



ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA EXPERIMENTU PRECIZNOSTI

**Program zkoušení způsobilosti
Zkoušení čerstvého betonu
ZČB 2021/1**

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

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

Vydání: 4. června 2021

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	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
2.1 Výsledky zkoušek	14
2.2 Numerické zhodnocení odlehlých hodnot	14
2.3 Mandelovy statistiky konzistence	15
2.4 Popisné statistiky	16
2.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků	17
3 Příloha – ČSN EN 12350-5 (Zkouška rozlitím)	20
3.1 Výsledky zkoušek	20
3.2 Numerické zhodnocení odlehlých hodnot	20
3.3 Mandelovy statistiky konzistence	21
3.4 Popisné statistiky	22
3.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků	23
4 Příloha – ČSN EN 12350-6 (Stanovení objemové hmotnosti)	26
4.1 Výsledky zkoušek	26
4.2 Numerické zhodnocení odlehlých hodnot	27
4.3 Mandelovy statistiky konzistence	28
4.4 Popisné statistiky	29
4.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků	30
5 Příloha – ČSN EN 12350-7 (Stanovení obsahu vzduchu)	33
5.1 Výsledky zkoušek	33
5.2 Numerické zhodnocení odlehlých hodnot	34
5.3 Mandelovy statistiky konzistence	35
5.4 Popisné statistiky	36
5.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků	37

1 Úvod a důležité kontakty

Dne 13. 5. 2021 byl Poskytovatelem zkoušení způsobilosti při SZK FAST (PoZZ) a firmou BETOTECH s. r. o. uspořádán program zkoušení způsobilosti (PrZZ) s označením ZČB 2021/1, 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]

Zkoušky byly jednotlivými účastníky prováděny dne 13. 5. 2021 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
891bdb	X	X	X	X	X
21a0fb	X	X	X	X	X
5c26aa	X	X	X	X	X
9b0a17	X	X	X	X	X
37c993	X	X	X	X	X
943491	X	X	X	X	X
cac8b4	X	-	X	X	X
7e0e3b	X	-	-	X	X
4cb194	X	X	-	X	X
63253d	X	-	-	X	X
e970d0	X	-	-	-	X
6ef2b5	X	-	-	-	X
ace80b	X	-	-	-	X
0be337	X	-	X	X	X
1c407b	X	-	-	X	X
055c4a	X	-	-	X	X
fc12a3	X	X	-	X	X
d91991	X	-	-	X	X
d837ca	X	-	-	X	X
e2e68c	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, 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
Cement Hranice, akciová společnost	Bělotínská 288, Hranice I - Město, 75301, Česká republika	1284
Institut pro testování a certifikaci, a.s.	třída Tomáše Bati 299, Louky, Zlín, 763 02, Česká republika	1004
Lafage Cement, a.s.	Lafarge Cement a.s., Čížkovice čp. 27, 41112, Česká republika	1426
M.I.S. a.s.	Resslova 956/13, Hradec Králové, 500 02, Česká republika	1197
Master Builders Solutions CZ s.r.o.	K Májovu 1244, Chrudim, 537 01, Česká republika	1495
QCONTROL s.r.o., odštěpný závod - PRACOVISŤE HRADEC KRÁLOVÉ	Lesní 693, Bílovice nad Svitavou, 66401, Česká republika	1737
Skanska Transbeton, s.r.o. - Zkušební laboratoř Letňany	Toužimská 664, Praha 9 - Letňany, 199 00, Česká republika	1122

Subjekt	Adresa	Číslo AZL
Skanska Transbeton, s.r.o. - Zkušební laboratoř Olomouc	Toužimská 664, Praha 9 – Letňany, 199 00, Česká republika	1122
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. - pracoviště č.1 České Budějovice	Vrbenská 1821/31, České Budějovice, 370 06, Česká republika	1181
VIALAB CZ s.r.o. - CL01	U Michelského lesa 1581/2, Praha 4, 140 00, Česká republika	1112
VIALAB CZ s.r.o. - CL12	U Michelského lesa 1581/2, Praha 4, 140 00, Česká republika	1112
Ředitelství silnic a dálnic ČR, laboratoř Praha	Na Pankráci 546/56, Praha 4, Praha, 140 00, ČR	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 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
891bdb	✓	✓	✓	✓	✓
21a0fb	✓	✓	✓	✓	✓
5c26aa	✓	✓	✓	✓	✓
9b0a17	✓	✓	✓	✓	✓
37c993	✓	✓	✓	✓	✓
943491	✓	✓	✓	✓	✓
cac8b4	✓	-	✓	✓	✓
7e0e3b	✓	-	-	✓	✓
4cb194	✓	✓	-	✓	✓
63253d	✓	-	-	?	✓
e970d0	✓	-	-	-	✓
6ef2b5	✓	-	-	-	✓
ace80b	✓	-	-	-	✓
0be337	✓	-	✓	✓	✓
1c407b	✓	-	-	✓	✓
055c4a	✓	-	-	✓	✓
fc12a3	✓	✓	-	✓	✓
d91991	✓	-	-	✓	✓
d837ca	✓	-	-	✓	✓
e2e68c	?	-	✓	✓	✓

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. *Beton - Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda*. 2014.
- [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.

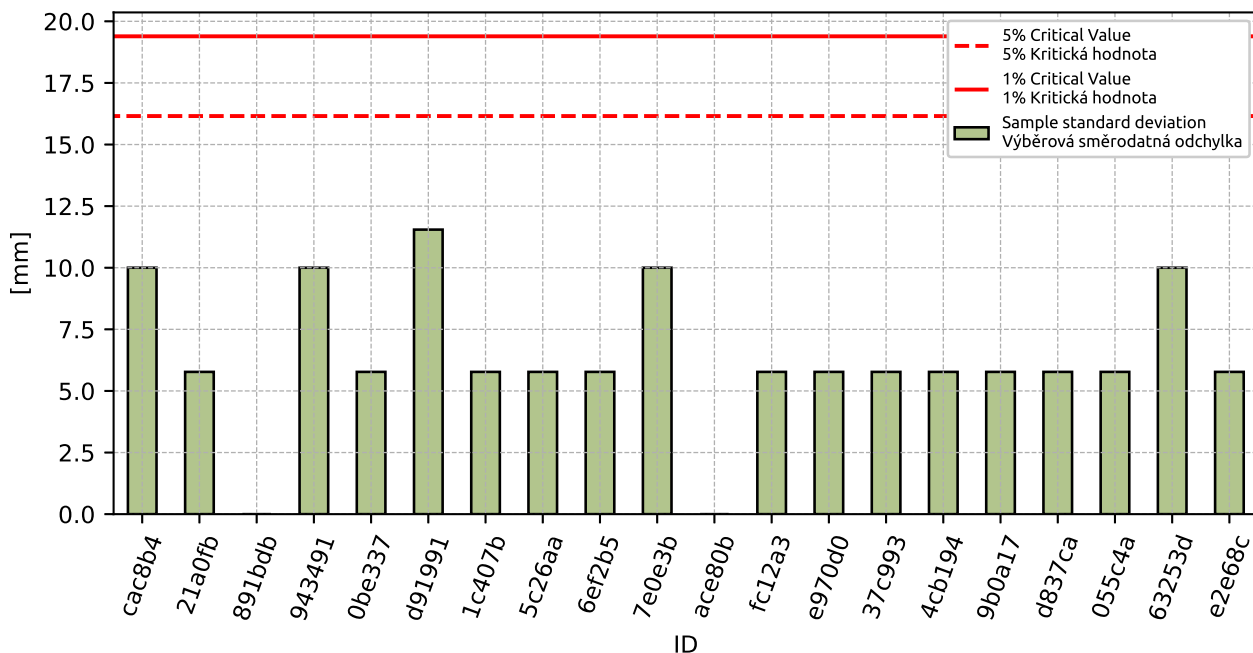
1 Příloha – ČSN EN 12350-2 (Zkouška sednutím)

1.1 Výsledky zkoušek

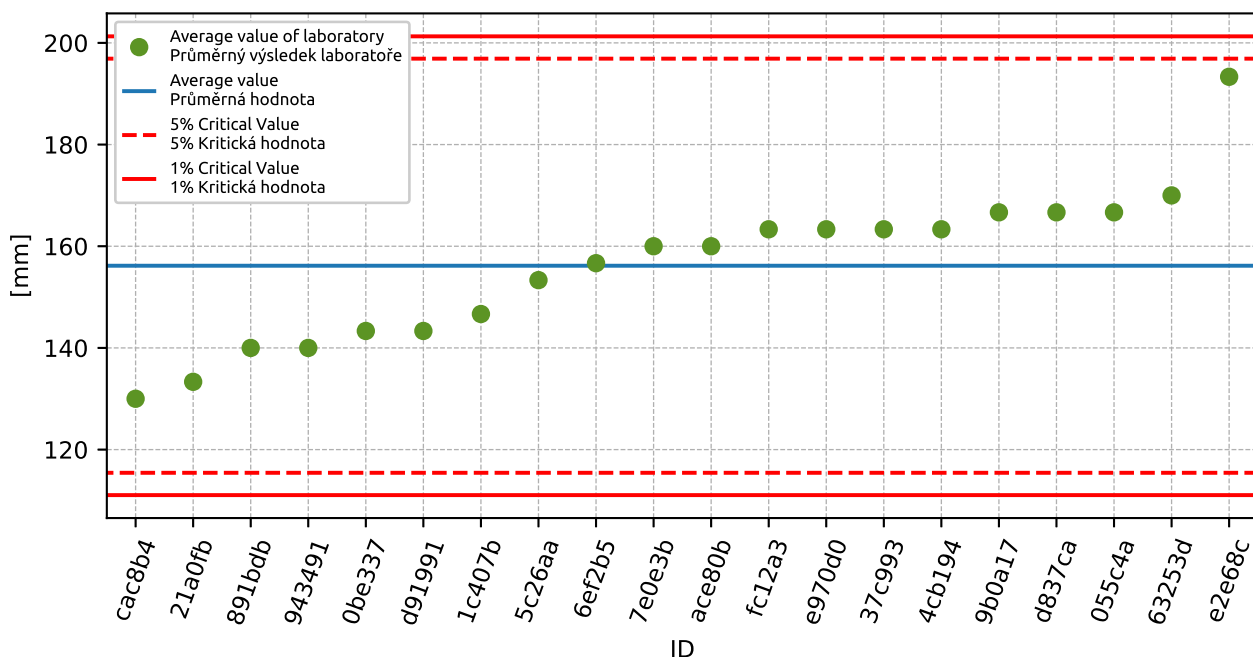
Tabulka 4: Výsledky zkoušek - seřazené podle průměrné hodnoty. Odlehlé hodnoty jsou označeny červeně. u_x - rozšířená nejistota účastníka; \bar{x} - aritmetický průměr; s_0 - výběrová směrodatná odchylka; V_x - variační koeficient

ID účastníka	Výsledky zkoušek [mm]			u_x [mm]	\bar{x} [mm]	s_0 [mm]	V_x [%]
cac8b4	120	130	140	6.0	130	10.0	7.69
21a0fb	130	130	140	6.0	133	5.8	4.33
891bdb	140	140	140	20.0	140	0.0	0.0
943491	140	150	130	9.0	140	10.0	7.14
0be337	140	140	150	7.0	143	5.8	4.03
d91991	130	150	150	-	143	11.5	8.06
1c407b	140	150	150	7.0	147	5.8	3.94
5c26aa	150	150	160	6.0	153	5.8	3.77
6ef2b5	150	160	160	10.0	157	5.8	3.69
7e0e3b	150	160	170	25.0	160	10.0	6.25
ace80b	160	160	160	10.0	160	0.0	0.0
fc12a3	160	170	160	11.0	163	5.8	3.53
e970d0	160	160	170	15.0	163	5.8	3.53
37c993	160	170	160	7.0	163	5.8	3.53
4cb194	160	170	160	10.0	163	5.8	3.53
9b0a17	160	170	170	7.0	167	5.8	3.46
d837ca	170	160	170	13.0	167	5.8	3.46
055c4a	160	170	170	10.0	167	5.8	3.46
63253d	160	170	180	22.0	170	10.0	5.88
e2e68c	190	190	200	15.0	193	5.8	2.99

