



ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA EXPERIMENTU PRECIZNOSTI

**Program zkoušení způsobilosti
Zkoušení čerstvého betonu
ZČB 2019/2**

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

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

Vydání: 29. 10. 2019

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)	13
3 Příloha – ČSN EN 12350-5 (Zkouška rozlitím)	14
3.1 Výsledky zkoušek	14
3.2 Numerické zhodnocení odlehlých 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 odlehlých hodnot	20
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 odlehlých 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. 10. 2019 byl Poskytovatelem zkoušení způsobilosti při SZK FAST (PoZZ) a firmou BETOTECH s. r. o. uspořádán program zkoušení způsobilosti (PrZZ) s označením ZČB 2019/2, 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, 2009. [1]
2. **ČSN EN 12350-4:** Zkoušení čerstvého betonu - Část 4: Stupeň zhutnitelnosti, 2009. [2]
3. **ČSN EN 12350-5:** Zkoušení čerstvého betonu - Část 5: Zkouška rozlitím, 2009. [3]
4. **ČSN EN 12350-6:** Zkoušení čerstvého betonu - Část 6: Objemová hmotnost, 2009. [4]
5. **ČSN EN 12350-7:** Zkoušení čerstvého betonu - Část 7: Obsah vzduchu - Tlakové metody, 2009. [5]
6. **ČSN EN 12350-8:** Zkoušení čerstvého betonu - Část 8: Samozhutnitelný beton - Zkouška sednutí-rozlitím, 2010. [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 10. 10. 2019 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 19 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
208cbb	X	-	X	X	X	-	-	-	-	-
0eb69d	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
bf11d0	X	-	-	-	X	-	-	-	-	-
6b0200	X	-	-	-	X	-	-	-	-	-
6d9a73	X	-	-	X	X	-	-	-	-	-
cce1a5	X	-	X	X	X	-	-	-	-	-
6a2bb6	X	-	X	X	X	-	-	-	-	-
017a75	X	-	-	X	X	-	-	-	-	-
3da6ad	X	-	X	X	X	-	-	-	-	-
b7cc94	X	-	X	X	X	-	-	-	-	-
d11bf6	X	-	-	X	X	-	-	-	-	-
1e81ac	X	-	X	X	X	-	-	-	-	-
2b67f2	X	-	-	X	X	-	-	-	-	-
2b68df	X	-	-	X	X	-	-	-	-	-
540602	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75162c	X	-	X	X	X	-	-	-	-	-
01e1f1	X	-	-	X	X	-	-	-	-	-
2de2f8	X	-	X	X	X	-	-	-	-	-

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

Subjekt	Adresa	Číslo AZL
BETONTEST, spol. s r. o.	Trnkova 162, Brno, 62800, Česká republika	1116
BETOTECH, s.r.o.	Beroun 660, BEROUN, 266 01, Česká republika	1195.2
BETOTECH, s.r.o.	Beroun 660, Beroun, 266 01, Česká republika	1195.3
CEMEX Czech Republic, s.r.o.	Semtín 102, Pardubice, 53354, Česká republika	1302
CONSULTEST s.r.o. (ZL Napajedla)	Veveří 95, Brno, 662 37, Česká republika	1211
CONSULTEST s.r.o. (ZL Znojmo)	Veveří 95, Brno, 662 37, Česká republika	-
CRH (Slovensko) a. s., 906 38 Rohožník	CRH (Slovensko) a. s., Rohožník, 906 38, Slovenská republika	426/S-313
Dobrovolný laboratoř s.r.o.	bratří Mrštíků 315/15, Brno, 61400, Česká republika	-
GEOSTAR, spol. s r.o.	Tuřanka 240/111, Brno, 62700, Česká republika	1373
STACHEMA Bratislava a.s.	Železničná 714/180, Rovinka, 900 41, Slovenská republika	S-275
Slovenská správa ciest	M. Rázusa 104/A, Žilina, 010 01, Česká republika	181/S-322
TZÚS Praha, s.p. - pobočka České Budějovice	Nemanická 441, České Budějovice, 37010, Česká republika	1018.3
Technický a zkušební ústav stavební Praha, s.p.	Hněvkovského 77, Brno, 617 00, Česká republika	1018.3
Technický a zkušební ústav stavební Praha, s.p. (pobočka Ostrava)	U Studia 14, Ostrava - Zábřeh, 700 30, Česká republika	1018.3

Subjekt	Adresa	Číslo AZL
Teststav spol s r.o.	Františka Lýska 1599/6, Ostrava - Bělský Les, 700 30, Česká republika	1290
Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Akreditovaná zkušební laboratoř při ÚTHD FAST VUT v Brně	Veveří 331/95, Brno, 60200, Česká republika	L1396
Ředitelství silnic a dálnic ČR	Rebešovická 40, Brno-Chrlice, 643 00, Česká republika	1072
ŽPSV s.r.o.	Třebízského 207, Uherský Ostroh, 687 24, Česká republika	1041

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 2019/2(PrZZ) pořádaného Poskytovatelem zkoušení způsobilosti při SZK FAST. PrZZ se zúčastnilo celkem 19 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. Pokud zde není zkušební postup uveden, nebyl v rámci tohoto PrZZ otevřen pro nedostatečný počet účastníků.

Tabulka 4: Vyhodnocení výkonnosti a odlehlosti účastníků.

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

ID / Zkouška	1	3	4	5
208cbb	✓	✓	✓	✓
0eb69d	-	-	-	✓
bf11d0	✓	-	-	✓
6b0200	✓	-	-	✓
6d9a73	✓	-	✓	✓
cce1a5	✓	✓	✓	✓
6a2bb6	?	✓	✓	✓
017a75	✓	-	✓	✓
3da6ad	✓	✓	✓	✓
b7cc94	✓	✓	✓	✓
d11bf6	✓	-	✓	✓
1e81ac	✓	✓	X	?
2b67f2	✓	-	✓	✓
2b68df	✓	-	✓	✓
540602	✓	-	-	-
75162c	✓	✓	✓	✓
01e1f1	✓	-	✓	✓
2de2f8	?	✓	✓	✓

Odkazy

- [1] ČSN EN 12350-2. *Zkoušení čerstvého betonu - Část 2: Zkouška sednutím*. 2019.
- [2] ČSN EN 12350-4. *Zkoušení čerstvého betonu - Část 4: Stupeň zhutnitelnosti*. 2019.
- [3] ČSN EN 12350-5. *Zkoušení čerstvého betonu - Část 5: Zkouška rozlitím*. 2019.
- [4] ČSN EN 12350-6. *Zkoušení čerstvého betonu - Část 6: Objemová hmotnost*. 2009.
- [5] ČSN EN 12350-7. *Zkoušení čerstvého betonu - Část 7: Obsah vzduchu - Tlakové metody*. 2019.
- [6] ČSN EN 12350-8. *Zkoušení čerstvého betonu - Část 8: Samozhutnitelný beton - Zkouška sednutí-rozlitím*. 2019.
- [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. *Beton - Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda*. 2014.
- [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.

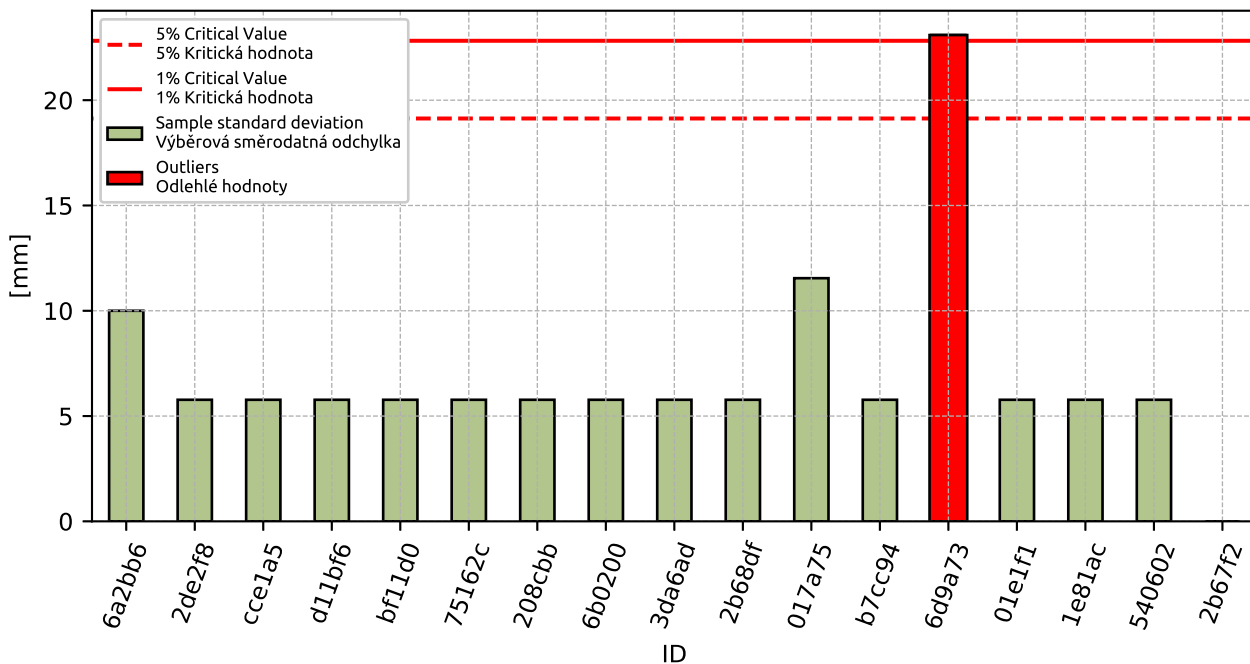
1 Příloha – ČSN EN 12350-2 (Zkouška sednutím)

1.1 Výsledky zkoušek

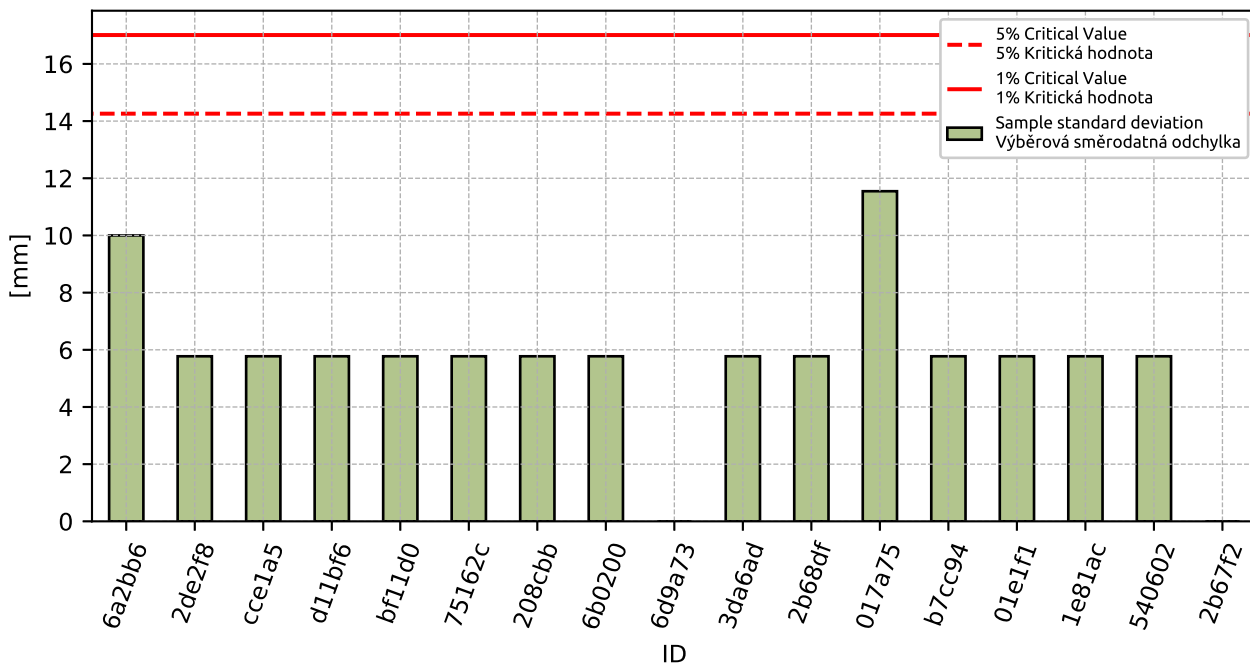
Tabulka 4: Výsledky zkoušek - seřazené podle průměrné hodnoty. Odlehlé hodnoty jsou označeny červeně. u_x - rozšířená nejistota účastníka; \bar{x} - aritmetický průměr; s_0 - výběrová směrodatná odchylka; V_x - variační koeficient

