



ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA EXPERIMENTU PRECIZNOSTI

Program zkoušení způsobilosti
Zkoušení čerstvého betonu
ZČB 2025/1

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

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

Vydání: 16. května 2025

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 odlehých hodnot	8
1.3 Mandelovy statistiky konzistence	9
1.4 Popisné statistiky	10
1.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků	11
2 Příloha – ČSN EN 12350-4 (Stanovení stupně zhutnitelnosti)	14
3 Příloha – ČSN EN 12350-5 (Zkouška rozlitím)	14
3.1 Výsledky zkoušek	14
3.2 Numerické zhodnocení odlehých hodnot	14
3.3 Mandelovy statistiky konzistence	15
3.4 Popisné statistiky	16
3.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků	17
4 Příloha – ČSN EN 12350-6 (Stanovení objemové hmotnosti)	20
4.1 Výsledky zkoušek	20
4.2 Numerické zhodnocení odlehých hodnot	21
4.3 Mandelovy statistiky konzistence	22
4.4 Popisné statistiky	23
4.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků	24
5 Příloha – ČSN EN 12350-7 (Stanovení obsahu vzduchu)	27
5.1 Výsledky zkoušek	27
5.2 Numerické zhodnocení odlehých hodnot	28
5.3 Mandelovy statistiky konzistence	29
5.4 Popisné statistiky	30
5.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků	31

1 Úvod a důležité kontakty

Dne 10. 4. 2025 byl Poskytovatelem zkoušení způsobilosti při SZK FAST (PoZZ) a firmou BETOTECH s. r. o. uspořádán program zkoušení způsobilosti (PrZZ) s označením ZČB 2025/1, 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 10. 4. 2025 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 20 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
df873f	X	-	-	X	X
8014b9	X	-	X	X	X
dce804	X	-	X	X	X
cc23e5	X	-	-	-	X
7955e8	X	-	-	X	X
5b0fad	X	-	-	X	X
08b31d	X	-	-	X	X
72a533	X	-	-	X	X
4493d0	X	-	X	X	X
3766d8	X	-	X	X	X
e64d4e	X	-	X	X	X
b0a38b	X	-	X	X	X
e7f03a	X	-	X	X	X
a89325	X	-	X	X	X
cedae4	X	-	-	-	-
969d64	X	-	-	X	X
393bbf	X	-	-	X	X
8c10b6	X	-	X	X	X
f4b8c5	X	-	-	X	X
559323	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, Česká republika	1195
BETOTECH, s.r.o. - Pracoviště Cheb	Beroun 660, Beroun, 26601, Česká republika	1195
BETOTECH, s.r.o. - Pracoviště Jindřichův Hradec	Beroun 660, Beroun, 26601, Česká republika	1195
BETOTECH, s.r.o. - Pracoviště Klatovy	Beroun 660, Beroun, 26601, Česká republika	1195
BETOTECH, s.r.o. - Pracoviště Most	Beroun 660, Beroun, 26601, Česká republika	1195
BETOTECH, s.r.o. - Pracoviště Trutnov	Beroun 660, Beroun, 26601, Česká republika	1195
Holcim (Česko) a.s.	Čížkovice 27, Čížkovice, 41112, Česká republika	1426
M.I.S. a.s.	Resslova 956/13, Hradec Králové, 500 02, Česká republika	1197
MBS CZ-SK s.r.o.	F.V.Veselého 2760/7, Praha 9, 193 00, Česká republika	1495
QUALIFORM, a.s. - pracoviště Hradec Králové	Mlaty 672/8, Bosonohy, Brno, 642 00, Česká republika	1008
QUALIFORM, a.s. - pracoviště Praha	Mlaty 672/8, Bosonohy, Brno, 642 00, Česká republika	1008
Stavební fakulta, ČVUT v Praze	Thákurova 7, Praha 6 – Dejvice, 166 29, Česká republika	1048

Subjekt	Adresa	Číslo AZL
TPA ČR, s.r.o.	Vrbenská 1821/31, České Budějovice, 370 06, Česká republika	1181
TPA ČR, s.r.o.	Vrbenská 1821/31, České Budějovice, 370 06, Česká republika	1181
TPA ČR, s.r.o.	Vrbenská 1821/31, České Budějovice, 370 06, Česká republika	1181
TZÚS Praha, s.p.	Nemanická 441/8, České Budějovice, 37010, Česká republika	1018.3
Technický a zkušební ústav Praha, s.p., Centrální laboratoř, zkušebna 0500 Předměřice nad Labem	Průmyslová 283, Předměřice nad Labem, 503 02, Česká republika	1018.3
Technický a zkušební ústav stavební Praha, s.p.	Tolstého 447, Teplice, 41503, Česká republika	1018.3
Technický a zkušební ústav stavební Praha, s.p. Pobočka Plzeň	Zahradní 15, Plzeň, 326 00, Česká republika	1018.3
Ředitelství silnic a dálnic s. p., Samostatné oddělení zkušebnictví Praha, Laboratoř Praha	Na Pankráci 546/56, Praha, 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 uvaží 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 Zkoušení čerstvého betonu (PrZZ) pořádaného Poskytovatelem zkoušení způsobilosti při SZK FAST. PrZZ se zúčastnilo celkem 20 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
df873f	✓	-	-	✓	✓
8014b9	✓	-	✓	✓	✓
dce804	✓	-	✓	✓	✓
cc23e5	✓	-	-	-	✓
7955e8	✓	-	-	X	✓
5b0fad	✓	-	-	✓	✓
08b31d	✓	-	-	✓	✓
72a533	✓	-	-	✓	✓
4493d0	✓	-	✓	✓	✓
3766d8	✓	-	✓	✓	✓
e64d4e	✓	-	✓	✓	✓
b0a38b	✓	-	✓	✓	✓
e7f03a	✓	-	✓	✓	✓
a89325	✓	-	✓	✓	✓
cedae4	✓	-	-	-	-
969d64	✓	-	-	✓	✓
393bbf	✓	-	-	✓	✓
8c10b6	✓	-	✓	✓	✓
f4b8c5	✓	-	-	✓	✓
559323	✓	-	-	✓	✓

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*. 2022.
- [8] ČSN EN ISO/IEC 17043. *Posuzování shody - Všeobecné požadavky na zkoušení způsobilosti*. 2023.

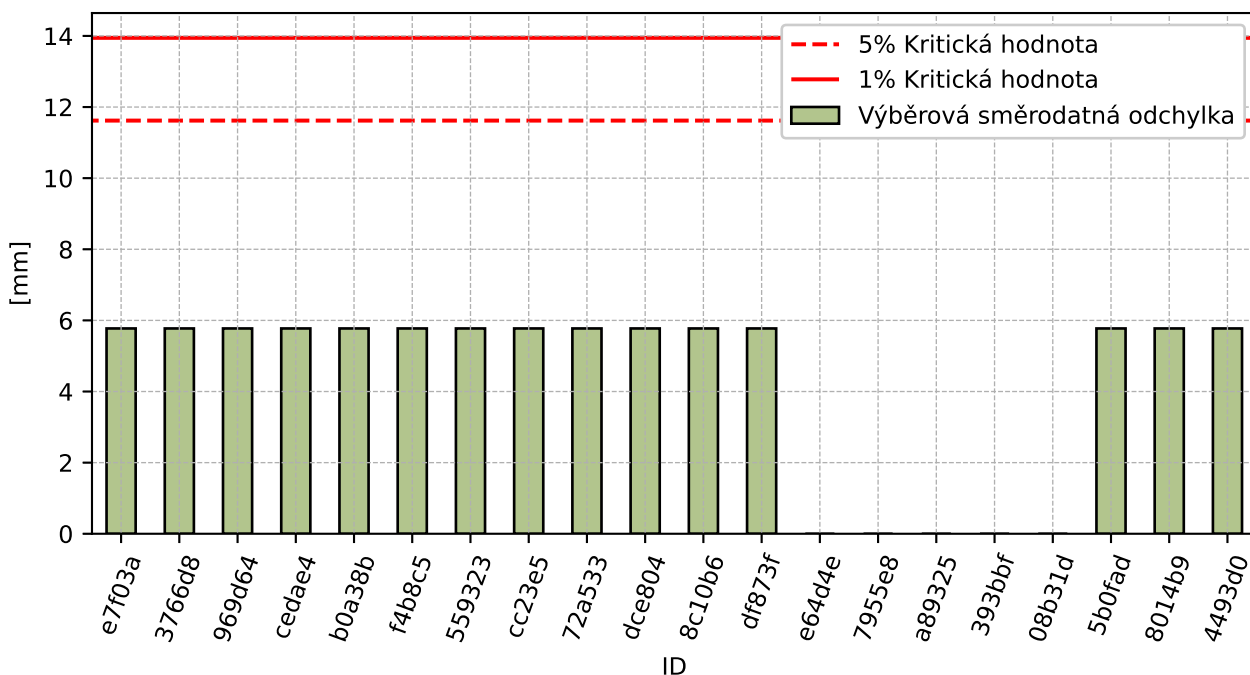
1 Příloha – ČSN EN 12350-2 (Zkouška sednutím)

1.1 Výsledky zkoušek

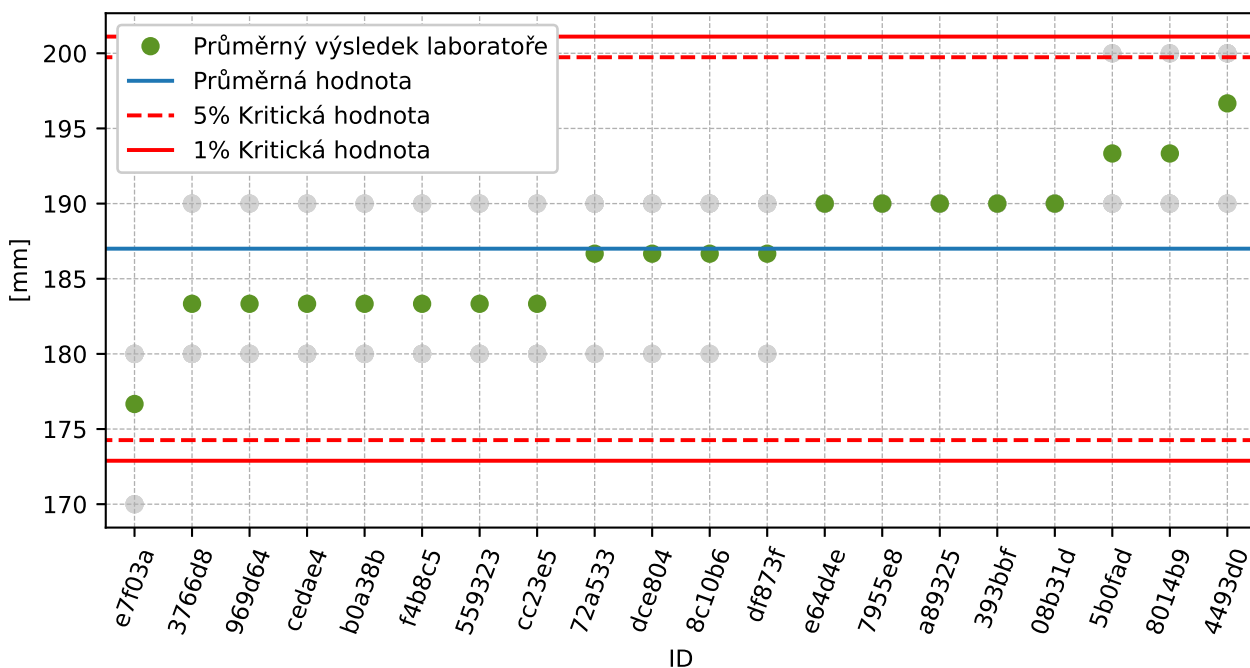
Tabulka 4: Výsledky zkoušek - seřazené podle průměrné hodnoty. Odlehlé hodnoty jsou označeny červeně. u_X - rozšířená nejistota účastníka; $\bar{x}$ - aritmetický průměr; s_0 - výběrová směrodatná odchylka; V_X - variační koeficient

ID účastníka	Výsledky zkoušek [mm]			u_X [mm]	$\bar{x}$ [mm]	s_0 [mm]	V_X [%]
e7f03a	180	180	170	7	177	5.8	3.27
3766d8	190	180	180	10	183	5.8	3.15
969d64	190	180	180	14	183	5.8	3.15
cedae4	180	190	180	18	183	5.8	3.15
b0a38b	180	180	190	7	183	5.8	3.15
f4b8c5	180	180	190	10	183	5.8	3.15
559323	190	180	180	10	183	5.8	3.15
cc23e5	180	190	180	5	183	5.8	3.15
72a533	190	190	180	10	187	5.8	3.09
dce804	190	190	180	10	187	5.8	3.09
8c10b6	190	180	190	-	187	5.8	3.09
df873f	190	180	190	20	187	5.8	3.09
e64d4e	190	190	190	10	190	0.0	0.0
7955e8	190	190	190	5	190	0.0	0.0
a89325	190	190	190	10	190	0.0	0.0
393bbf	190	190	190	-	190	0.0	0.0
08b31d	190	190	190	10	190	0.0	0.0
5b0fad	200	190	190	22	193	5.8	2.99
8014b9	200	190	190	15	193	5.8	2.99
4493d0	200	200	190	20	197	5.8	2.94