1.2 Numerické zhodnocení odlehých hodnot

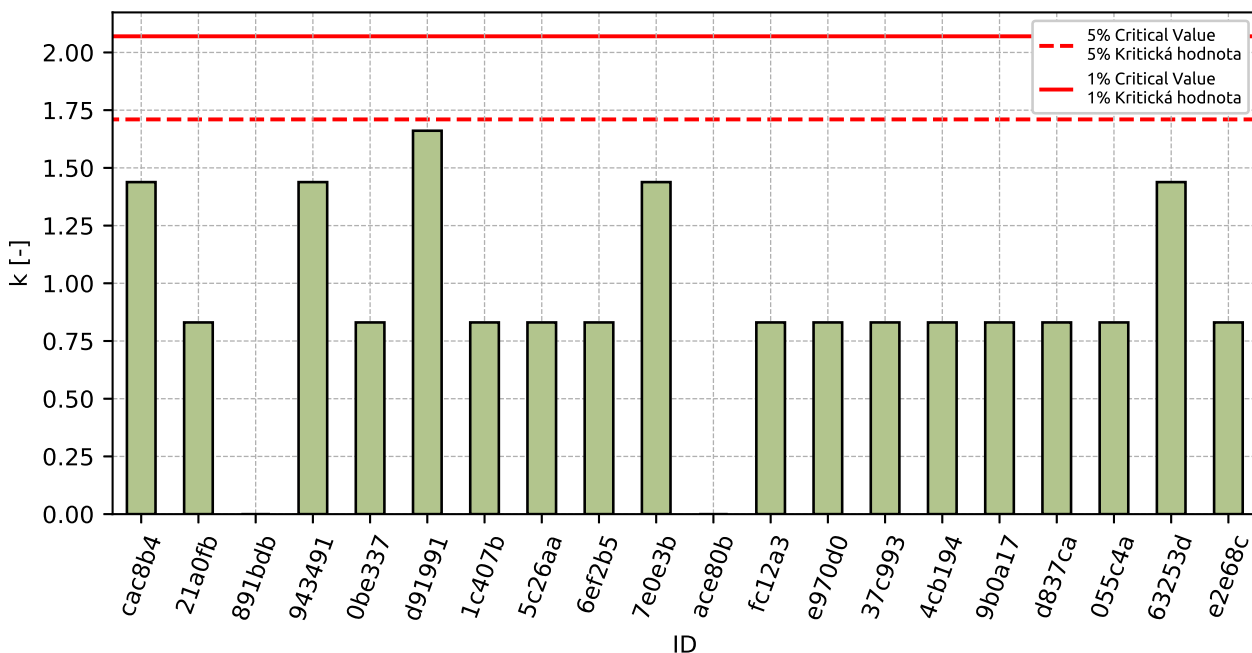


Obrázek 1: **Cochranův test** - výběrové směrodatné odchylky

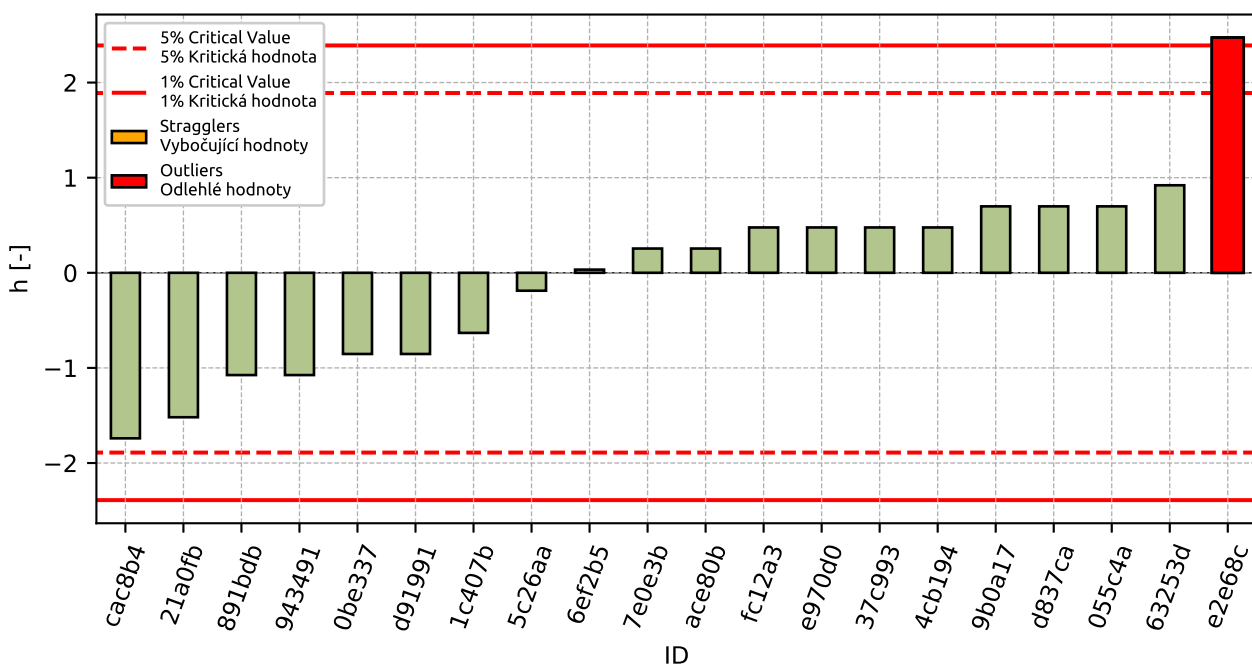


Obrázek 2: **Grubbsův test** - průměrné hodnoty

1.3 Mandelovy statistiky konzistence

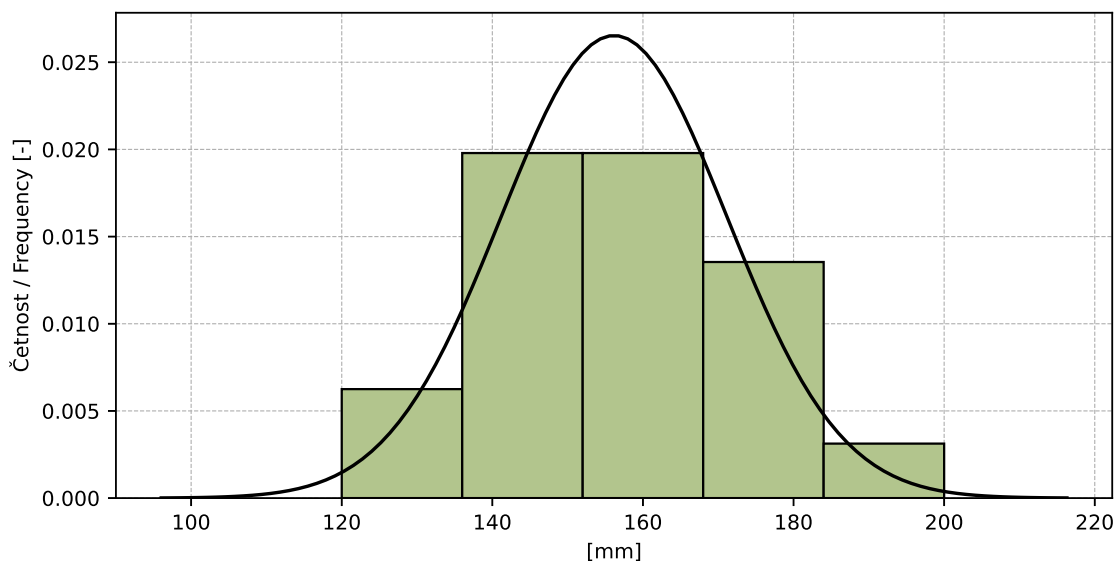


Obrázek 3: Vnitrolaboratorní statistika konzistence



Obrázek 4: Mezilaboratorní statistika konzistence

1.4 Popisné statistiky

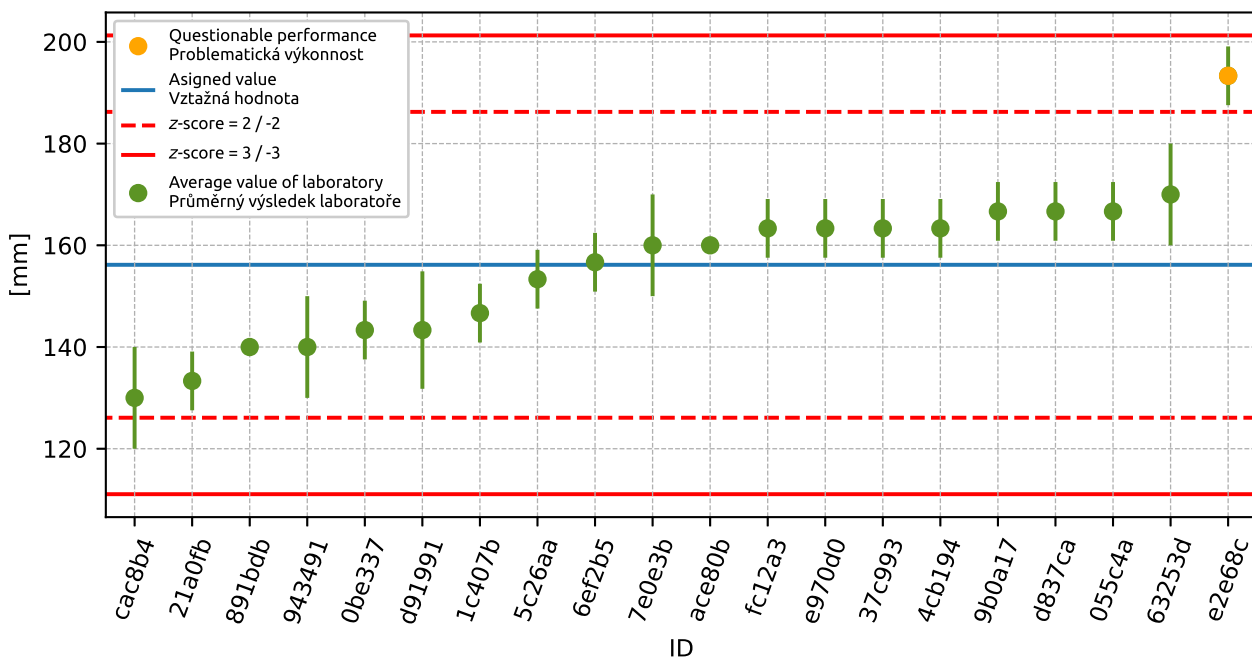


Obrázek 5: Histogram všech výsledků zkoušek

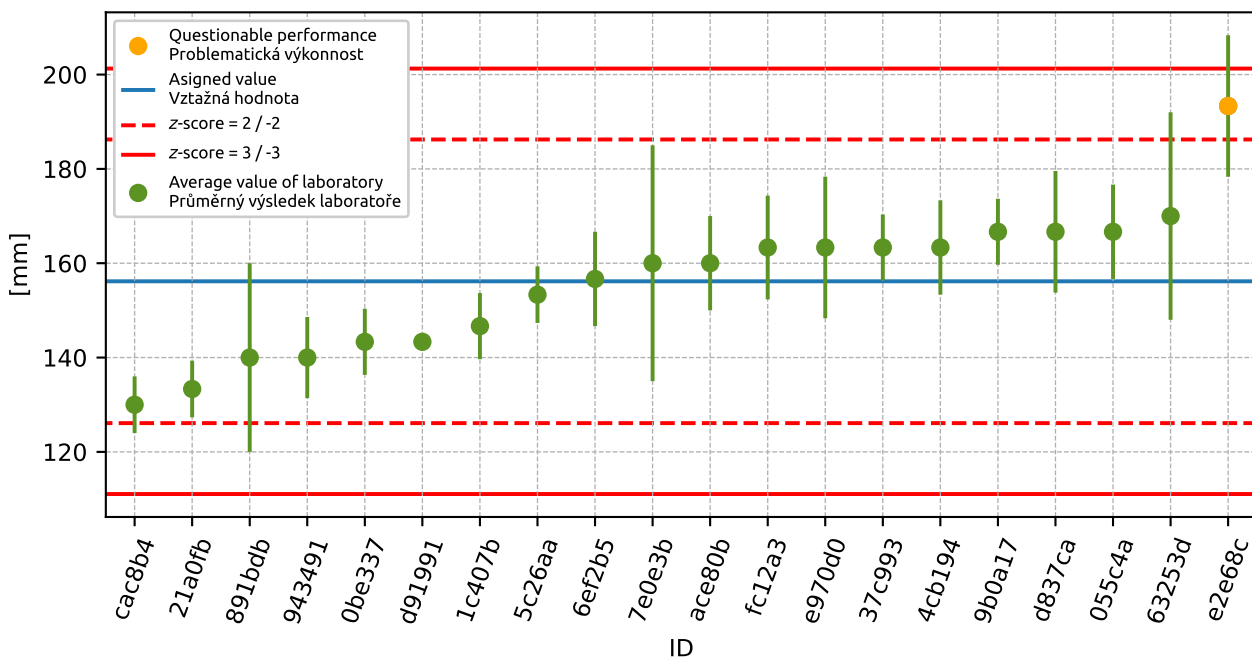
Tabulka 5: Popisné statistiky

Charakteristika	[mm]
Průměrná hodnota / Average value – \bar{x}	156.0
Výběrová směrodatná odchylka / Sample standard deviation – s	15.0
Vztažná hodnota / Assigned value – x^*	158.0
Robustní směrodatná odchylka / Robust standard deviation – s^*	13.6
Nejistota měření vztažné hodnoty / Measurement uncertainty of assigned value – u_X	3.8
p -hodnota testu normality / p -value of normality test	0.014 [-]
Mezilaboratorní sm. odch. / Interlaboratory standard deviation – s_L	14.5
Směrodatná odchylka opakovatelnosti / Repeatability standard deviation – s_r	7.0
Směrodatná odchylka reprodukovatelnosti / Reproducibility standard deviation – s_R	16.1
Opakovatelnost / Repeatability – r	19.0
Reprodukovatelnost / Reproducibility – R	45.0

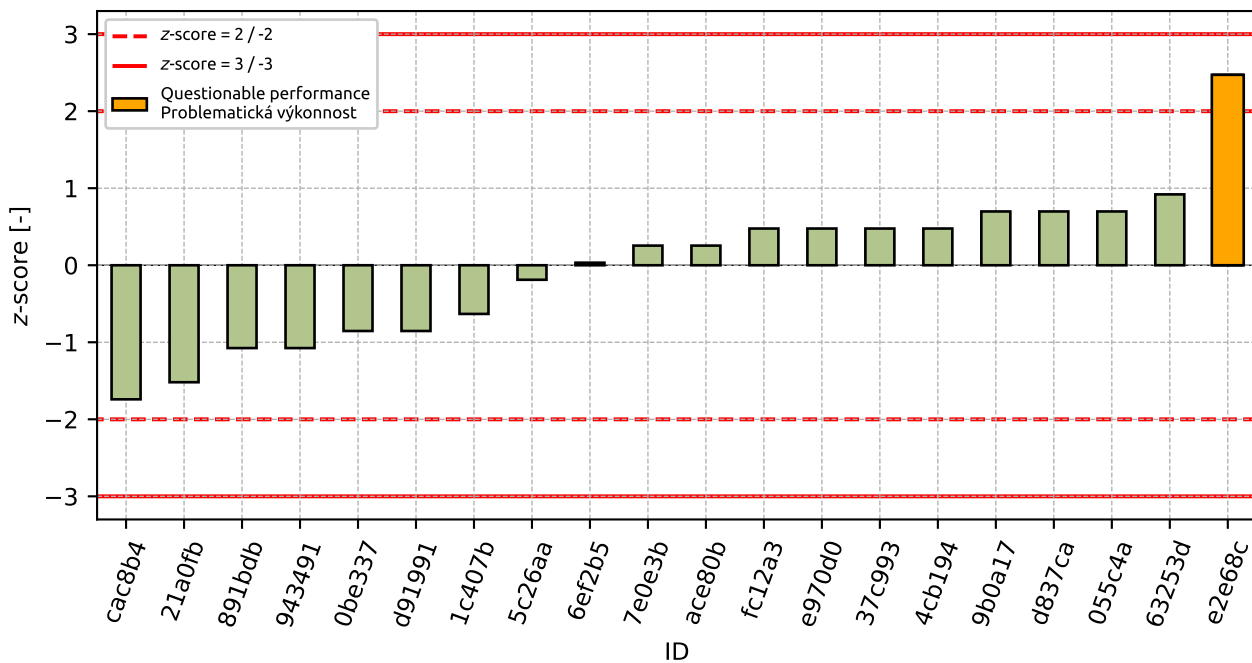
1.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků



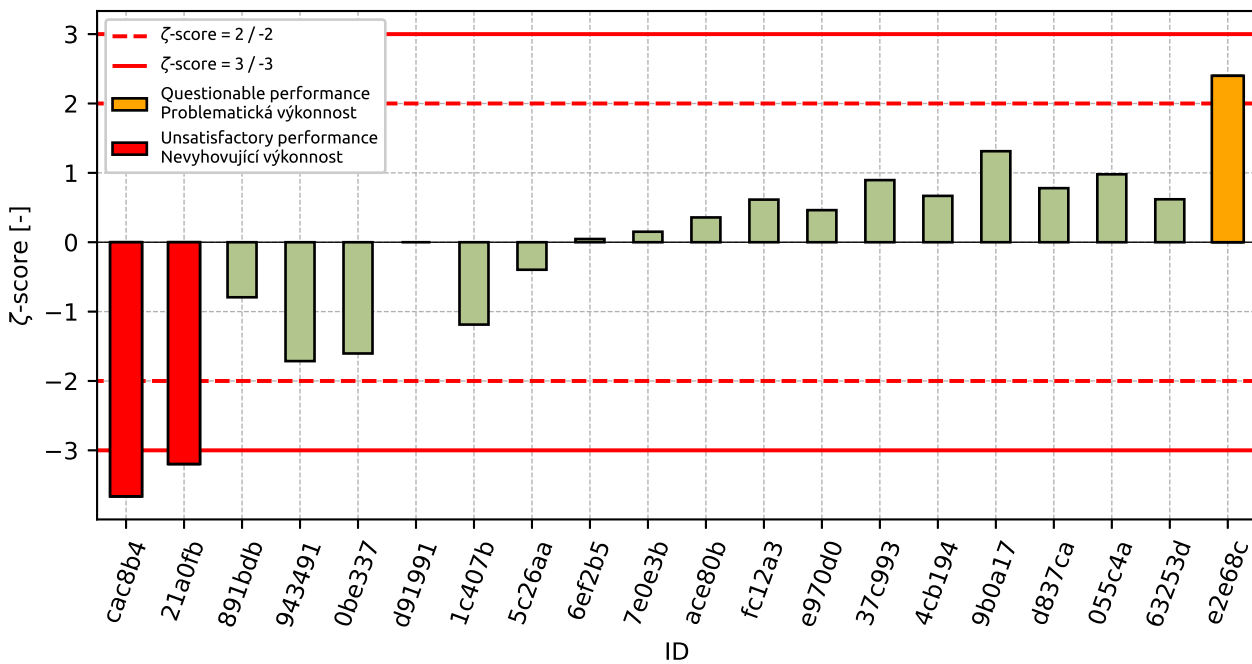
Obrázek 6: Graf průměrných hodnot výsledků zkoušek a výběrových směrodatných odchylek



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



Obrázek 8: z-score



Obrázek 9: zeta-score

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

ID	z-score [-]	ζ -score [-]
cac8b4	-1.74	-3.66
21a0fb	-1.52	-3.2
891bdb	-1.08	-0.79
943491	-1.08	-1.71
0be337	-0.85	-1.6
d91991	-0.85	-
1c407b	-0.63	-1.19
5c26aa	-0.19	-0.4
6ef2b5	0.03	0.05
7e0e3b	0.25	0.15
ace80b	0.25	0.36
fc12a3	0.48	0.61
e970d0	0.48	0.46
37c993	0.48	0.9
4cb194	0.48	0.67
9b0a17	0.7	1.31
d837ca	0.7	0.78
055c4a	0.7	0.98
63253d	0.92	0.62
e2e68c	2.47	2.4

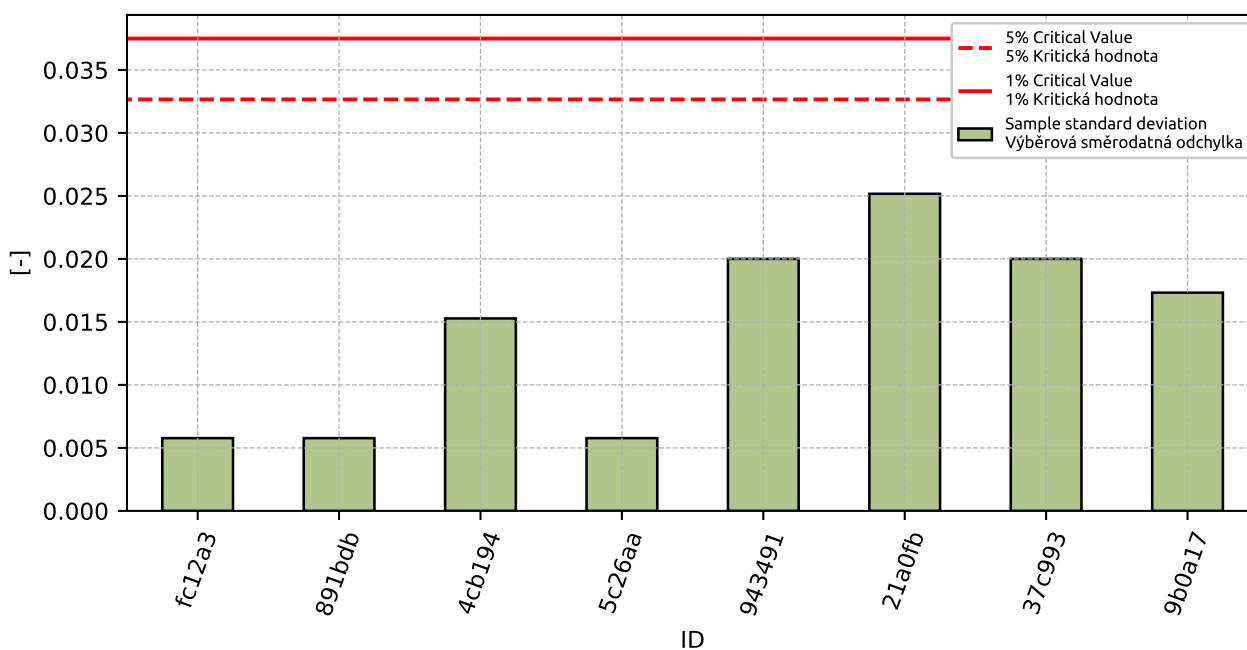
2 Příloha – ČSN EN 12350-4 (Stanovení stupně zhutnitelnosti)