ID účastníka	Výsledky zkoušek [mm]			u_x [mm]	\bar{x} [mm]	s_0 [mm]	V_x [%]
6a2bb6	110	100	90	10.0	100.0	10.0	10.0
2de2f8	110	100	100	20.0	103.0	5.8	5.59
cce1a5	120	110	110	10.0	113.0	5.8	5.09
d11bf6	120	120	110	25.0	117.0	5.8	4.95
bf11d0	130	120	120	5.0	123.0	5.8	4.68
75162c	130	120	120	10.0	123.0	5.8	4.68
208cbb	120	130	130	16.0	127.0	5.8	4.56
6b0200	130	130	120	10.0	127.0	5.8	4.56
3da6ad	140	130	130	-	133.0	5.8	4.33
2b68df	140	140	130	16.0	137.0	5.8	4.22
017a75	150	130	130	5.0	137.0	11.5	8.45
b7cc94	140	130	140	4.0	137.0	5.8	4.22
6d9a73	170	130	130	7.0	143.0	23.1	16.11
01e1f1	150	150	140	10.0	147.0	5.8	3.94
1e81ac	150	150	140	5.0	147.0	5.8	3.94
540602	150	150	140	11.0	147.0	5.8	3.94
2b67f2	150	150	150	-	150.0	0.0	0.0

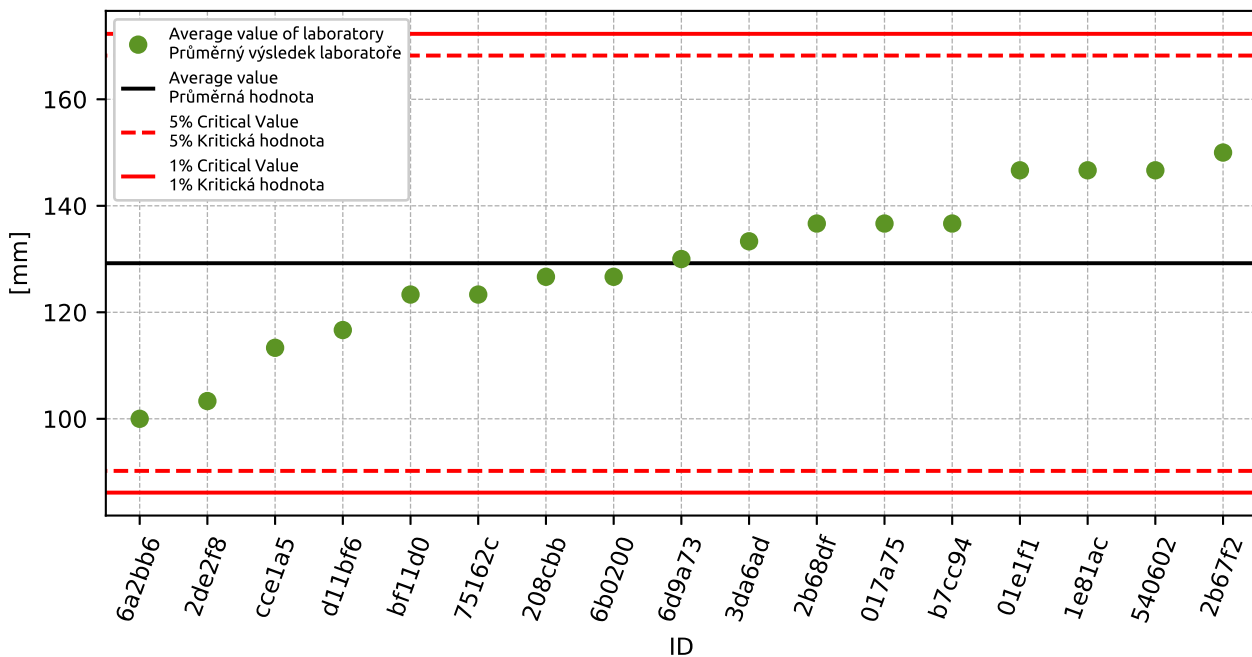
1.2 Numerické zhodnocení odlehých hodnot



Obrázek 1: Cochranův test - výběrové směrodatné odchytky

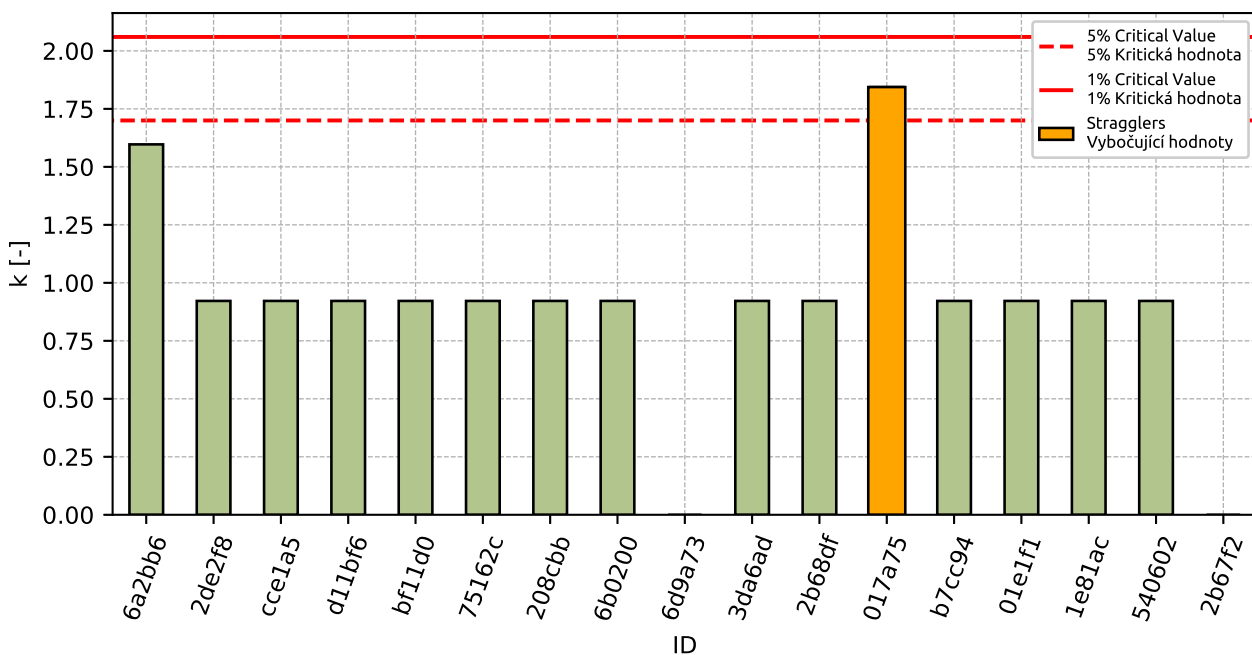


Obrázek 2: Cochranův test - výběrové směrodatné odchytky po vyřazení odlehých hodnot

