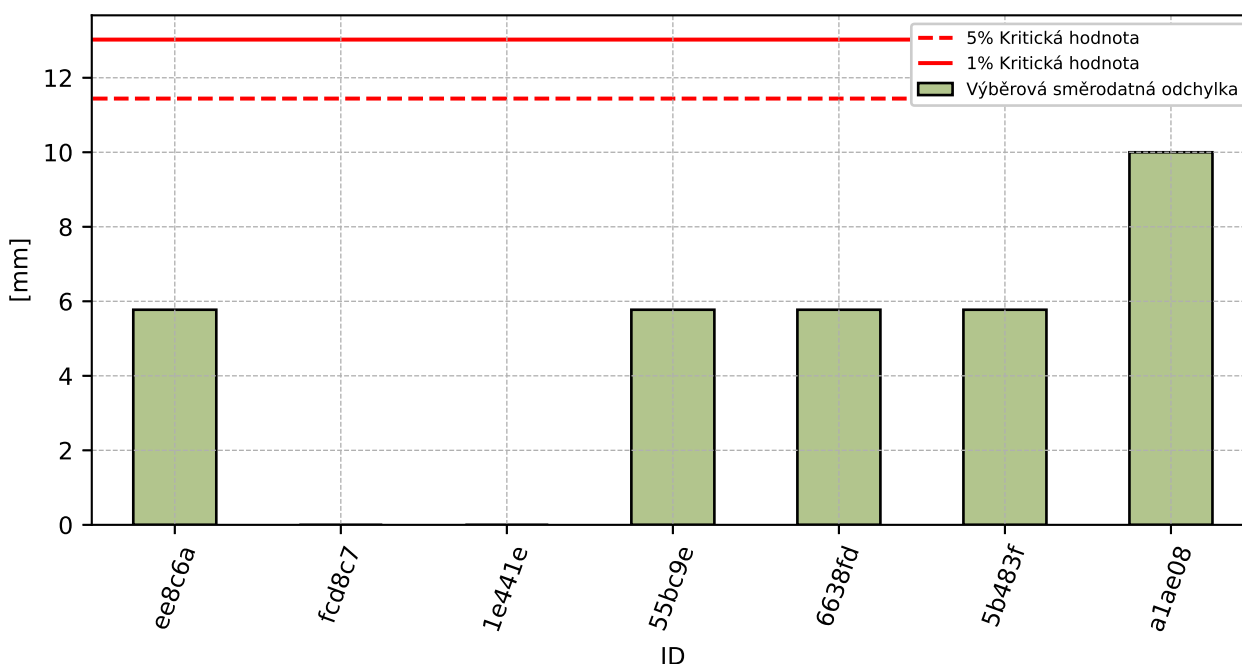
1 Příloha – ČSN EN 12350-2 (Zkouška sednutím)

1.1 Výsledky zkoušek

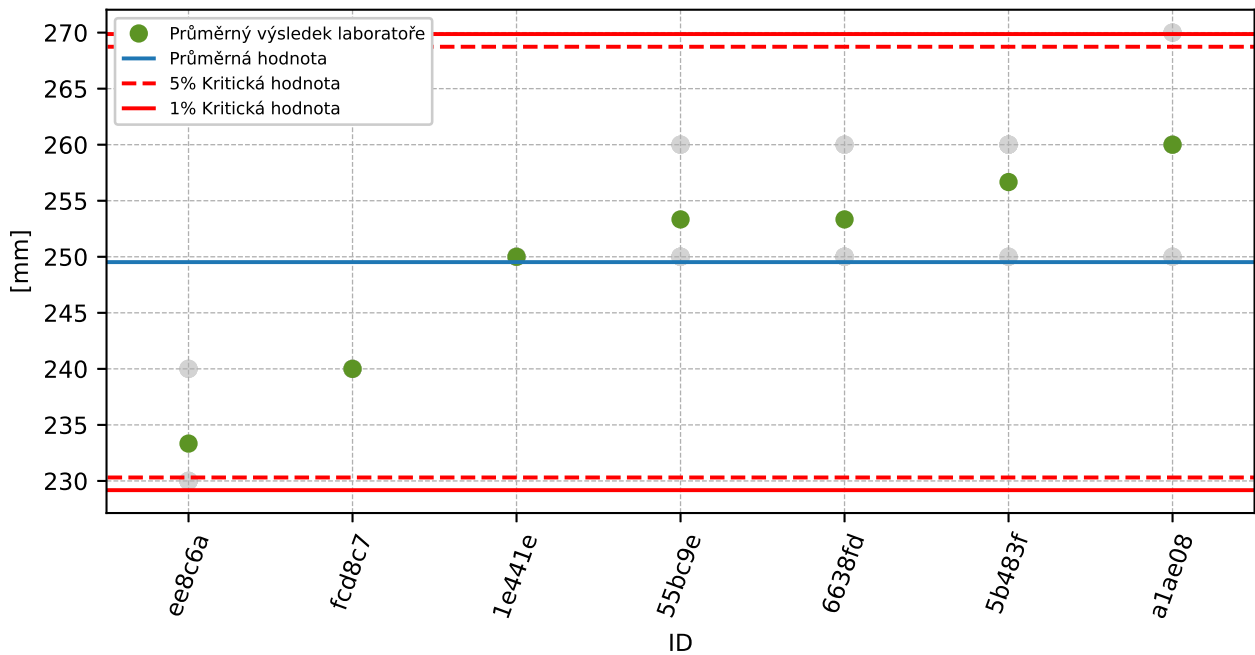
Tabulka 4: Výsledky zkoušek - seřazené podle průměrné hodnoty. Odlehlé hodnoty jsou označeny červeně. u_X - rozšířená nejistota účastníka; \bar{x} - aritmetický průměr; s_0 - výběrová směrodatná odchylka; V_X - variační koeficient

ID účastníka	Výsledky zkoušek [mm]			u_X [mm]	\bar{x} [mm]	s_0 [mm]	V_X [%]
ee8c6a	240	230	230	-	233.3	5.77	2.47
fcd8c7	240	240	240	20.0	240.0	0.0	0.0
1e441e	250	250	250	-	250.0	0.0	0.0
55bc9e	260	250	250	20.6	253.3	5.77	2.28
6638fd	260	250	250	-	253.3	5.77	2.28
5b483f	260	260	250	-	256.7	5.77	2.25
a1ae08	250	260	270	-	260.0	10.0	3.85