2.1 Výsledky zkoušek

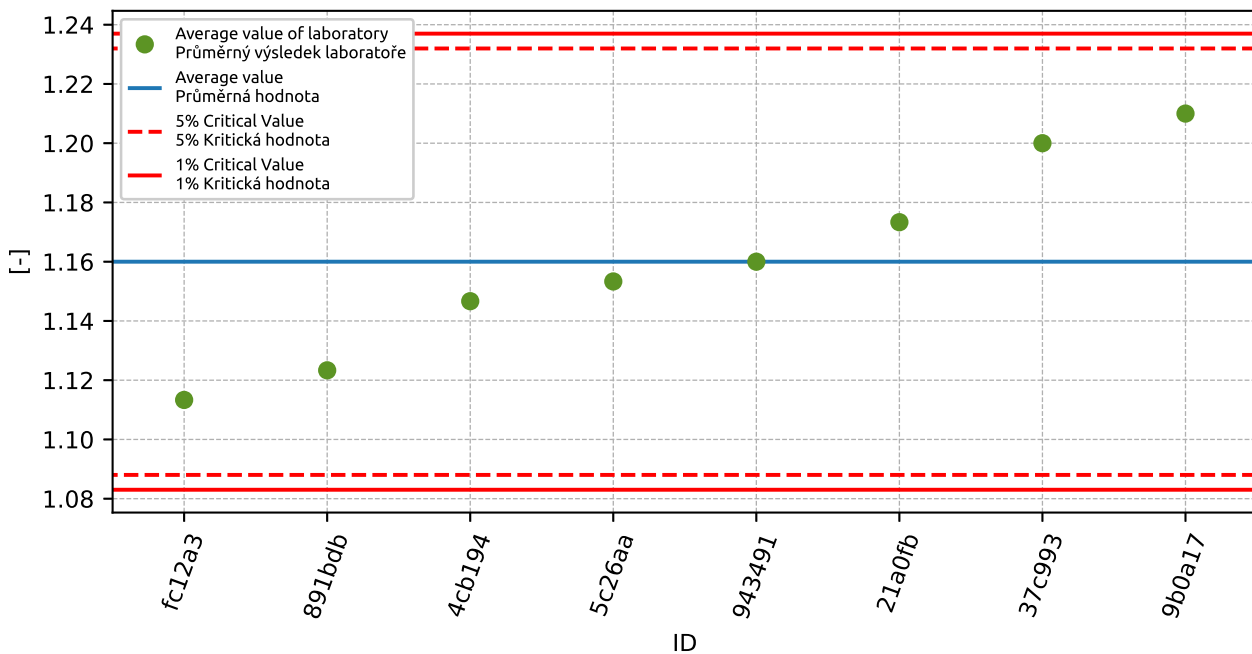
Tabulka 7: Výsledky zkoušek - seřazené podle průměrné hodnoty. Odlehlé hodnoty jsou označeny červeně. u_X - rozšířená nejistota účastníka; \bar{x} - aritmetický průměr; s_0 - výběrová směrodatná odchylka; V_X - variační koeficient

ID účastníka	Výsledky zkoušek [-]			u_X [-]	\bar{x} [-]	s_0 [-]	V_X [%]
fc12a3	1.11	1.11	1.12	0.04	1.11	0.006	0.52
891bdb	1.12	1.13	1.12	0.03	1.12	0.006	0.51
4cb194	1.13	1.15	1.16	0.01	1.15	0.015	1.33
5c26aa	1.15	1.16	1.15	0.02	1.15	0.006	0.5
943491	1.18	1.14	1.16	-	1.16	0.02	1.72
21a0fb	1.17	1.2	1.15	0.02	1.17	0.025	2.14
37c993	1.22	1.18	1.2	0.12	1.2	0.02	1.67
9b0a17	1.2	1.23	1.2	0.12	1.21	0.017	1.43

2.2 Numerické zhodnocení odlehých hodnot

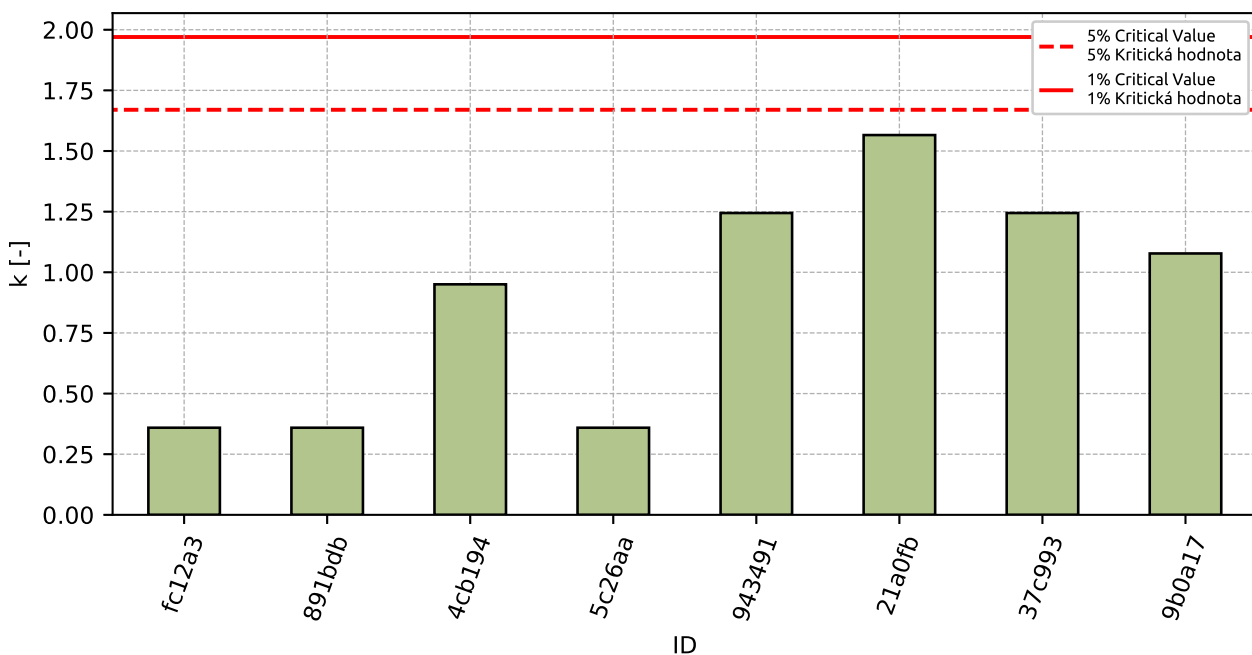


Obrázek 10: Cochranův test - výběrové směrodatné odchytky

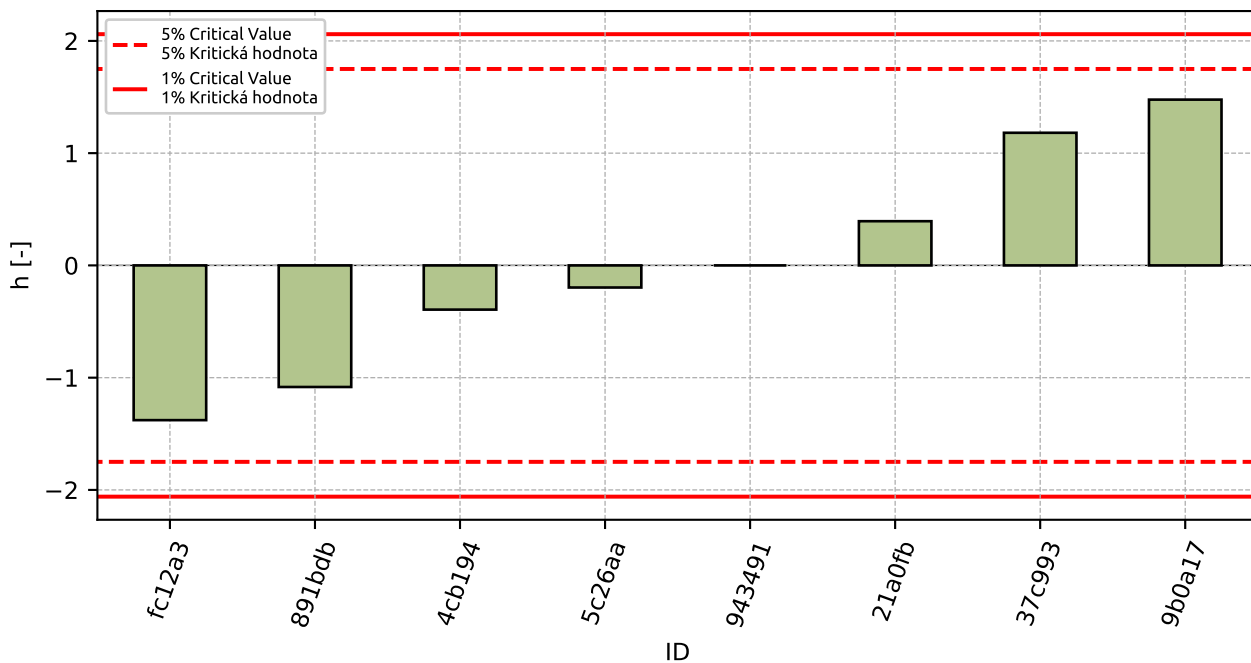


Obrázek 11: Grubbsův test – průměrné hodnoty

2.3 Mandelovy statistiky konzistence

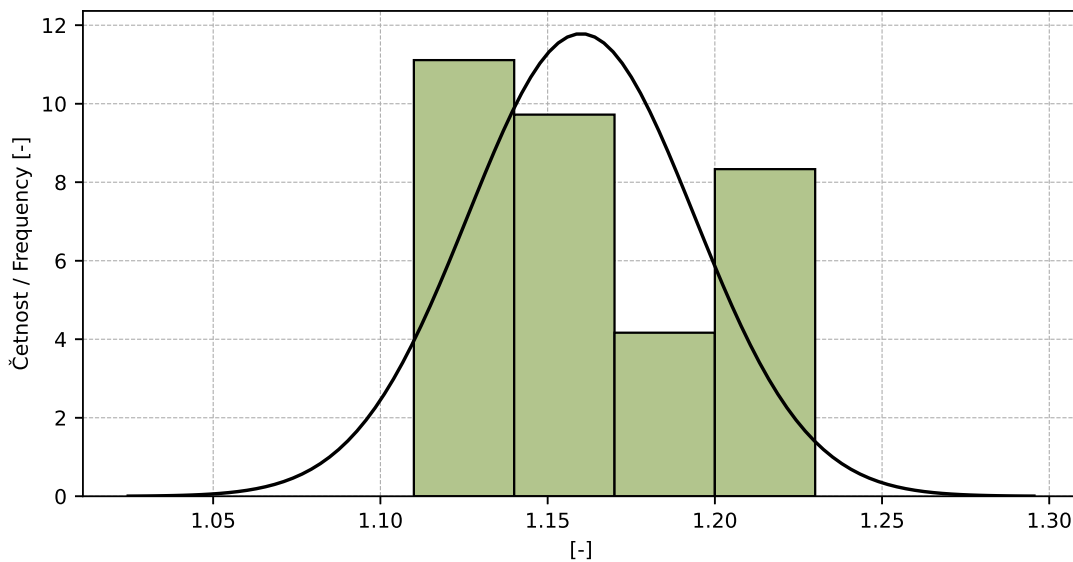


Obrázek 12: Vnitrolaboratorní statistika konzistence



Obrázek 13: Mezilaboratorní statistika konzistence

2.4 Popisné statistiky

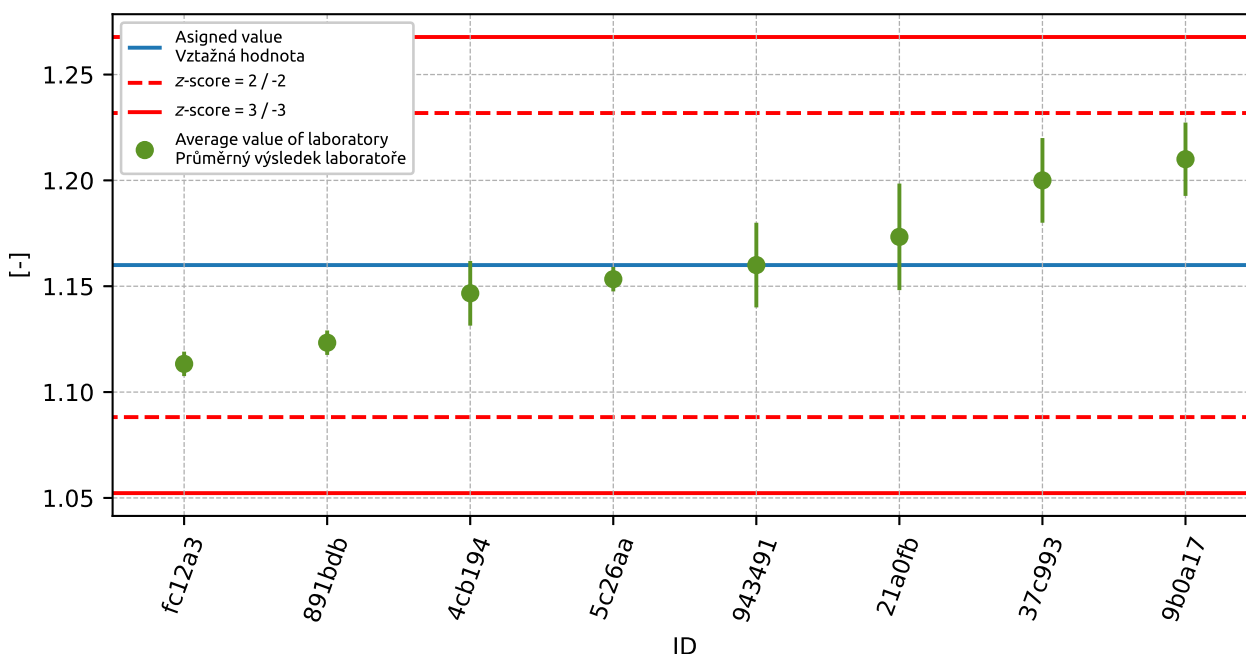


Obrázek 14: Histogram všech výsledků zkoušek

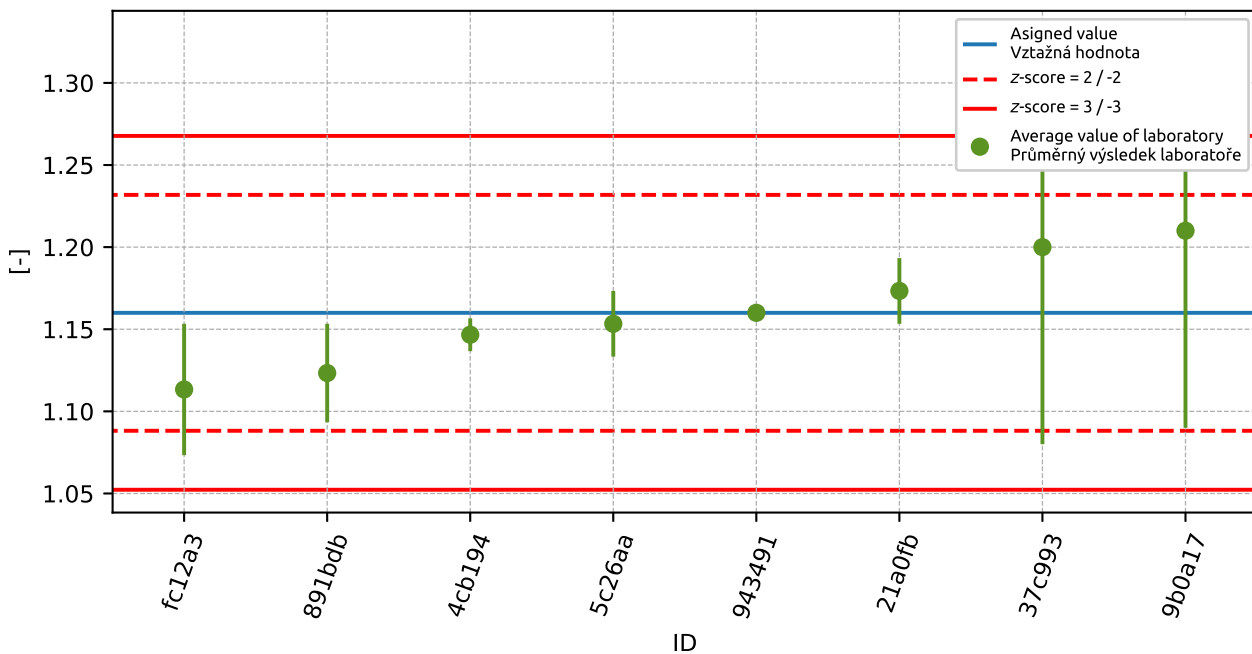
Tabulka 8: Popisné statistiky

Charakteristika	[-]
Průměrná hodnota / Average value – \bar{x}	1.16
Výběrová směrodatná odchylka / Sample standard deviation – s	0.034
Vztažná hodnota / Assigned value – x^*	1.16
Robustní směrodatná odchylka / Robust standard deviation – s^*	0.036
Nejistota měření vztažné hodnoty / Measurement uncertainty of assigned value – u_X	0.016
p -hodnota testu normality / p -value of normality test	0.233 [-]
Mezilaboratorní sm. odch. / Interlaboratory standard deviation – s_L	0.033
Směrodatná odchylka opakovatelnosti / Repeatability standard deviation – s_r	0.016
Směrodatná odchylka reprodukovatelnosti / Reproducibility standard deviation – s_R	0.036
Opakovatelnost / Repeatability – r	0.05
Reprodukovatelnost / Reproducibility – R	0.1