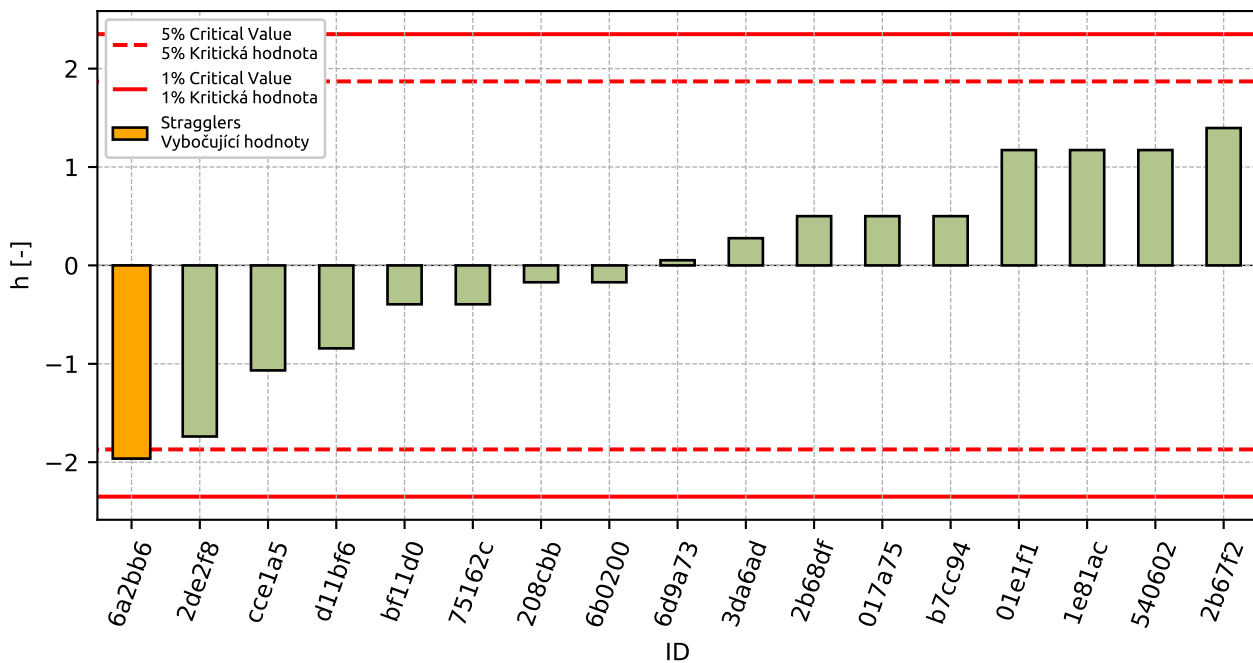


Obrázek 3: Grubbsův test – průměrné hodnoty

1.3 Mandelovy statistiky konzistence

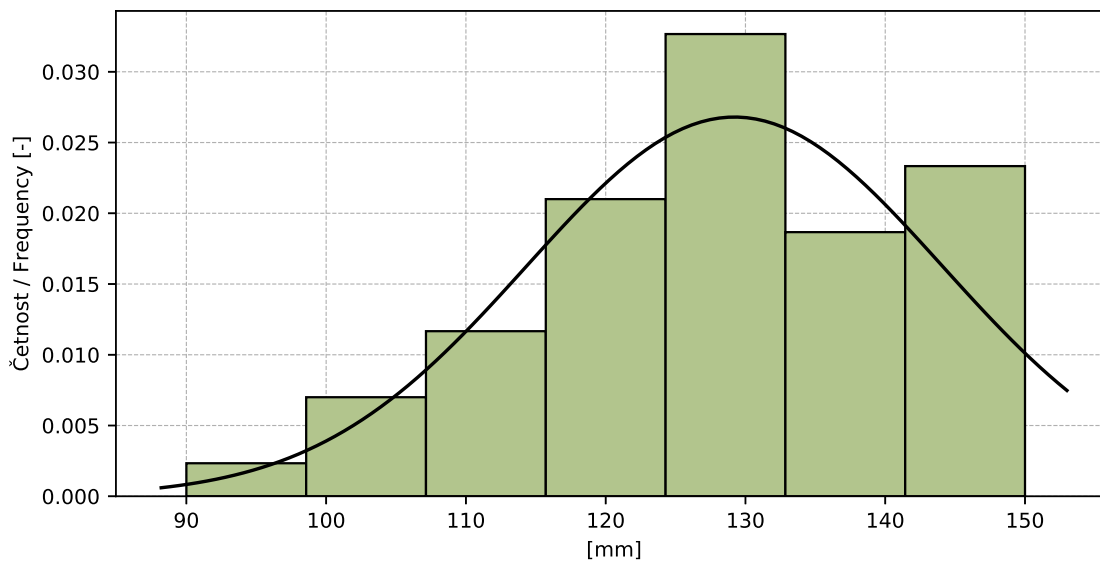


Obrázek 4: Vnitrolaboratorní statistika konzistence



Obrázek 5: Mezilaboratorní statistika konzistence

1.4 Popisné statistiky

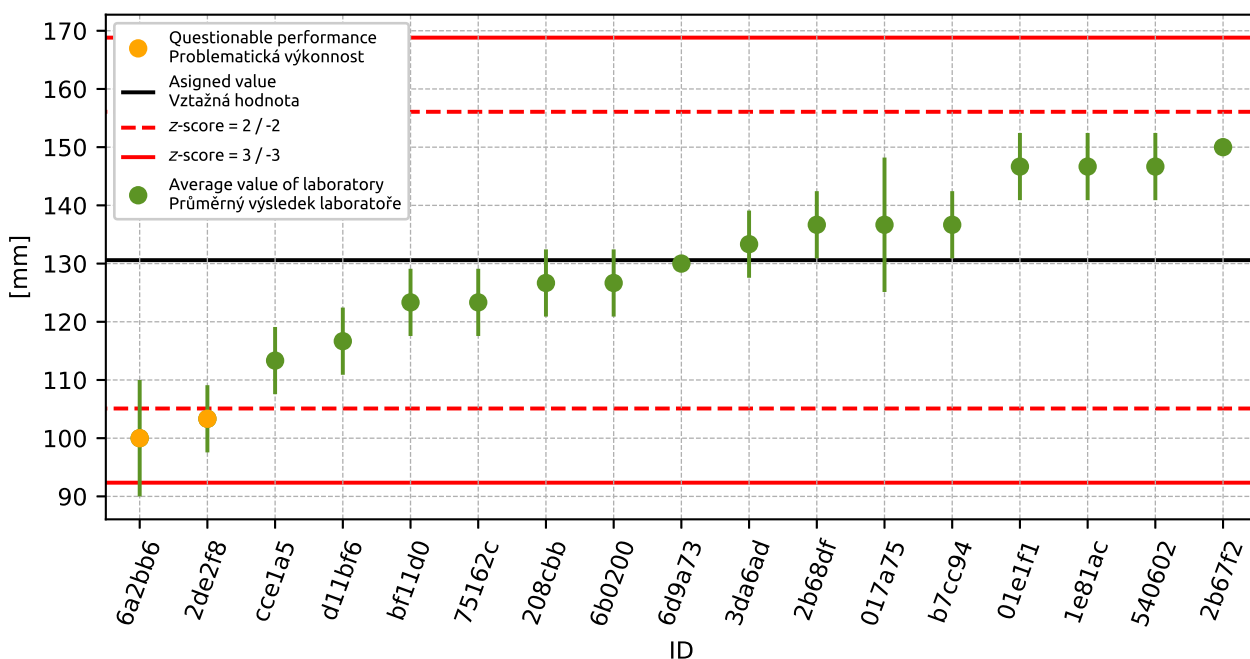


Obrázek 6: Histogram všech výsledků zkoušek

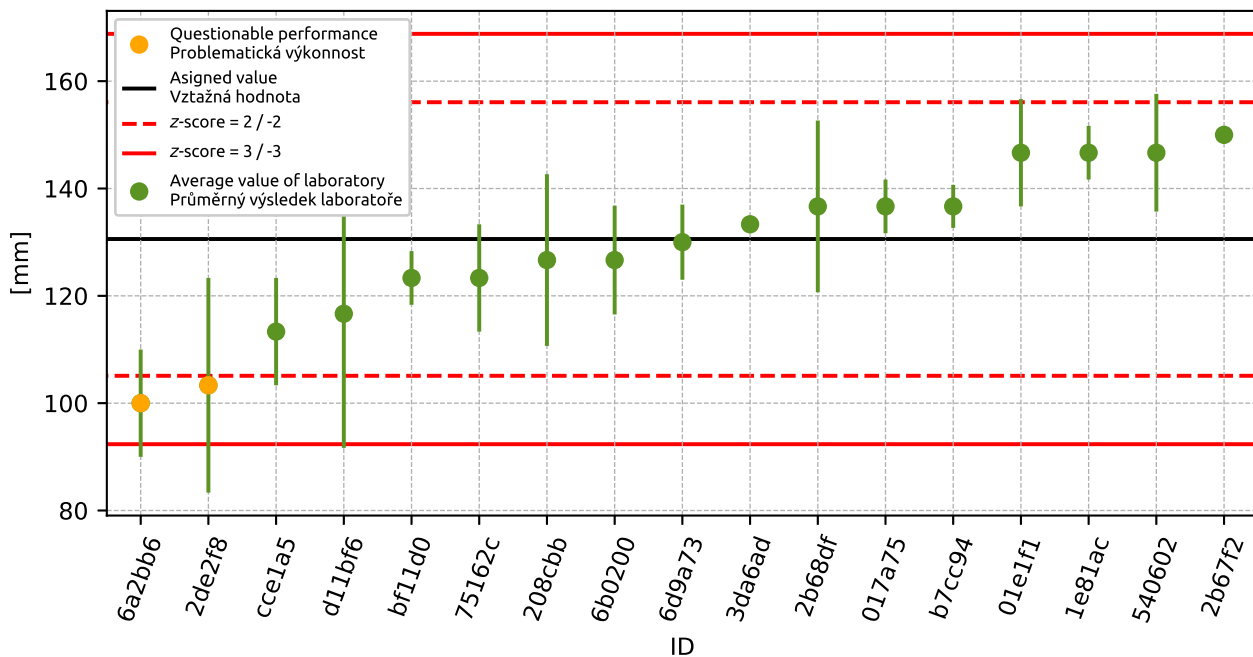
Tabulka 5: Popisné statistiky

Charakteristika	[mm]
Průměrná hodnota / Average value – \bar{x}	129.0
Výběrová směrodatná odchylka / Sample standard deviation – s	14.9
Vztažná hodnota / Assigned value – x^*	131.0
Robustní směrodatná odchylka / Robust standard deviation – s^*	12.7
Nejistota měření vztažné hodnoty / Measurement uncertainty of assigned value – u_X	3.9
Mezilaboratorní sm. odch. / Interlaboratory standard deviation – s_L	14.4
Směrodatná odchylka opakovatelnosti / Repeatability standard deviation – s_r	6.3
Směrodatná odchylka reprodukovatelnosti / Reproducibility standard deviation – s_R	15.7
Opakovatelnost / Repeatability – r	18.0
Reprodukovatelnost / Reproducibility – R	44.0

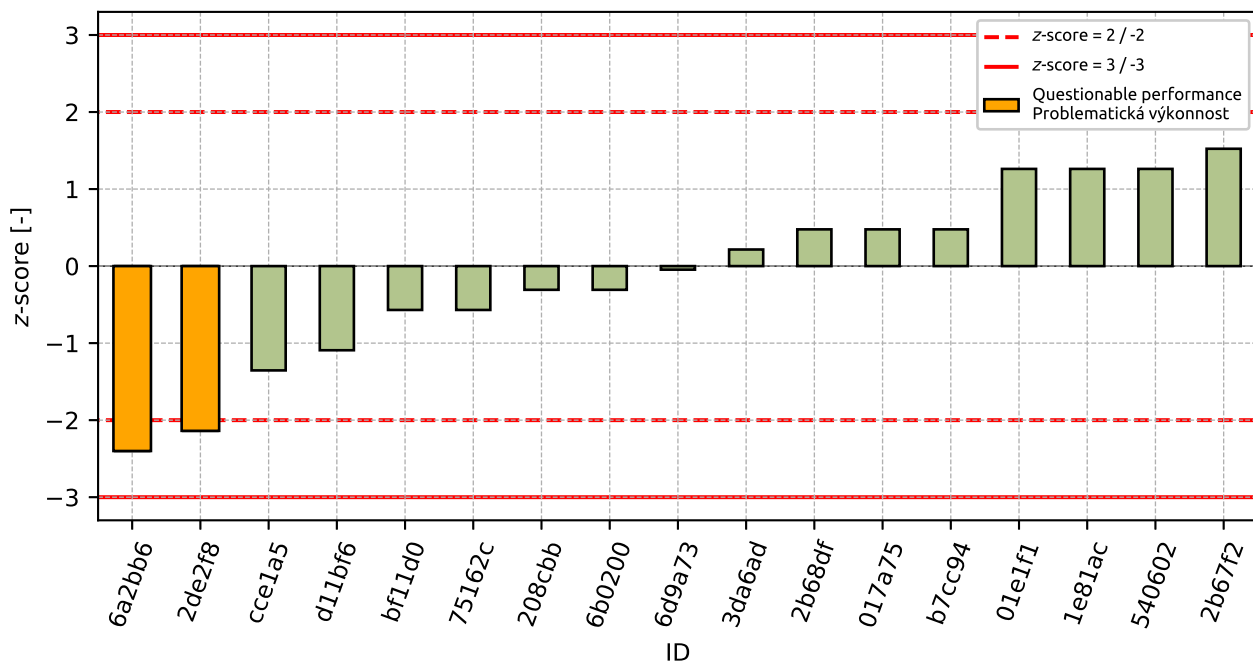
1.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků



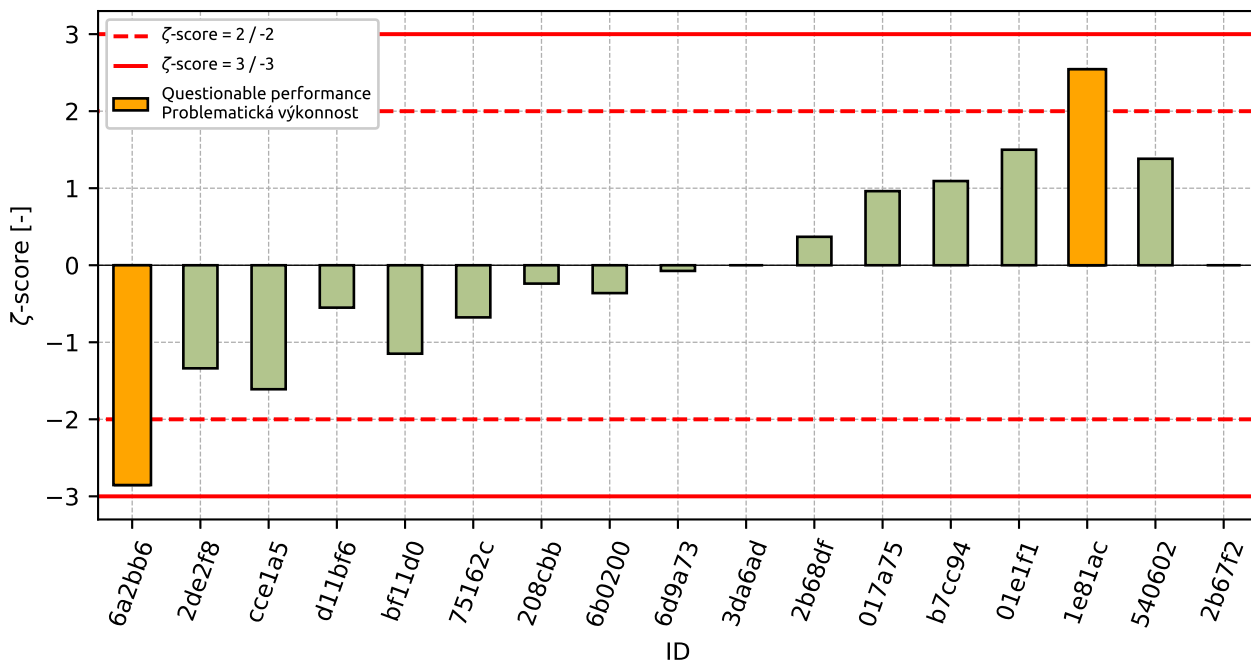
Obrázek 7: Graf průměrných hodnot výsledků zkoušek a výběrových směrodatných odchylek



Obrázek 8: Graf průměrných hodnot výsledků zkoušek a rozšířených nejistot měření



Obrázek 9: z-score

Obrázek 10: ζ -scoreTabulka 6: Výsledné hodnoty z-score a ζ -score

ID	z-score [-]	ζ -score [-]
6a2bb6	-2.4	-2.85
2de2f8	-2.14	-1.34
cce1a5	-1.35	-1.61
d11bf6	-1.09	-0.55
bf11d0	-0.57	-1.15
75162c	-0.57	-0.68
208cbb	-0.31	-0.24
6b0200	-0.31	-0.36
6d9a73	-0.05	-0.07
3da6ad	0.22	-
2b68df	0.48	0.37
017a75	0.48	0.96
b7cc94	0.48	1.09
01e1f1	1.26	1.5
1e81ac	1.26	2.54
540602	1.26	1.38
2b67f2	1.52	-

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

Zkouška neotevřena pro nízký počet účastníků.