1.2 Numerické zhodnocení odlehlých hodnot

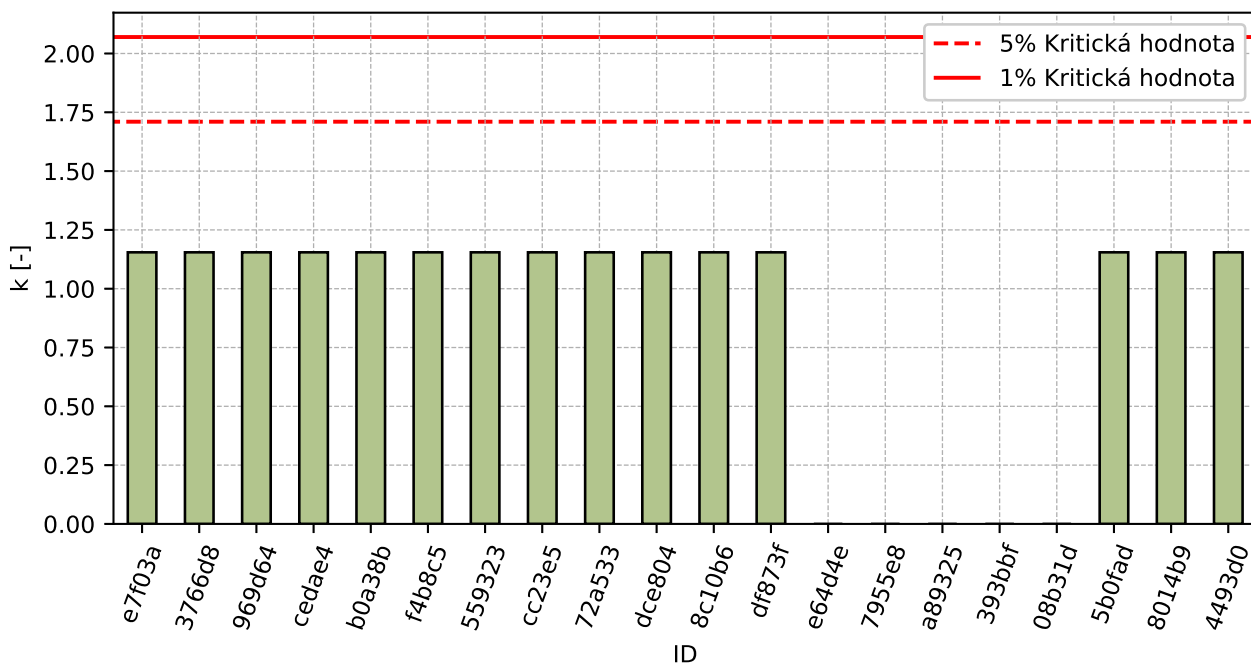


Obrázek 1: **Cochranův test** - graf výběrových směrodatných odchylek

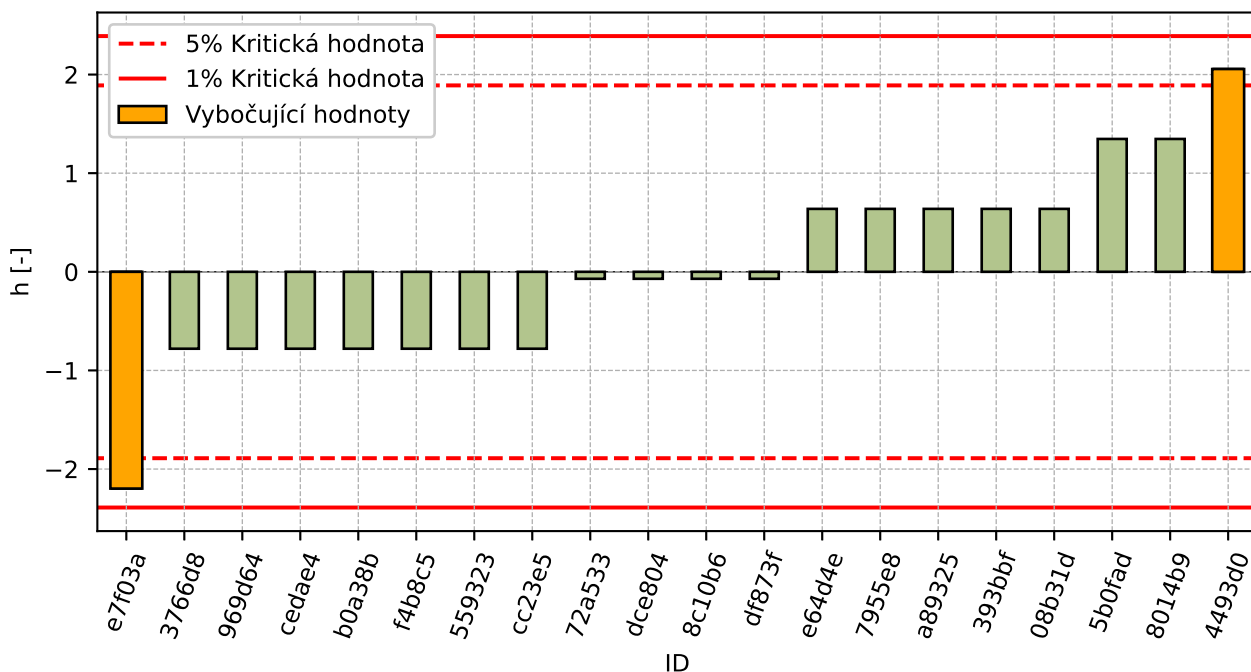


Obrázek 2: **Grubbsův test** – průměrné hodnoty

1.3 Mandelovy statistiky konzistence

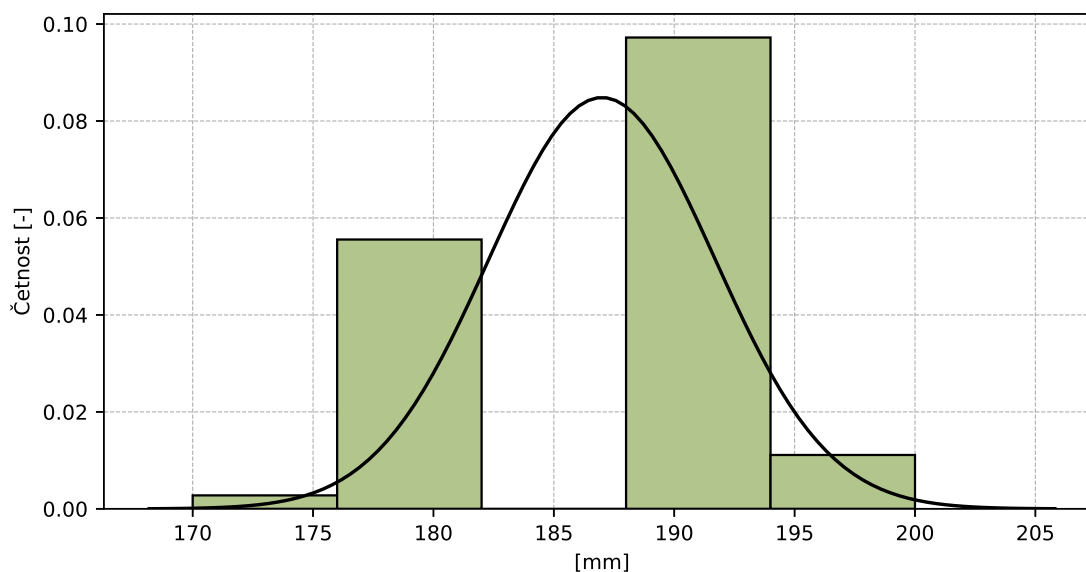


Obrázek 3: Vnitrolaboratorní statistika konzistence



Obrázek 4: Mezilaboratorní statistika konzistence

1.4 Popisné statistiky

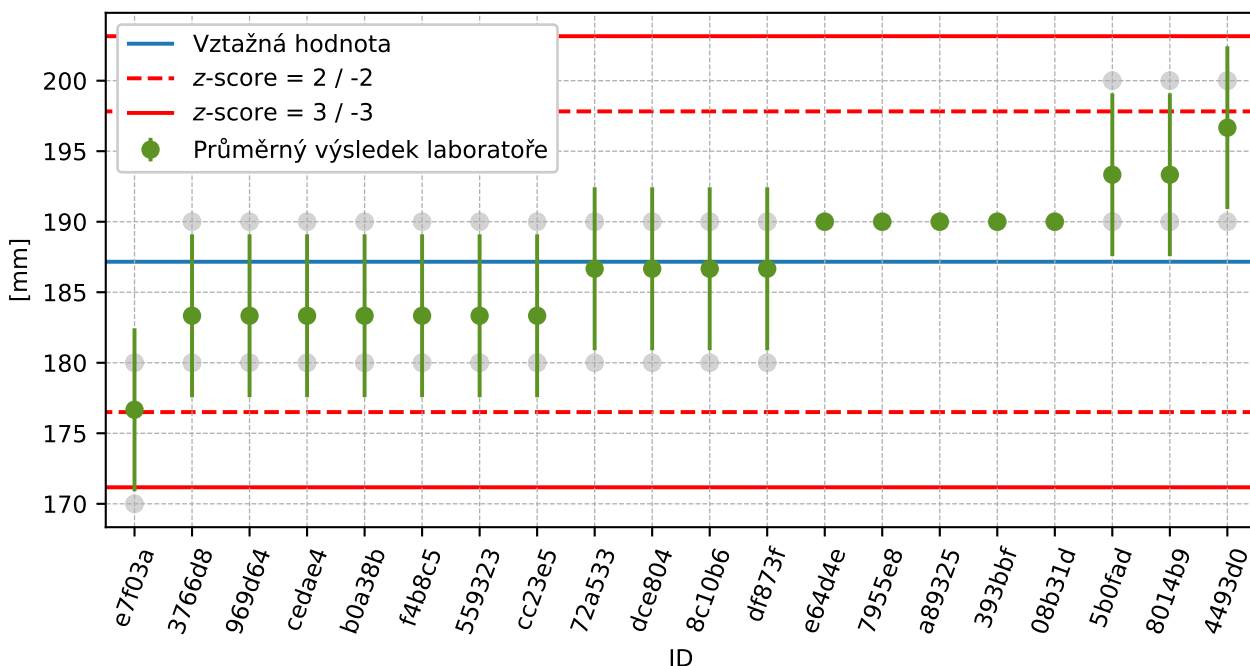


Obrázek 5: Histogram všech výsledků zkoušek

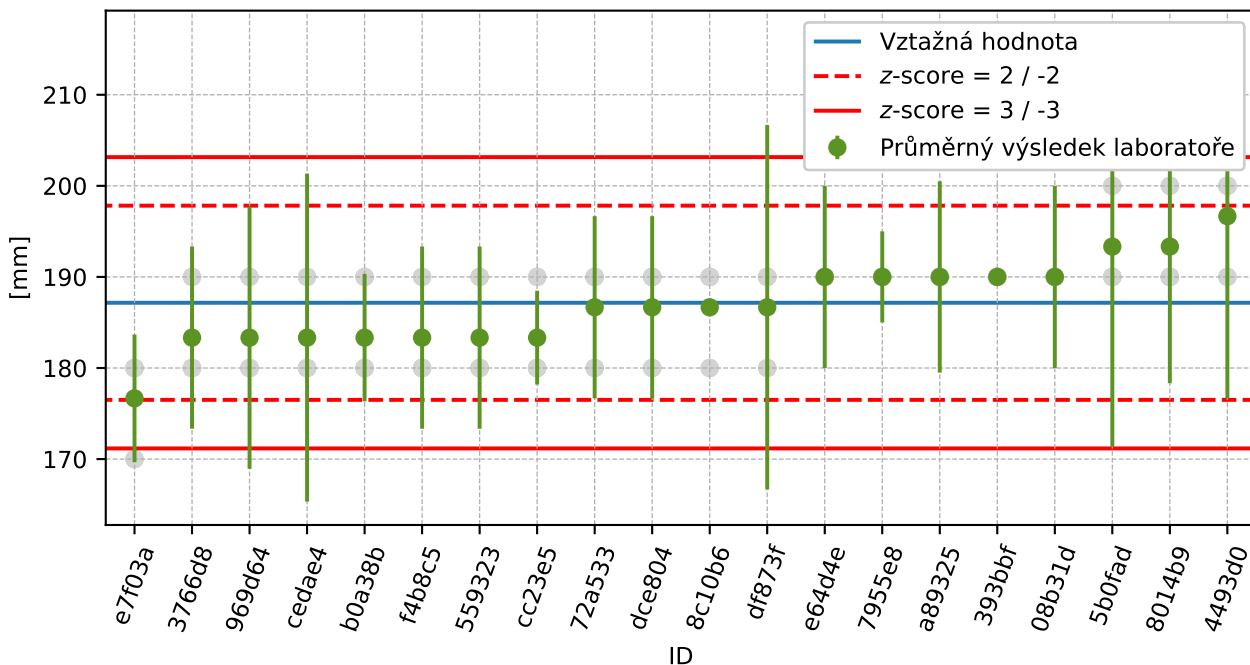
Tabulka 5: Popisné statistiky

Charakteristika	[mm]
Průměrná hodnota – $\bar{x}$	187
Výběrová směrodatná odchylka – s	4.7
Vztažná hodnota – x^*	187
Robustní směrodatná odchylka – s^*	5.3
Nejistota měření vztažné hodnoty – u_X	1.4
p -hodnota testu normality	0.0 [-]
Mezilaboratorní směrodatná odchylka – s_L	3.7
Směrodatná odchylka opakovatelnosti – s_r	5.0
Směrodatná odchylka reprodukovatelnosti – s_R	6.2
Opakovatelnost – r	14
Reprodukovatelnost – R	17

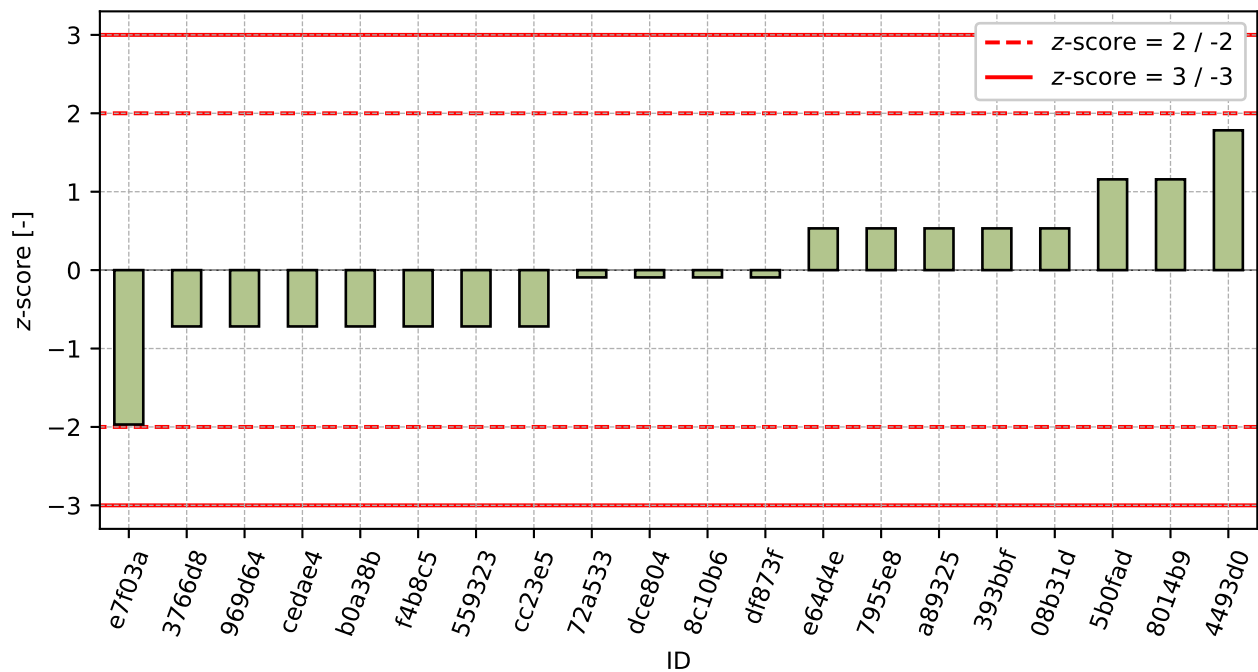
1.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků