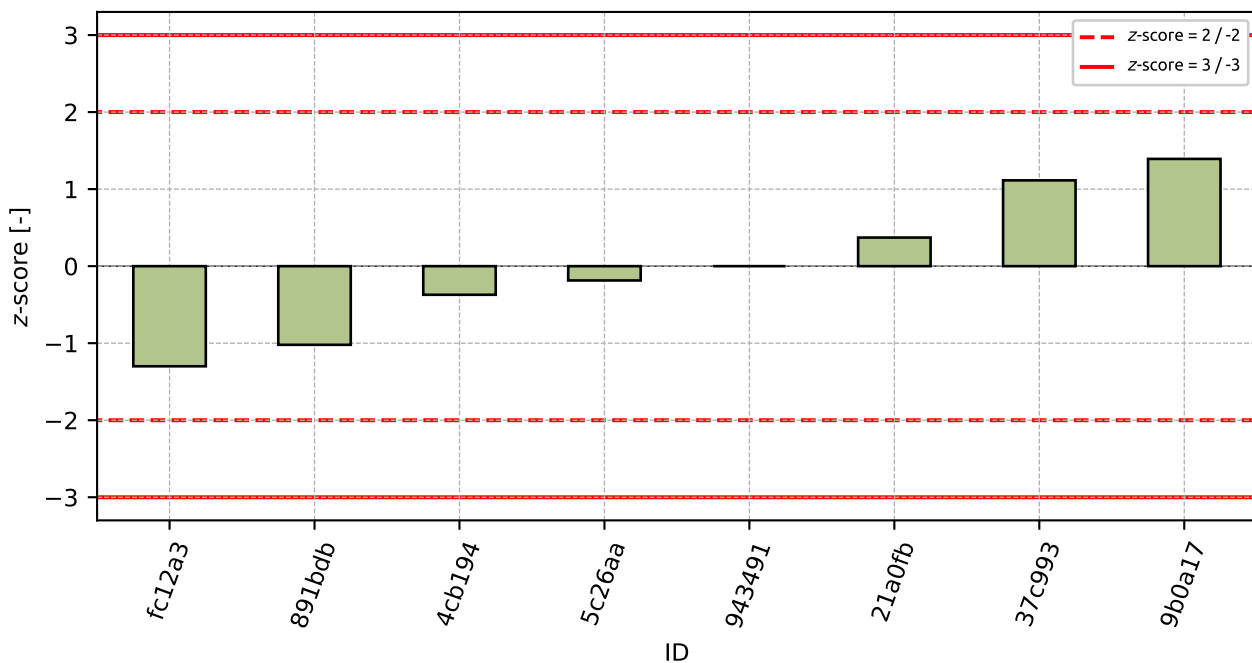
2.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků



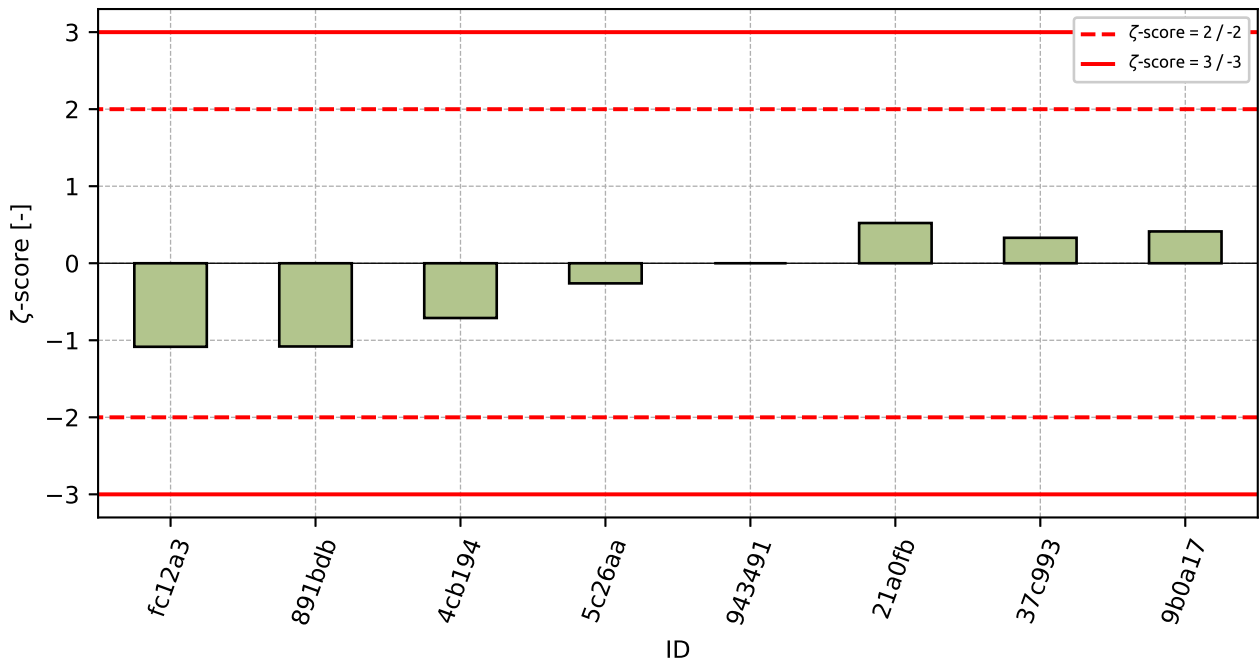
Obrázek 15: Graf průměrných hodnot výsledků zkoušek a výběrových směrodatných odchylek



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



Obrázek 17: z-score

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

ID	z-score [-]	ζ -score [-]
fc12a3	-1.3	-1.08
891bdb	-1.02	-1.08
4cb194	-0.37	-0.71
5c26aa	-0.19	-0.26
943491	0.0	-
21a0fb	0.37	0.52
37c993	1.11	0.33
9b0a17	1.39	0.41

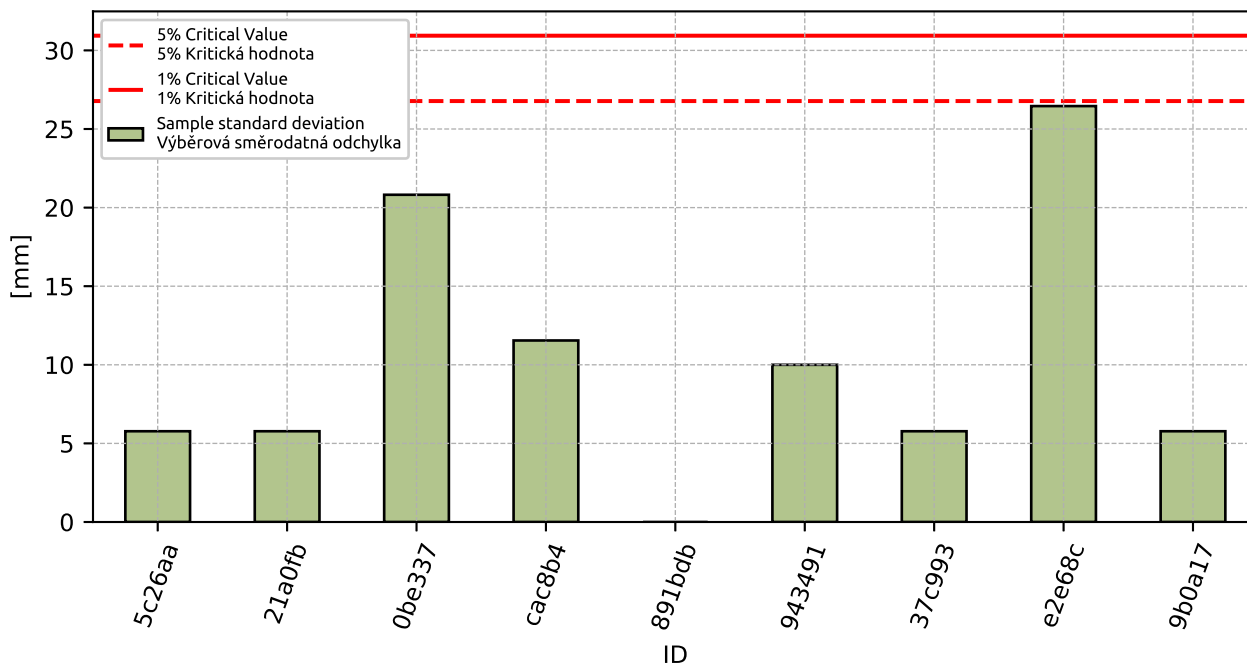
3 Příloha – ČSN EN 12350-5 (Zkouška rozlitím)

3.1 Výsledky zkoušek

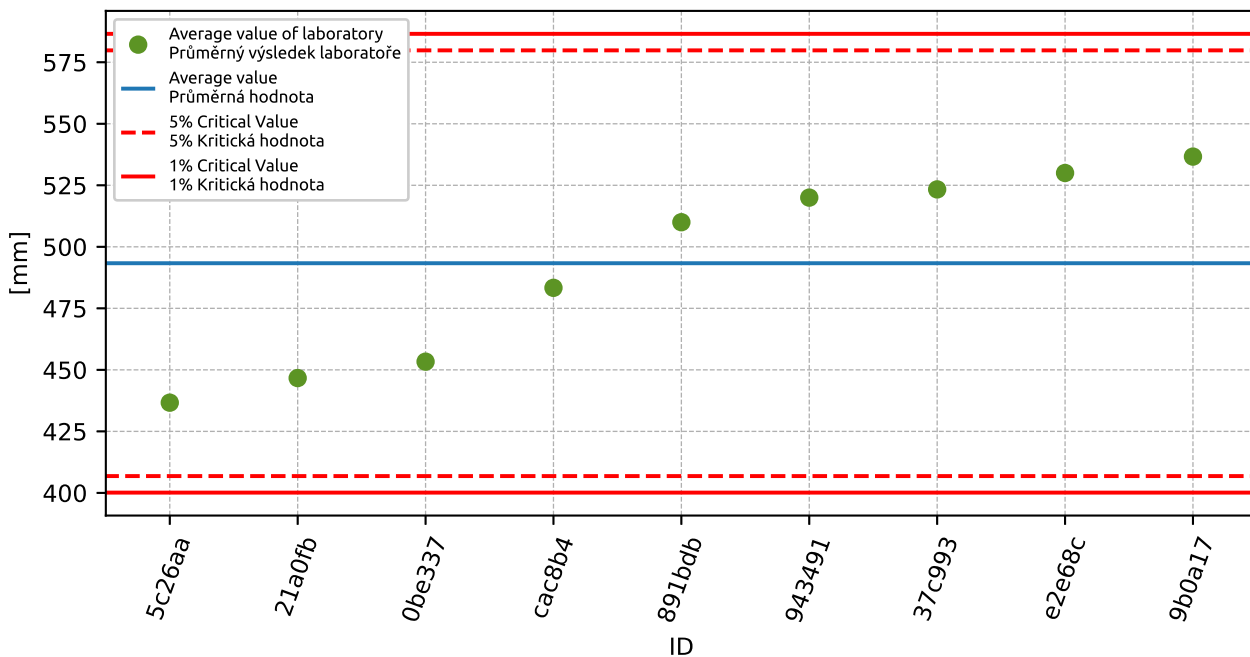
Tabulka 10: Výsledky zkoušek - seřazené podle průměrné hodnoty. Odlehlé hodnoty jsou označeny červeně. u_X - rozšířená nejistota účastníka; \bar{x} - aritmetický průměr; s_0 - výběrová směrodatná odchylka; V_X - variační koeficient

ID účastníka	Výsledky zkoušek [mm]			u_X [mm]	\bar{x} [mm]	s_0 [mm]	V_X [%]
5c26aa	440	440	430	10	437	5.8	1.32
21a0fb	450	440	450	10	447	5.8	1.29
0be337	430	470	460	24	453	20.8	4.59
cac8b4	470	490	490	16	483	11.5	2.39
891bdb	510	510	510	30	510	0.0	0.0
943491	510	520	530	30	520	10.0	1.92
37c993	520	530	520	21	523	5.8	1.1
e2e68c	500	550	540	15	530	26.5	4.99
9b0a17	540	530	540	22	537	5.8	1.08