1.2 Numerické zhodnocení odlehých hodnot

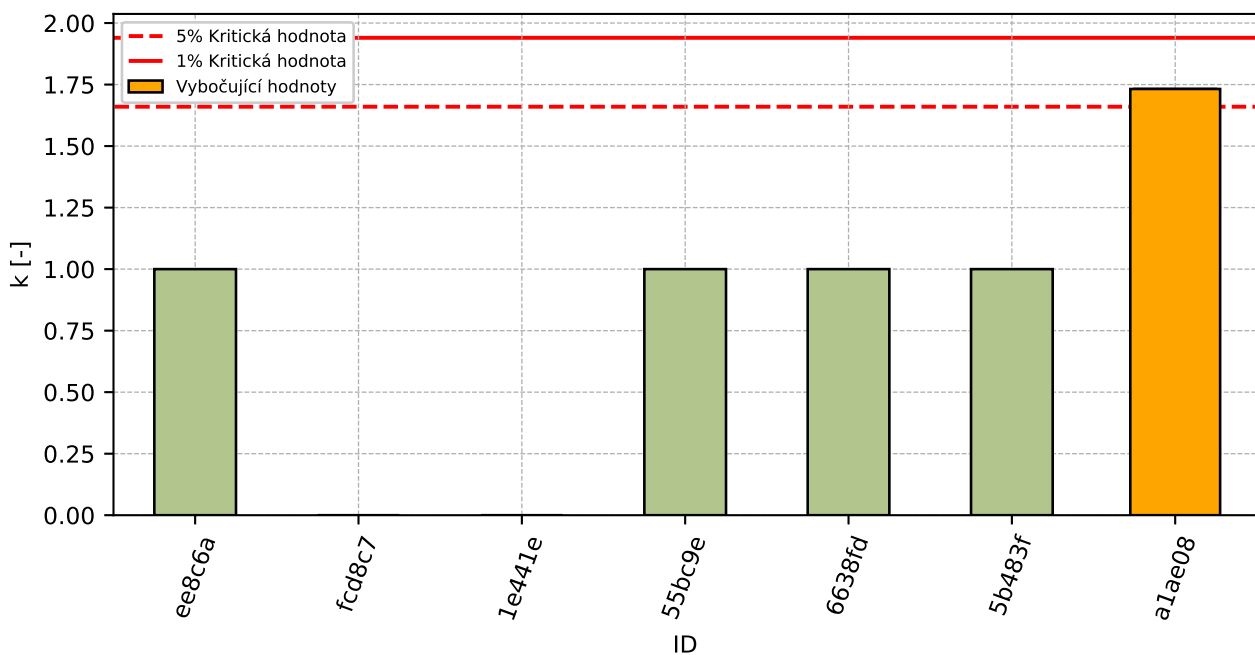


Obrázek 1: **Cochranův test** - graf výběrových směrodatných odchylek

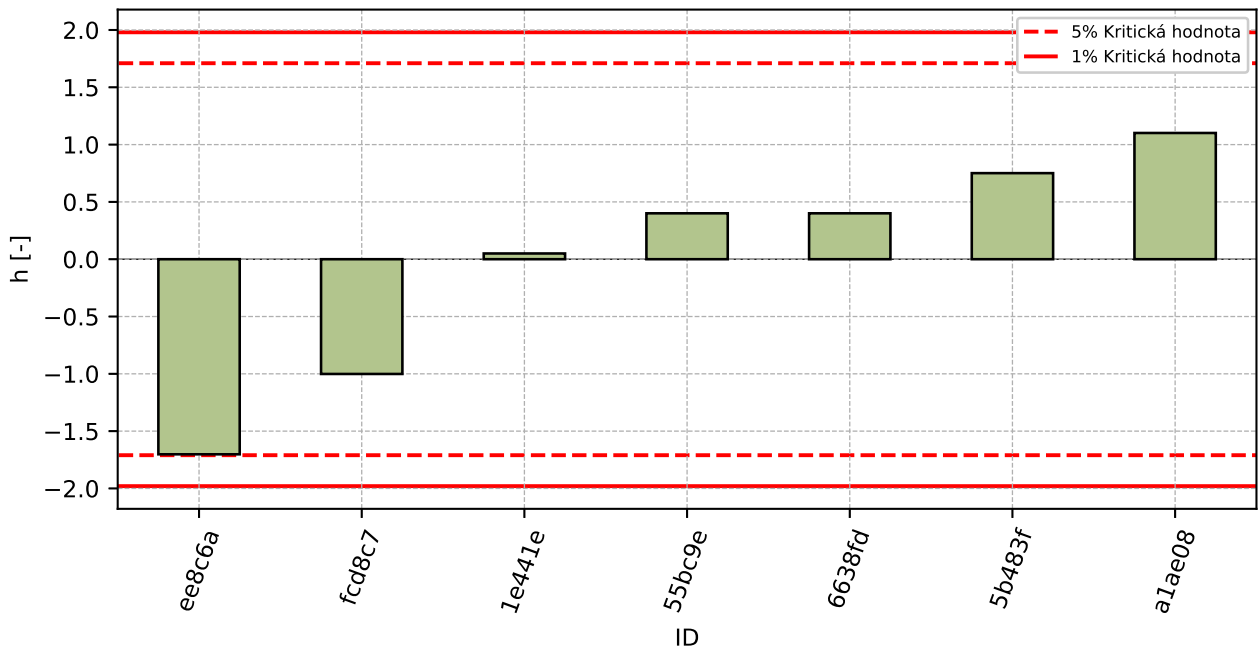


Obrázek 2: Grubbsův test – průměrné hodnoty

1.3 Mandelovy statistiky konzistence

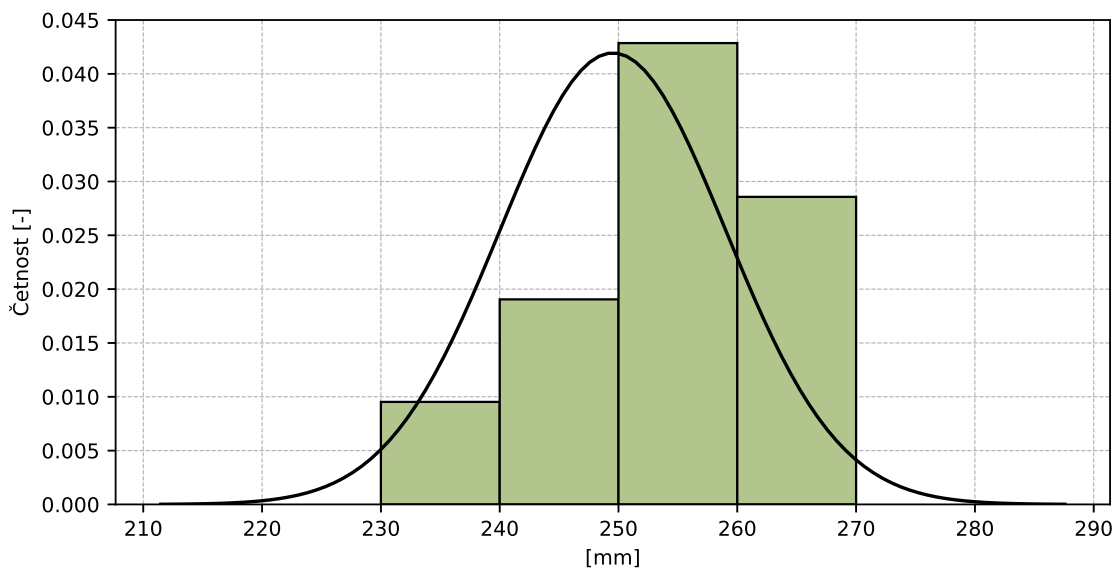


Obrázek 3: Vnitrolaboratorní statistika konzistence



Obrázek 4: Mezilaboratorní statistika konzistence

1.4 Popisné statistiky

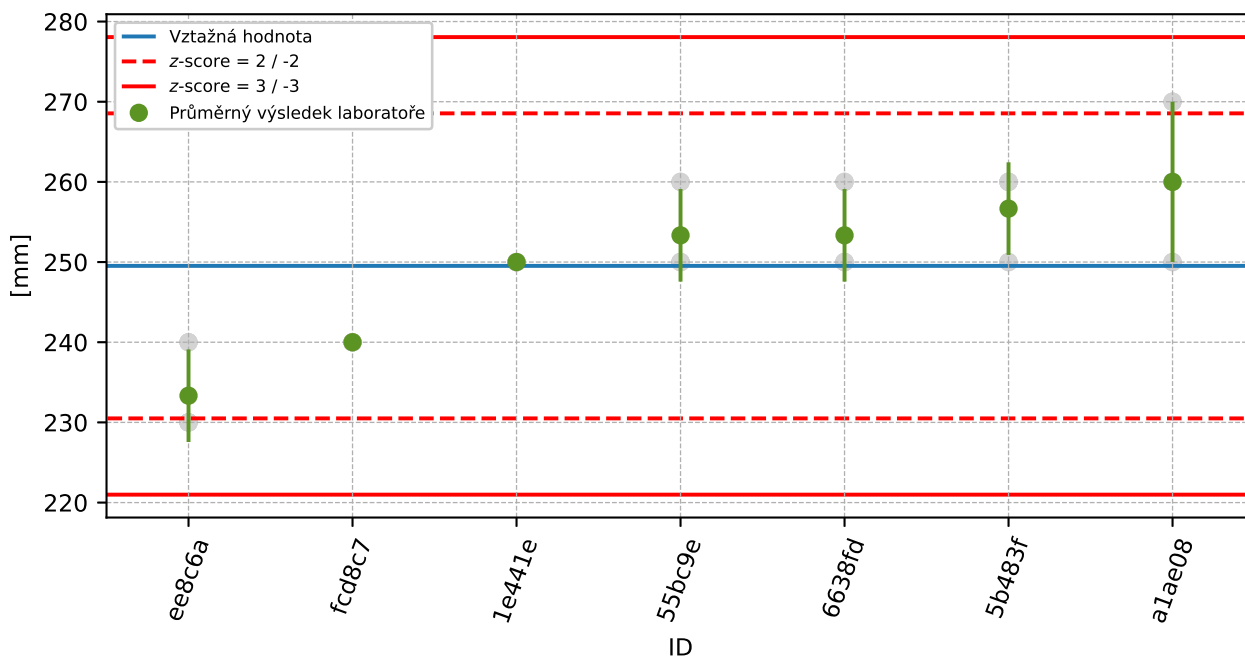


Obrázek 5: Histogram všech výsledků zkoušek

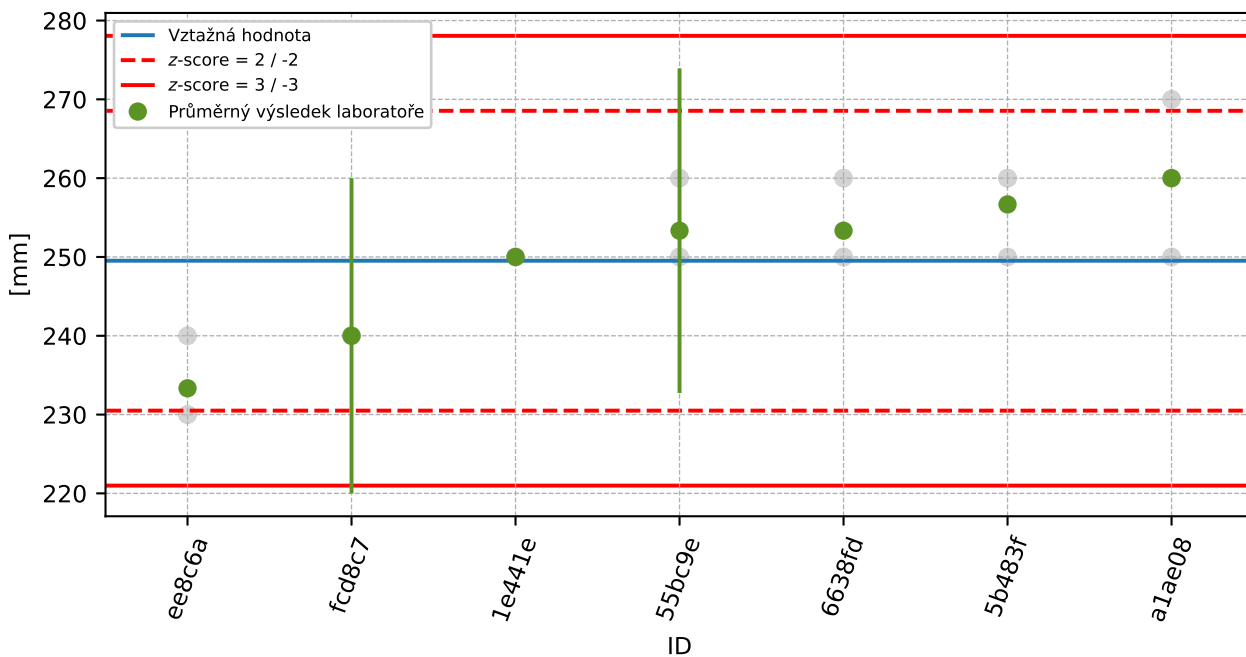
Tabulka 5: Popisné statistiky

Charakteristika	[mm]
Průměrná hodnota – \bar{x}	249.5
Výběrová směrodatná odchylka – s	9.51
Vztažná hodnota – x^*	249.5
Robustní směrodatná odchylka – s^*	9.51
Nejistota měření vztažné hodnoty – u_X	3.6
p -hodnota testu normality	0.07 [-]
Mezilaboratorní směrodatná odchylka – s_L	8.91
Směrodatná odchylka opakovatelnosti – s_r	5.77
Směrodatná odchylka reprodukovatelnosti – s_R	10.62
Opakovatelnost – r	16.2
Reprodukovatelnost – R	29.7