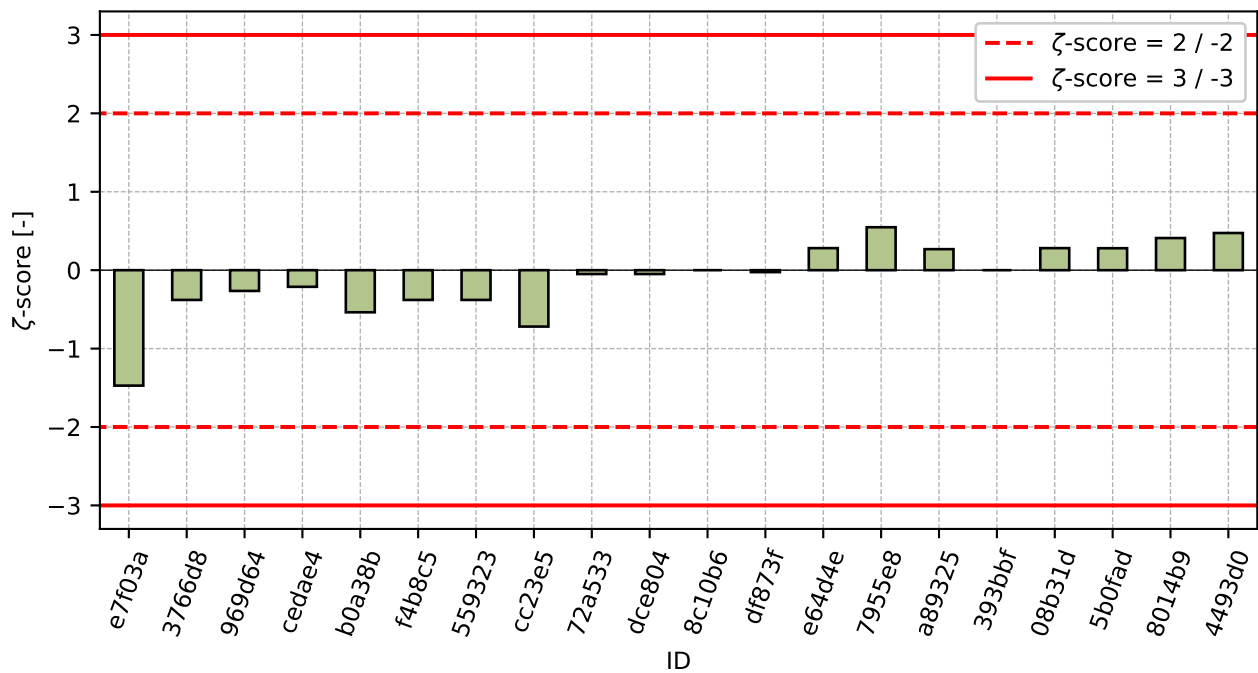
Obrázek 6: Graf průměrných hodnot výsledků zkoušek a výběrových směrodatných odchylek



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



Obrázek 8: z-score



Obrázek 9: ζ-score

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

ID	z-score [-]	ζ-score [-]
e7f03a	-1.97	-1.47

Pokračování na další straně

Pokračování z předchozí strany

ID	z-score [-]	ζ-score [-]
3766d8	-0.72	-0.38
969d64	-0.72	-0.26
cedae4	-0.72	-0.21
b0a38b	-0.72	-0.54
f4b8c5	-0.72	-0.38
559323	-0.72	-0.38
cc23e5	-0.72	-0.72
72a533	-0.09	-0.05
dce804	-0.09	-0.05
8c10b6	-0.09	-
df873f	-0.09	-0.02
e64d4e	0.53	0.28
7955e8	0.53	0.55
a89325	0.53	0.27
393bbf	0.53	-
08b31d	0.53	0.28
5b0fad	1.16	0.28
8014b9	1.16	0.41
4493d0	1.78	0.47

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

Tato zkouška nebyla otevřena pro nízký počet účastníků.

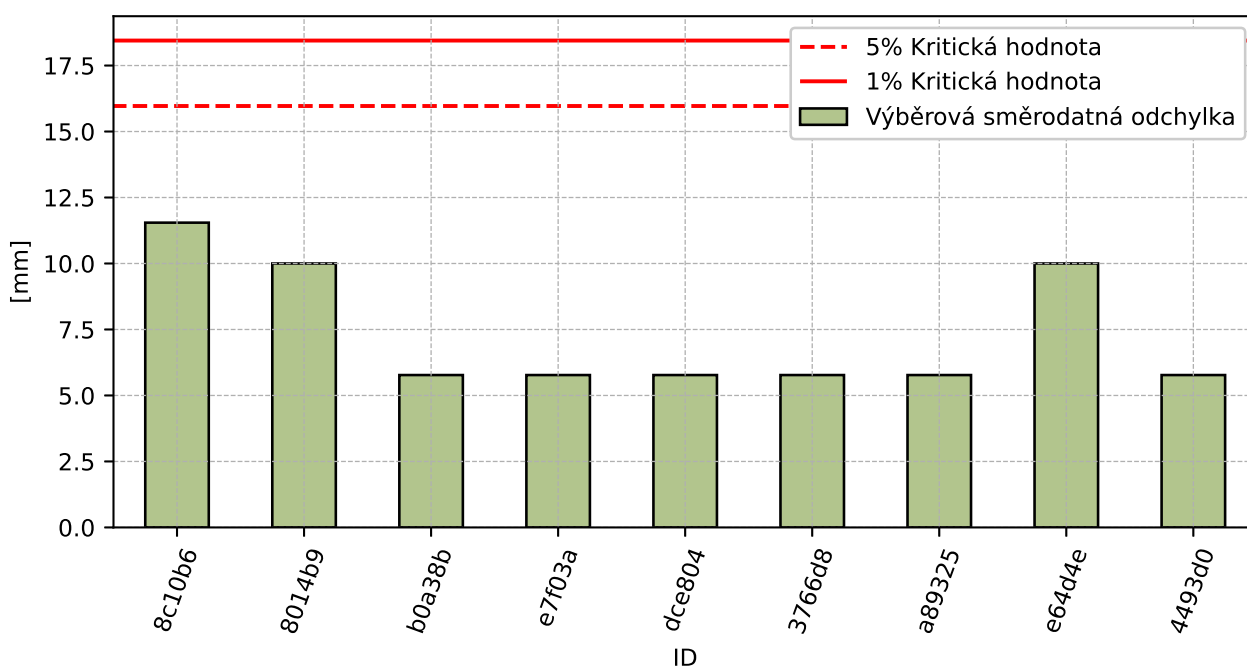
3 Příloha – ČSN EN 12350-5 (Zkouška rozlítím)

3.1 Výsledky zkoušek

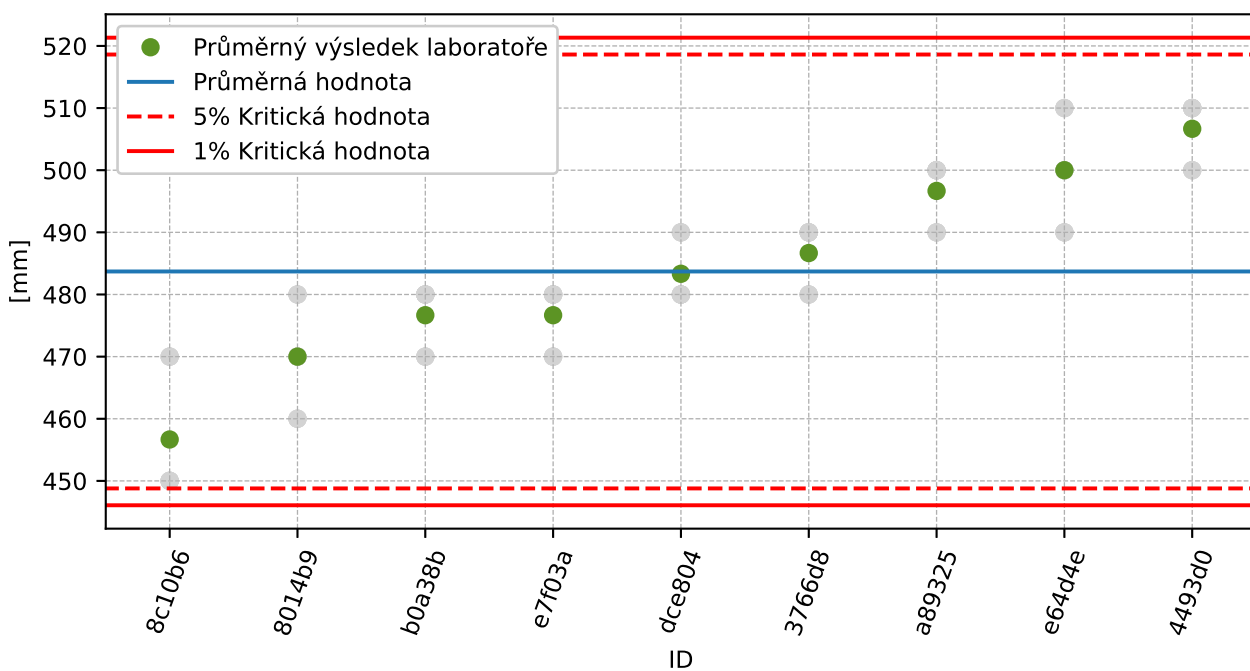
Tabulka 7: Výsledky zkoušek - seřazené podle průměrné hodnoty. Odlehlé hodnoty jsou označeny červeně. u_X - rozšířená nejistota účastníka; $\bar{x}$ - aritmetický průměr; s_0 - výběrová směrodatná odchylka; V_X - variační koeficient

ID účastníka	Výsledky zkoušek [mm]			u_X [mm]	$\bar{x}$ [mm]	s_0 [mm]	V_X [%]
8c10b6	470	450	450	-	457	11.5	2.53
8014b9	470	480	460	13	470	10.0	2.13
b0a38b	470	480	480	19	477	5.8	1.21
e7f03a	480	480	470	19	477	5.8	1.21
dce804	490	480	480	16	483	5.8	1.19
3766d8	480	490	490	20	487	5.8	1.19
a89325	500	500	490	26	497	5.8	1.16
e64d4e	500	510	490	20	500	10.0	2.0
4493d0	510	500	510	40	507	5.8	1.14