3.2 Numerické zhodnocení odlehlých hodnot

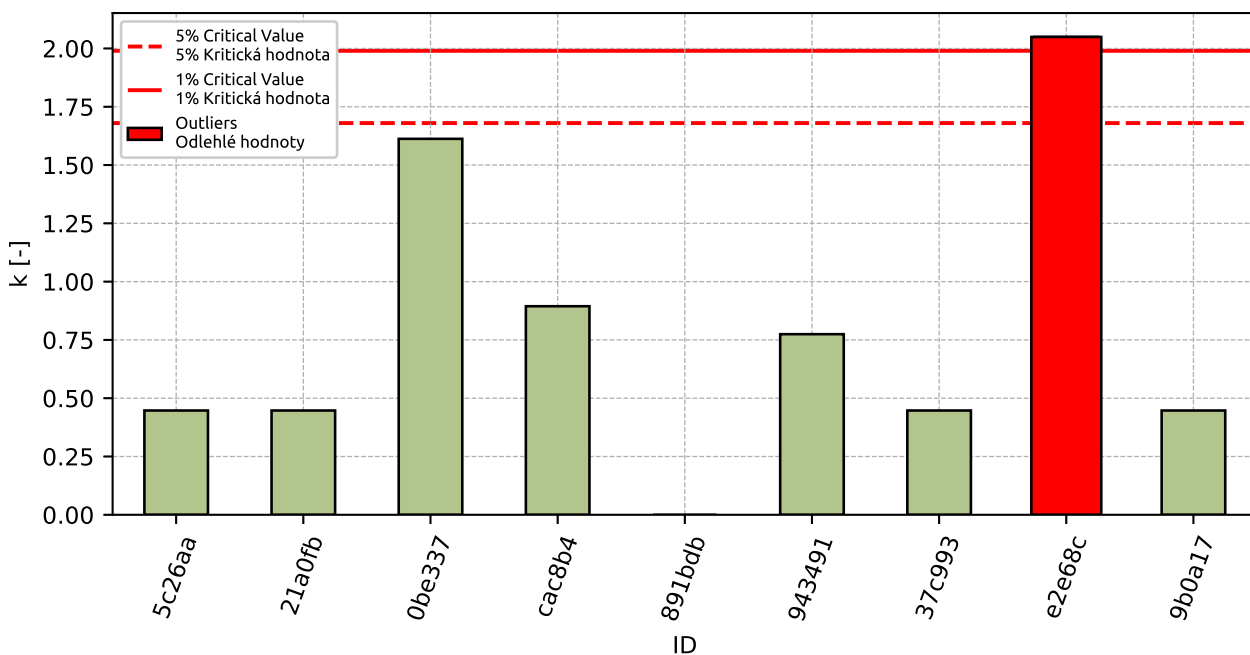


Obrázek 19: Cochranův test - výběrové směrodatné odchylky

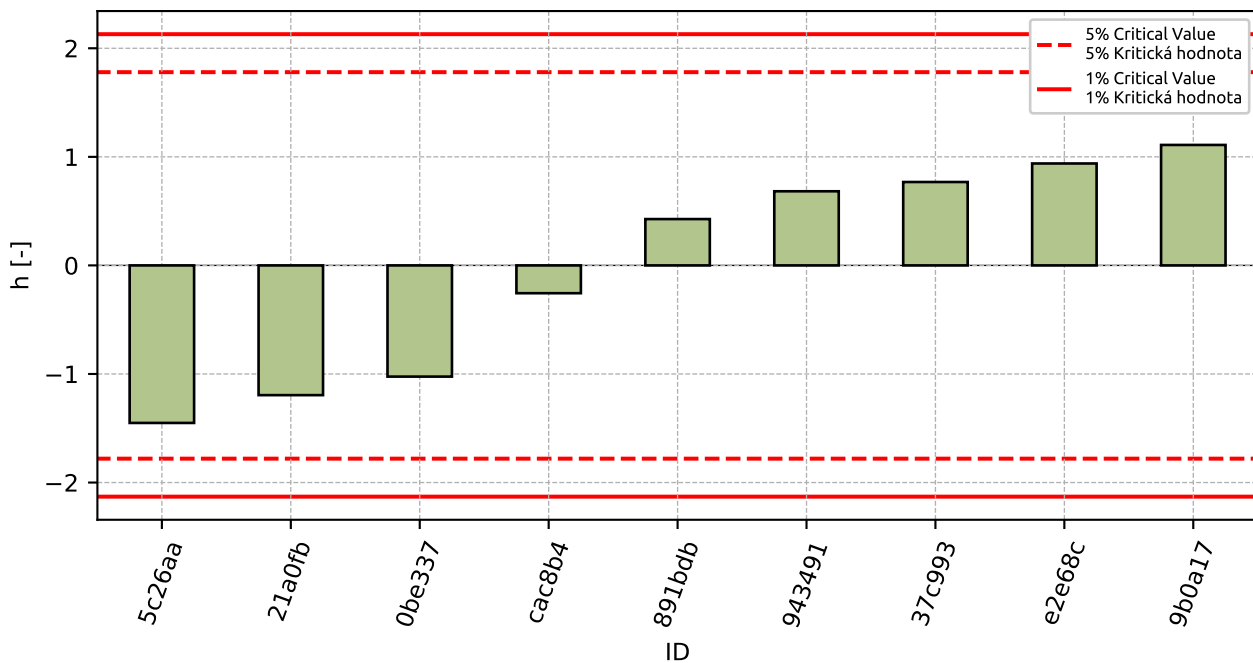


Obrázek 20: Grubbsův test – průměrné hodnoty

3.3 Mandelovy statistiky konzistence

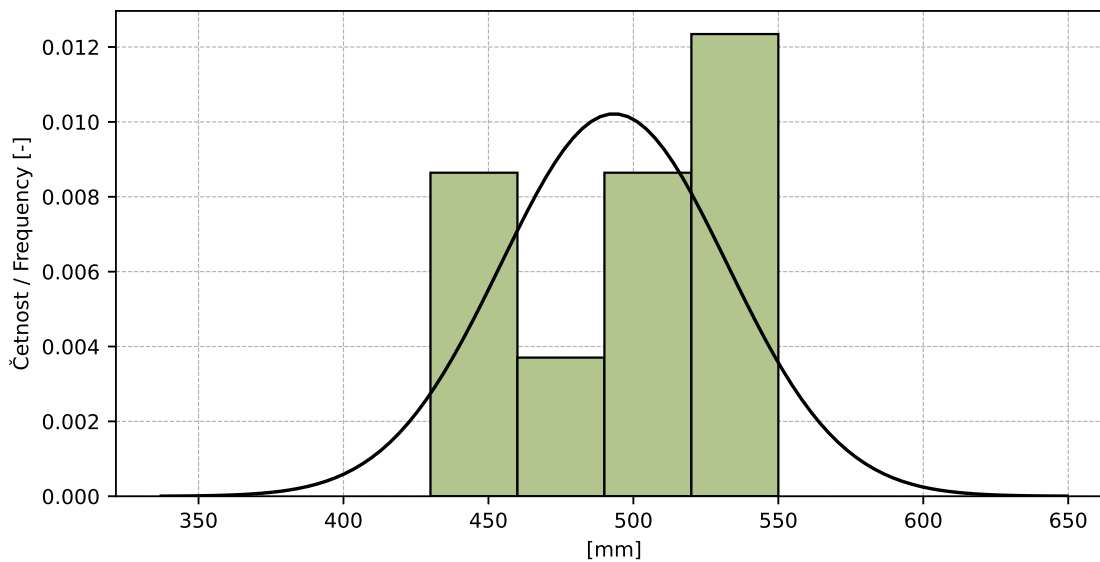


Obrázek 21: Vnitrolaboratorní statistika konzistence



Obrázek 22: Mezilaboratorní statistika konzistence

3.4 Popisné statistiky

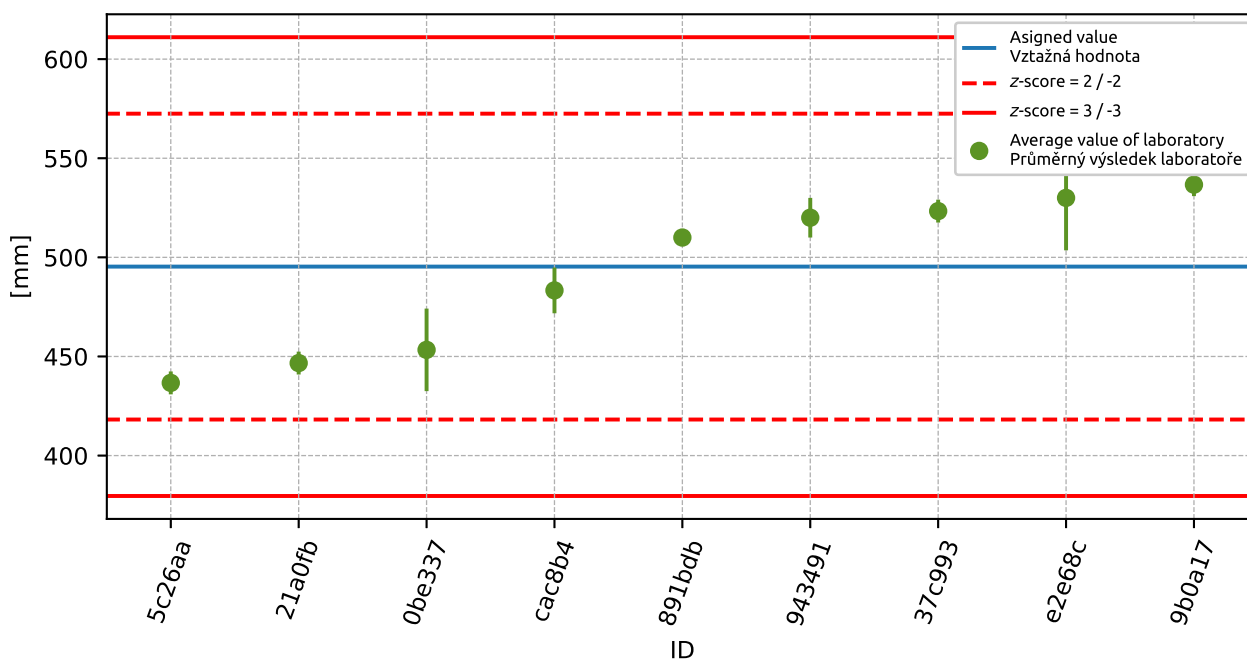


Obrázek 23: Histogram všech výsledků zkoušek

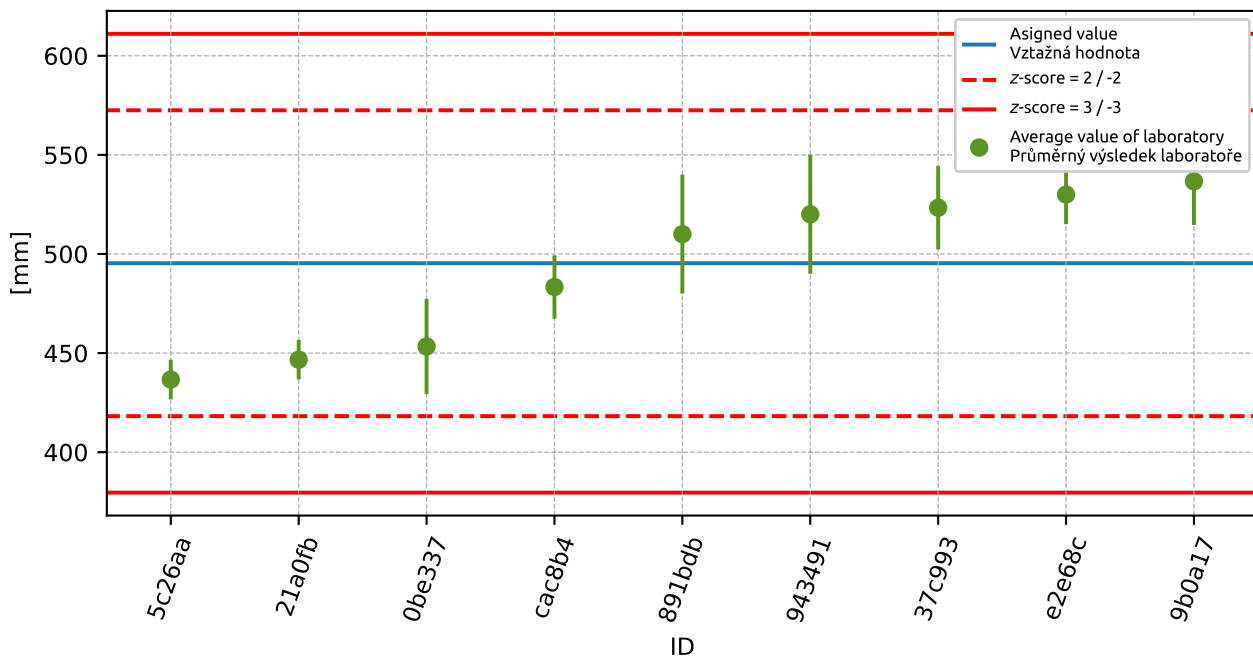
Tabulka 11: Popisné statistiky

Charakteristika	[mm]
Průměrná hodnota / Average value – \bar{x}	493.0
Výběrová směrodatná odchylka / Sample standard deviation – s	39.1
Vztažná hodnota / Assigned value – x^*	495.0
Robustní směrodatná odchylka / Robust standard deviation – s^*	38.6
Nejistota měření vztažné hodnoty / Measurement uncertainty of assigned value – u_X	16.1
p -hodnota testu normality / p -value of normality test	0.021 [-]
Mezilaboratorní sm. odch. / Interlaboratory standard deviation – s_L	38.3
Směrodatná odchylka opakovatelnosti / Repeatability standard deviation – s_r	12.9
Směrodatná odchylka reprodukovatelnosti / Reproducibility standard deviation – s_R	40.4
Opakovatelnost / Repeatability – r	36.0
Reprodukovatelnost / Reproducibility – R	113.0

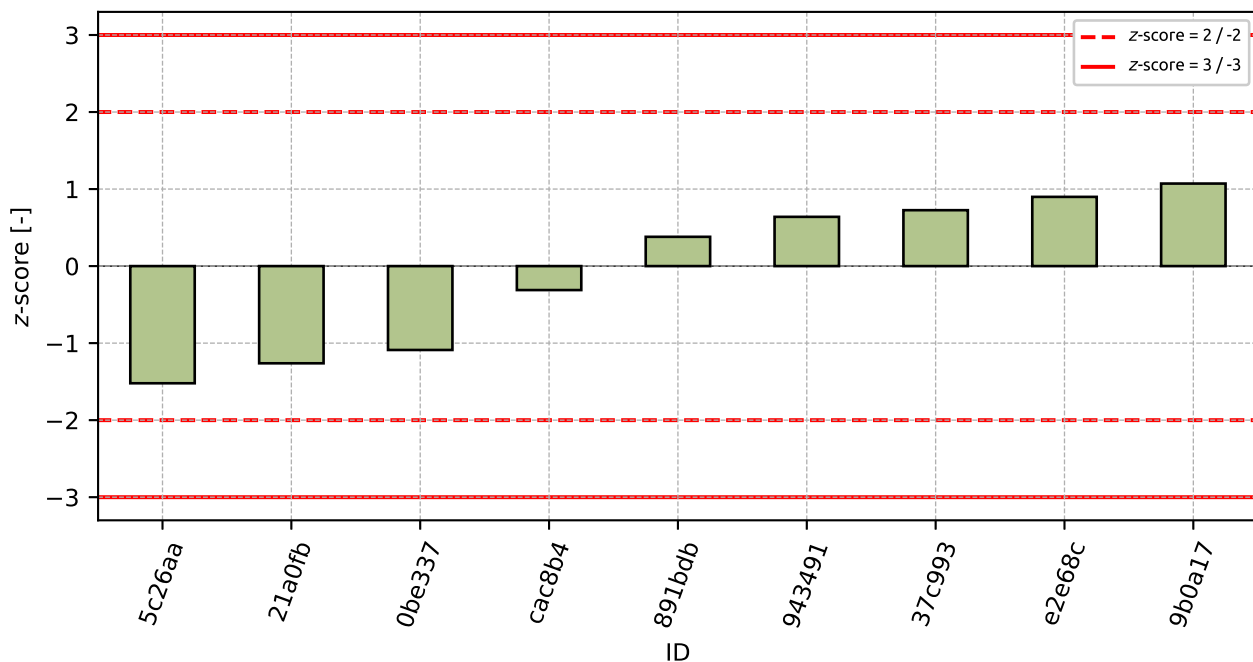
3.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků



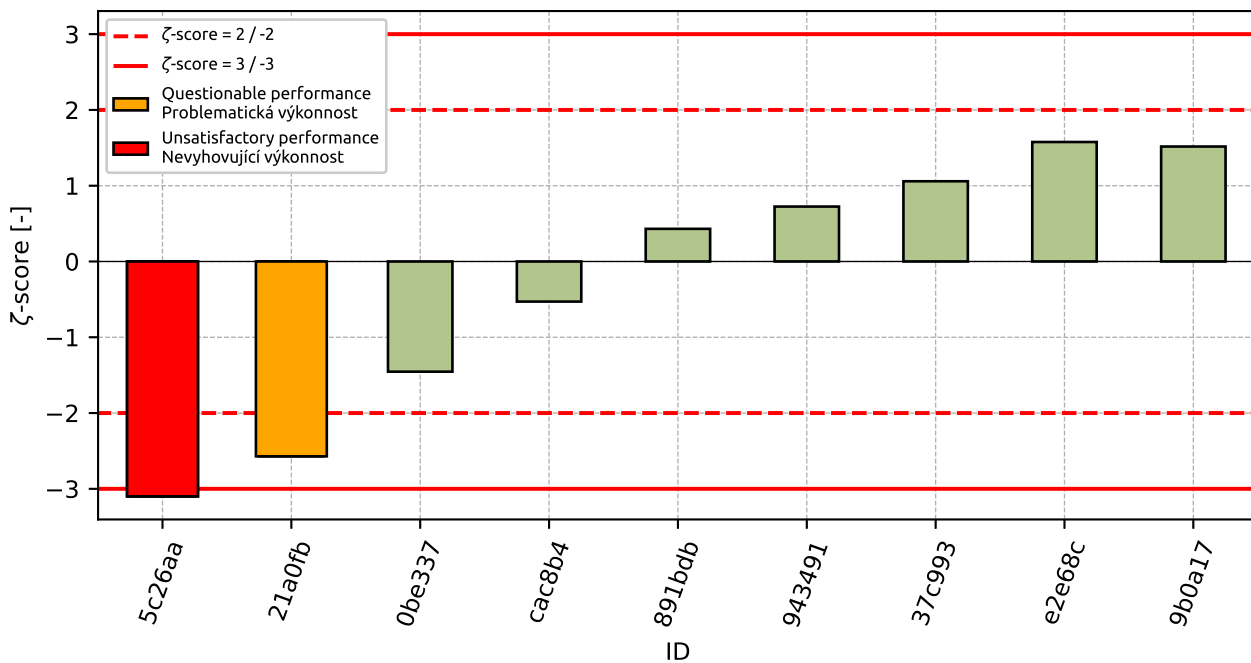
Obrázek 24: Graf průměrných hodnot výsledků zkoušek a výběrových směrodatných odchylek



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



Obrázek 26: z-score

Obrázek 27: ζ -scoreTabulka 12: Výsledné hodnoty z-score a ζ -score

ID	z-score [-]	ζ -score [-]
5c26aa	-1.52	-3.1
21a0fb	-1.26	-2.57
0be337	-1.09	-1.45
cac8b4	-0.31	-0.53
891bdb	0.38	0.43
943491	0.64	0.72
37c993	0.73	1.06
e2e68c	0.9	1.58
9b0a17	1.07	1.52

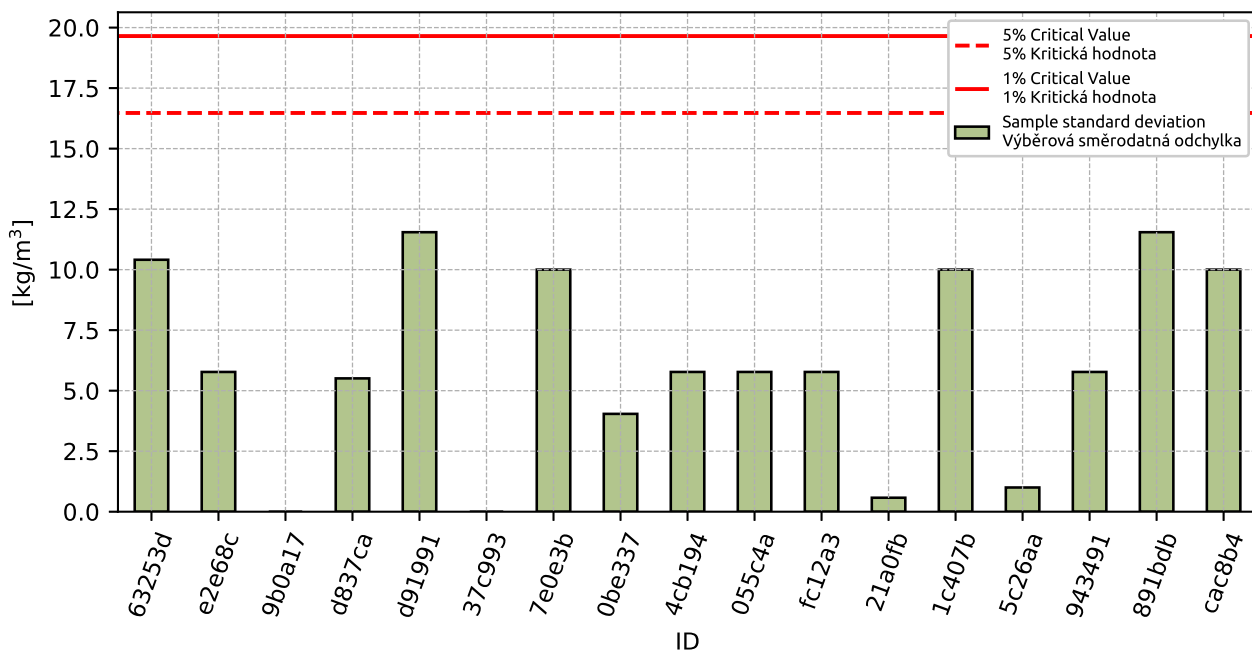
4 Příloha – ČSN EN 12350-6 (Stanovení objemové hmotnosti)

4.1 Výsledky zkoušek

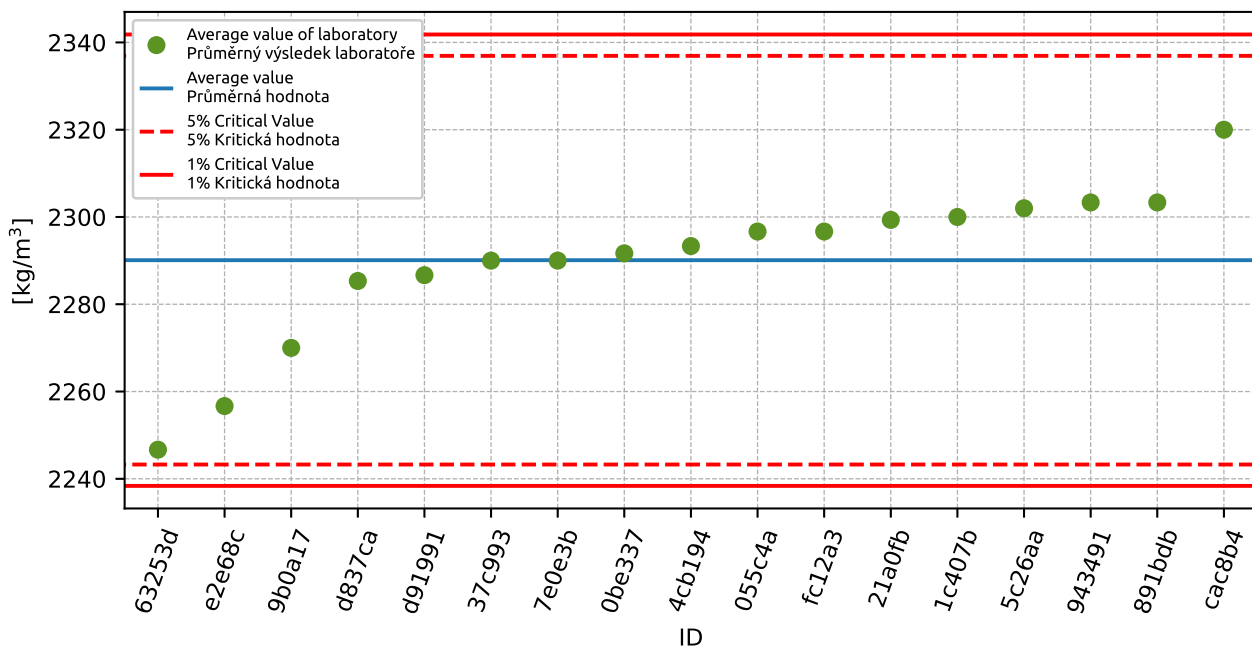
Tabulka 13: Výsledky zkoušek - seřazené podle průměrné hodnoty. Odlehlé hodnoty jsou označeny červeně. u_x - rozšířená nejistota účastníka; \bar{x} - aritmetický průměr; s_0 - výběrová směrodatná odchylka; V_x - variační koeficient