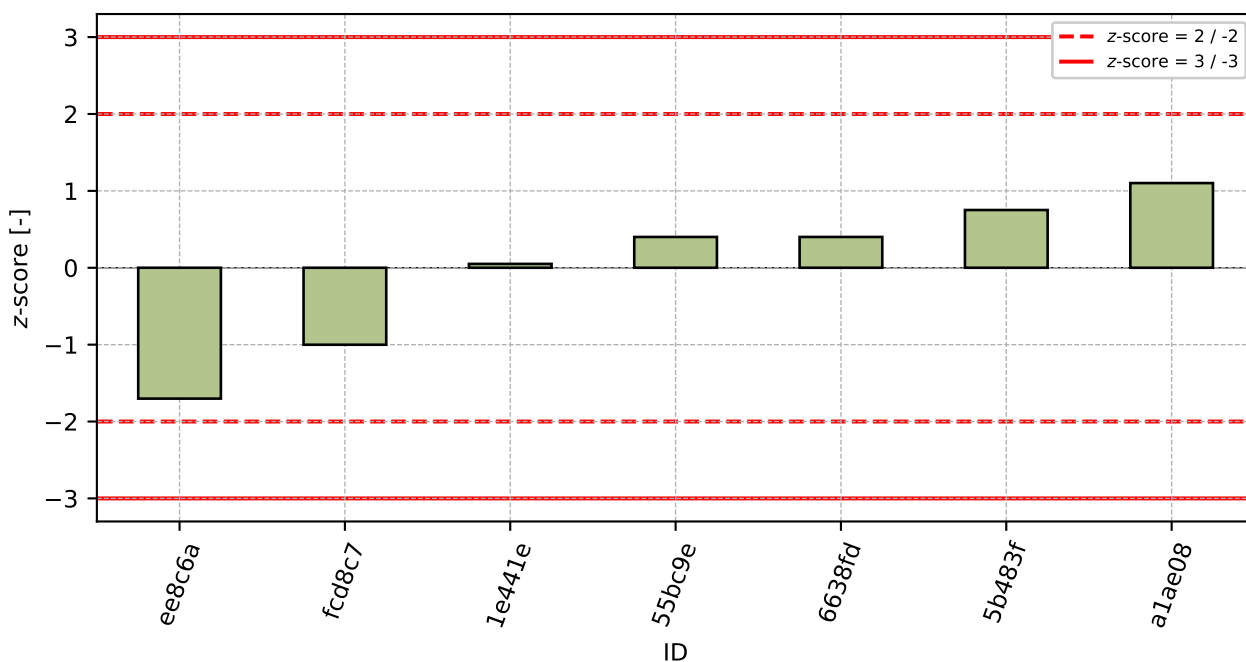
1.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků



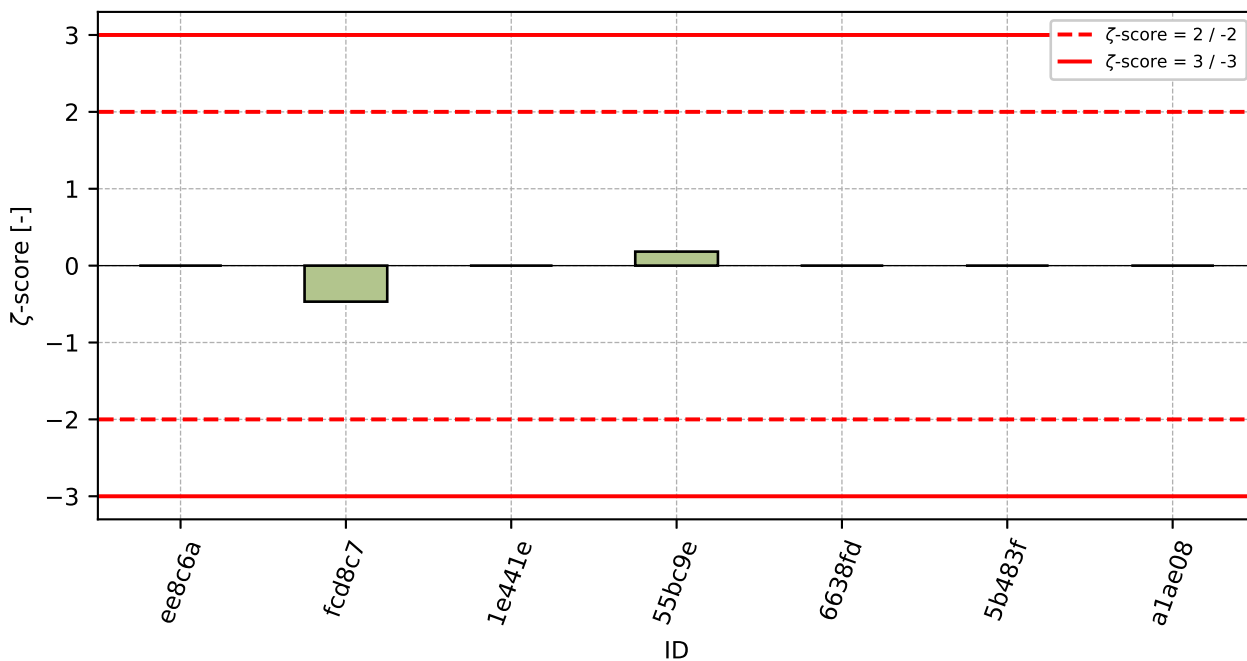
Obrázek 6: Graf průměrných hodnot výsledků zkoušek a výběrových směrodatných odchylek



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 zeta-score

ID	z-score [-]	zeta-score [-]
ee8c6a	-1.7	-
fcd8c7	-1.0	-0.47
1e441e	0.05	-
55bc9e	0.4	0.18
6638fd	0.4	-
5b483f	0.75	-
a1ae08	1.1	-

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

Zkouška neotevřena pro nízký počet účastníků.

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

Zkouška neotevřena pro nízký počet účastníků.

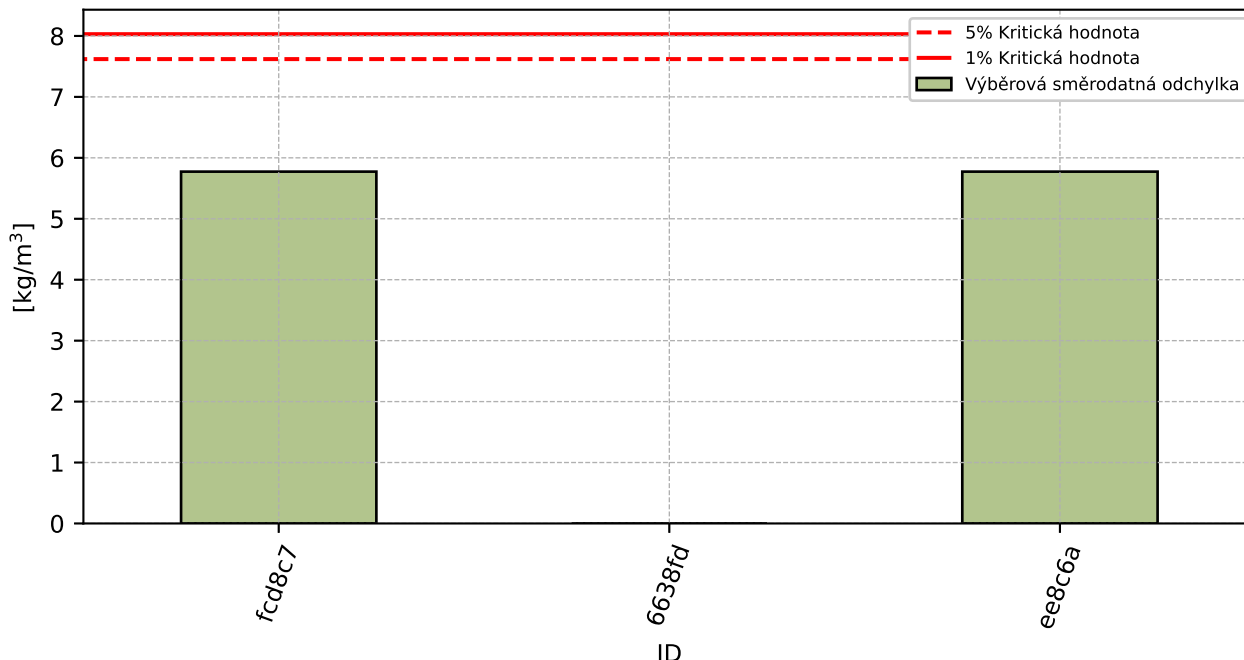
4 Příloha – ČSN EN 12350-6 (Stanovení objemové hmotnosti)