3.2 Numerické zhodnocení odlehlých hodnot

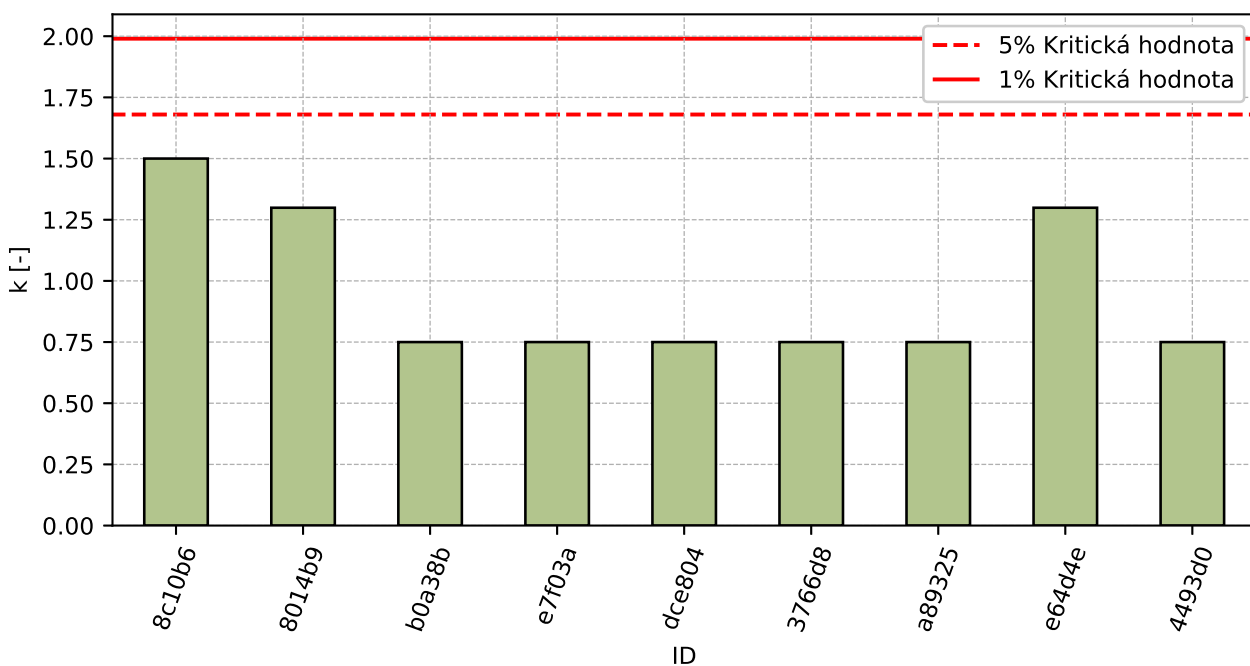


Obrázek 10: **Cochranův test** - graf výběrových směrodatných odchylek

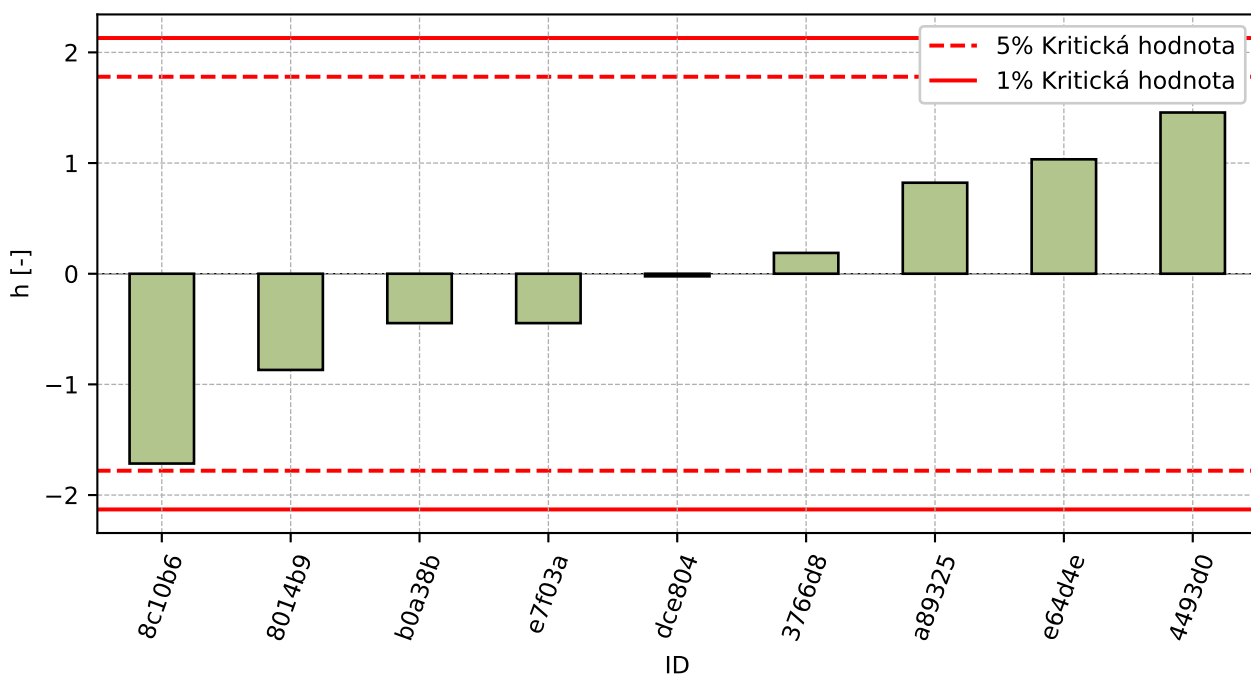


Obrázek 11: Grubbsův test – průměrné hodnoty

3.3 Mandelovy statistiky konzistence

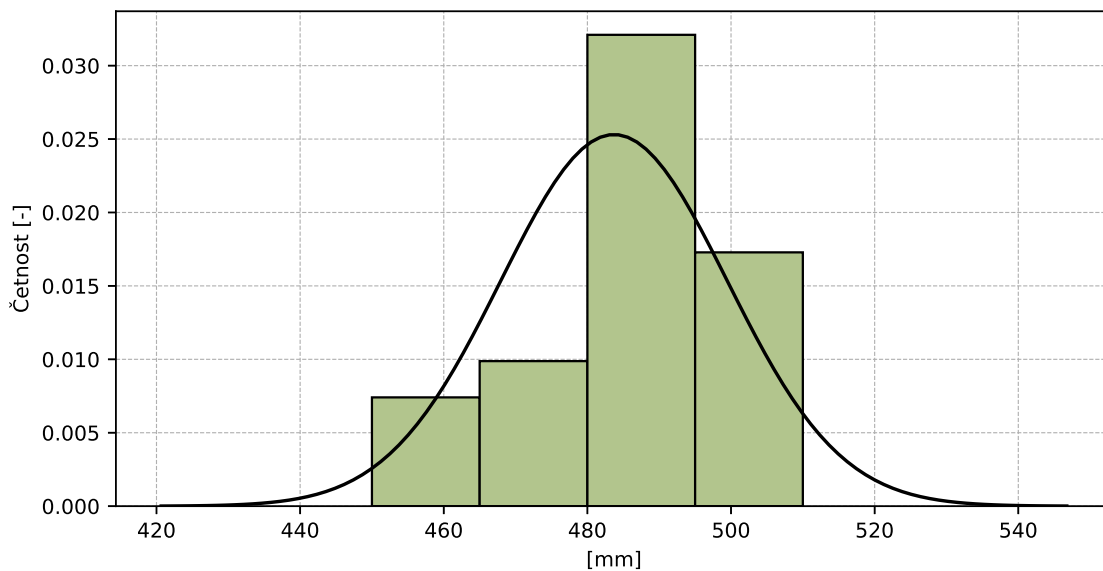


Obrázek 12: Vnitrolaboratorní statistika konzistence



Obrázek 13: Mezilaboratorní statistika konzistence

3.4 Popisné statistiky

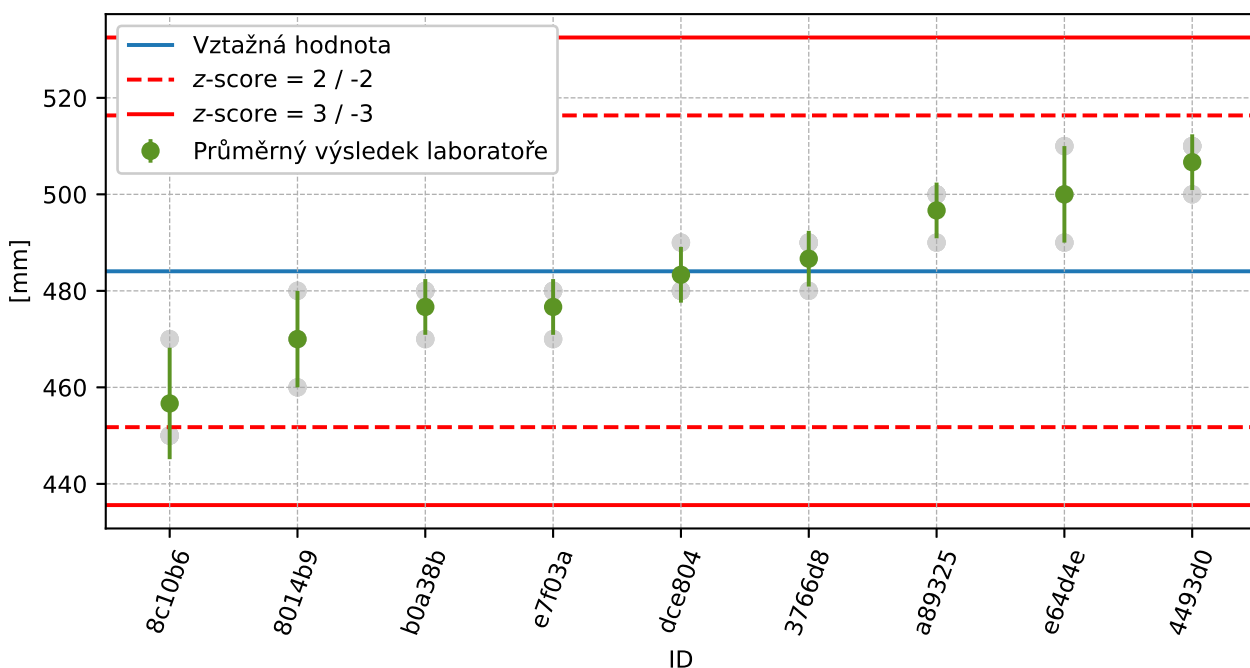


Obrázek 14: Histogram všech výsledků zkoušek

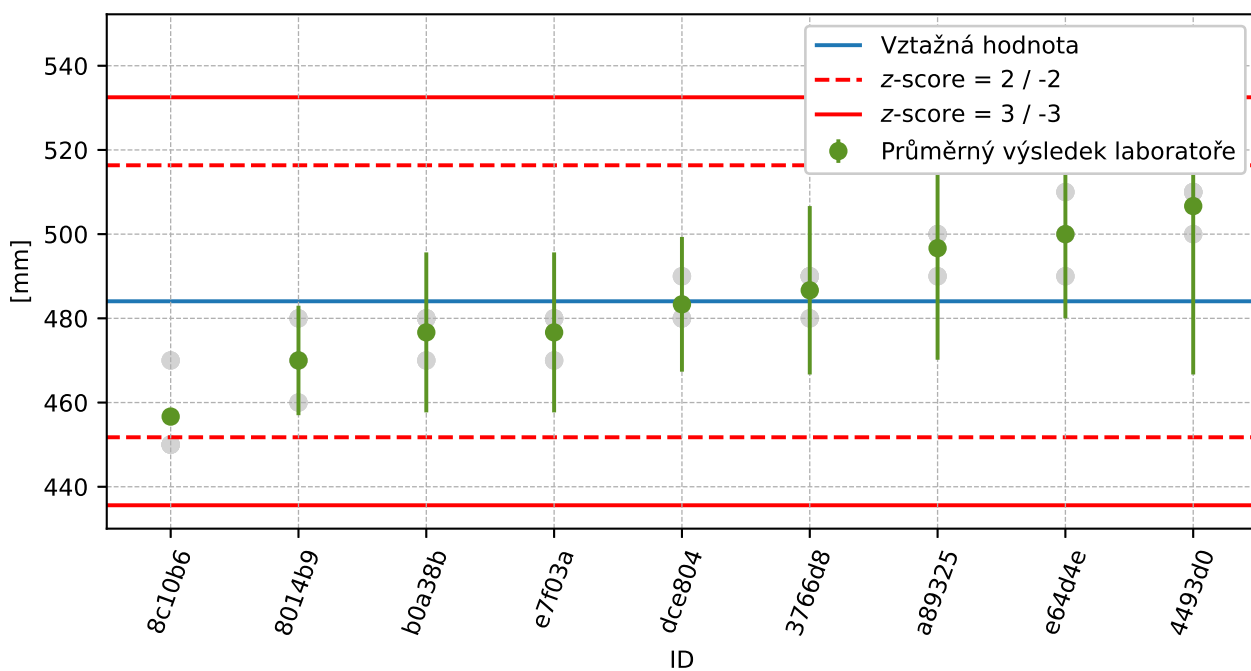
Tabulka 8: Popisné statistiky

Charakteristika	[mm]
Průměrná hodnota – $\bar{x}$	484
Výběrová směrodatná odchylka – s	15.8
Vztažná hodnota – x^*	484
Robustní směrodatná odchylka – s^*	16.2
Nejistota měření vztažné hodnoty – u_X	6.7
p -hodnota testu normality	0.159 [-]
Mezilaboratorní směrodatná odchylka – s_L	15.1
Směrodatná odchylka opakovatelnosti – s_r	7.7
Směrodatná odchylka reprodukovatelnosti – s_R	17.0
Opakovatelnost – r	22
Reprodukovatelnost – R	48

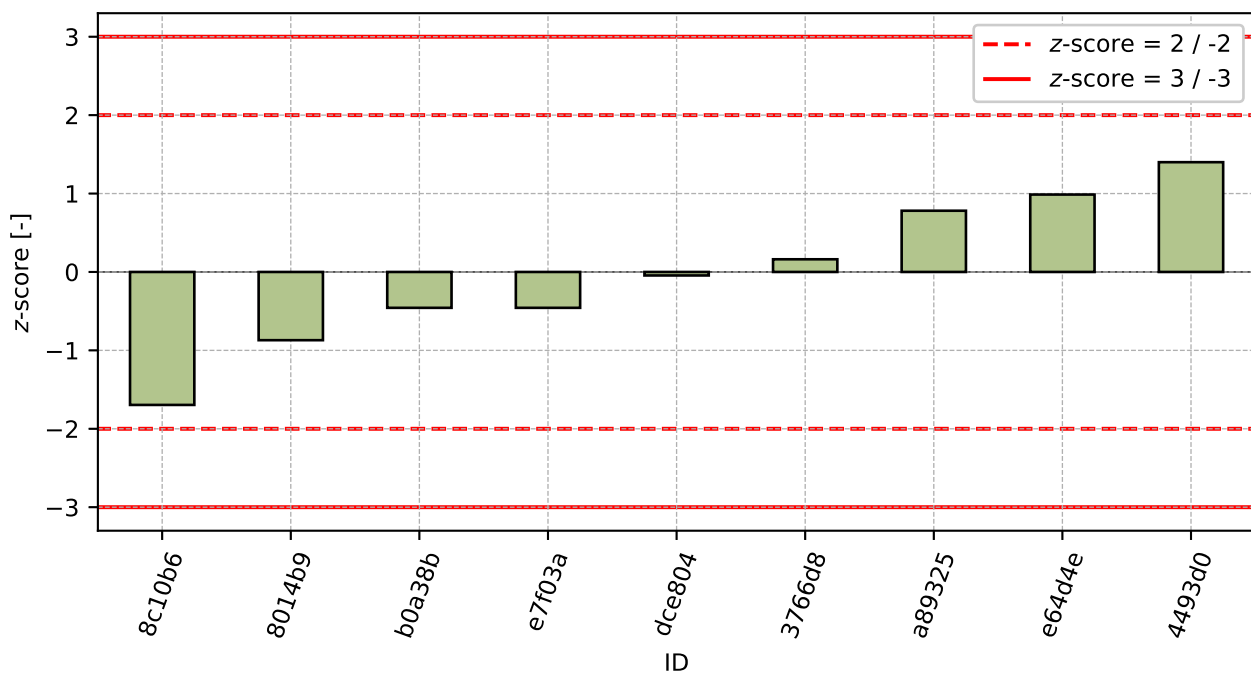
3.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků



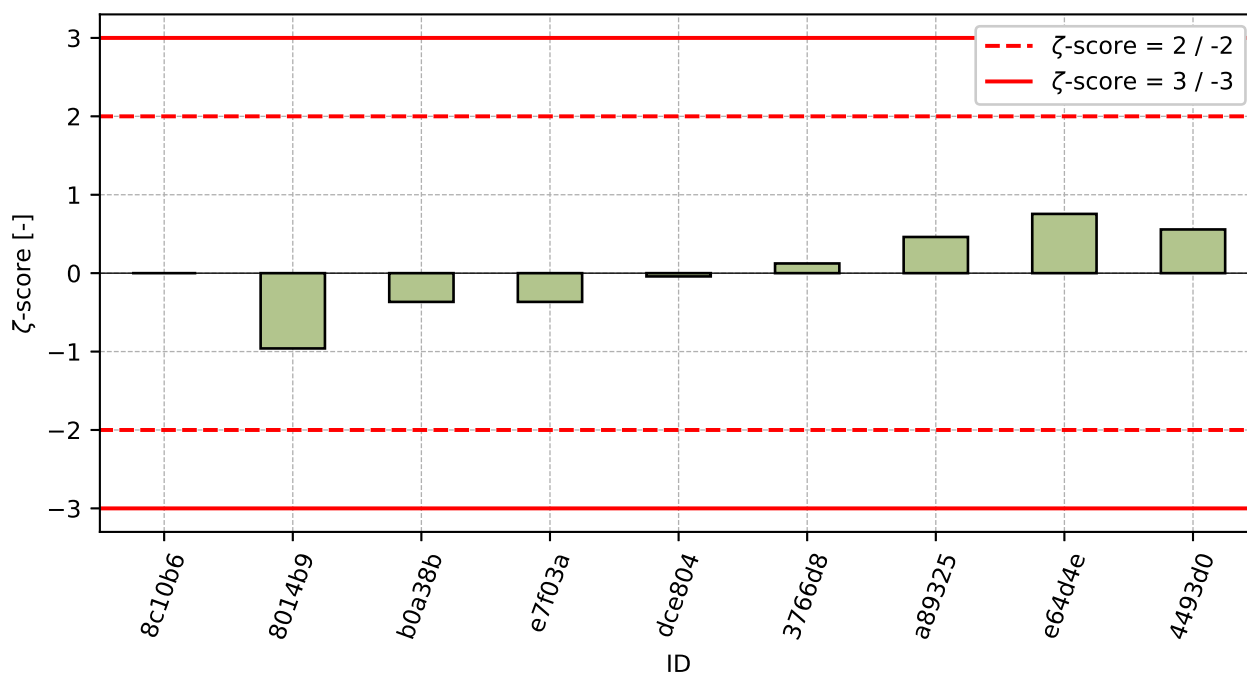
Obrázek 15: Graf průměrných hodnot výsledků zkoušek a výběrových směrodatných odchylek