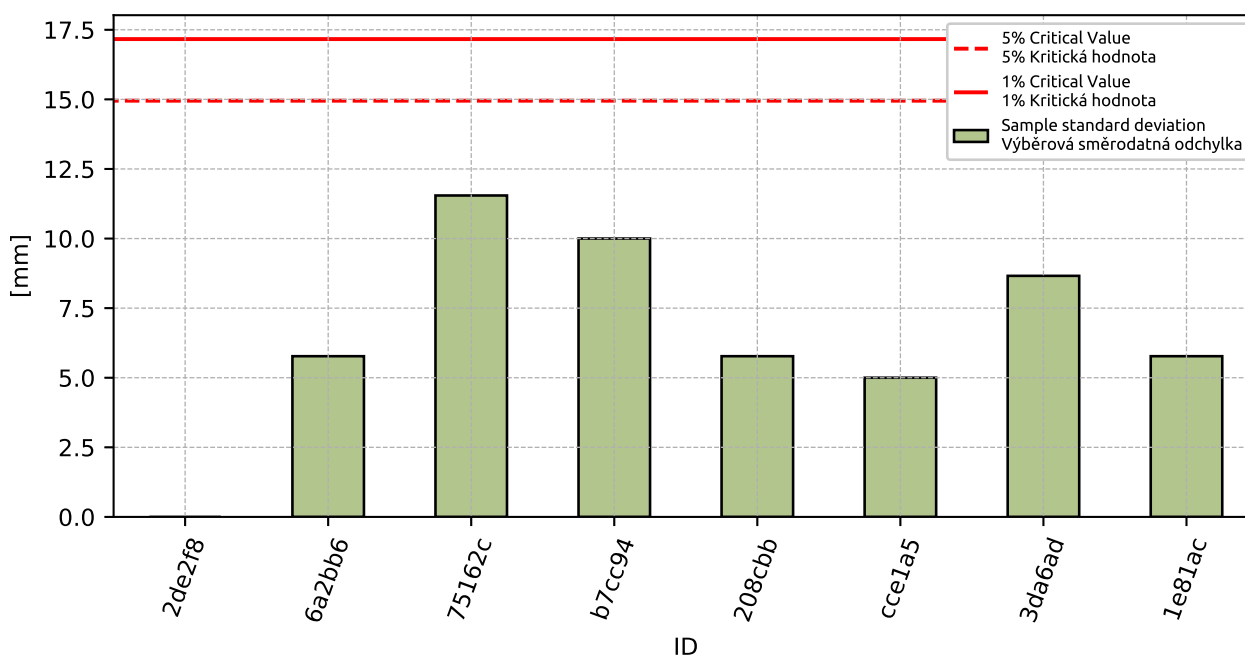
3 Příloha – ČSN EN 12350-5 (Zkouška rozlitím)

3.1 Výsledky zkoušek

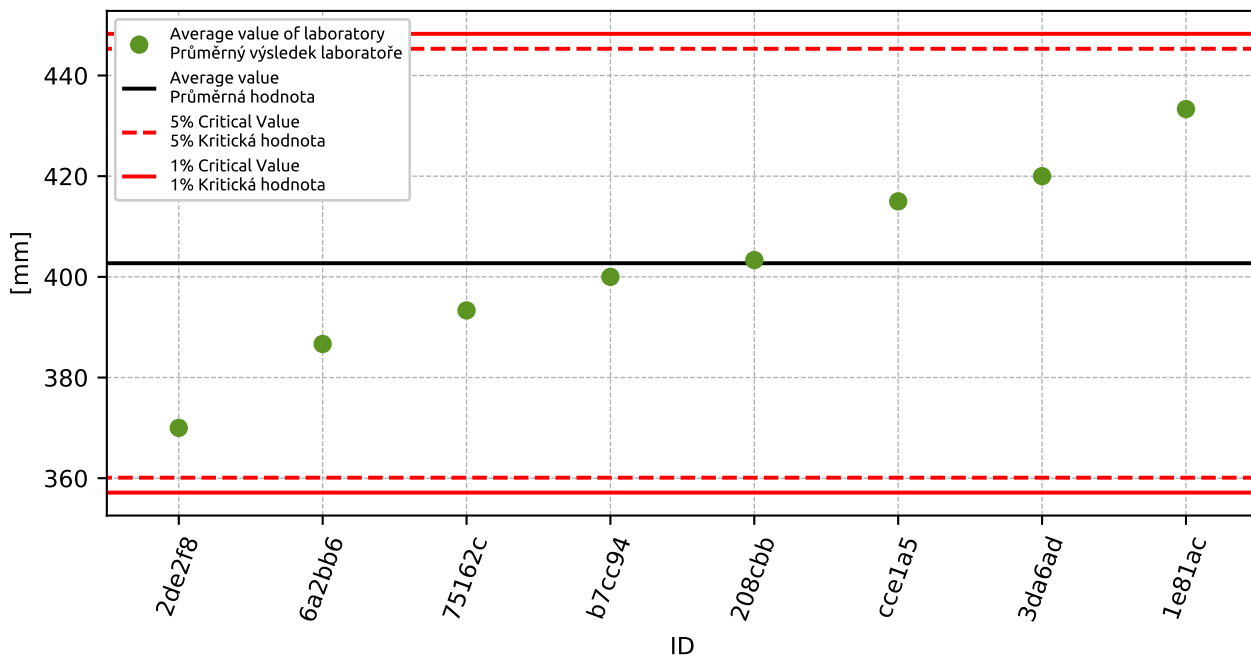
Tabulka 7: Výsledky zkoušek - seřazené podle průměrné hodnoty. Odlehlé hodnoty jsou označeny červeně. u_X - rozšířená nejistota účastníka; \bar{x} - aritmetický průměr; s_0 - výběrová směrodatná odchylka; V_X - variační koeficient

ID účastníka	Výsledky zkoušek [mm]			u_X [mm]	\bar{x} [mm]	s_0 [mm]	V_X [%]
2de2f8	370	370	370	10.0	370.0	0.0	0.0
6a2bb6	390	390	380	10.0	387.0	5.8	1.49
75162c	400	400	380	20.0	393.0	11.5	2.94
b7cc94	410	400	390	13.0	400.0	10.0	2.5
208cbb	410	400	400	160.0	403.0	5.8	1.43
cce1a5	410	420	415	10.0	415.0	5.0	1.2
3da6ad	425	410	425	-	420.0	8.7	2.06
1e81ac	430	430	440	10.0	433.0	5.8	1.33