ID účastníka	Výsledky zkoušek [kg/m ³]			u_x [kg/m ³]	\bar{x} [kg/m ³]	s_0 [kg/m ³]	V_x [%]
63253d	2235	2250	2255	16.0	2247	10.4	0.46
e2e68c	2260	2250	2260	6.0	2257	5.8	0.26
9b0a17	2270	2270	2270	32.0	2270	0.0	0.0
d837ca	2279	2289	2288	16.0	2285	5.5	0.24
d91991	2300	2280	2280	-	2287	11.5	0.5
37c993	2290	2290	2290	37.0	2290	0.0	0.0
7e0e3b	2290	2300	2280	22.0	2290	10.0	0.44
0be337	2287	2294	2294	11.0	2292	4.0	0.18
4cb194	2290	2300	2290	10.0	2293	5.8	0.25
055c4a	2290	2300	2300	10.0	2297	5.8	0.25
fc12a3	2290	2300	2300	23.0	2297	5.8	0.25
21a0fb	2299	2299	2300	20.0	2299	0.6	0.03
1c407b	2310	2300	2290	11.0	2300	10.0	0.43
5c26aa	2302	2301	2303	20.0	2302	1.0	0.04
943491	2300	2310	2300	23.0	2303	5.8	0.25
891bdb	2310	2290	2310	30.0	2303	11.5	0.5
cac8b4	2310	2320	2330	20.0	2320	10.0	0.43

4.2 Numerické zhodnocení odlehklých hodnot

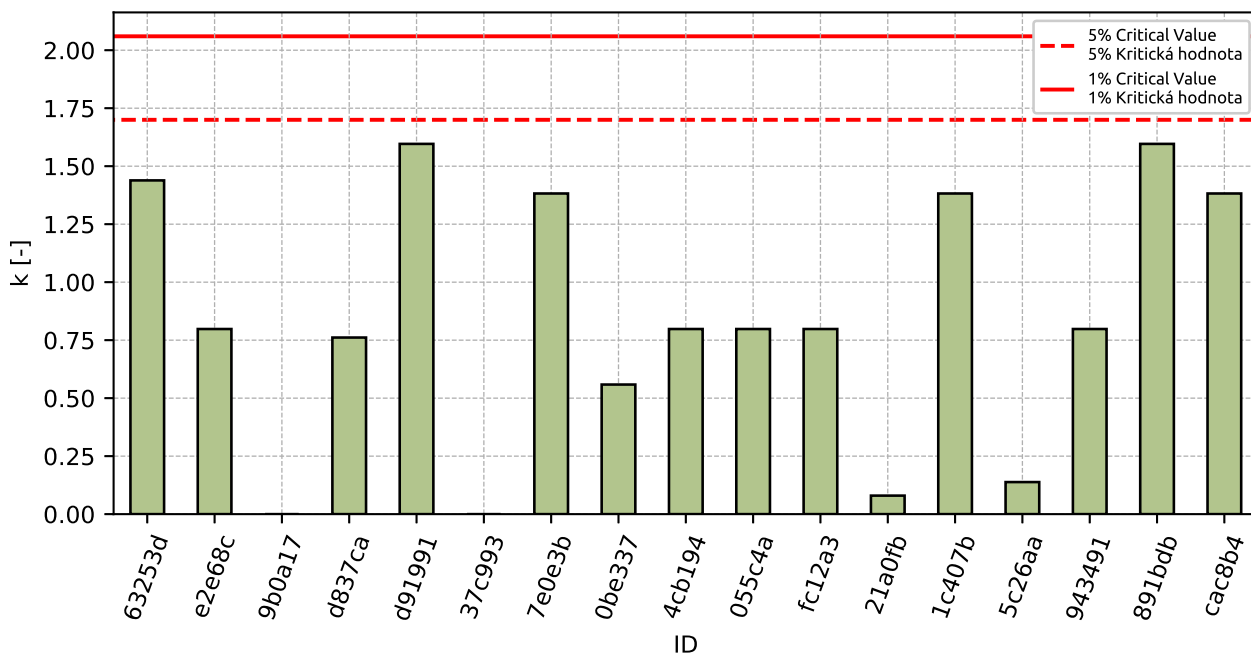


Obrázek 28: **Cochranův test** - výběrové směrodatné odchylky

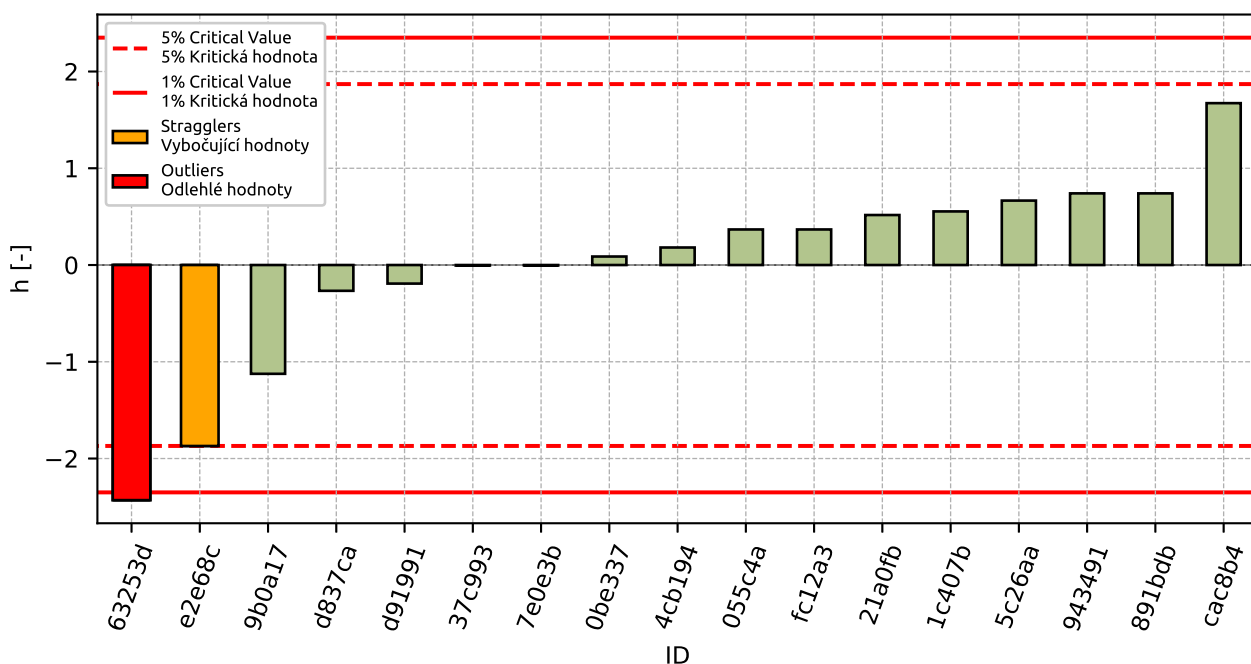


Obrázek 29: **Grubbsův test** - průměrné hodnoty

4.3 Mandelovy statistiky konzistence

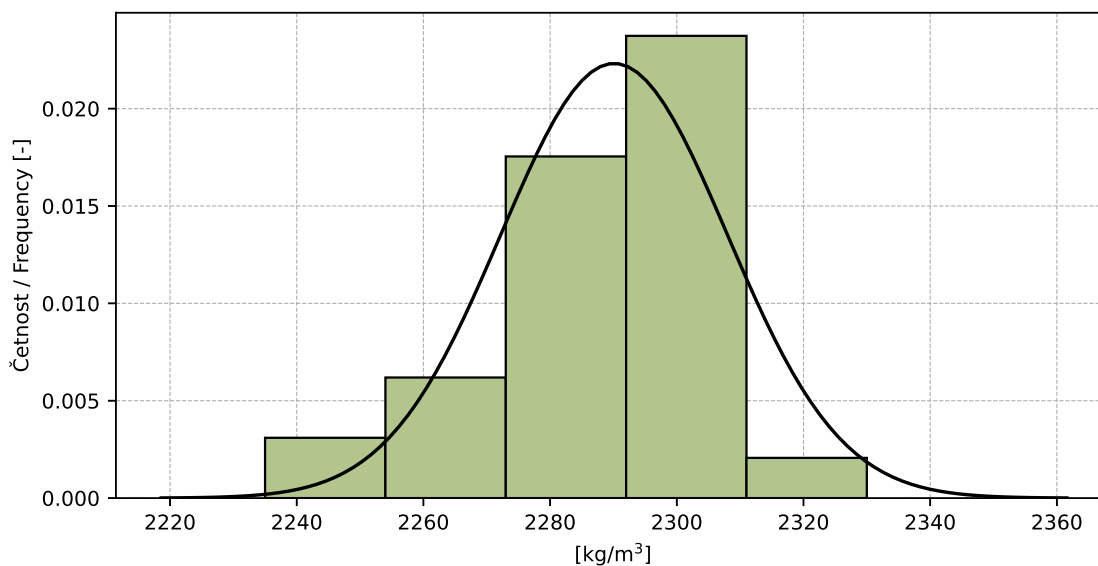


Obrázek 30: Vnitrolaboratorní statistika konzistence



Obrázek 31: Mezilaboratorní statistika konzistence

4.4 Popisné statistiky

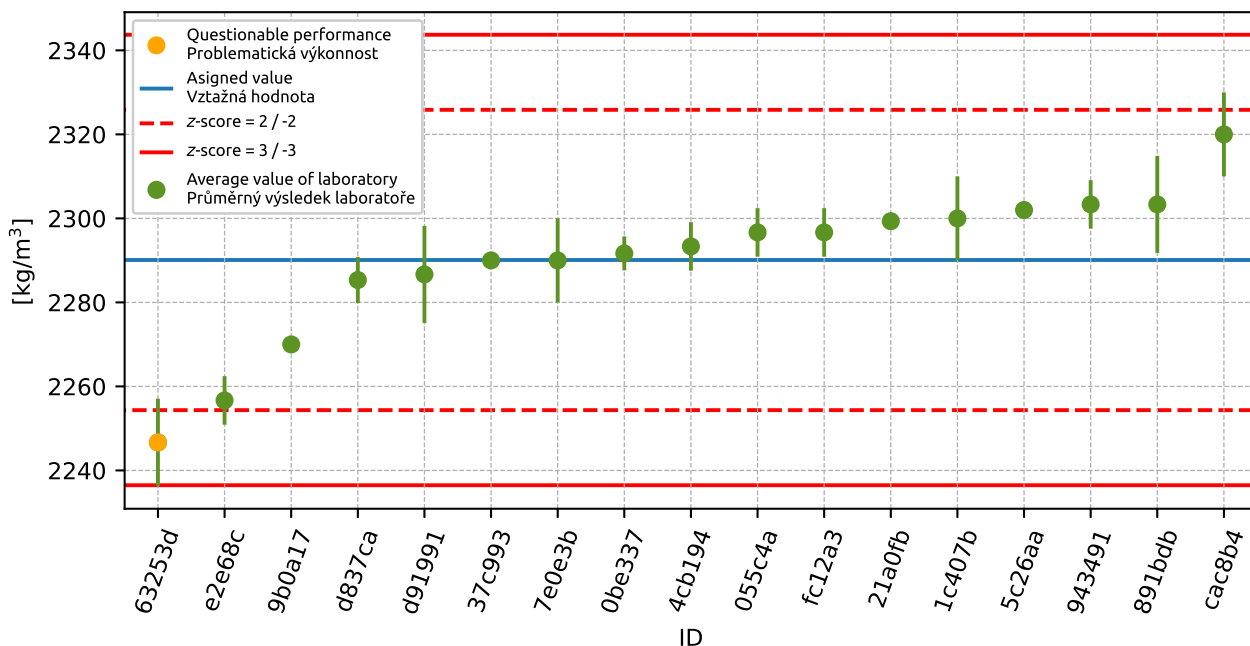


Obrázek 32: Histogram všech výsledků zkoušek

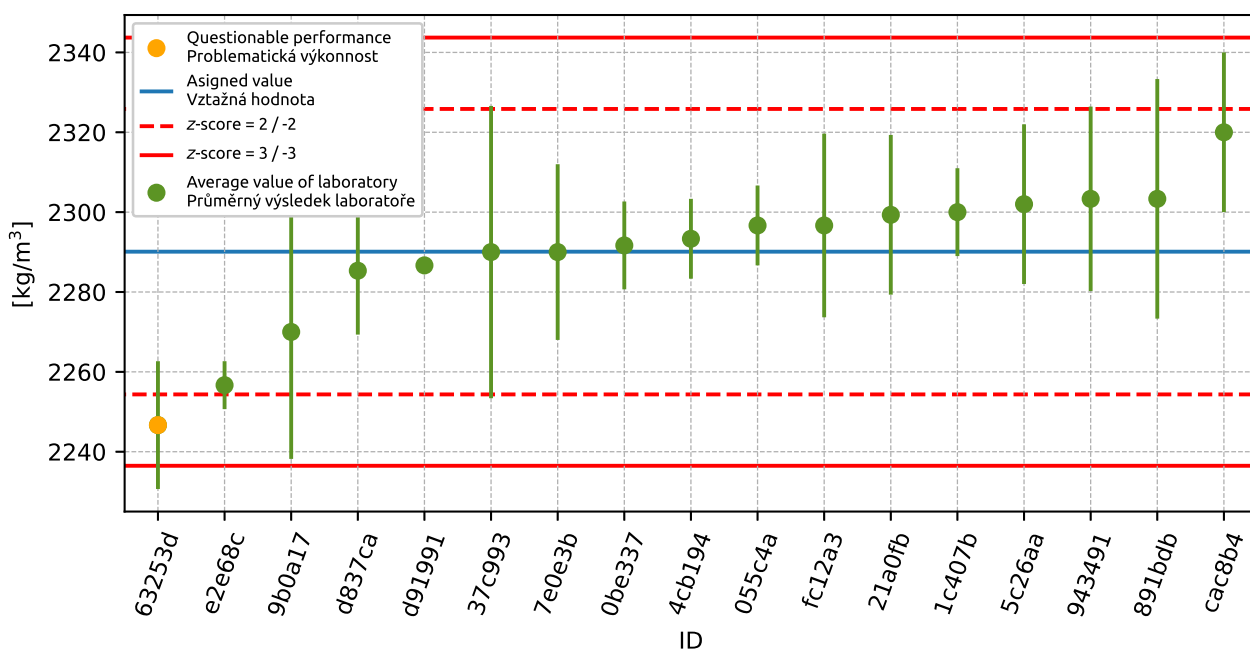
Tabulka 14: Popisné statistiky

Charakteristika	[kg/m ³]
Průměrná hodnota / Average value – \bar{x}	2290.0
Výběrová směrodatná odchylka / Sample standard deviation – s	17.9
Vztažná hodnota / Assigned value – x^*	2294.0
Robustní směrodatná odchylka / Robust standard deviation – s^*	11.9
Nejistota měření vztažné hodnoty / Measurement uncertainty of assigned value – u_X	3.6
p -hodnota testu normality / p -value of normality test	0.002 [-]
Mezilaboratorní sm. odch. / Interlaboratory standard deviation – s_L	17.4
Směrodatná odchylka opakovatelnosti / Repeatability standard deviation – s_r	7.2
Směrodatná odchylka reprodukovatelnosti / Reproducibility standard deviation – s_R	18.8
Opakovatelnost / Repeatability – r	20.0
Reprodukovatelnost / Reproducibility – R	53.0