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



Obrázek 17: z-score

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

ID	z-score [-]	ζ -score [-]
8c10b6	-1.7	-
8014b9	-0.87	-0.96
b0a38b	-0.46	-0.37
e7f03a	-0.46	-0.37
dce804	-0.04	-0.04
3766d8	0.16	0.12
a89325	0.78	0.46
e64d4e	0.99	0.76
4493d0	1.4	0.56

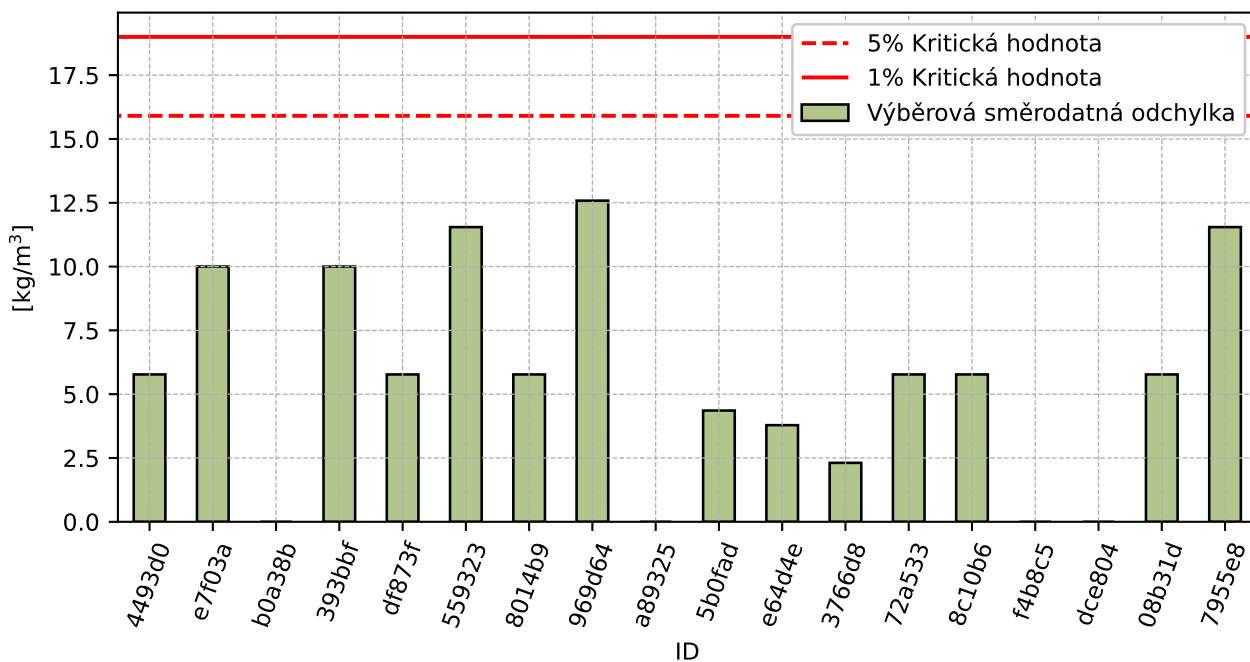
4 Příloha – ČSN EN 12350-6 (Stanovení objemové hmotnosti)

4.1 Výsledky zkoušek

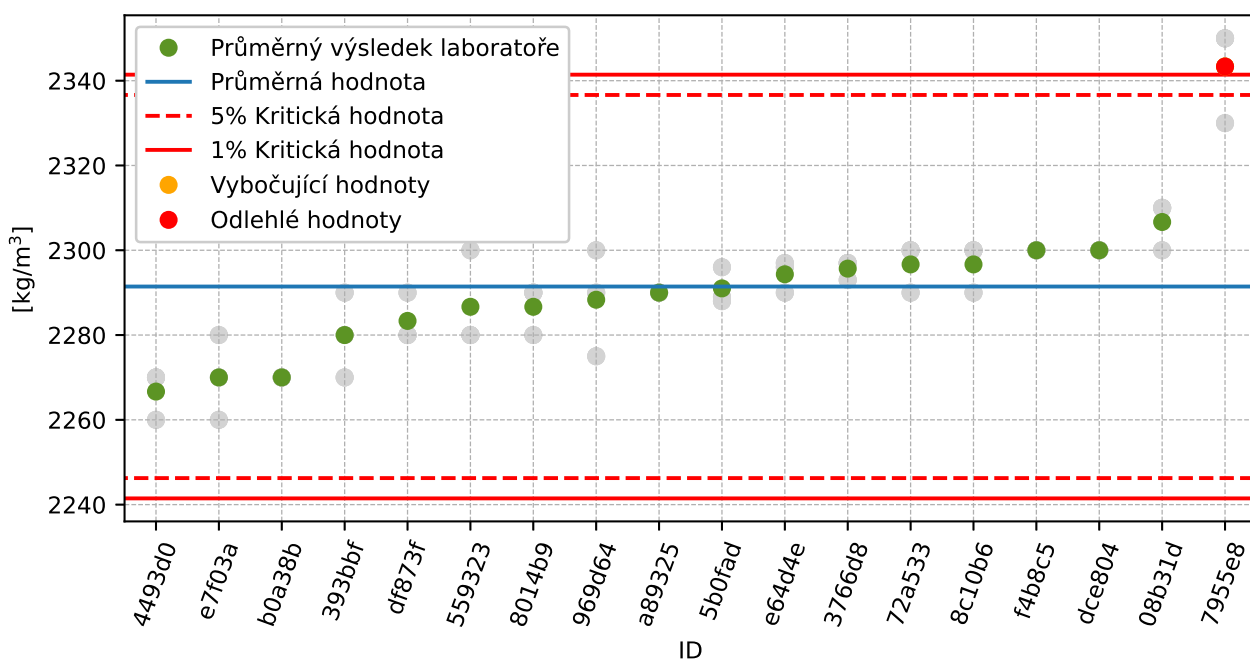
Tabulka 10: Výsledky zkoušek - seřazené podle průměrné hodnoty. Odlehlé hodnoty jsou označeny červeně. u_x - rozšířená nejistota účastníka; $\bar{x}$ - aritmetický průměr; s_0 - výběrová směrodatná odchylka; V_x - variační koeficient

ID účastníka	Výsledky zkoušek [kg/m ³]			u_x [kg/m ³]	$\bar{x}$ [kg/m ³]	s_0 [kg/m ³]	V_x [%]
4493d0	2260	2270	2270	40	2267	5.8	0.25
e7f03a	2270	2260	2280	36	2270	10.0	0.44
b0a38b	2270	2270	2270	36	2270	0.0	0.0
393bbf	2270	2290	2280	-	2280	10.0	0.44
df873f	2280	2280	2290	30	2283	5.8	0.25
559323	2280	2280	2300	10	2287	11.5	0.5
8014b9	2280	2290	2290	6	2287	5.8	0.25
969d64	2275	2290	2300	16.1	2288	12.6	0.55
a89325	2290	2290	2290	10.1	2290	0.0	0.0
5b0fad	2288	2289	2296	16	2291	4.4	0.19
e64d4e	2297	2296	2290	20	2294	3.8	0.17
3766d8	2293	2297	2297	20	2296	2.3	0.1
72a533	2300	2300	2290	10	2297	5.8	0.25
8c10b6	2290	2300	2300	-	2297	5.8	0.25
f4b8c5	2300	2300	2300	10	2300	0.0	0.0
dce804	2300	2300	2300	20	2300	0.0	0.0
08b31d	2310	2310	2300	20	2307	5.8	0.25
7955e8	2330	2350	2350	10	2343	11.5	0.49

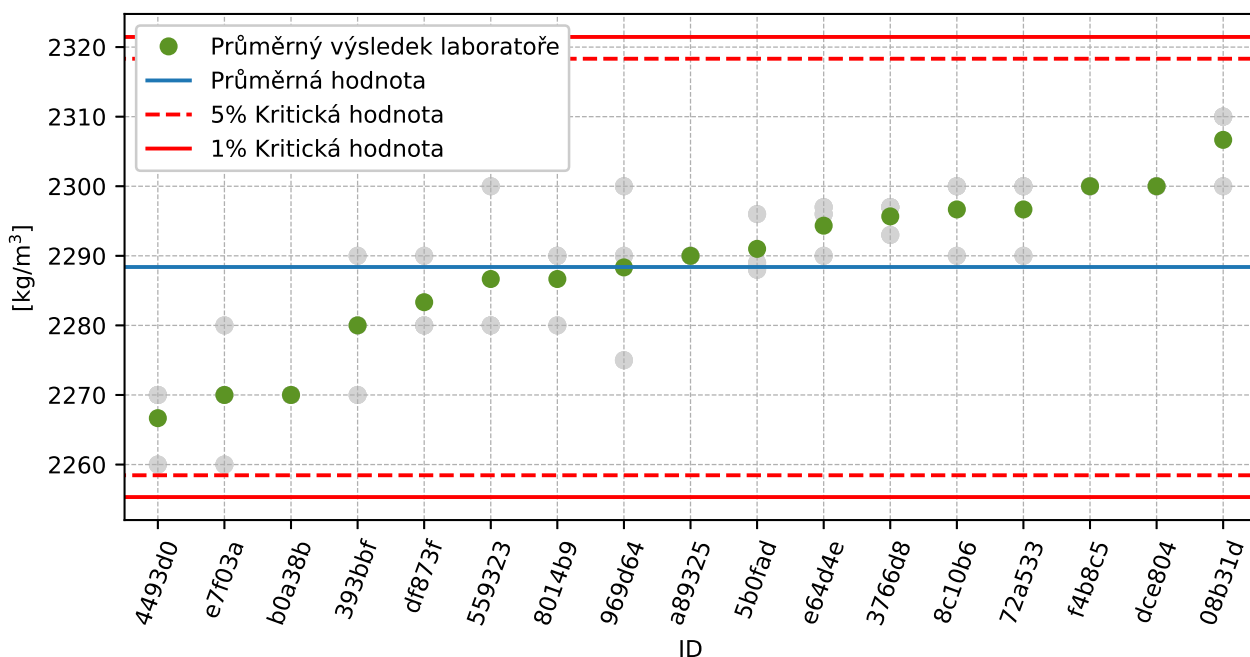
4.2 Numerické zhodnocení odlehlých hodnot



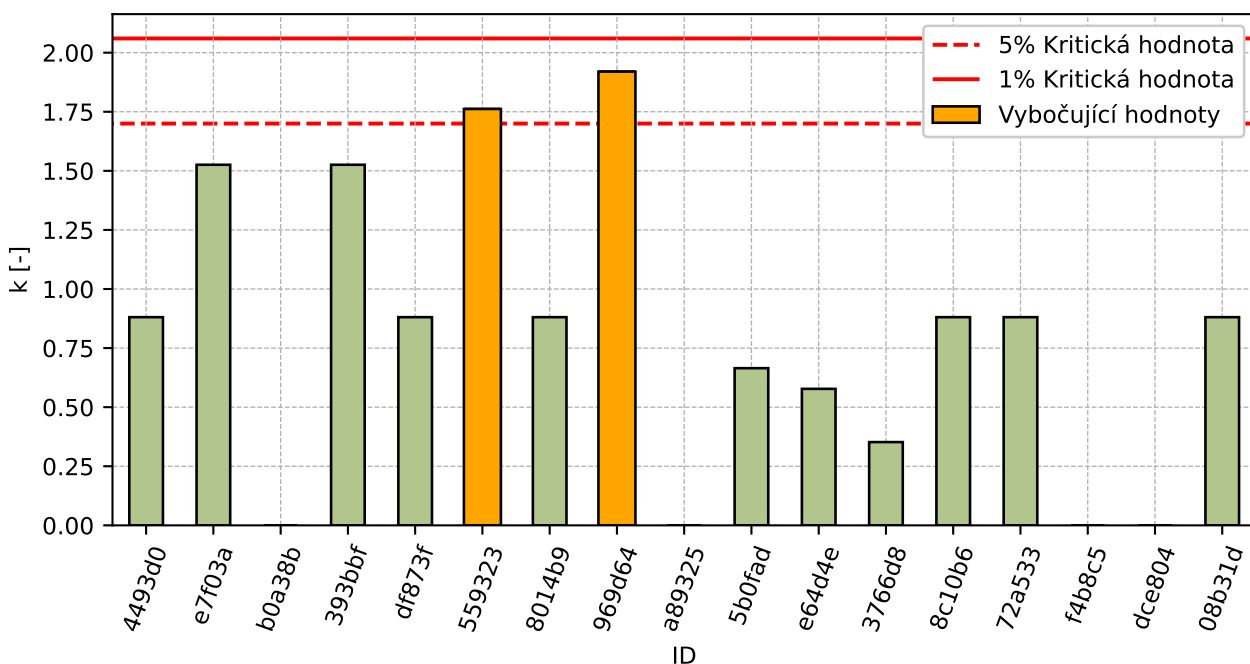
Obrázek 19: **Cochranův test** - graf výběrových směrodatných odchylek