3.2 Numerické zhodnocení odlehlých hodnot

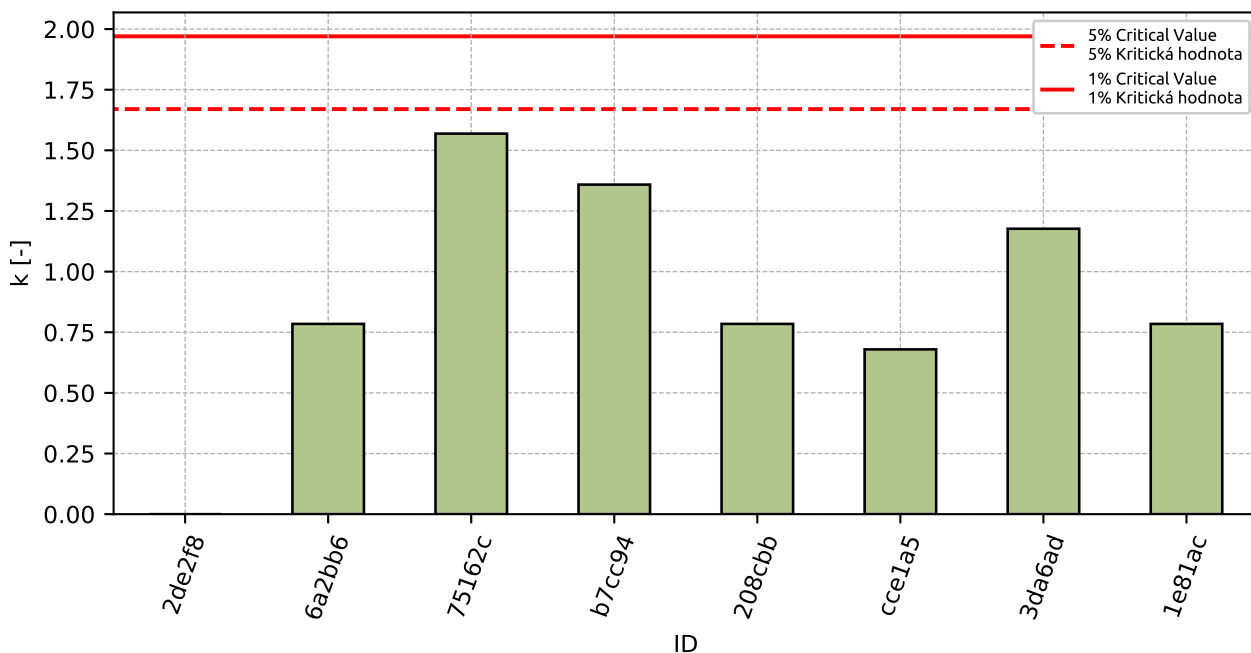


Obrázek 11: Cochranův test - výběrové směrodatné odchylky

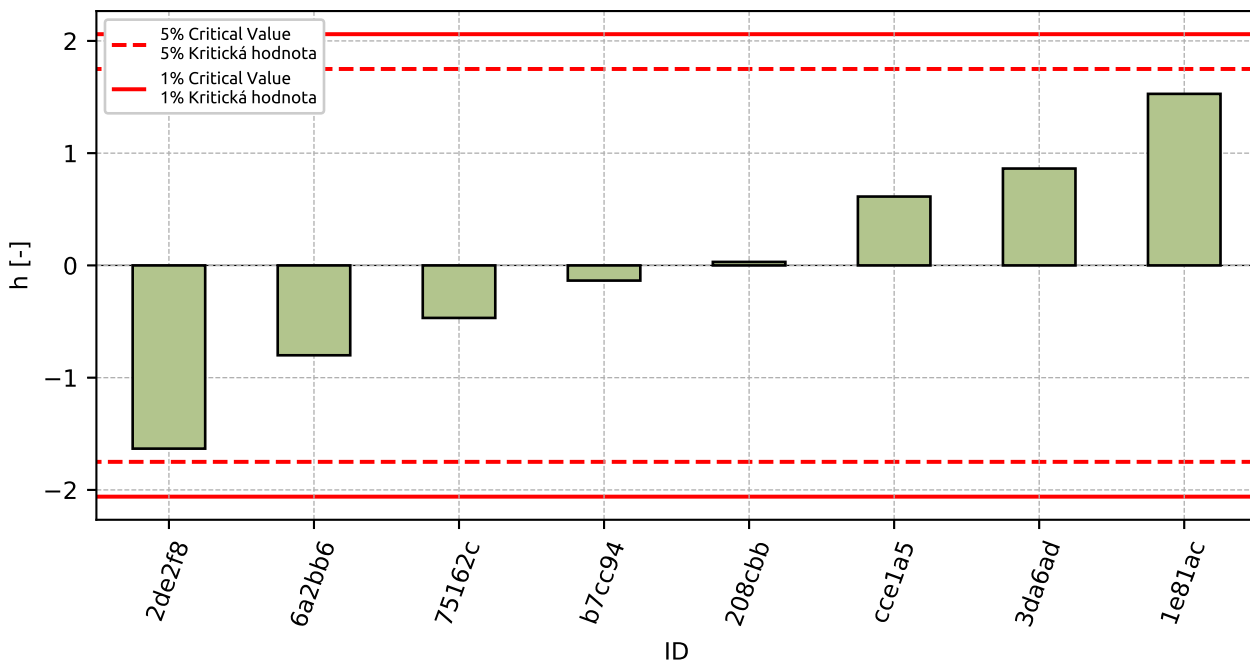


Obrázek 12: Grubbsův test – průměrné hodnoty

3.3 Mandelovy statistiky konzistence

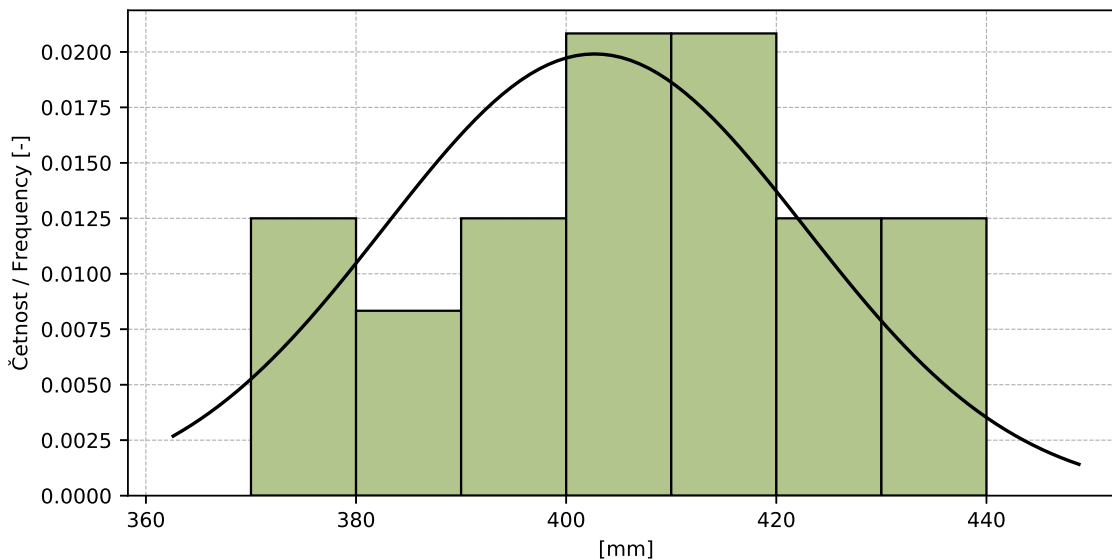


Obrázek 13: Vnitrolaboratorní statistika konzistence



Obrázek 14: Mezilaboratorní statistika konzistence

3.4 Popisné statistiky

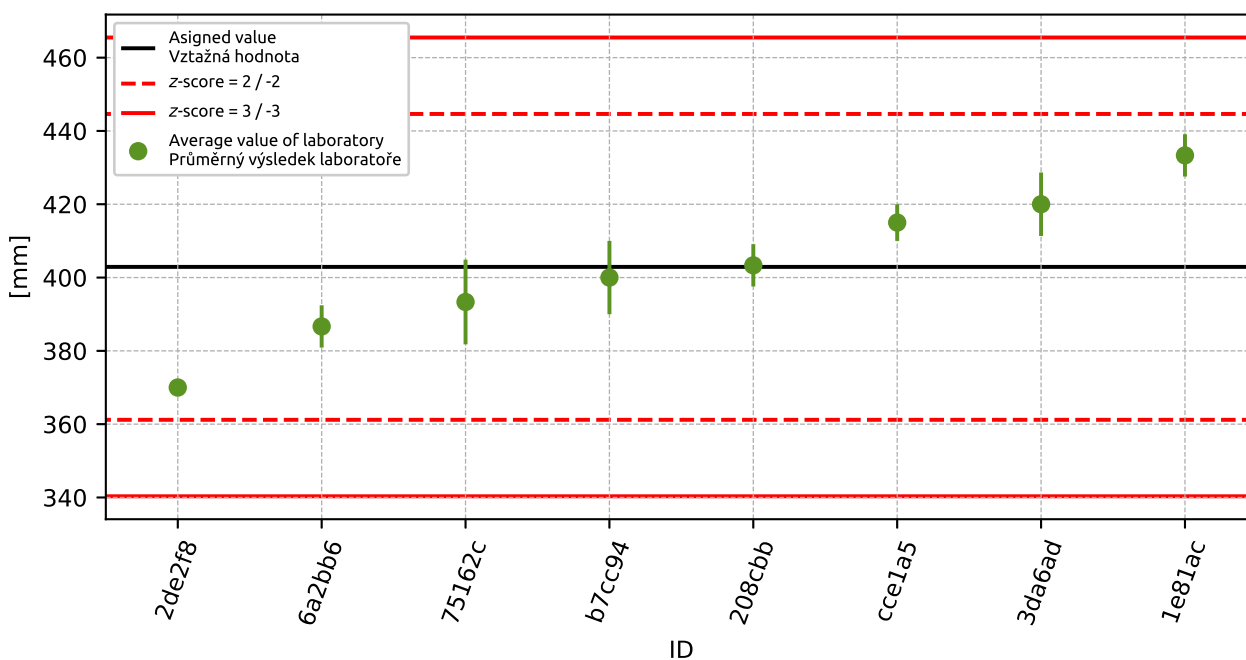


Obrázek 15: Histogram všech výsledků zkoušek

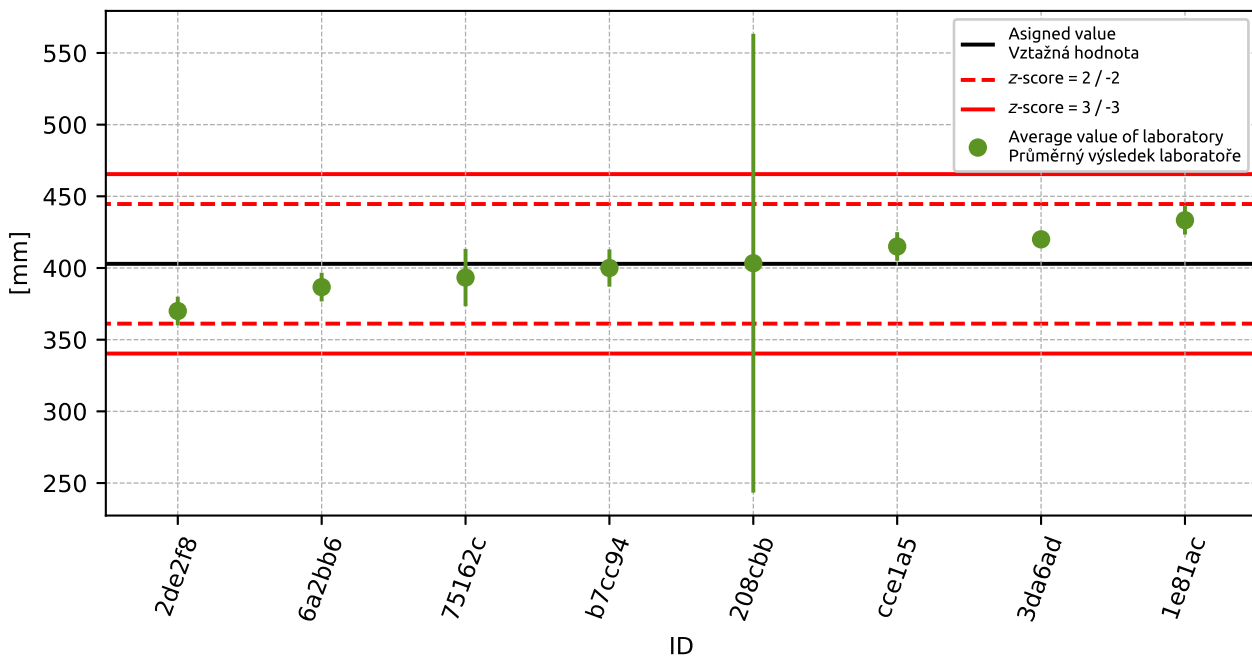
Tabulka 8: Popisné statistiky

Charakteristika	[mm]
Průměrná hodnota / Average value – \bar{x}	403.0
Výběrová směrodatná odchylka / Sample standard deviation – s	20.0
Vztažná hodnota / Assigned value – x^*	403.0
Robustní směrodatná odchylka / Robust standard deviation – s^*	20.9
Nejistota měření vztažné hodnoty / Measurement uncertainty of assigned value – u_X	9.2
p -hodnota testu normality / p -value of normality test	0.634 [-]
Mezilaboratorní sm. odch. / Interlaboratory standard deviation – s_L	19.6
Směrodatná odchylka opakovatelnosti / Repeatability standard deviation – s_r	7.4
Směrodatná odchylka reprodukovatelnosti / Reproducibility standard deviation – s_R	20.9
Opakovatelnost / Repeatability – r	21.0
Reprodukovatelnost / Reproducibility – R	59.0

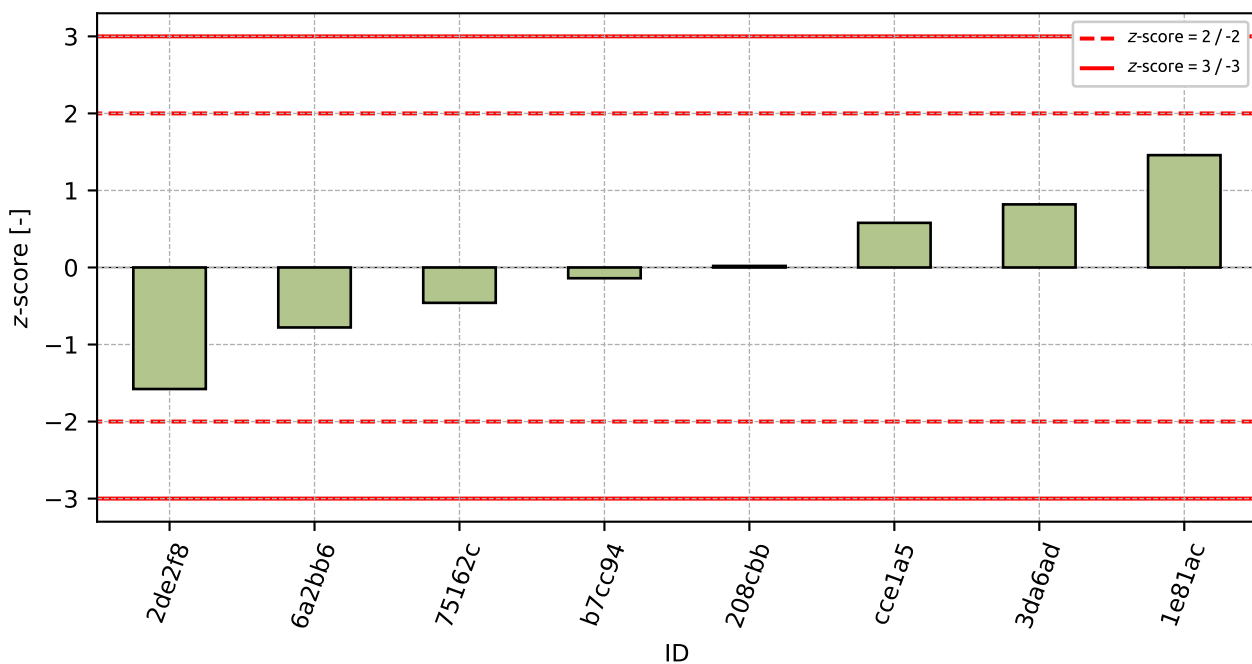
3.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků



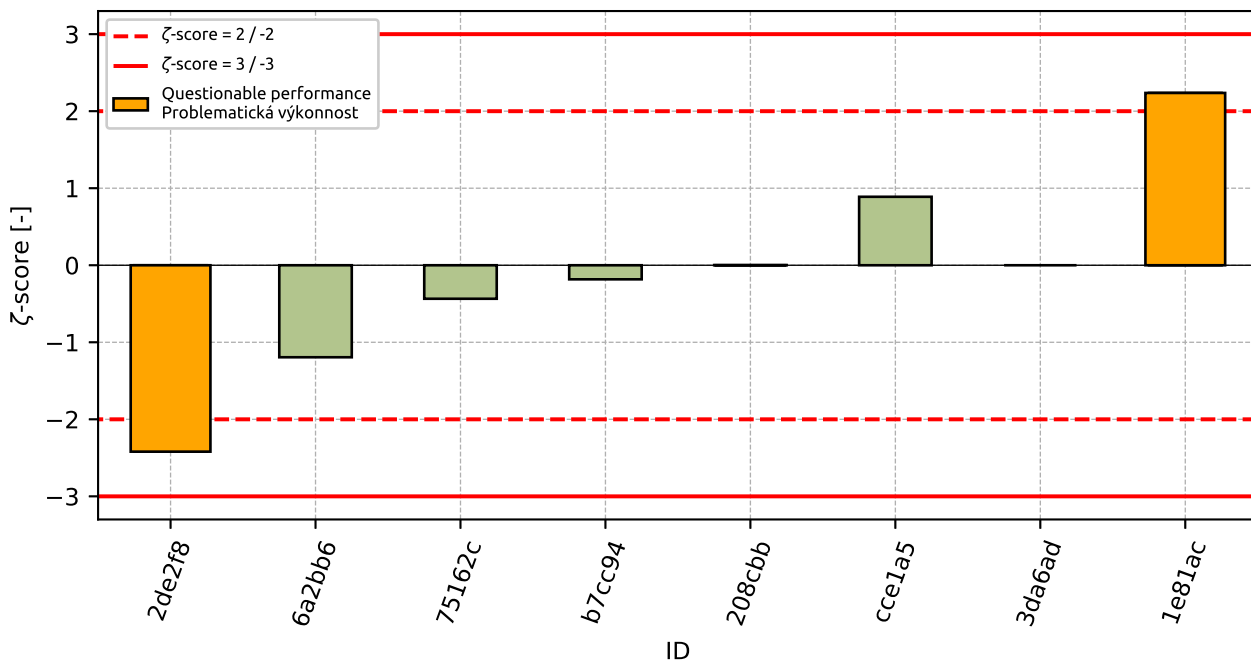
Obrázek 16: Graf průměrných hodnot výsledků zkoušek a výběrových směrodatných odchylek