4.1 Výsledky zkoušek

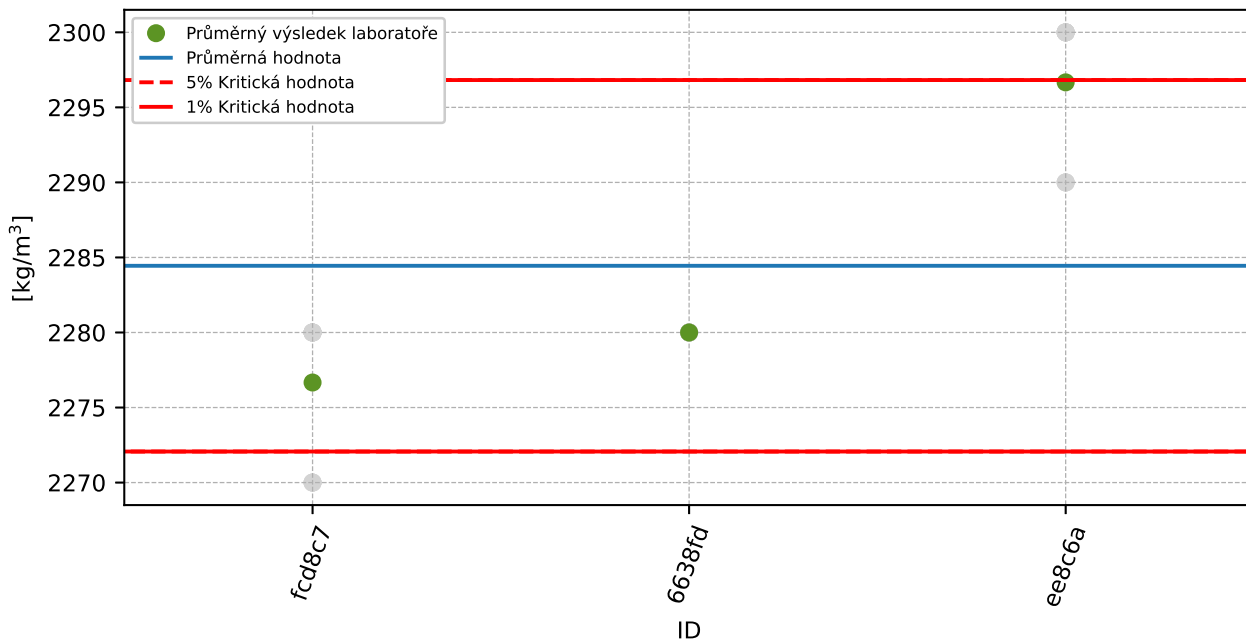
Tabulka 7: Výsledky zkoušek - seřazené podle průměrné hodnoty. Odlehlé hodnoty jsou označeny červeně. u_x - rozšířená nejistota účastníka; \bar{x} - aritmetický průměr; s_0 - výběrová směrodatná odchylka; V_x - variační koeficient

ID účastníka	Výsledky zkoušek [kg/m ³]			u_x [kg/m ³]	\bar{x} [kg/m ³]	s_0 [kg/m ³]	V_x [%]
fcd8c7	2280	2270	2280	10.0	2277	5.8	0.25
6638fd	2280	2280	2280	-	2280	0.0	0.0
ee8c6a	2300	2290	2300	-	2297	5.8	0.25