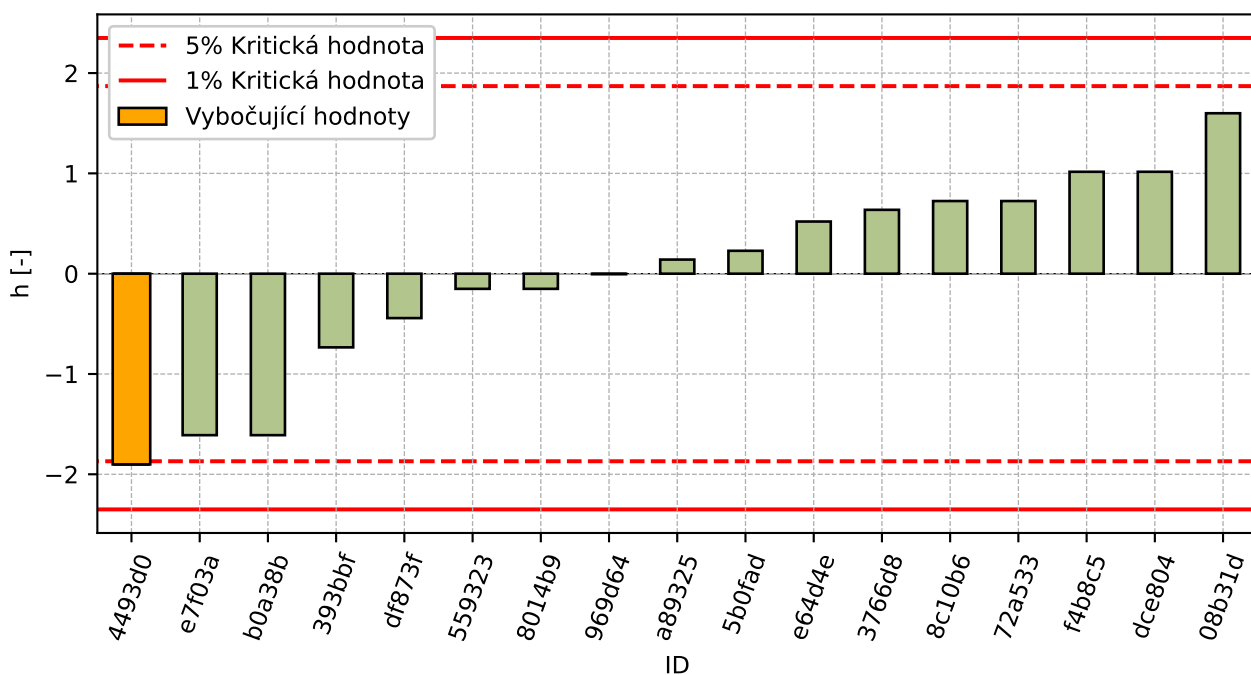
Obrázek 20: **Grubbsův test** – průměrné hodnoty

Obrázek 21: **Grubbsův test** – po vyřazení odlehlých hodnot

4.3 Mandelovy statistiky konzistence

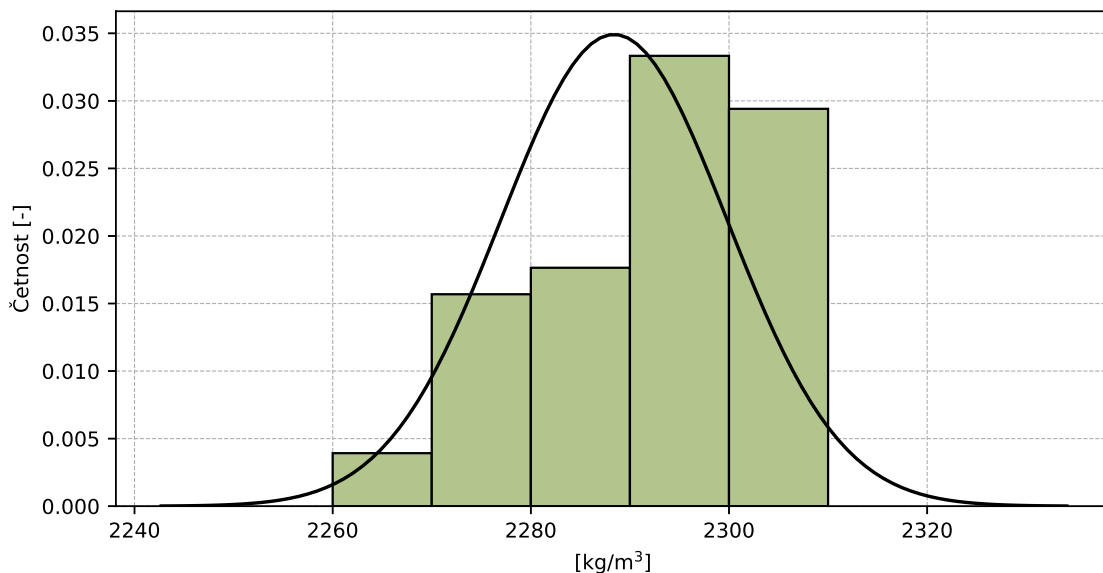


Obrázek 22: Vnitrolaboratorní statistika konzistence



Obrázek 23: Mezilaboratorní statistika konzistence

4.4 Popisné statistiky

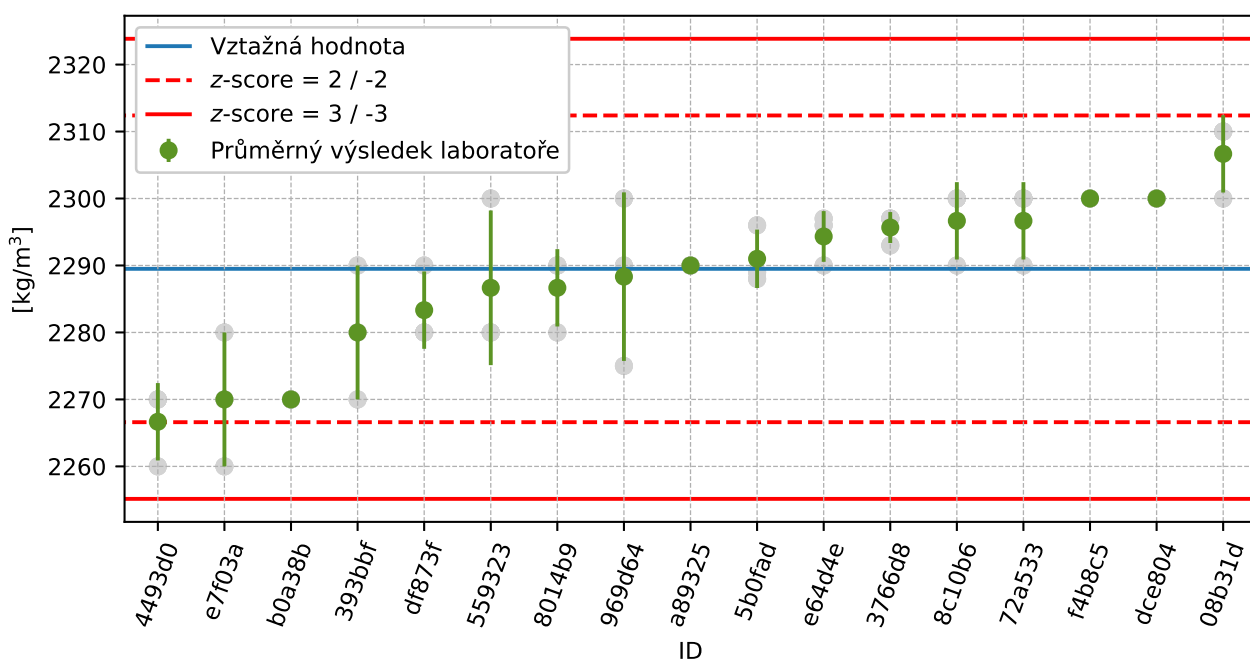


Obrázek 24: Histogram všech výsledků zkoušek

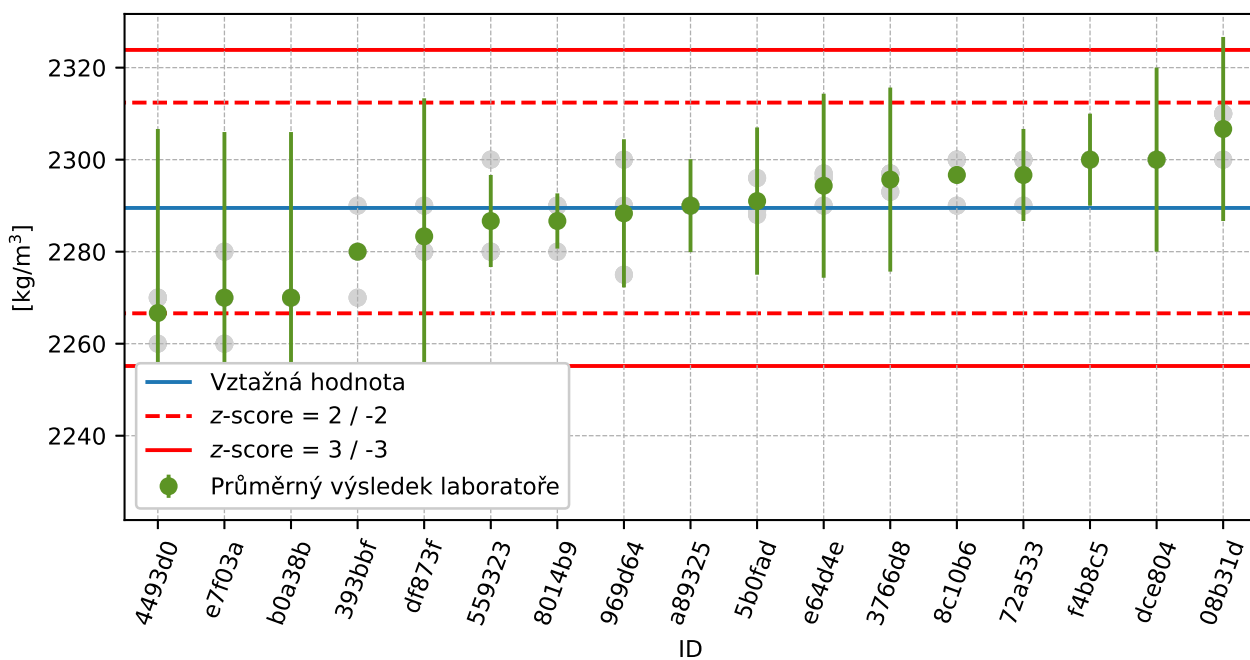
Tabulka 11: Popisné statistiky

Charakteristika	[kg/m ³]
Průměrná hodnota – $\bar{x}$	2288
Výběrová směrodatná odchylka – s	11.4
Vztažná hodnota – x^*	2290
Robustní směrodatná odchylka – s^*	10.4
Nejistota měření vztažné hodnoty – u_X	3.2
p -hodnota testu normality	0.002 [-]
Mezilaboratorní směrodatná odchylka – s_L	10.8
Směrodatná odchylka opakovatelnosti – s_r	6.6
Směrodatná odchylka reprodukovatelnosti – s_R	12.6
Opakovatelnost – r	18
Reprodukovatelnost – R	35

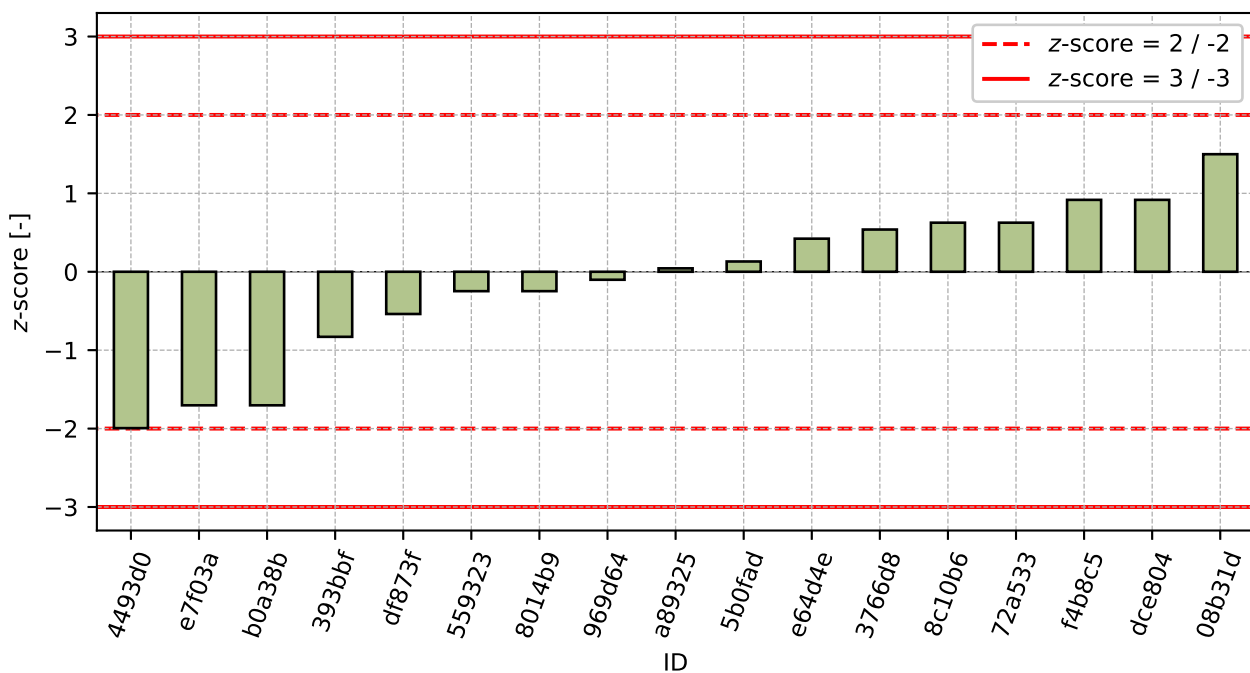
4.5 Vyhodnocení výkonosti účastníků



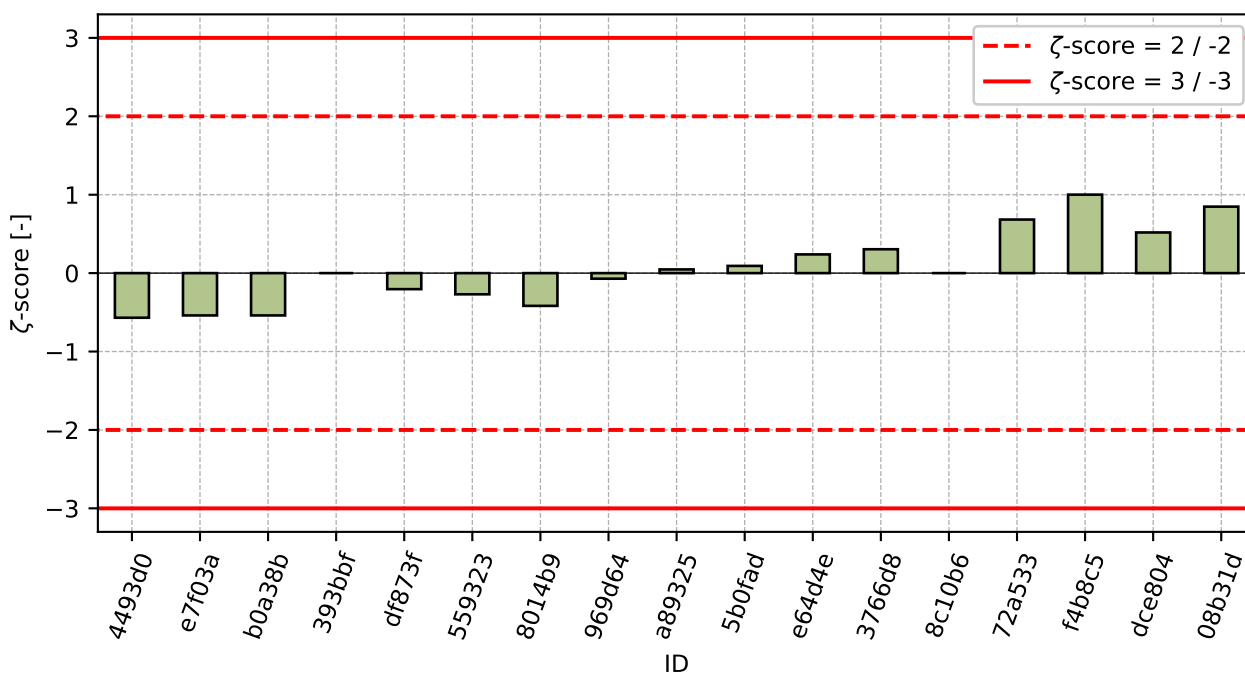
Obrázek 25: Graf průměrných hodnot výsledků zkoušek a výběrových směrodatných odchylek