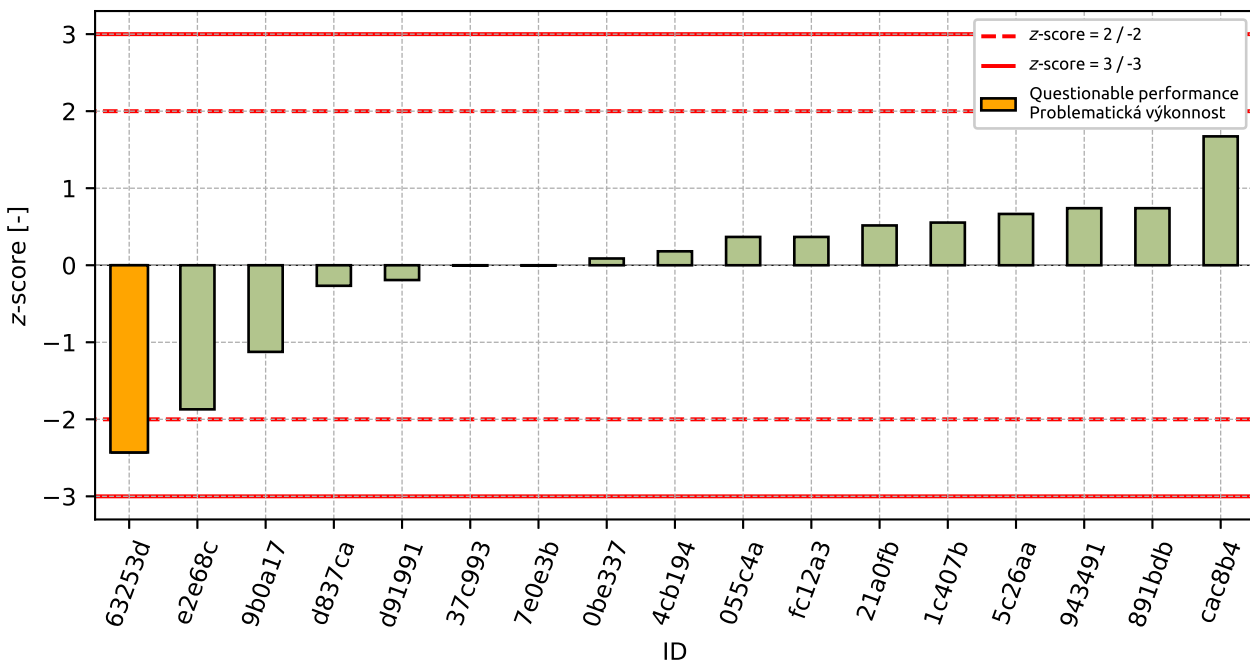
4.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků



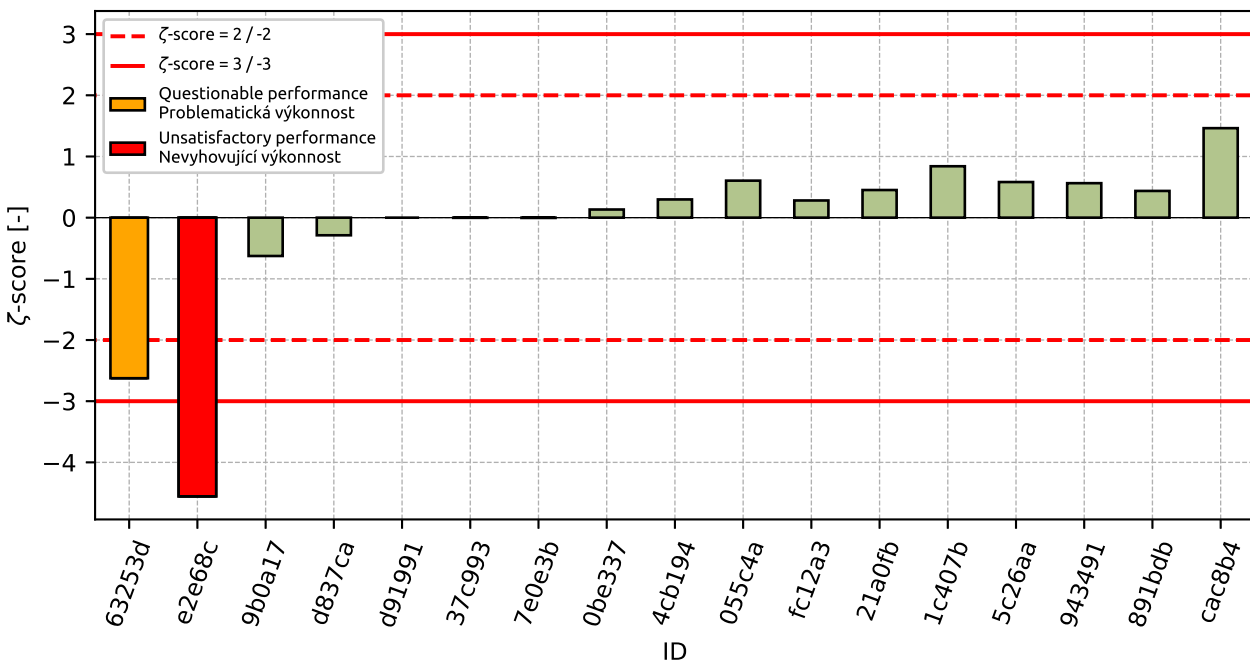
Obrázek 33: Graf průměrných hodnot výsledků zkoušek a výběrových směrodatných odchylek



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



Obrázek 35: z-score



Obrázek 36: zeta-score

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

ID	z-score [-]	ζ -score [-]
63253d	-2.43	-2.62
e2e68c	-1.87	-4.55
9b0a17	-1.12	-0.63
d837ca	-0.27	-0.29
d91991	-0.19	-
37c993	-0.01	-0.0
7e0e3b	-0.01	-0.0
0be337	0.09	0.13
4cb194	0.18	0.3
055c4a	0.37	0.61
fc12a3	0.37	0.28
21a0fb	0.52	0.45
1c407b	0.55	0.84
5c26aa	0.67	0.58
943491	0.74	0.56
891bdb	0.74	0.44
cac8b4	1.67	1.46

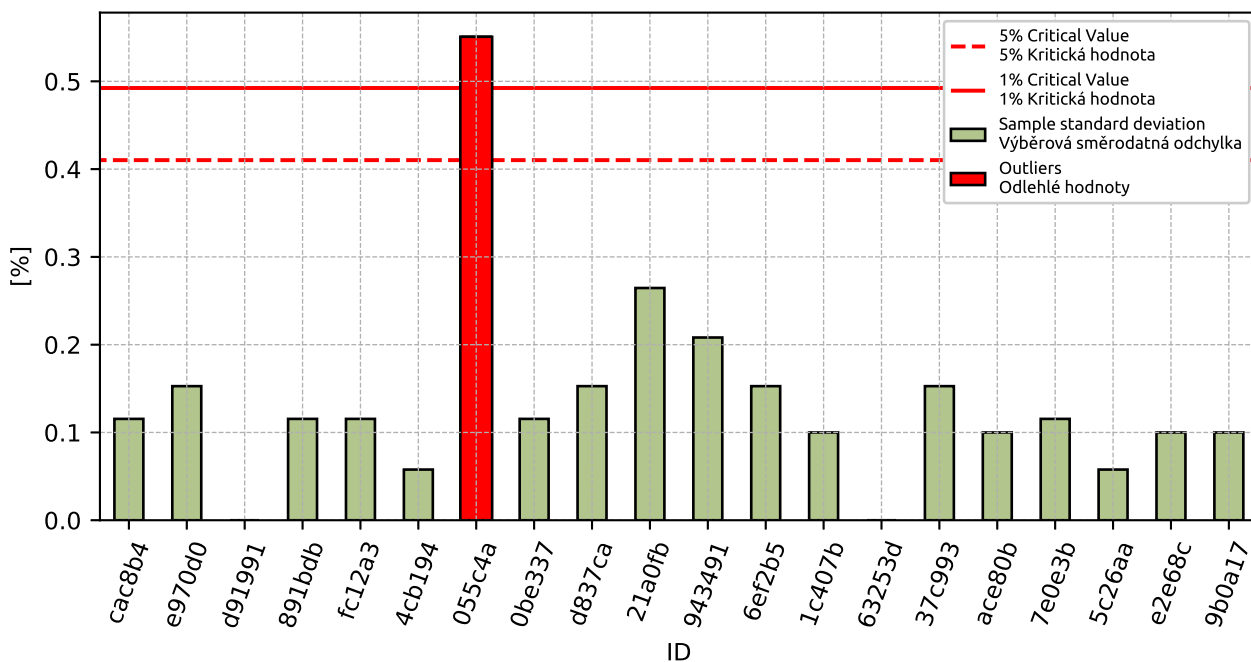
5 Příloha – ČSN EN 12350-7 (Stanovení obsahu vzduchu)

5.1 Výsledky zkoušek

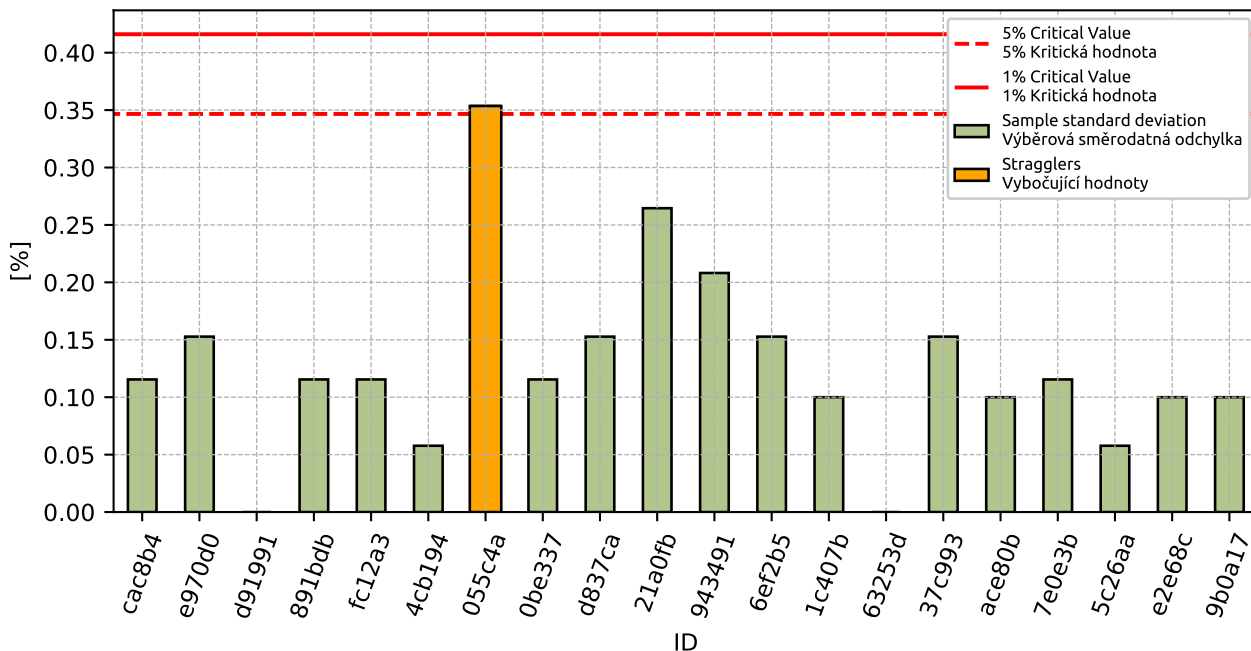
Tabulka 16: Výsledky zkoušek - seřazené podle průměrné hodnoty. Odlehlé hodnoty jsou označeny červeně. u_x - rozšířená nejistota účastníka; \bar{x} - aritmetický průměr; s_0 - výběrová směrodatná odchylka; V_x - variační koeficient

ID účastníka	Výsledky zkoušek			u_x [%]	\bar{x} [%]	s_0 [%]	V_x [%]
	[%]	[%]	[%]				
cac8b4	3.6	3.8	3.6	0.3	3.67	0.115	3.15
e970d0	3.9	3.8	4.1	0.4	3.93	0.153	3.88
d91991	4.0	4.0	4.0	-	4.0	0.0	0.0
891bdb	4.0	4.2	4.0	0.3	4.07	0.115	2.84
fc12a3	4.3	4.3	4.1	0.3	4.23	0.115	2.73
4cb194	4.2	4.3	4.2	0.2	4.23	0.058	1.36
055c4a	5.1	4.5	4.0	3.0	4.53	0.551	12.15
0be337	4.7	4.5	4.5	0.7	4.57	0.115	2.53
d837ca	4.8	4.5	4.6	0.6	4.63	0.153	3.3
21a0fb	4.4	4.8	4.9	0.5	4.7	0.265	5.63
943491	5.0	4.7	4.6	0.27	4.77	0.208	4.37
6ef2b5	4.6	4.8	4.9	0.4	4.77	0.153	3.2
1c407b	5.0	4.8	4.9	0.7	4.9	0.1	2.04
63253d	4.9	4.9	4.9	0.5	4.9	0.0	0.0
37c993	4.8	5.1	4.9	0.3	4.93	0.153	3.1
ace80b	5.2	5.0	5.1	0.5	5.1	0.1	1.96
7e0e3b	5.2	5.2	5.0	0.5	5.13	0.115	2.25
5c26aa	5.2	5.1	5.2	0.5	5.17	0.058	1.12
e2e68c	5.1	5.2	5.3	0.5	5.2	0.1	1.92
9b0a17	5.3	5.4	5.5	0.1	5.4	0.1	1.85

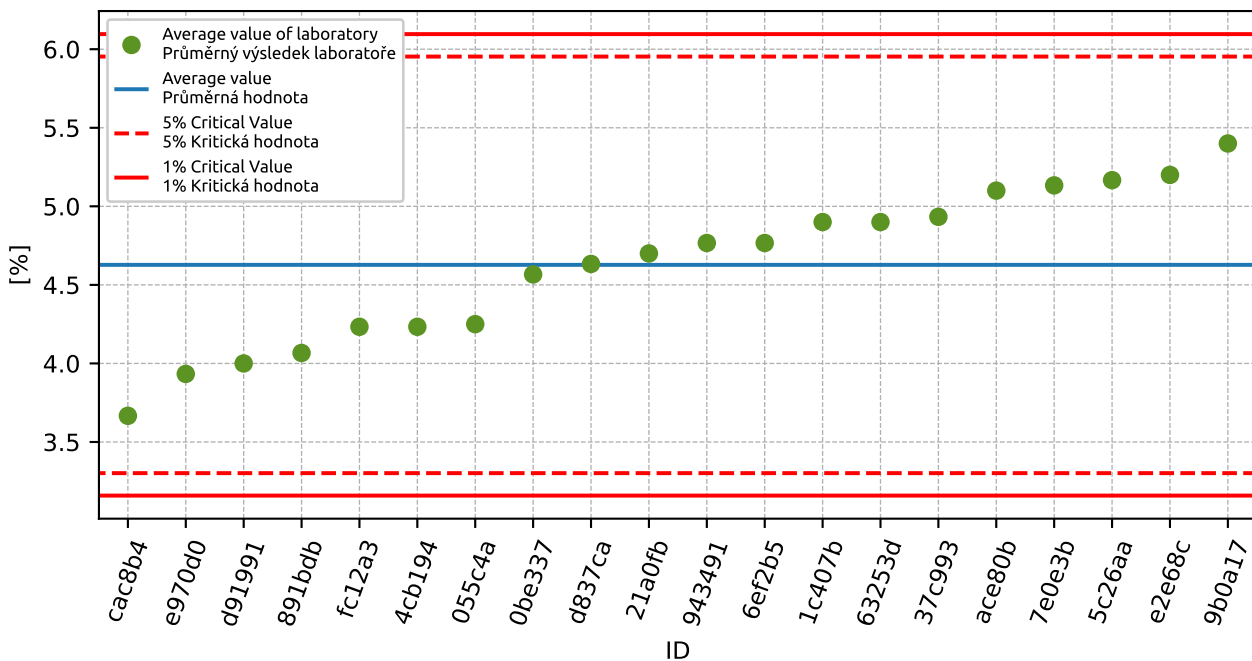
5.2 Numerické zhodnocení odlehlých hodnot



Obrázek 37: **Cochranův test** - výběrové směrodatné odchytky

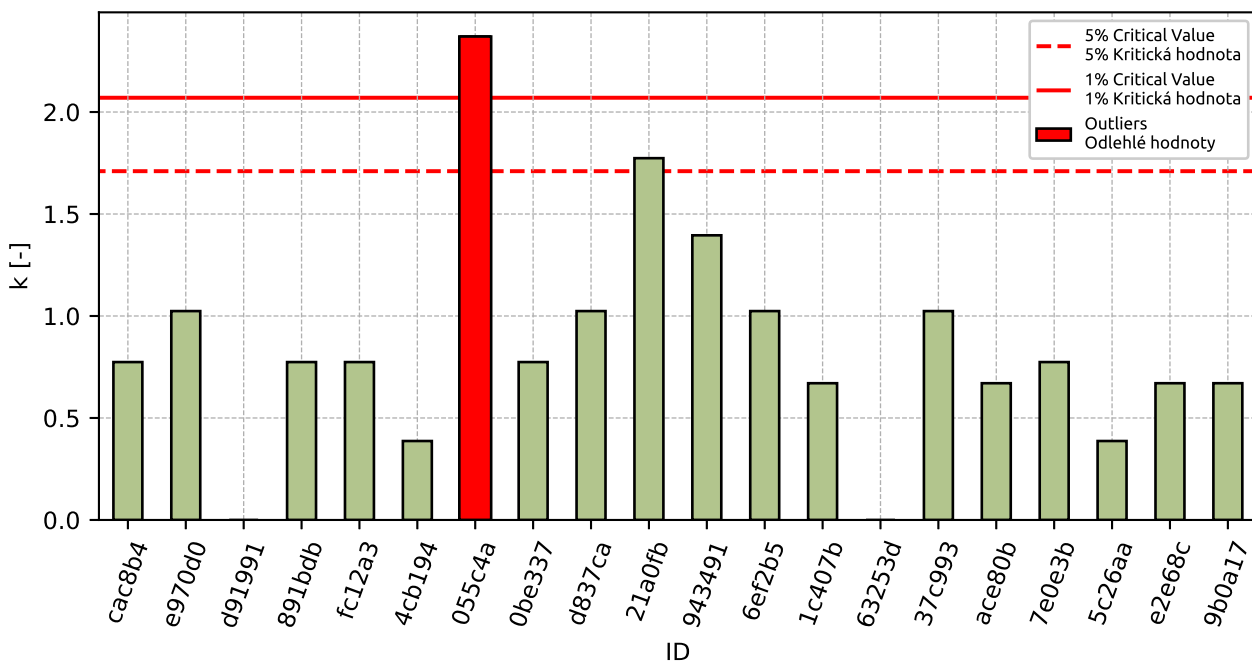


Obrázek 38: **Cochranův test** - výběrové směrodatné odchytky po vyřazení odlehlých hodnot