4.2 Numerické zhodnocení odlehlých hodnot

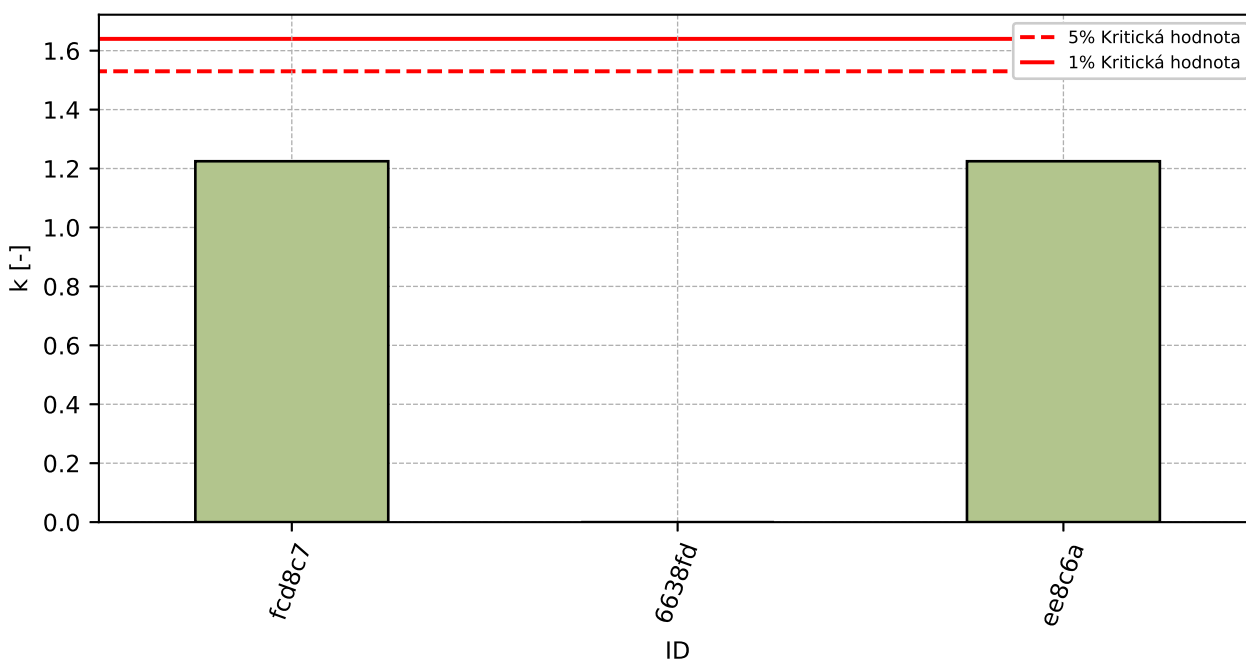


Obrázek 10: Cochranův test - graf výběrových směrodatných odchylek

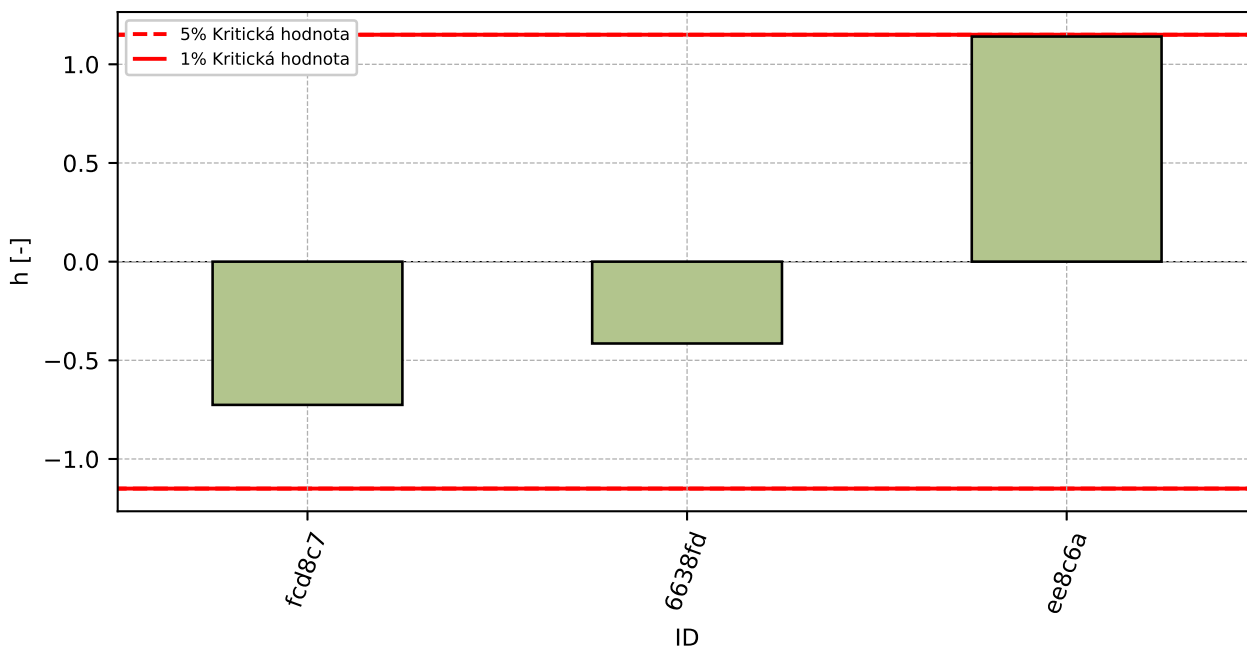


Obrázek 11: Grubbsův test – průměrné hodnoty

4.3 Mandelovy statistiky konzistence

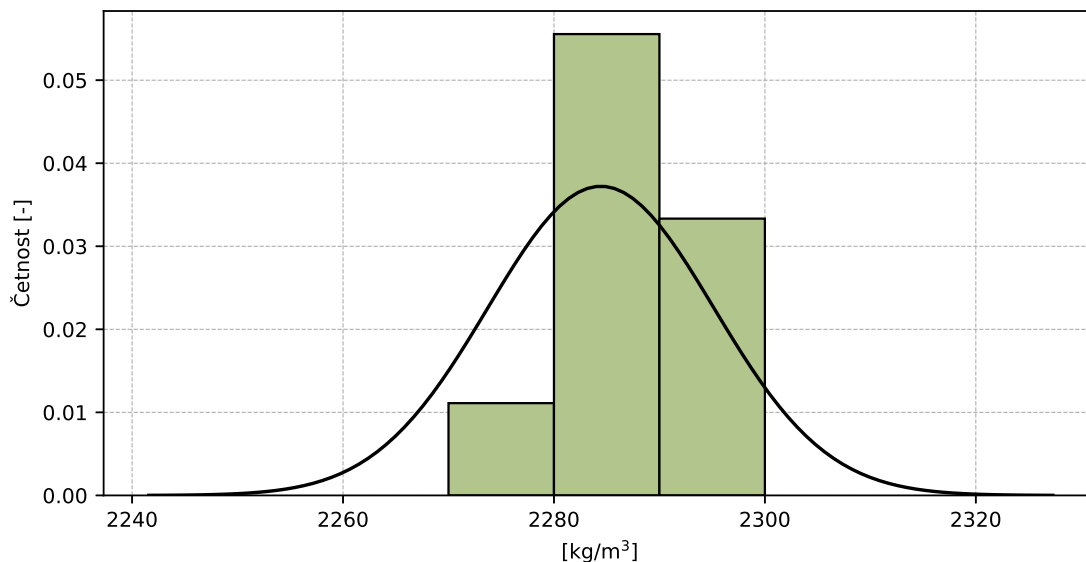


Obrázek 12: Vnitrolaboratorní statistika konzistence



Obrázek 13: Mezilaboratorní statistika konzistence

4.4 Popisné statistiky

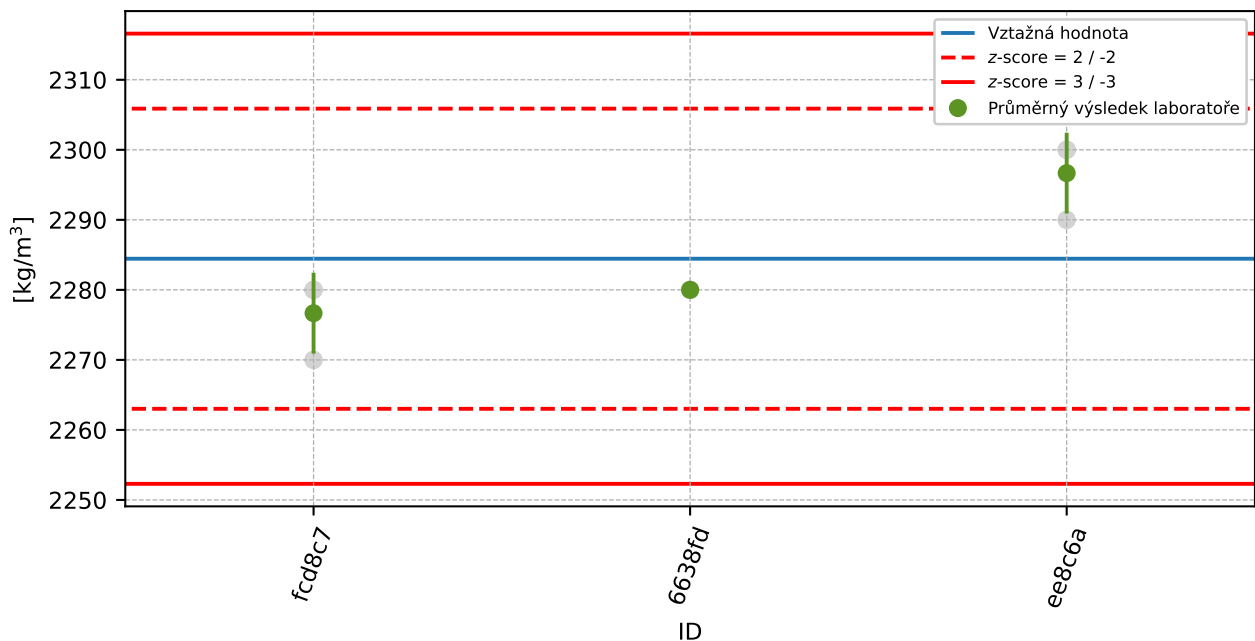


Obrázek 14: Histogram všech výsledků zkoušek

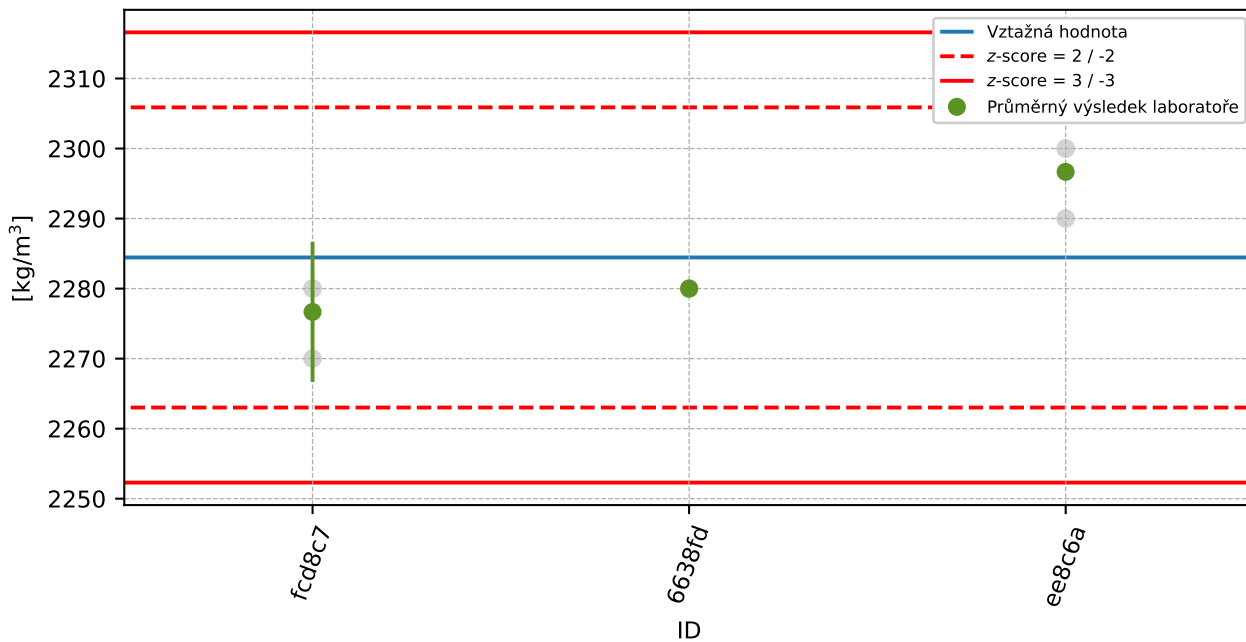
Tabulka 8: Popisné statistiky

Charakteristika	[kg/m ³]
Průměrná hodnota - \bar{x}	2284
Výběrová směrodatná odchylka - s	10.7
Vztažná hodnota - x^*	2284
Robustní směrodatná odchylka - s^*	10.7
Nejistota měření vztažné hodnoty - u_X	6.2
p -hodnota testu normality	0.045 [-]
Mezilaboratorní směrodatná odchylka - s_L	10.4
Směrodatná odchylka opakovatelnosti - s_r	4.7
Směrodatná odchylka reprodukovatelnosti - s_R	11.4
Opakovatelnost - r	13
Reprodukovatelnost - R	32

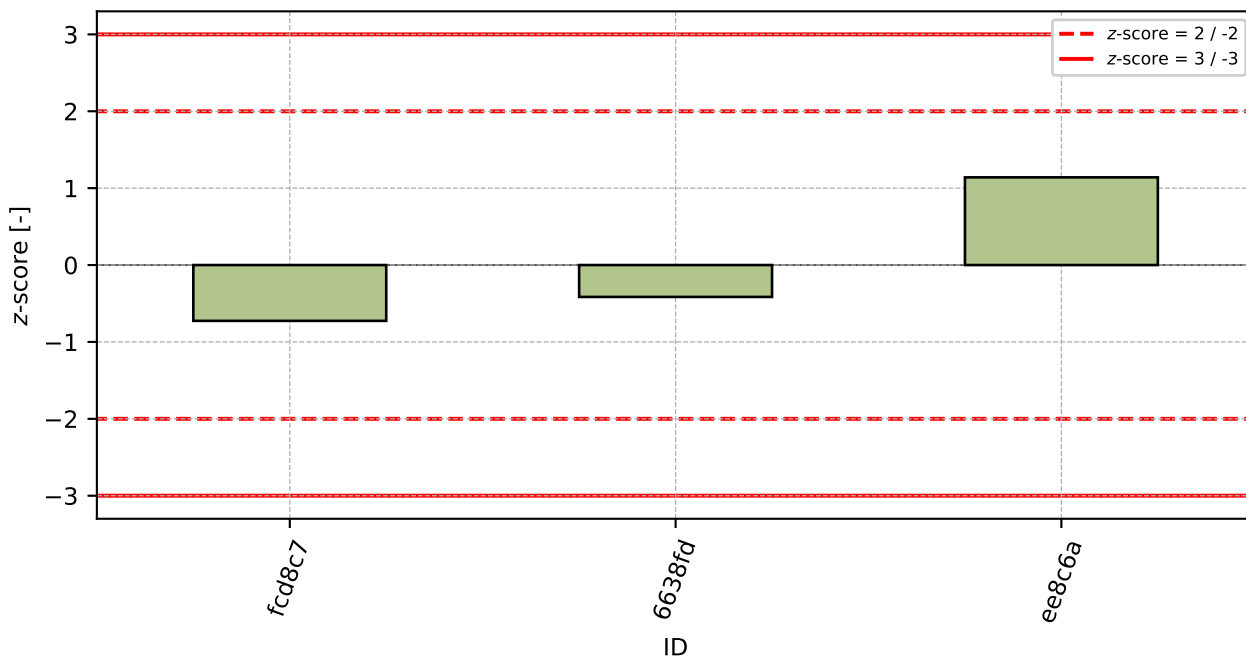
4.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků