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



Obrázek 27: z-score

Obrázek 28: ζ -scoreTabulka 12: Výsledné hodnoty z-score a ζ -score

ID	z-score [-]	ζ -score [-]
4493d0	-1.99	-0.57
e7f03a	-1.7	-0.54
b0a38b	-1.7	-0.54
393bbf	-0.83	-
df873f	-0.54	-0.2
559323	-0.25	-0.27
8014b9	-0.25	-0.42
969d64	-0.1	-0.07
a89325	0.04	0.05
5b0fad	0.13	0.09
e64d4e	0.42	0.24
3766d8	0.54	0.3
8c10b6	0.63	-
72a533	0.63	0.68
f4b8c5	0.92	1.0
dce804	0.92	0.52
08b31d	1.5	0.85

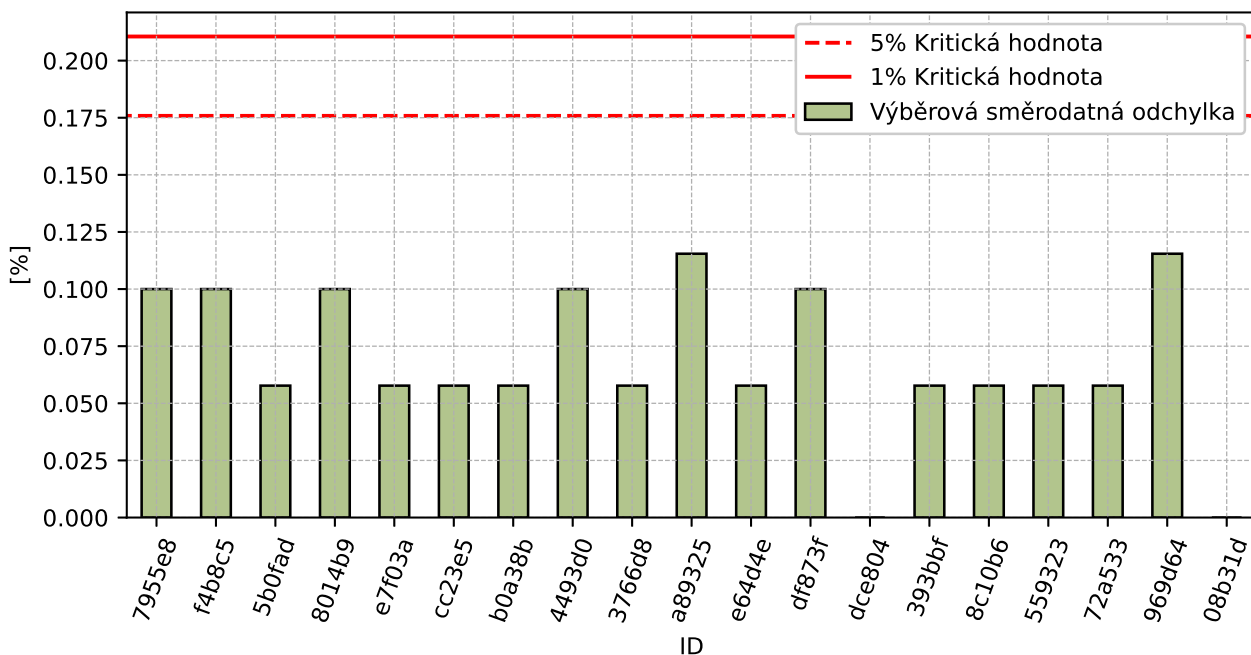
5 Příloha – ČSN EN 12350-7 (Stanovení obsahu vzduchu)

5.1 Výsledky zkoušek

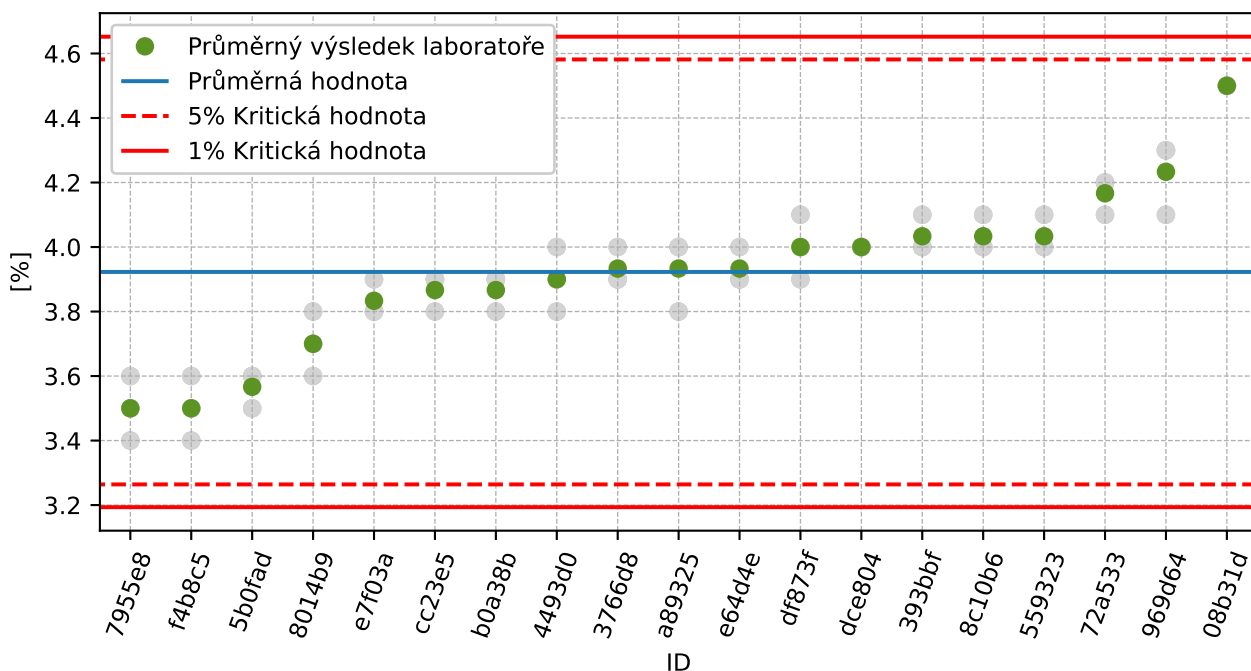
Tabulka 13: Výsledky zkoušek - seřazené podle průměrné hodnoty. Odlehlé hodnoty jsou označeny červeně. u_X - rozšířená nejistota účastníka; $\bar{x}$ - aritmetický průměr; s_0 - výběrová směrodatná odchylka; V_X - variační koeficient

ID účastníka	Výsledky zkoušek [%]			u_X [%]	$\bar{x}$ [%]	s_0 [%]	V_X [%]
7955e8	3.5	3.6	3.4	0.2	3.5	0.1	2.86
f4b8c5	3.6	3.5	3.4	0.2	3.5	0.1	2.86
5b0fad	3.6	3.6	3.5	0.5	3.6	0.06	1.62
8014b9	3.6	3.8	3.7	0.4	3.7	0.1	2.7
e7f03a	3.9	3.8	3.8	0.1	3.8	0.06	1.51
cc23e5	3.8	3.9	3.9	0.2	3.9	0.06	1.49
b0a38b	3.8	3.9	3.9	0.1	3.9	0.06	1.49
4493d0	3.9	3.8	4.0	0.1	3.9	0.1	2.56
3766d8	4.0	3.9	3.9	0.2	3.9	0.06	1.47
a89325	4.0	4.0	3.8	0.2	3.9	0.12	2.94
e64d4e	3.9	4.0	3.9	0.2	3.9	0.06	1.47
df873f	4.0	4.1	3.9	0.3	4.0	0.1	2.5
dce804	4.0	4.0	4.0	0.5	4.0	0.0	0.0
393bbf	4.1	4.0	4.0	-	4.0	0.06	1.43
8c10b6	4.0	4.0	4.1	-	4.0	0.06	1.43
559323	4.1	4.0	4.0	0.2	4.0	0.06	1.43
72a533	4.1	4.2	4.2	0.2	4.2	0.06	1.39
969d64	4.3	4.3	4.1	0.6	4.2	0.12	2.73
08b31d	4.5	4.5	4.5	0.1	4.5	0.0	0.0