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



Obrázek 18: z-score

Obrázek 19: ζ -scoreTabulka 9: Výsledné hodnoty z-score a ζ -score

ID	z-score [-]	ζ -score [-]
2de2f8	-1.58	-2.42
6a2bb6	-0.78	-1.19
75162c	-0.46	-0.43
b7cc94	-0.14	-0.18
208cbb	0.02	0.0
cce1a5	0.58	0.89
3da6ad	0.82	-
1e81ac	1.46	2.24

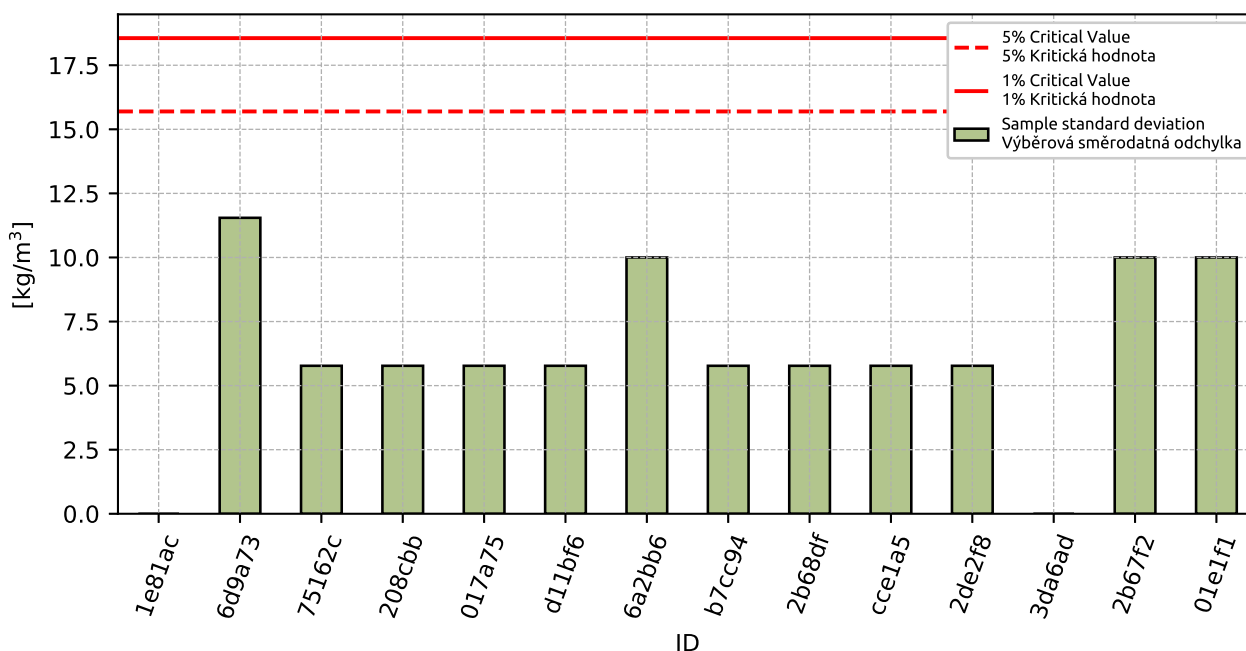
4 Příloha – ČSN EN 12350-6 (Stanovení objemové hmotnosti)

4.1 Výsledky zkoušek

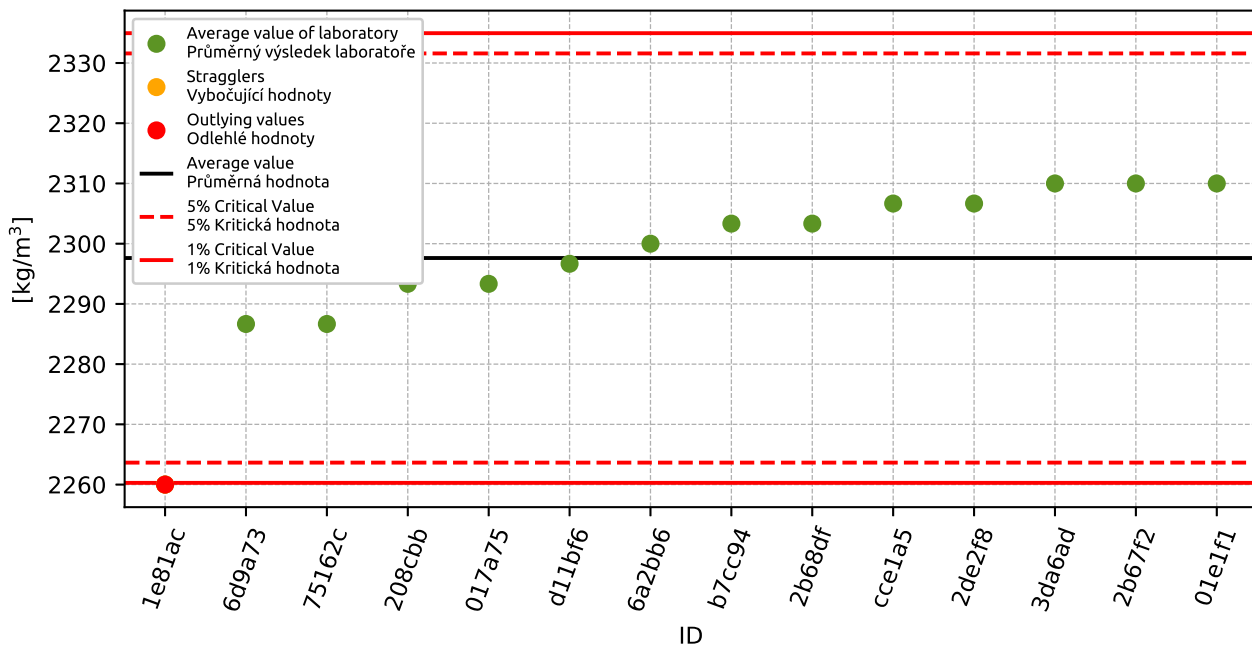
Tabulka 10: Výsledky zkoušek - seřazené podle průměrné hodnoty. Odlehlé hodnoty jsou označeny červeně. u_x - rozšířená nejistota účastníka; \bar{x} - aritmetický průměr; s_0 - výběrová směrodatná odchylka; V_x - variační koeficient

ID účastníka	Výsledky zkoušek [kg/m ³]			u_x [kg/m ³]	\bar{x} [kg/m ³]	s_0 [kg/m ³]	V_x [%]
1e81ac	2260	2260	2260	10.0	2260.0	0.0	0.0
6d9a73	2280	2280	2300	114.0	2287.0	11.5	0.5
75162c	2280	2290	2290	30.0	2287.0	5.8	0.25
208cbb	2290	2290	2300	30.0	2293.0	5.8	0.25
017a75	2290	2300	2290	5.0	2293.0	5.8	0.25
d11bf6	2290	2300	2300	15.0	2297.0	5.8	0.25
6a2bb6	2290	2310	2300	20.0	2300.0	10.0	0.43
b7cc94	2300	2300	2310	12.0	2303.0	5.8	0.25
2b68df	2300	2300	2310	17.0	2303.0	5.8	0.25
cce1a5	2310	2300	2310	20.0	2307.0	5.8	0.25
2de2f8	2300	2310	2310	30.0	2307.0	5.8	0.25
3da6ad	2310	2310	2310	-	2310.0	0.0	0.0
2b67f2	2310	2300	2320	-	2310.0	10.0	0.43
01e1f1	2300	2310	2320	10.0	2310.0	10.0	0.43

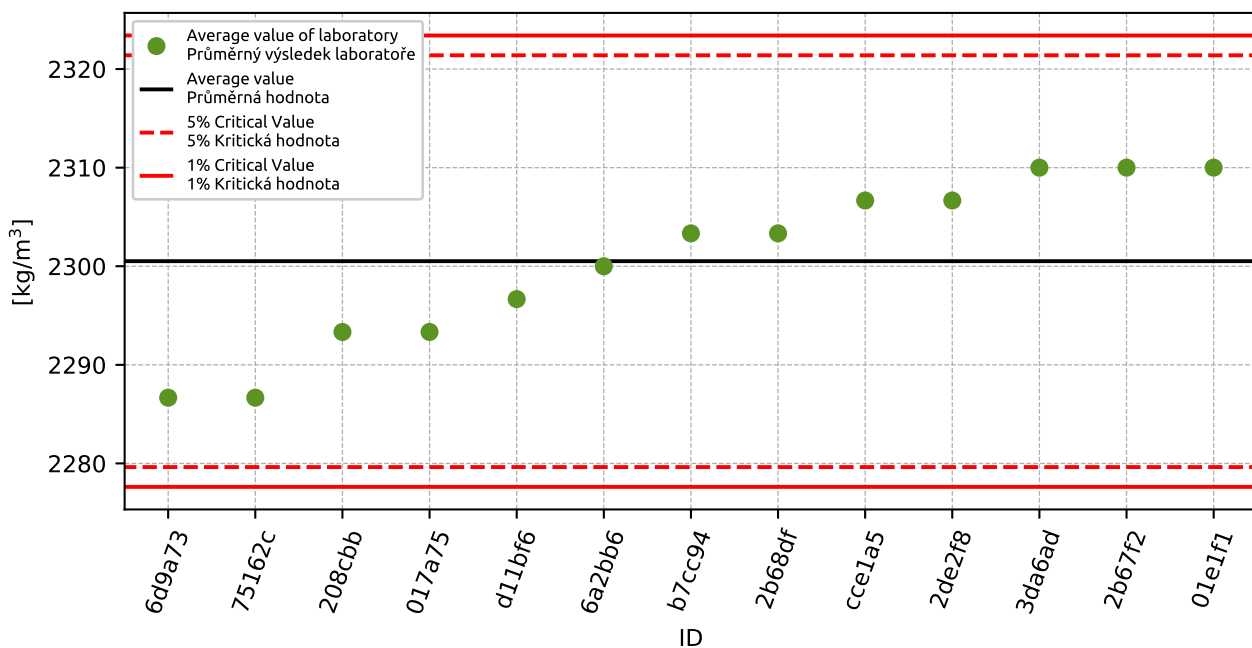
4.2 Numerické zhodnocení odlehých hodnot