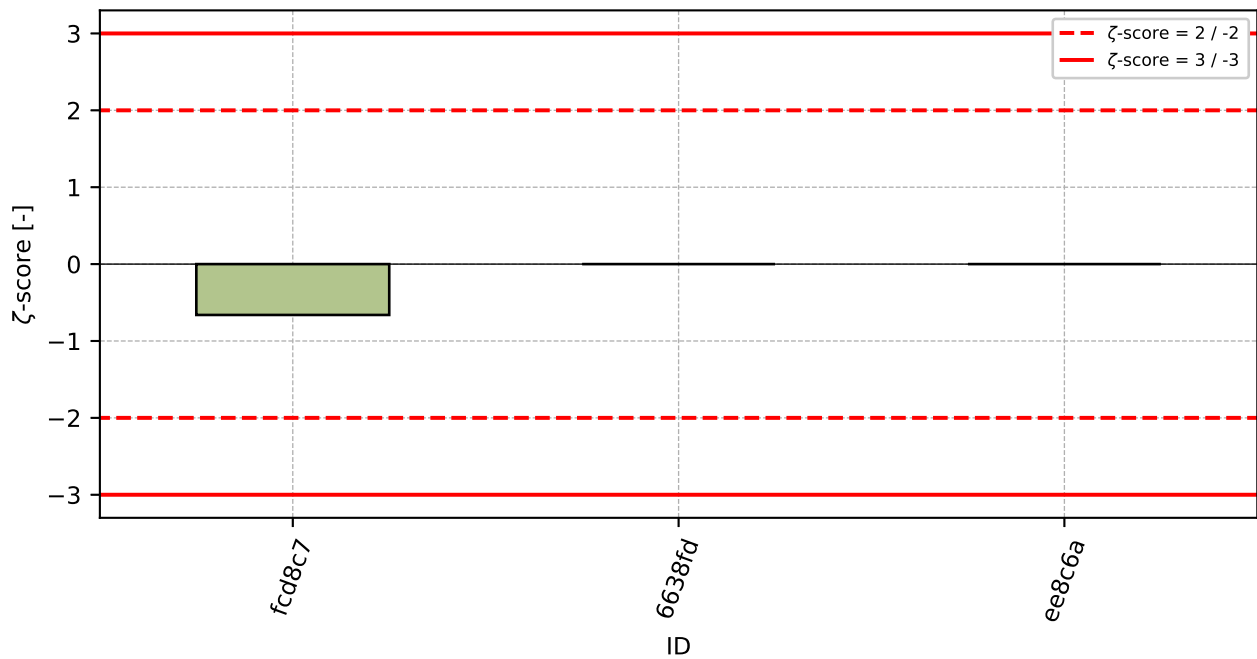
Obrázek 15: Graf průměrných hodnot výsledků zkoušek a výběrových směrodatných odchylek



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



Obrázek 17: z-score

Obrázek 18: ζ -scoreTabulka 9: Výsledné hodnoty z-score a ζ -score

ID	z-score [-]	ζ -score [-]
fcd8c7	-0.73	-0.66
6638fd	-0.41	-
ee8c6a	1.14	-

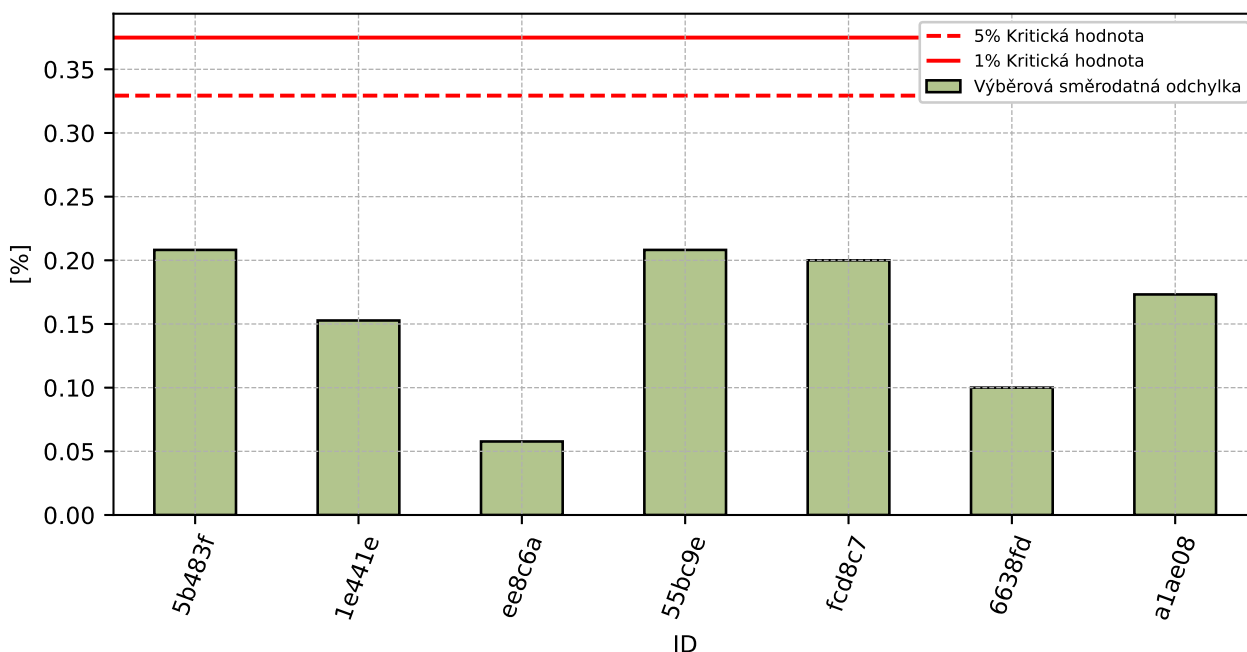
5 Příloha – ČSN EN 12350-7 (Stanovení obsahu vzduchu)

5.1 Výsledky zkoušek

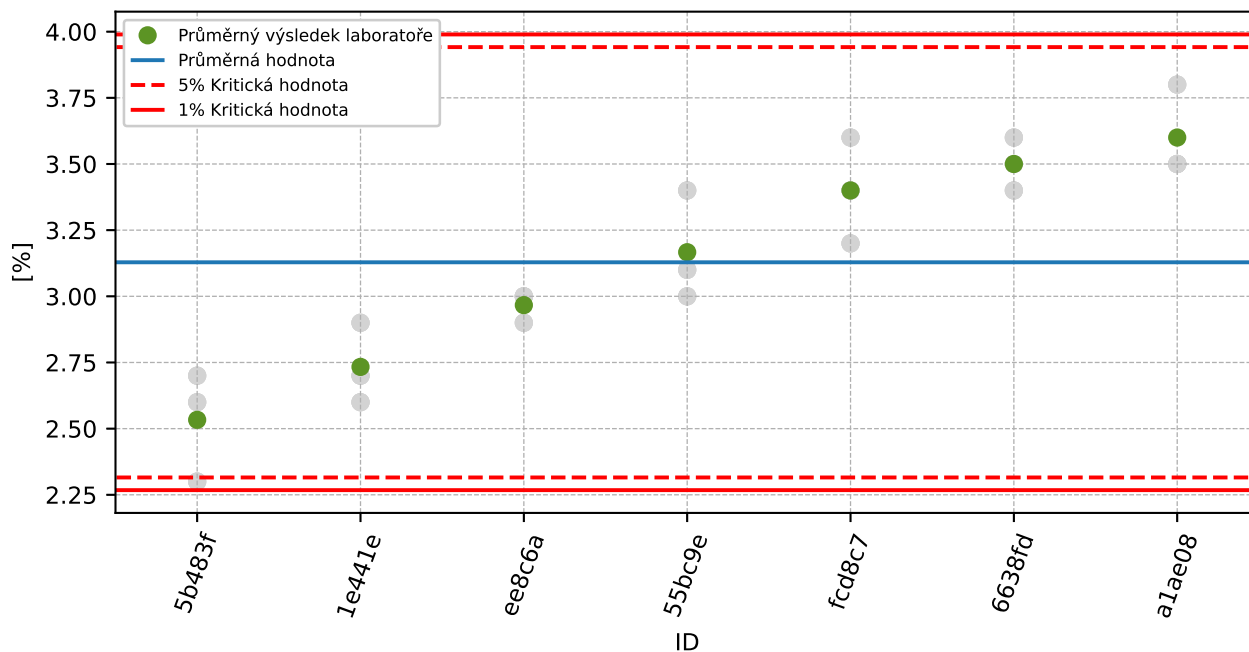
Tabulka 10: Výsledky zkoušek - seřazené podle průměrné hodnoty. Odlehlé hodnoty jsou označeny červeně. u_X - rozšířená nejistota účastníka; \bar{x} - aritmetický průměr; s_0 - výběrová směrodatná odchylka; V_X - variační koeficient

ID účastníka	Výsledky zkoušek [%]			u_X [%]	\bar{x} [%]	s_0 [%]	V_X [%]
5b483f	2.3	2.6	2.7	-	2.5	0.21	8.22
1e441e	2.7	2.6	2.9	-	2.7	0.15	5.59
ee8c6a	2.9	3.0	3.0	-	3.0	0.06	1.95
55bc9e	3.0	3.4	3.1	1.1	3.2	0.21	6.57
fcd8c7	3.4	3.2	3.6	0.2	3.4	0.2	5.88
6638fd	3.6	3.5	3.4	-	3.5	0.1	2.86
a1ae08	3.8	3.5	3.5	-	3.6	0.17	4.81