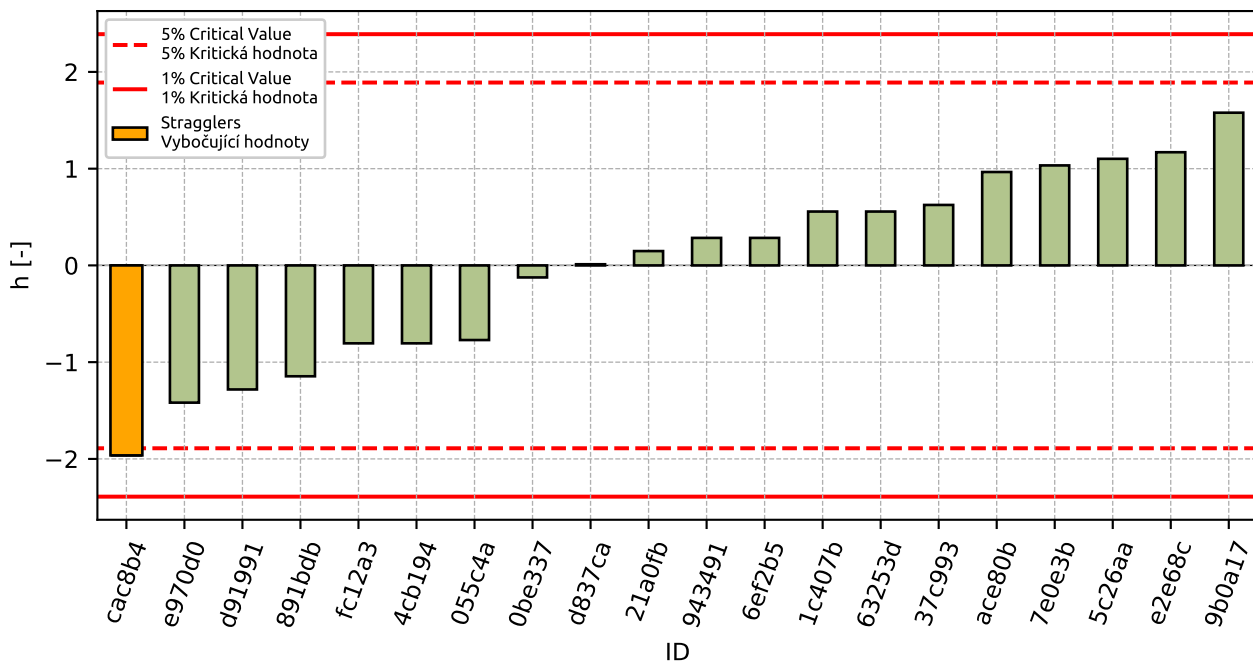


Obrázek 39: Grubbsův test – průměrné hodnoty

5.3 Mandelovy statistiky konzistence

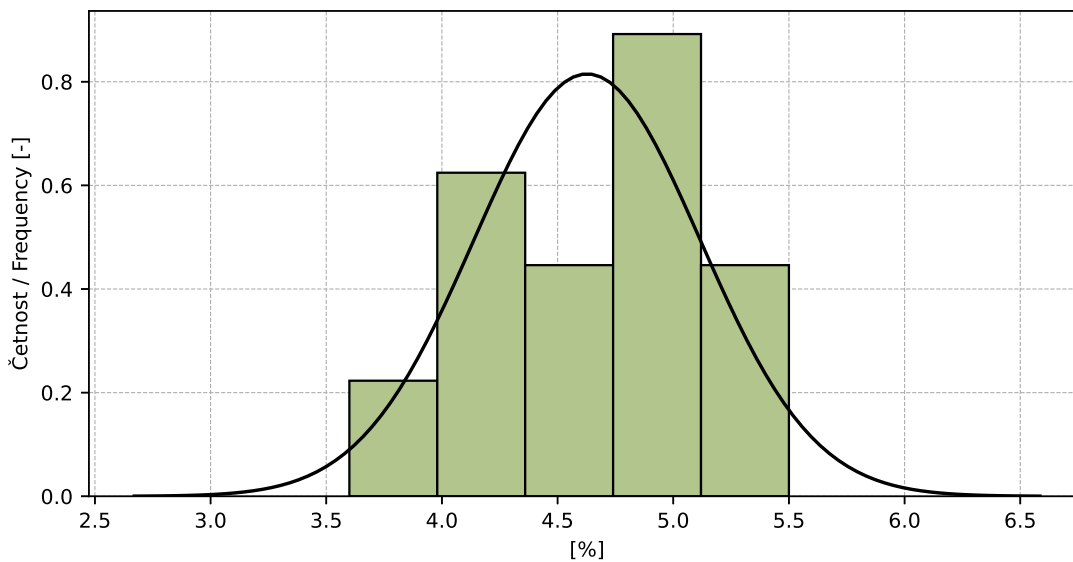


Obrázek 40: Vnitrolaboratorní statistika konzistence



Obrázek 41: Mezilaboratorní statistika konzistence

5.4 Popisné statistiky

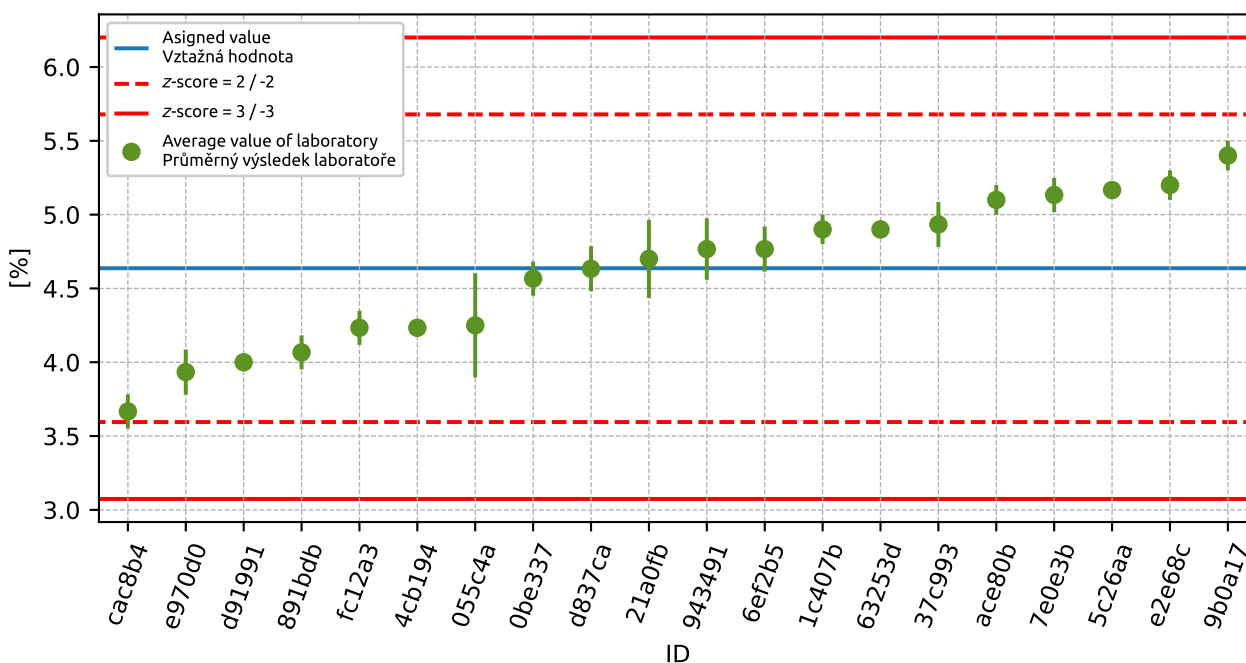


Obrázek 42: Histogram všech výsledků zkoušek

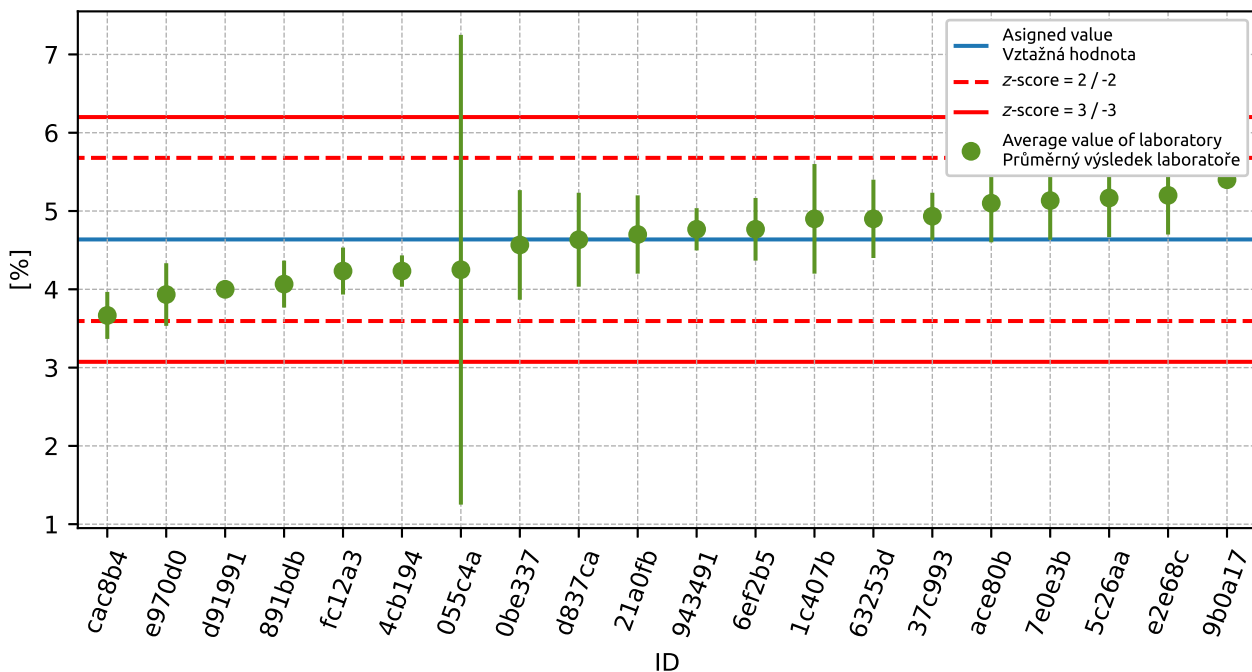
Tabulka 17: Popisné statistiky

Charakteristika	[%]
Průměrná hodnota / Average value – \bar{x}	4.63
Výběrová směrodatná odchylka / Sample standard deviation – s	0.489
Vztažná hodnota / Assigned value – x^*	4.64
Robustní směrodatná odchylka / Robust standard deviation – s^*	0.521
Nejistota měření vztažné hodnoty / Measurement uncertainty of assigned value – u_X	0.146
p -hodnota testu normality / p -value of normality test	1.0 [-]
Mezilaboratorní sm. odch. / Interlaboratory standard deviation – s_L	0.482
Směrodatná odchylka opakovatelnosti / Repeatability standard deviation – s_r	0.149
Směrodatná odchylka reprodukovatelnosti / Reproducibility standard deviation – s_R	0.504
Opakovatelnost / Repeatability – r	0.42
Reprodukovatelnost / Reproducibility – R	1.41

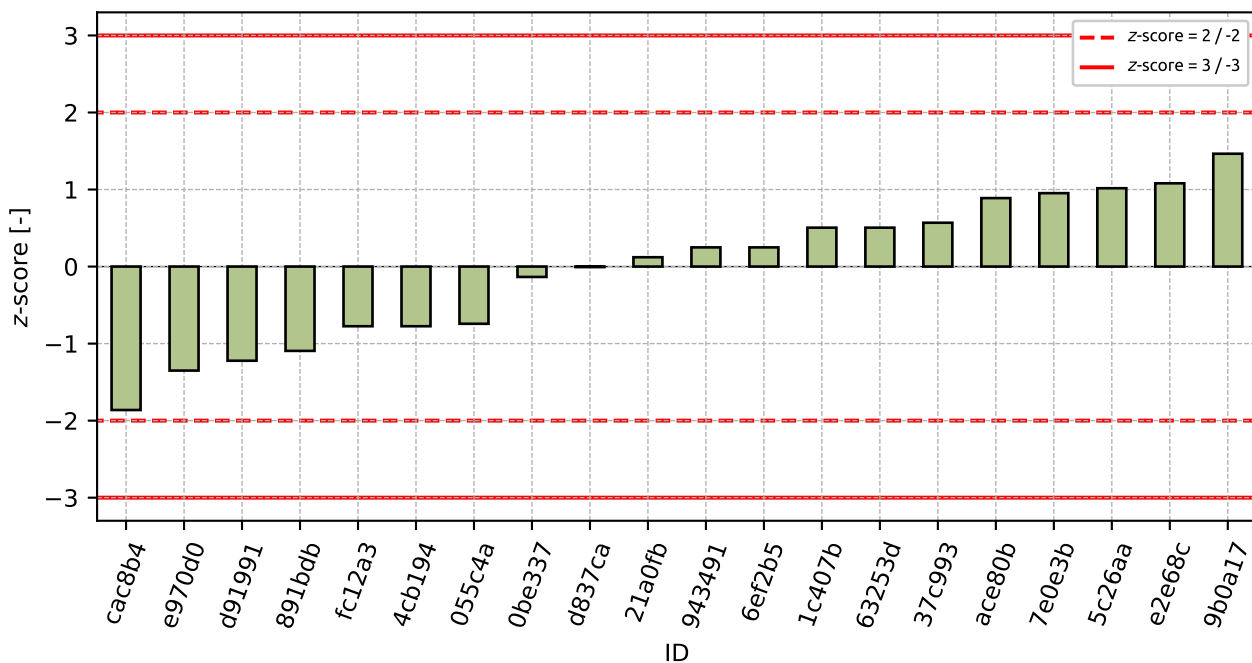
5.5 Vyhodnocení výkonosti účastníků



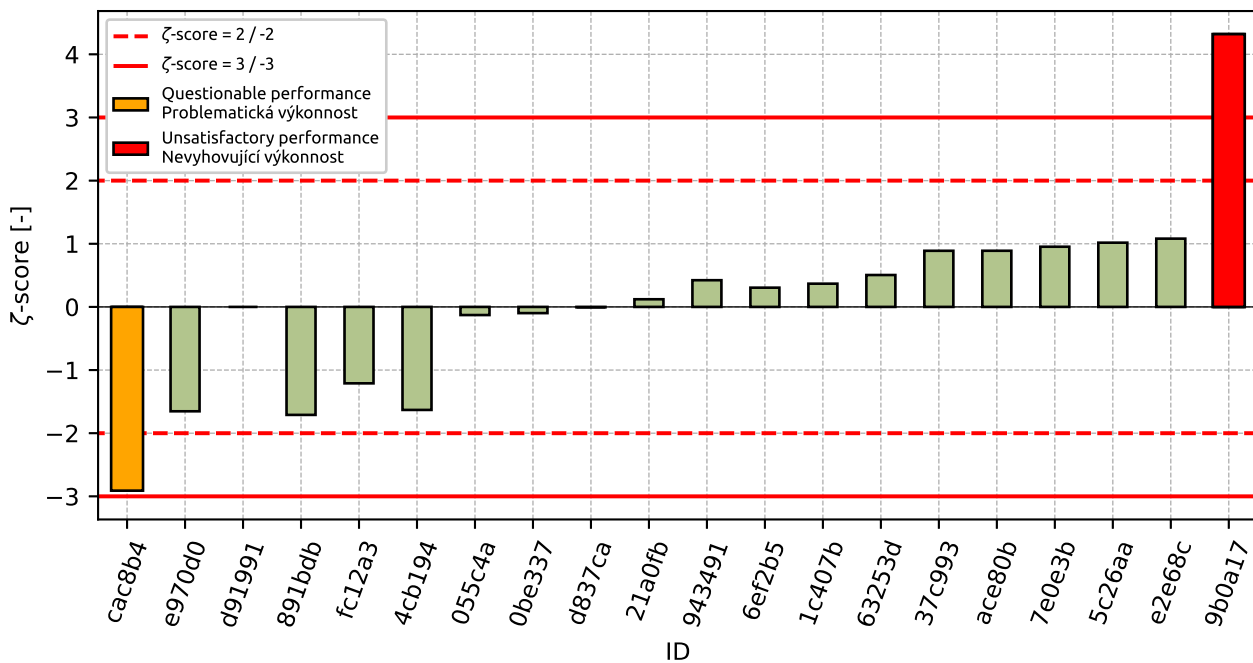
Obrázek 43: Graf průměrných hodnot výsledků zkoušek a výběrových směrodatných odchylek



Obrázek 44: Graf průměrných hodnot výsledků zkoušek a rozšířených nejistot měření



Obrázek 45: z-score

Obrázek 46: ζ -scoreTabulka 18: Výsledné hodnoty z-score a ζ -score

ID	z-score [-]	ζ -score [-]
cac8b4	-1.86	-2.91
e970d0	-1.35	-1.65
d91991	-1.22	-
891bdb	-1.09	-1.71
fc12a3	-0.77	-1.21
4cb194	-0.77	-1.63
055c4a	-0.74	-0.13
0be337	-0.13	-0.1
d837ca	-0.01	-0.01
21a0fb	0.12	0.12
943491	0.25	0.42
6ef2b5	0.25	0.3
1c407b	0.5	0.37
63253d	0.5	0.51
37c993	0.57	0.89
ace80b	0.89	0.89
7e0e3b	0.95	0.95
5c26aa	1.02	1.02
e2e68c	1.08	1.08
9b0a17	1.46	4.32