Obrázek 20: Cochranův test - výběrové směrodatné odchylky

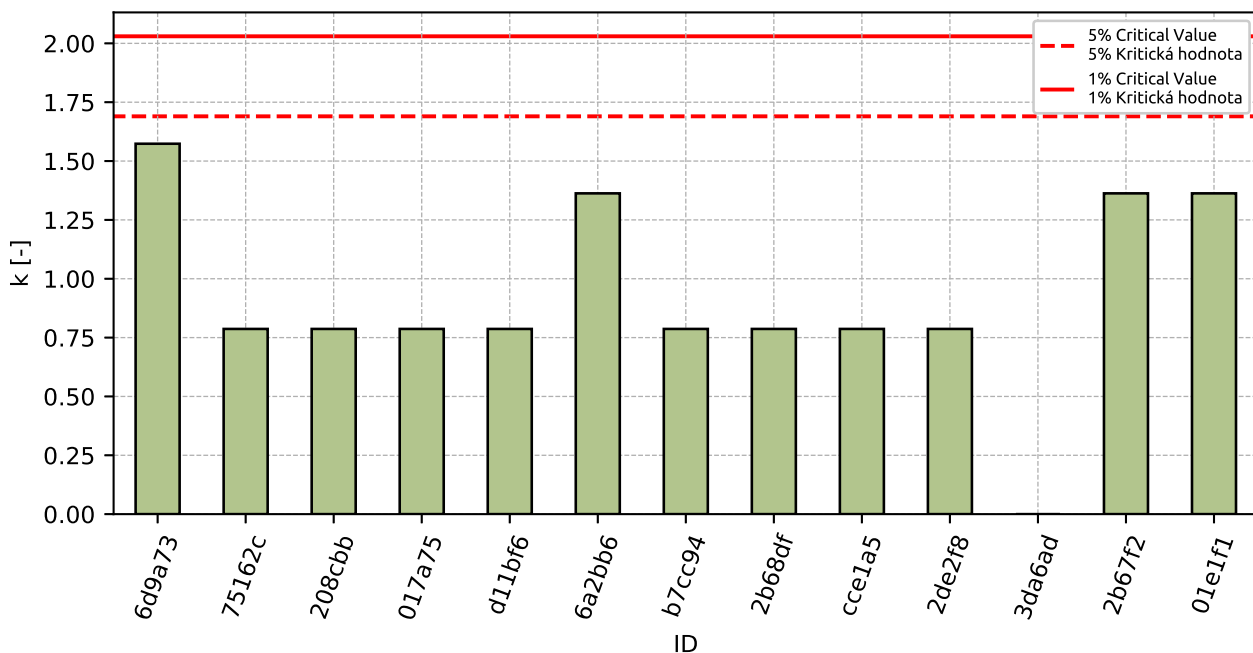


Obrázek 21: Grubbsův test – průměrné hodnoty

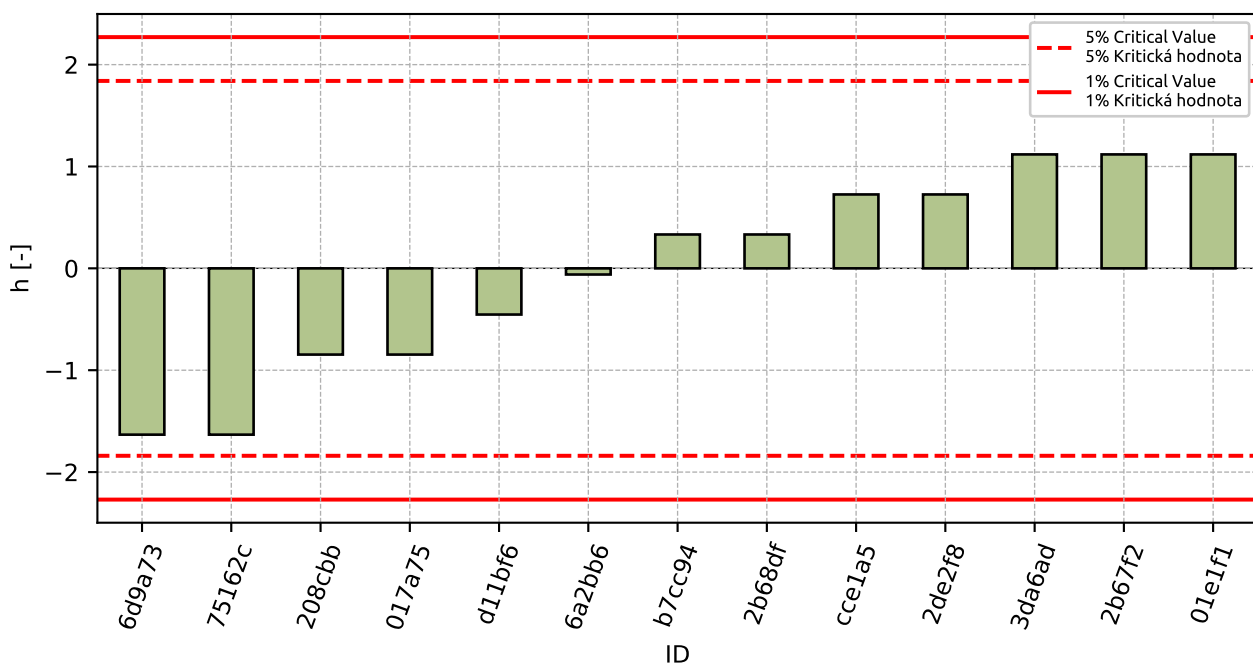


Obrázek 22: Grubbsův test - graf průměrných hodnot po vyřazení odlehlých hodnot: 1% kritická hodnota - červená barva; 5% kritická hodnota - modrá barva

4.3 Mandelovy statistiky konzistence

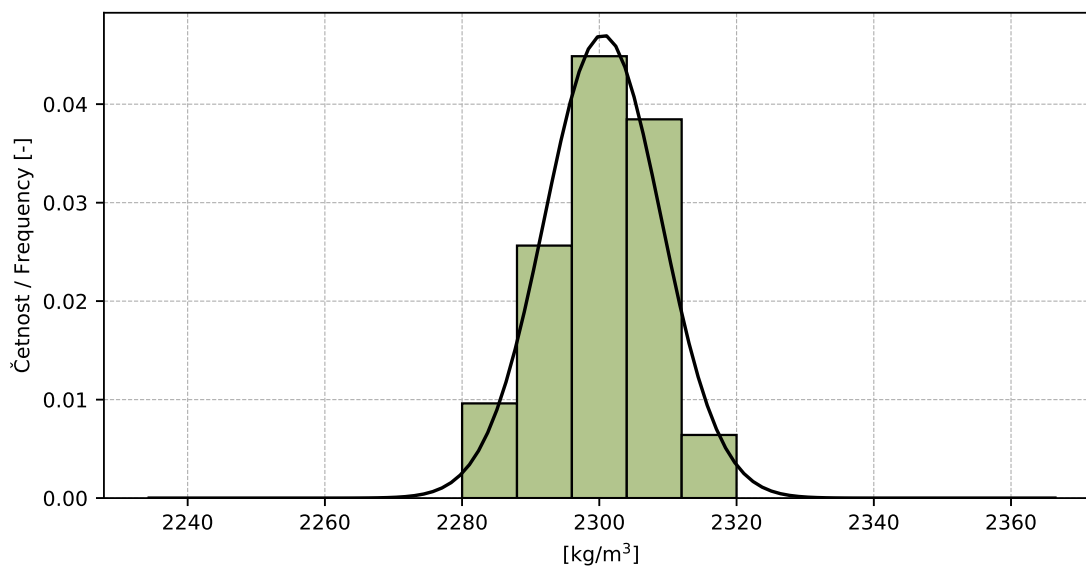


Obrázek 23: Vnitrolaboratorní statistika konzistence



Obrázek 24: Mezilaboratorní statistika konzistence

4.4 Popisné statistiky

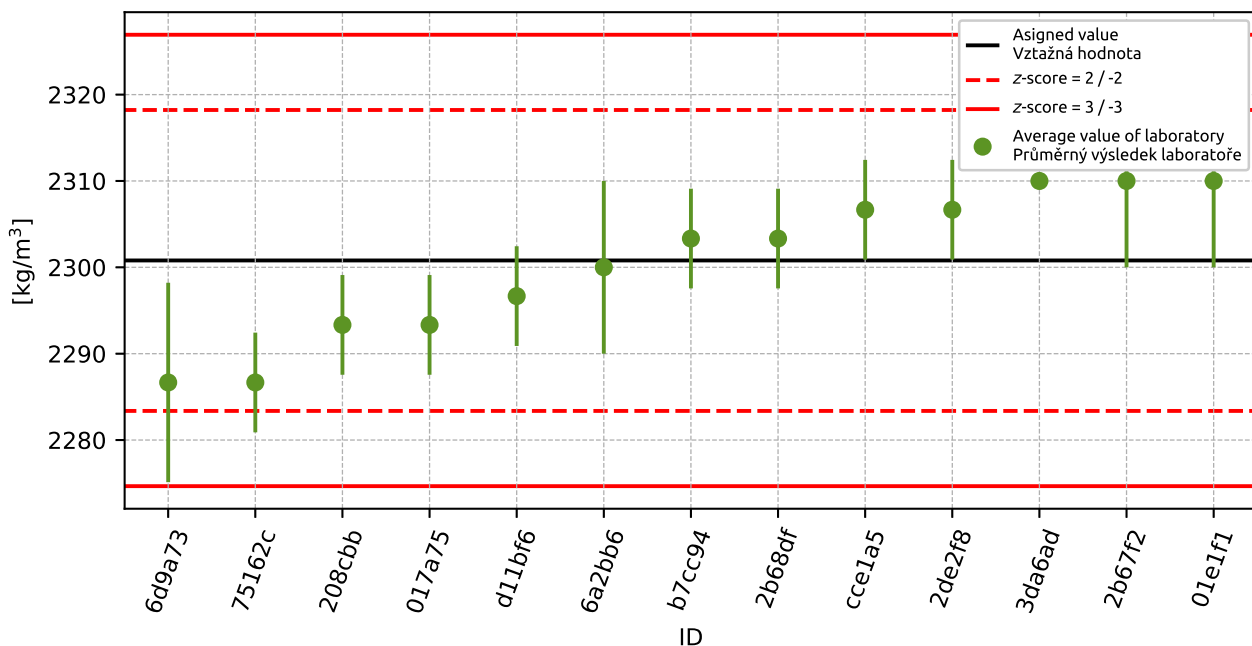


Obrázek 25: Histogram všech výsledků zkoušek

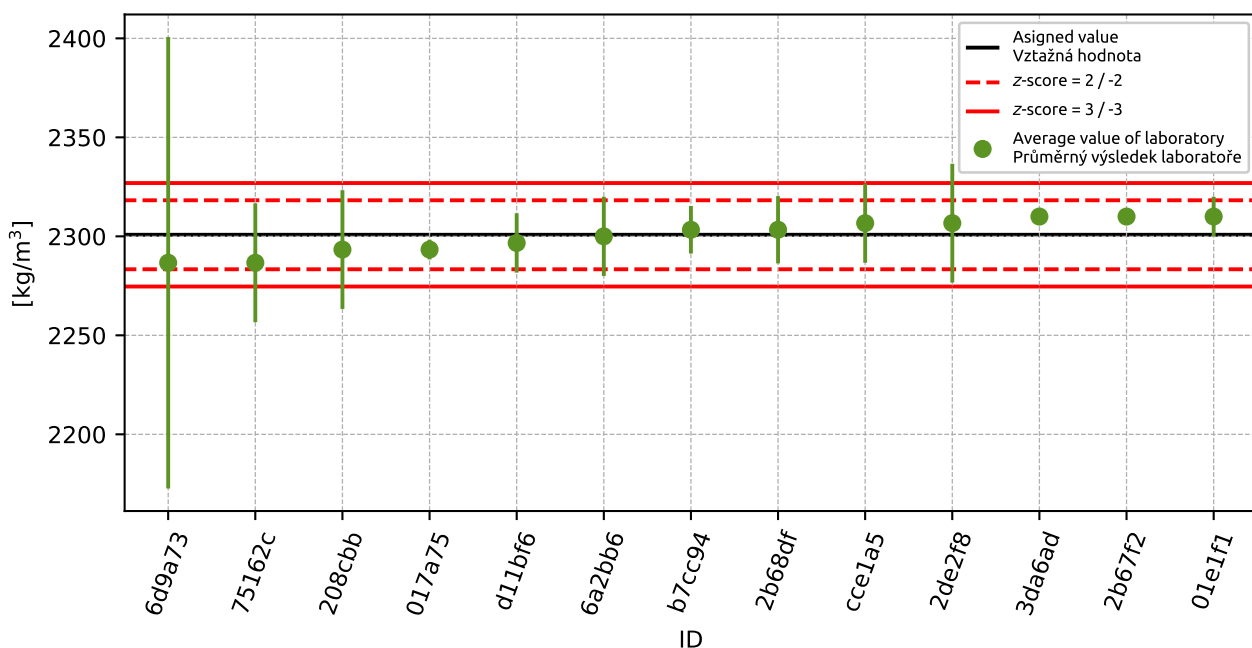
Tabulka 11: Popisné statistiky

Charakteristika	[kg/m³]
Průměrná hodnota / Average value – \bar{x}	2301.0
Výběrová směrodatná odchylka / Sample standard deviation – s	8.5
Vztažná hodnota / Assigned value – x^*	2301.0
Robustní směrodatná odchylka / Robust standard deviation – s^*	8.7
Nejistota měření vztažné hodnoty / Measurement uncertainty of assigned value – u_X	3.0
p -hodnota testu normality / p -value of normality test	0.686 [-]
Mezilaboratorní sm. odch. / Interlaboratory standard deviation – s_L	7.3
Směrodatná odchylka opakovatelnosti / Repeatability standard deviation – s_r	7.3
Směrodatná odchylka reprodukovatelnosti / Reproducibility standard deviation – s_R	10.4
Opakovatelnost / Repeatability – r	21.0
Reprodukovatelnost / Reproducibility – R	29.0