5.2 Numerické zhodnocení odlehlých hodnot

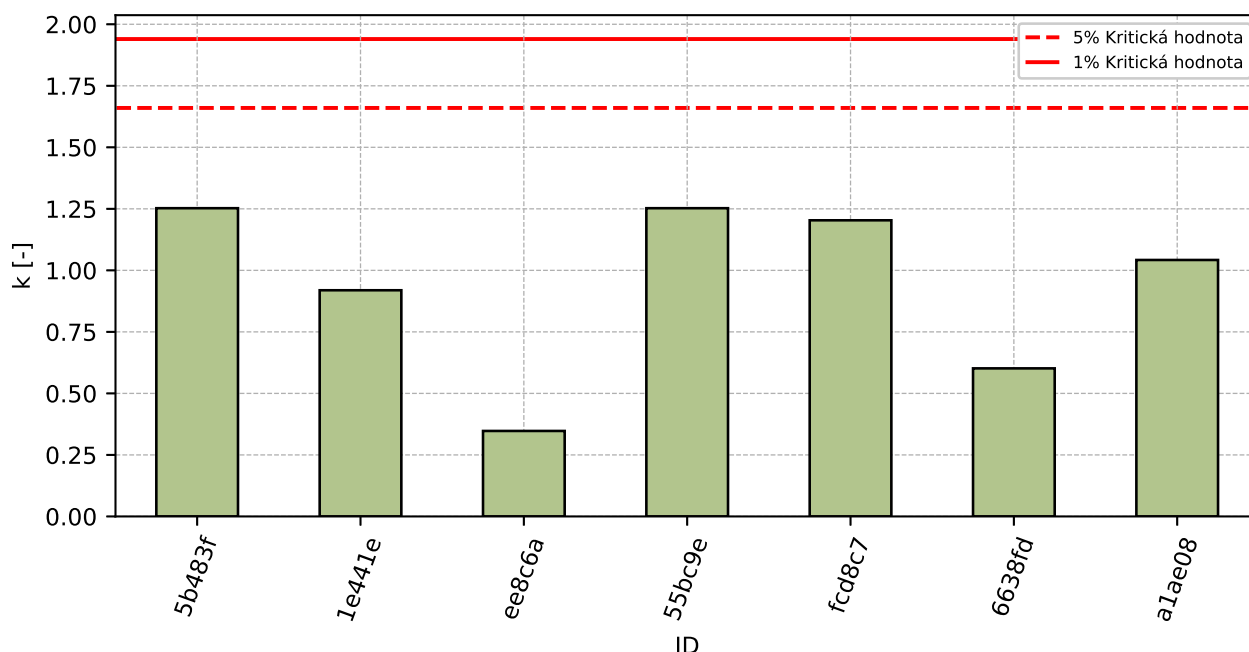


Obrázek 19: Cochranův test - graf výběrových směrodatných odchylek

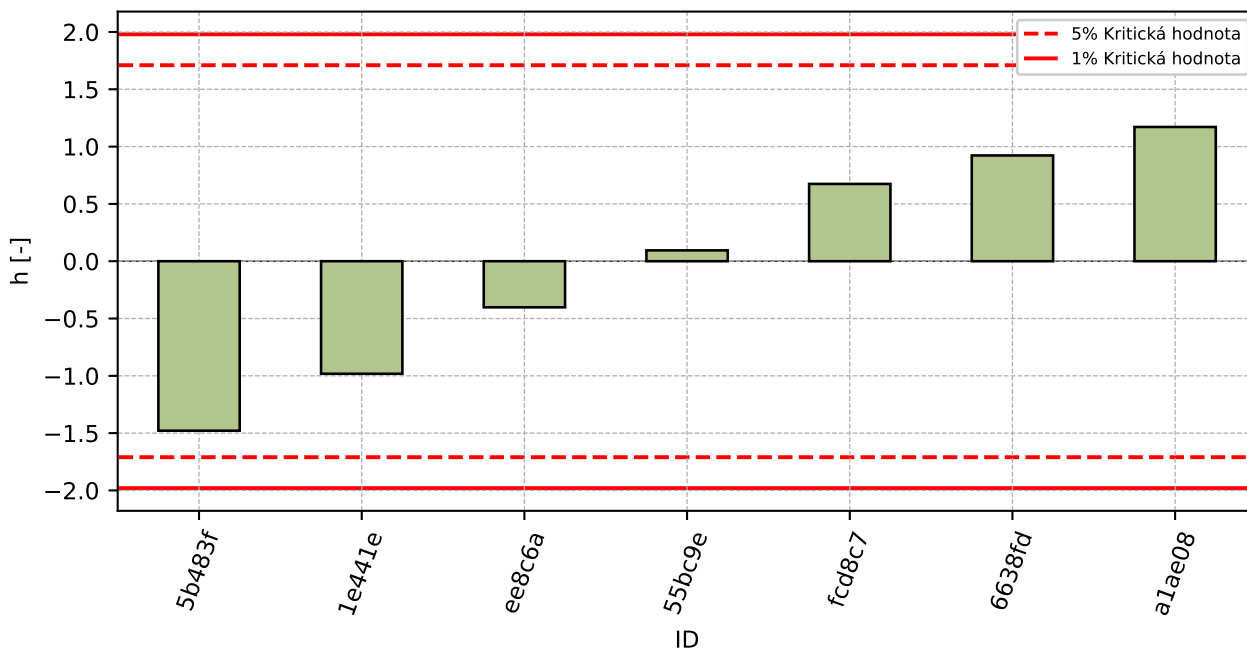


Obrázek 20: Grubbsův test – průměrné hodnoty

5.3 Mandelovy statistiky konzistence

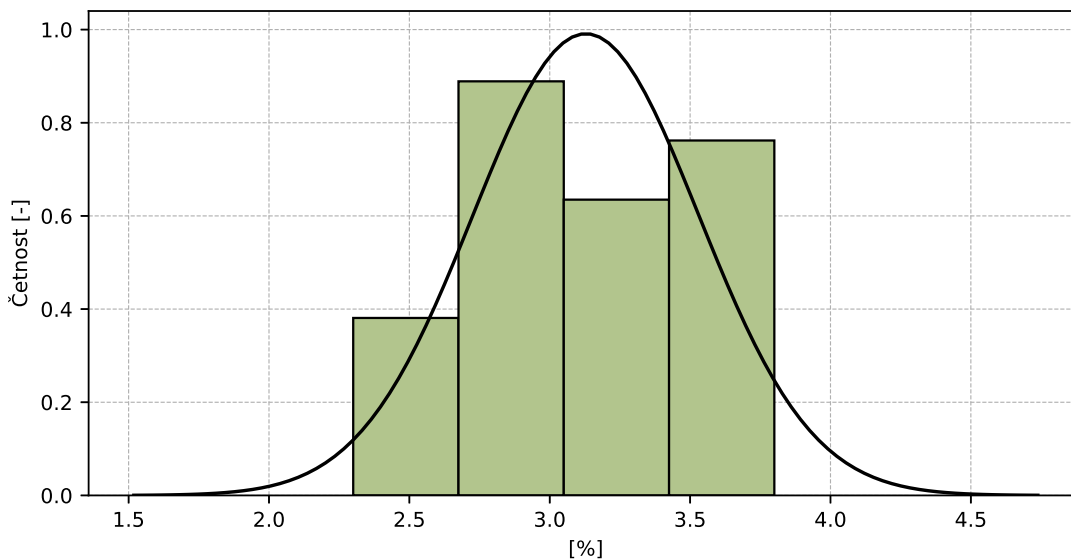


Obrázek 21: Vnitrolaboratorní statistika konzistence



Obrázek 22: Mezilaboratorní statistika konzistence

5.4 Popisné statistiky

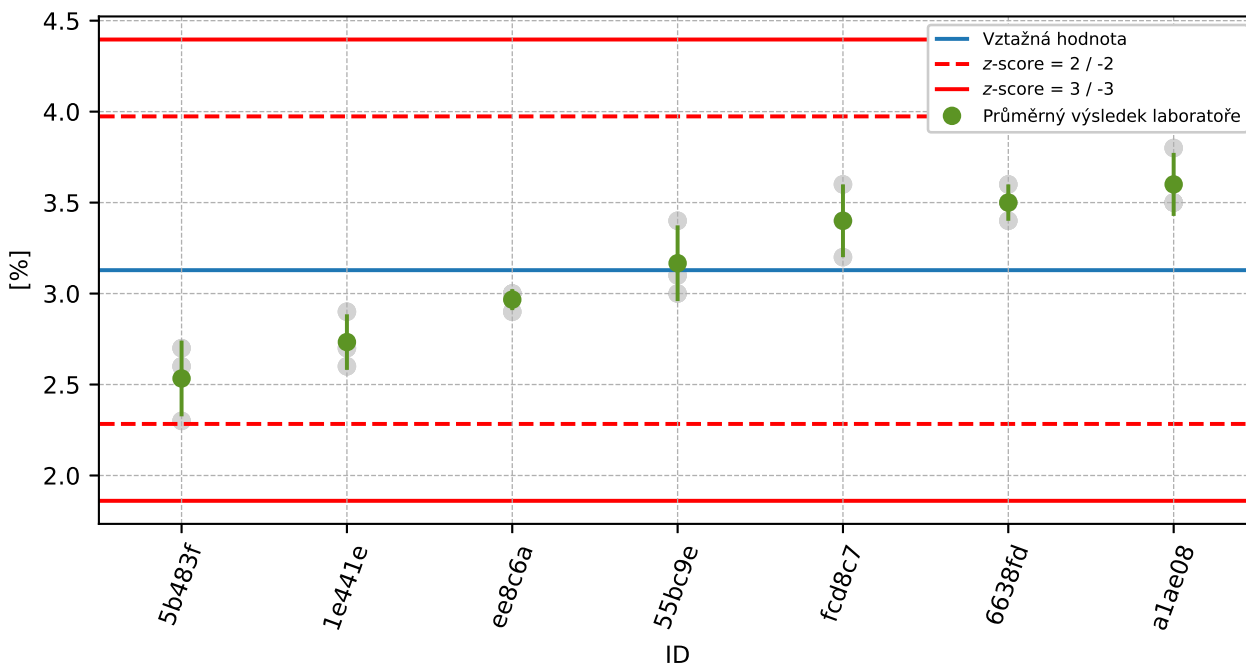


Obrázek 23: Histogram všech výsledků zkoušek

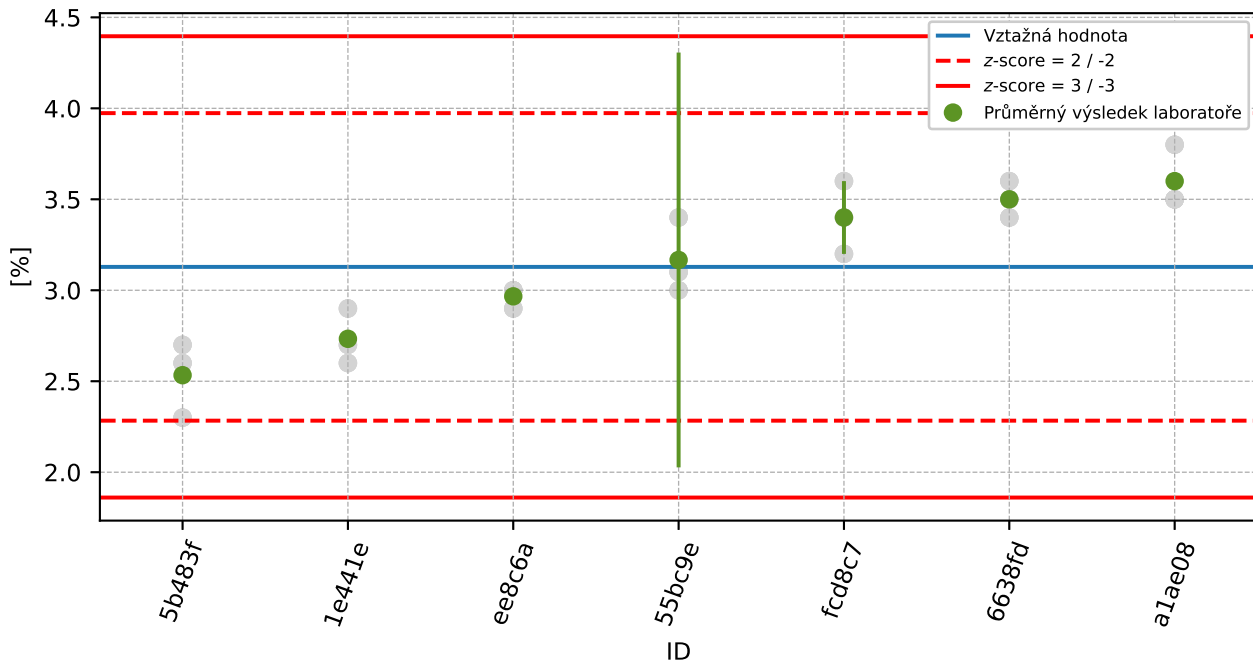
Tabulka 11: Popisné statistiky

Charakteristika	[%]
Průměrná hodnota - \bar{x}	3.1
Výběrová směrodatná odchylka - s	0.4
Vztažná hodnota - x^*	3.1
Robustní směrodatná odchylka - s^*	0.4
Nejistota měření vztažné hodnoty - u_X	0.15
p -hodnota testu normality	0.442 [-]
Mezilaboratorní směrodatná odchylka - s_L	0.39
Směrodatná odchylka opakovatelnosti - s_r	0.17
Směrodatná odchylka reprodukovatelnosti - s_R	0.42