5.2 Numerické zhodnocení odlehlých hodnot

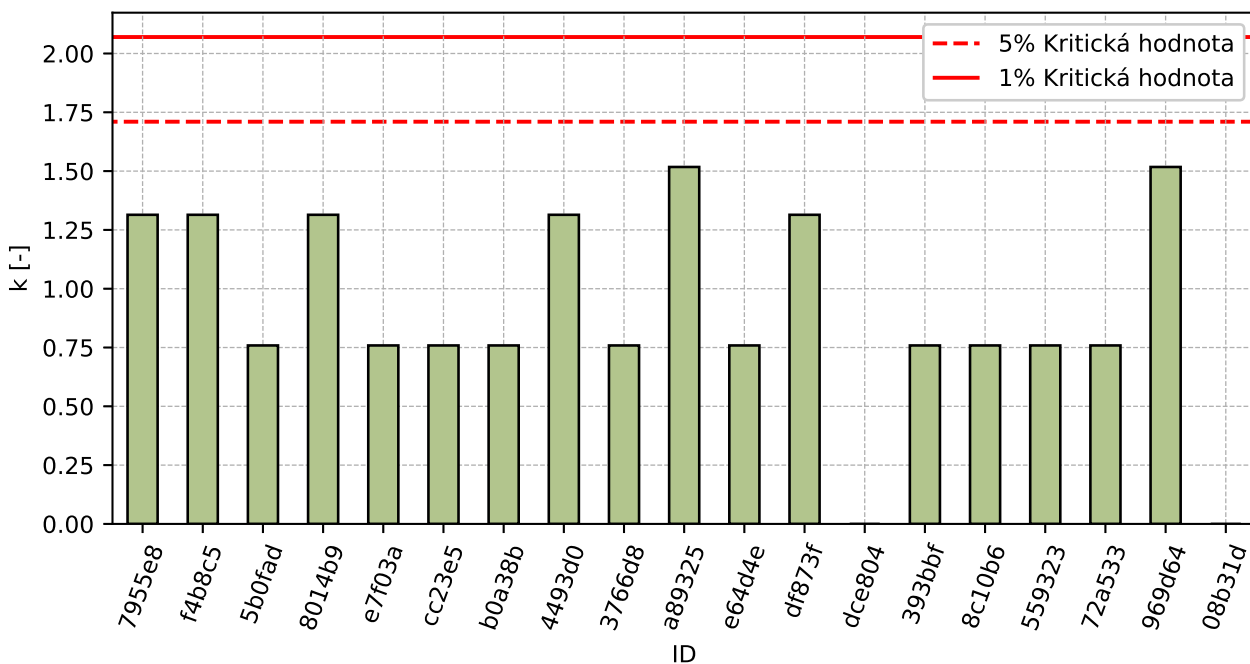


Obrázek 29: **Cochranův test** - graf výběrových směrodatných odchylek

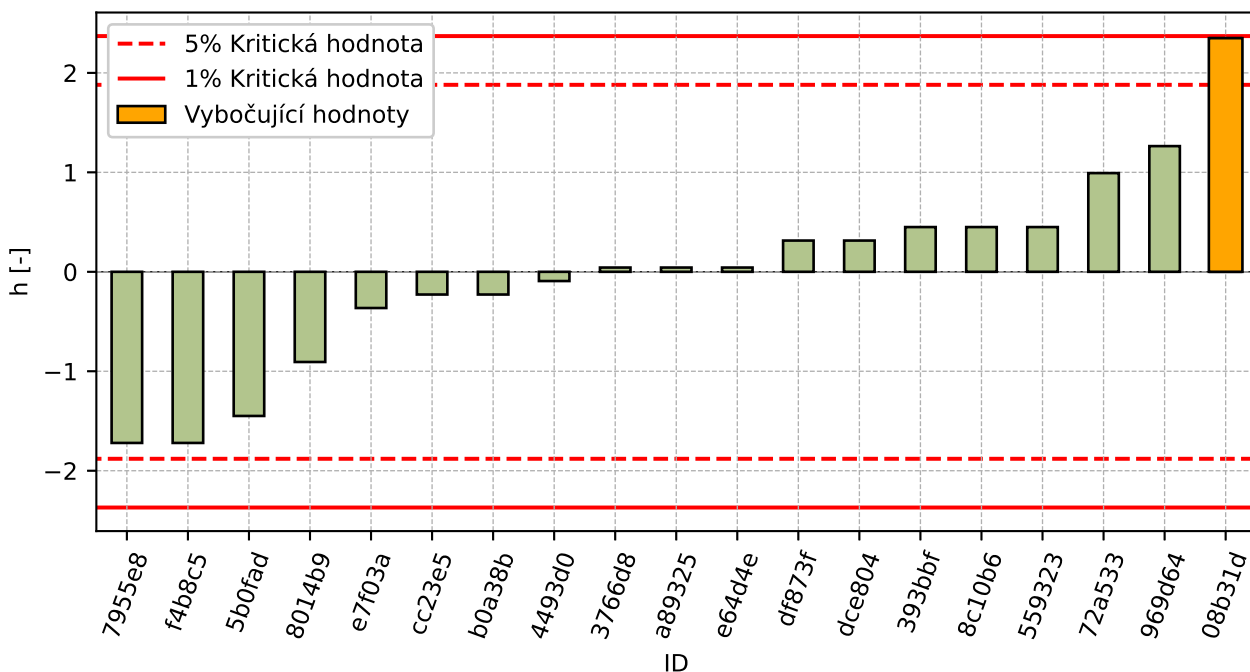


Obrázek 30: **Grubbsův test** – průměrné hodnoty

5.3 Mandelovy statistiky konzistence

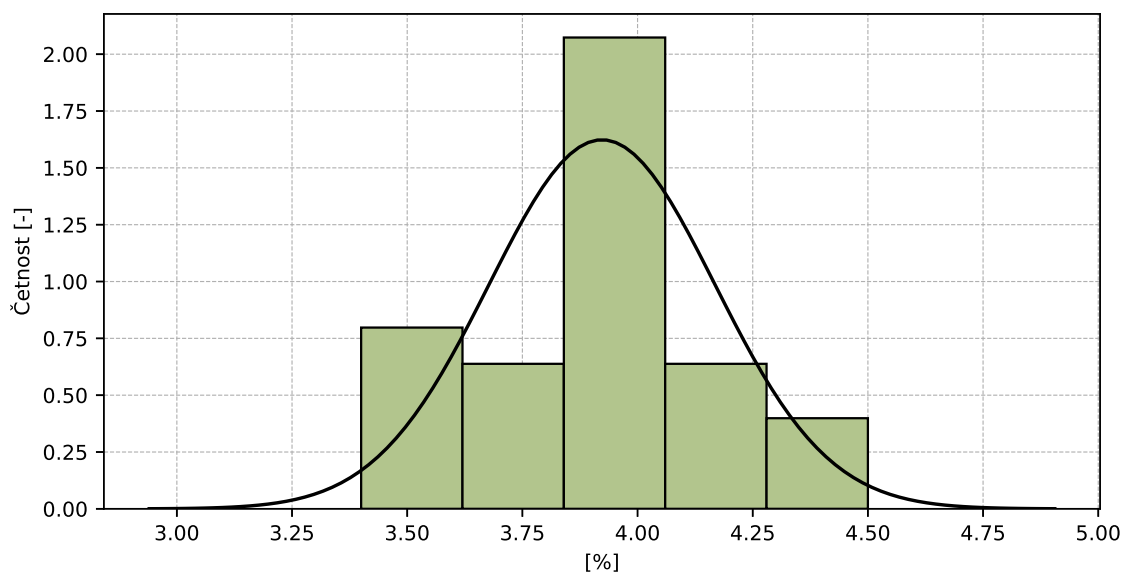


Obrázek 31: Vnitrolaboratorní statistika konzistence



Obrázek 32: Mezilaboratorní statistika konzistence

5.4 Popisné statistiky

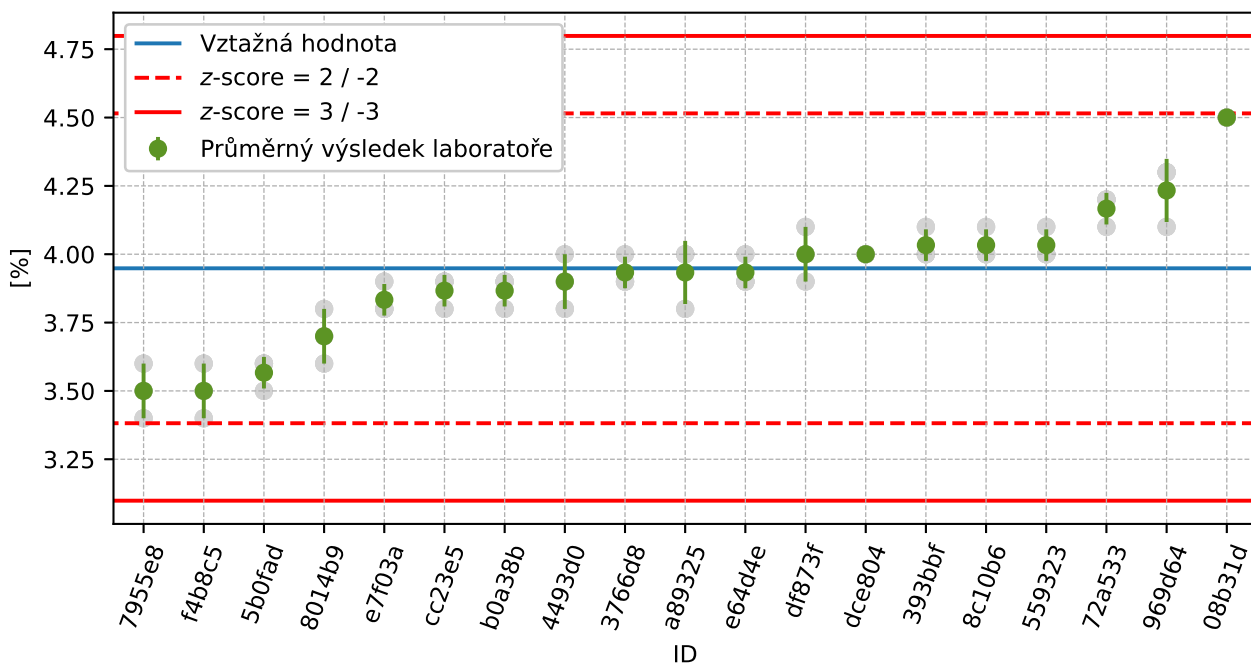


Obrázek 33: Histogram všech výsledků zkoušek

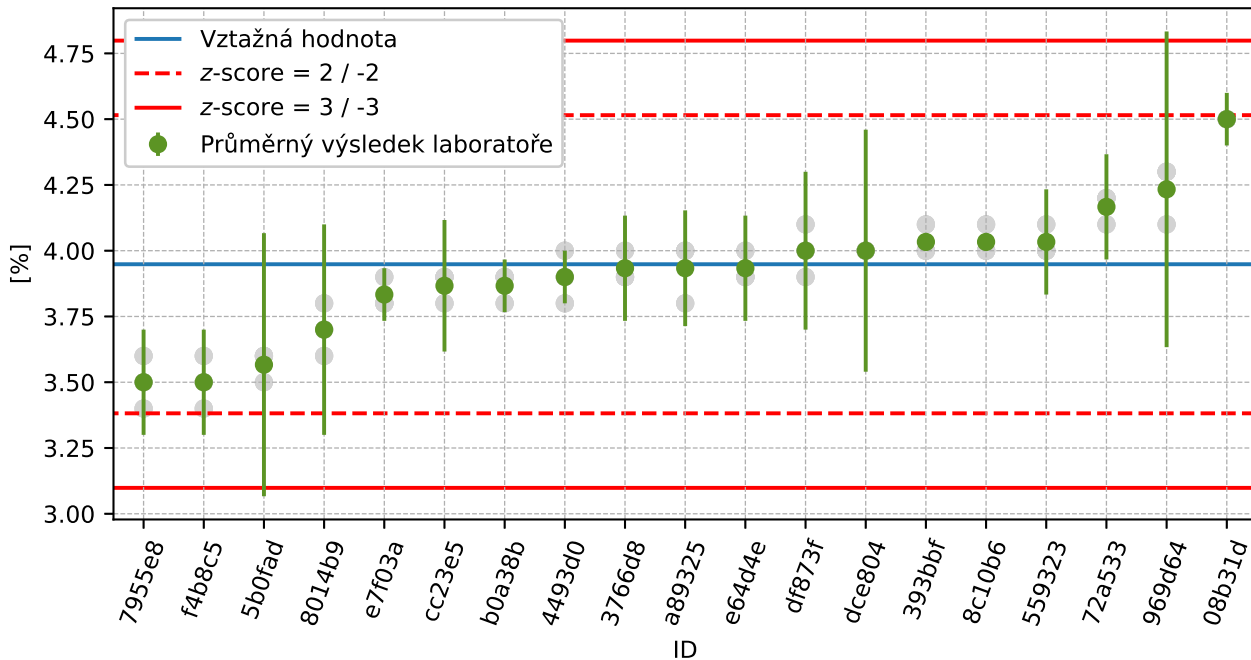
Tabulka 14: Popisné statistiky

Charakteristika	[%]
Průměrná hodnota – $\bar{x}$	3.9
Výběrová směrodatná odchylka – s	0.25
Vztažná hodnota – x^*	3.9
Robustní směrodatná odchylka – s^*	0.28
Nejistota měření vztažné hodnoty – u_X	0.06
p -hodnota testu normality	0.017 [-]
Mezilaboratorní směrodatná odchylka – s_L	0.24
Směrodatná odchylka opakovatelnosti – s_r	0.08
Směrodatná odchylka reprodukovatelnosti – s_R	0.25
Opakovatelnost – r	0.2
Reprodukovatelnost – R	0.7

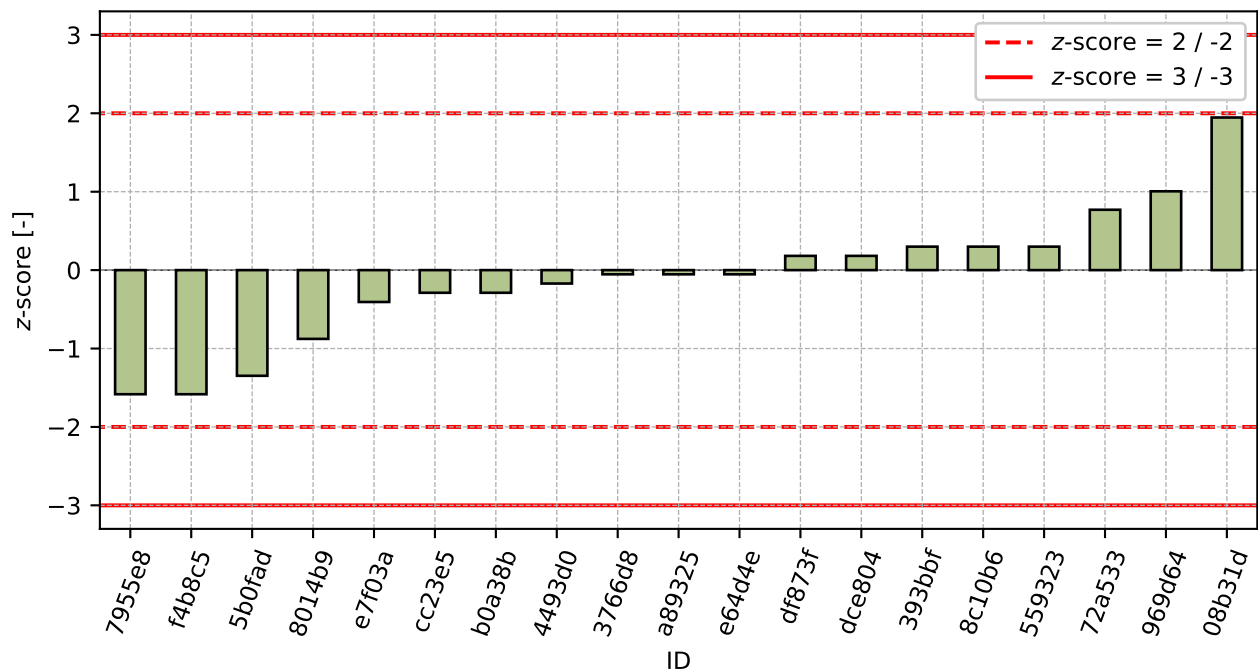
5.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků



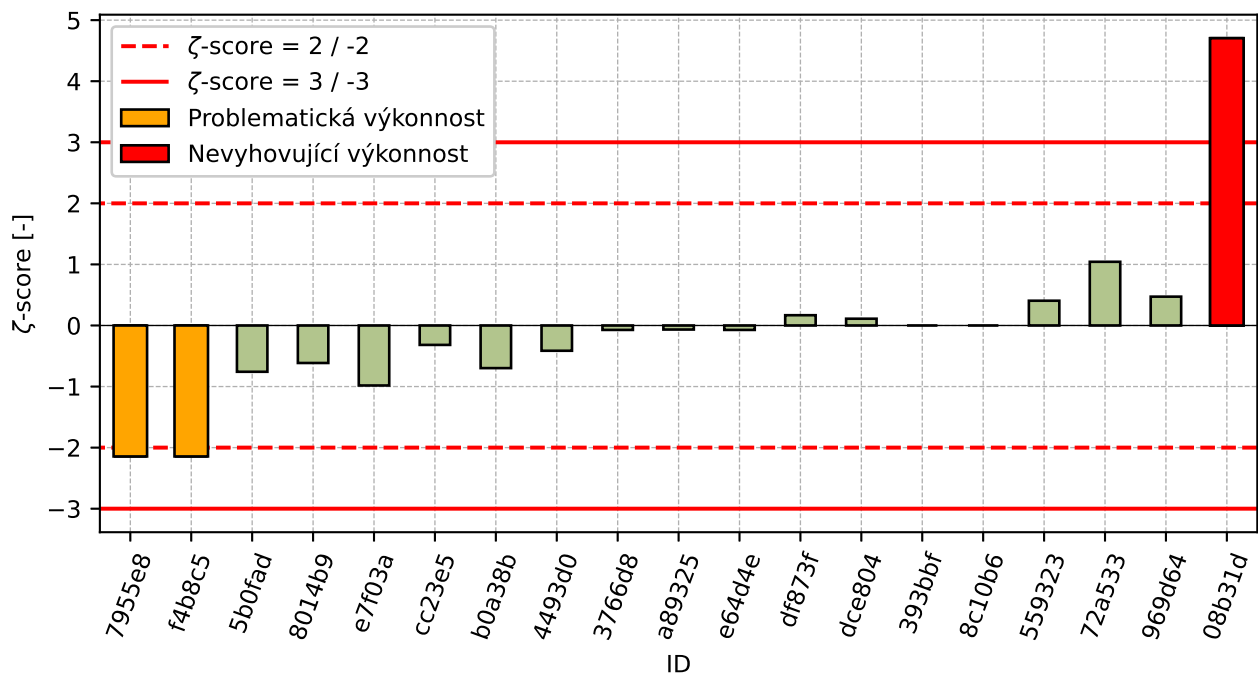
Obrázek 34: Graf průměrných hodnot výsledků zkoušek a výběrových směrodatných odchylek



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



Obrázek 36: z-score



Obrázek 37: z-score

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

ID	z-score [-]	zeta-score [-]
7955e8	-1.58	-2.14

Pokračování na další straně

Pokračování z předchozí strany

ID	z-score [-]	ζ-score [-]
f4b8c5	-1.58	-2.14
5b0fad	-1.35	-0.76
8014b9	-0.88	-0.61
e7f03a	-0.41	-0.98
cc23e5	-0.29	-0.32
b0a38b	-0.29	-0.7
4493d0	-0.17	-0.41
3766d8	-0.05	-0.07
a89325	-0.05	-0.07
e64d4e	-0.05	-0.07
df873f	0.18	0.17
dce804	0.18	0.11
393bbf	0.3	-
8c10b6	0.3	-
559323	0.3	0.41
72a533	0.77	1.04
969d64	1.01	0.47
08b31d	1.95	4.7