Opakovatelnost - r	0.5
Reprodukovatelnost - R	1.2

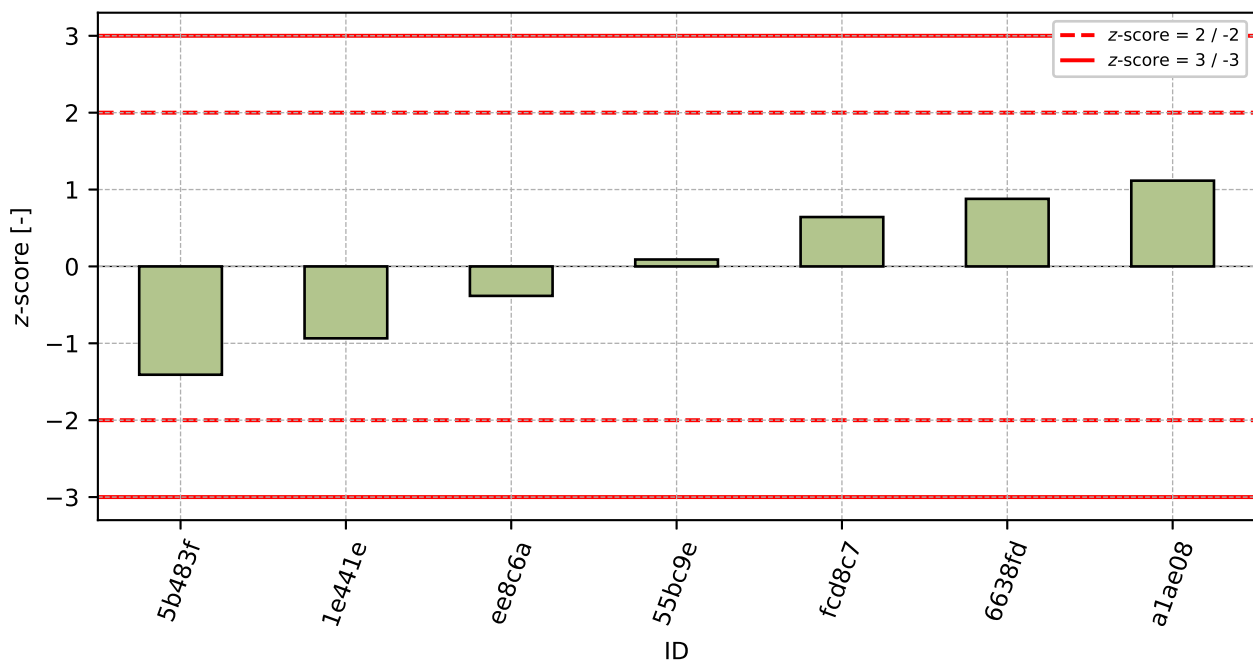
5.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků



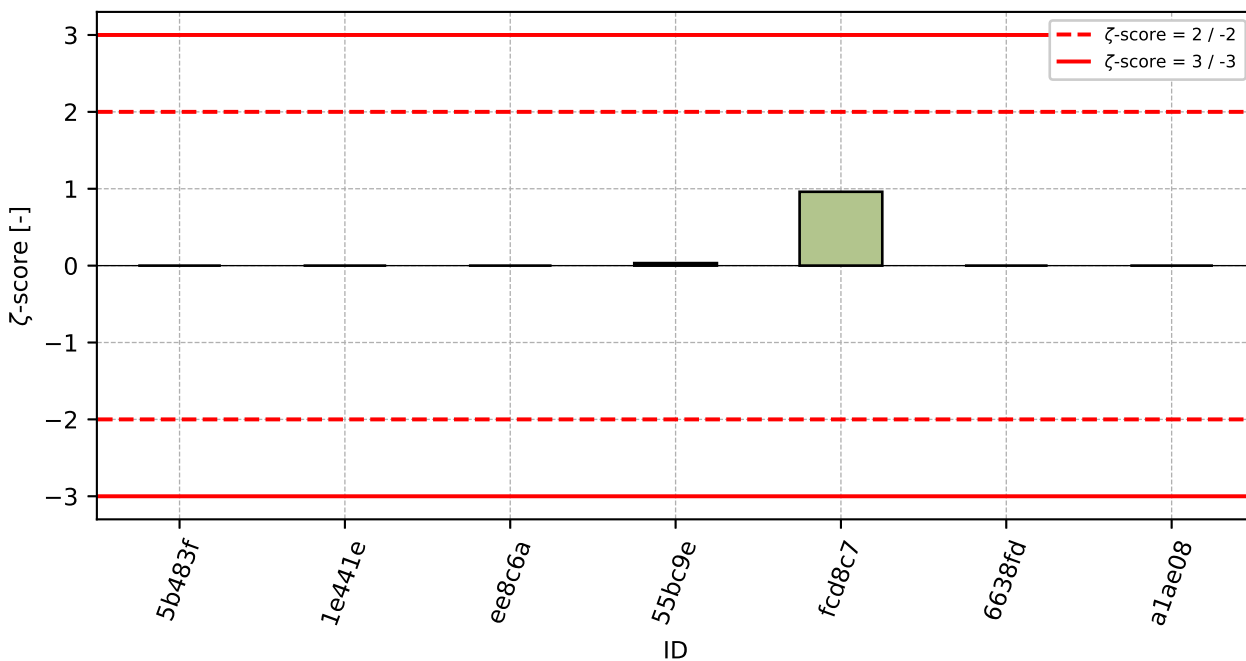
Obrázek 24: Graf průměrných hodnot výsledků zkoušek a výběrových směrodatných odchylek



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 [-]
5b483f	-1.41	-
1e441e	-0.94	-
ee8c6a	-0.38	-
55bc9e	0.09	0.03
fcd8c7	0.64	0.96
6638fd	0.88	-
a1ae08	1.12	-

6 Příloha – ČSN EN 12350-8 (Zkouška sednutí-rozlitím)

Zkouška neotevřena pro nízký počet účastníků.

7 Příloha – ČSN EN 12350-9 (Zkouška V-nálevkou)

Zkouška neotevřena pro nízký počet účastníků.

8 Příloha – ČSN EN 12350-10 (Zkouška L-truhlíkem)

Zkouška neotevřena pro nízký počet účastníků.

9 Příloha – ČSN EN 12350-11 (Zkouška segregace při prosévání)

Zkouška neotevřena pro nízký počet účastníků.

10 Příloha – ČSN EN 12350-12 (Zkouška J-kroužkem)

Zkouška neotevřena pro nízký počet účastníků.