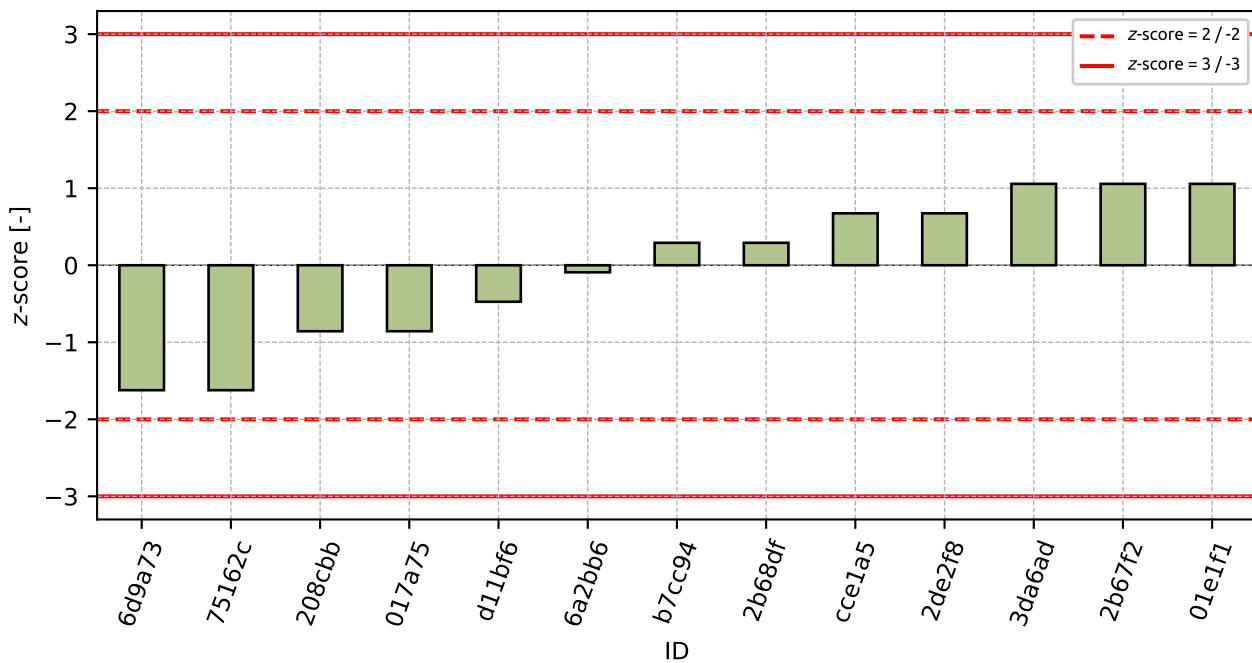
4.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků



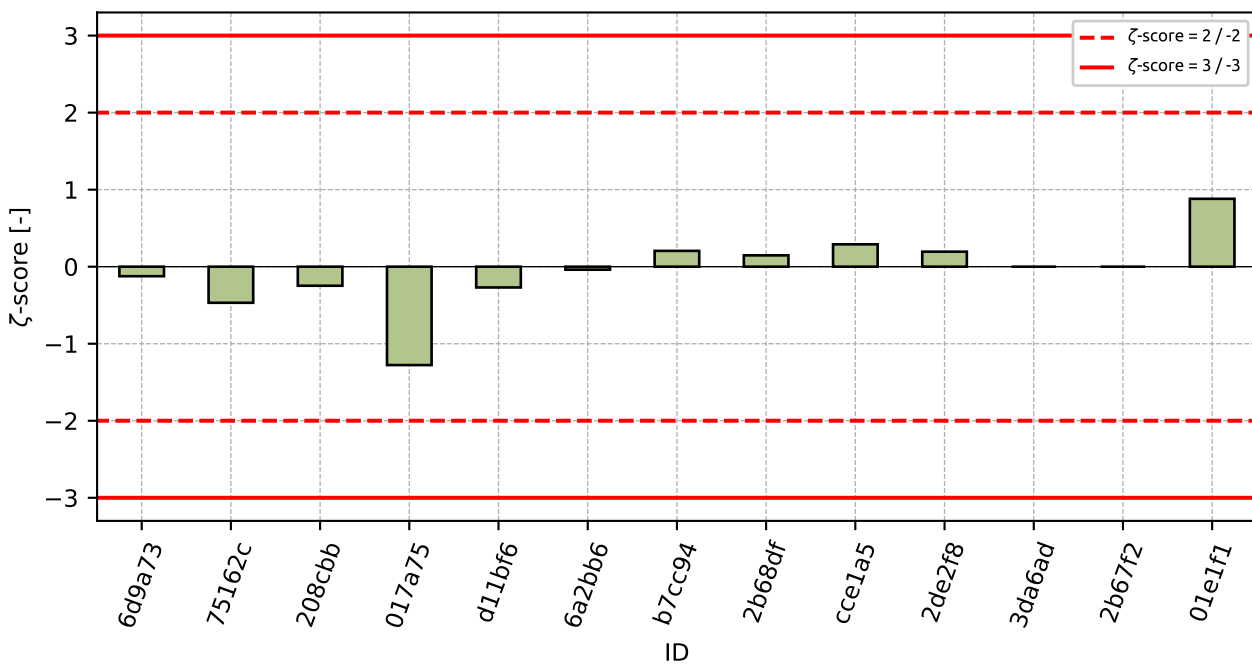
Obrázek 26: Graf průměrných hodnot výsledků zkoušek a výběrových směrodatných odchylek



Obrázek 27: Graf průměrných hodnot výsledků zkoušek a rozšířených nejistot měření



Obrázek 28: z-score



Obrázek 29: zeta-score

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

ID	z-score [-]	ζ -score [-]
6d9a73	-1.62	-0.12
75162c	-1.62	-0.47
208cbb	-0.86	-0.25
017a75	-0.86	-1.28
d11bf6	-0.47	-0.27
6a2bb6	-0.09	-0.04
b7cc94	0.29	0.21
2b68df	0.29	0.15
cce1a5	0.67	0.29
2de2f8	0.67	0.19
3da6ad	1.06	-
2b67f2	1.06	-
01e1f1	1.06	0.88

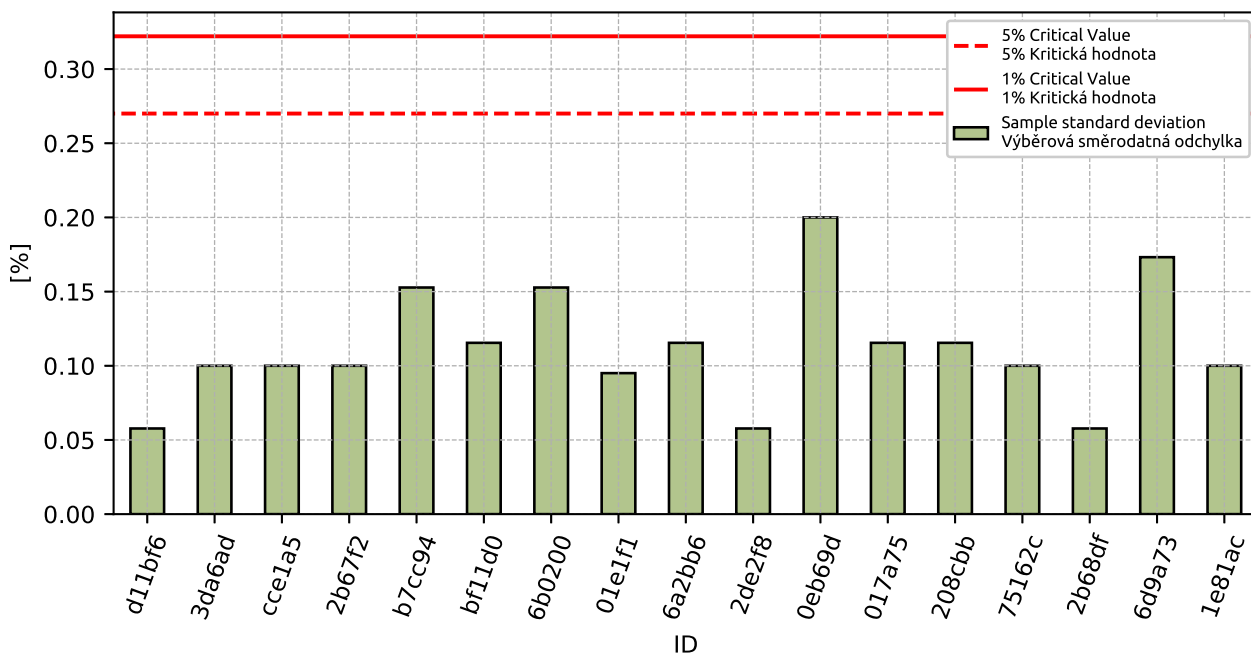
5 Příloha – ČSN EN 12350-7 (Stanovení obsahu vzduchu)

5.1 Výsledky zkoušek

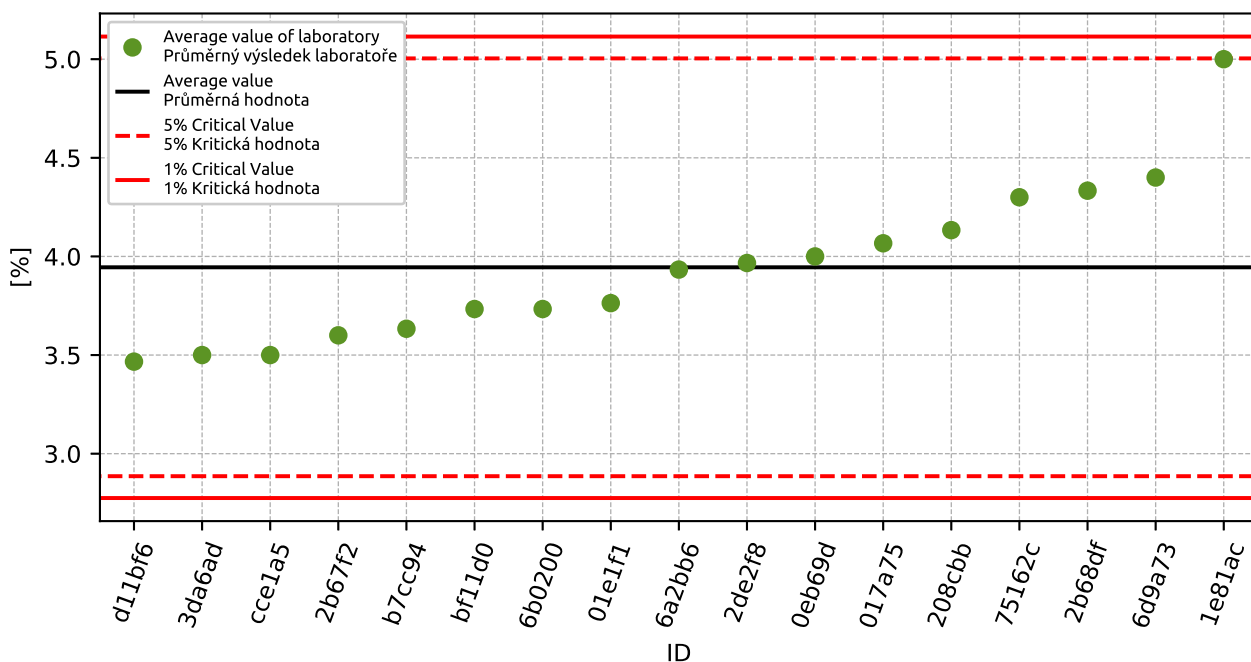
Tabulka 13: Výsledky zkoušek - seřazené podle průměrné hodnoty. Odlehlé hodnoty jsou označeny červeně. u_X - rozšířená nejistota účastníka; \bar{x} - aritmetický průměr; s_0 - výběrová směrodatná odchylka; V_X - variační koeficient

ID účastníka	Výsledky zkoušek [%]			u_X [%]	\bar{x} [%]	s_0 [%]	V_X [%]
d11bf6	3.5	3.5	3.4	0.4	3.5	0.06	1.67
3da6ad	3.6	3.5	3.4	-	3.5	0.1	2.86
cce1a5	3.6	3.5	3.4	0.2	3.5	0.1	2.86
2b67f2	3.7	3.5	3.6	-	3.6	0.1	2.78
b7cc94	3.8	3.6	3.5	0.5	3.6	0.15	4.2
bf11d0	3.8	3.6	3.8	0.2	3.7	0.12	3.09
6b0200	3.9	3.7	3.6	0.4	3.7	0.15	4.09
01e1f1	3.9	3.8	3.7	0.2	3.8	0.1	2.53
6a2bb6	4.0	3.8	4.0	0.2	3.9	0.12	2.94
2de2f8	4.0	4.0	3.9	0.3	4.0	0.06	1.46
0eb69d	4.2	4.0	3.8	0.4	4.0	0.2	5.0
017a75	4.2	4.0	4.0	0.2	4.1	0.12	2.84
208cbb	4.2	4.2	4.0	0.4	4.1	0.12	2.79
75162c	4.4	4.3	4.2	0.3	4.3	0.1	2.33
2b68df	4.3	4.4	4.3	0.4	4.3	0.06	1.33
6d9a73	4.5	4.2	4.5	0.2	4.4	0.17	3.94
1e81ac	5.1	5.0	4.9	0.1	5.0	0.1	2.0

5.2 Numerické zhodnocení odlehlých hodnot

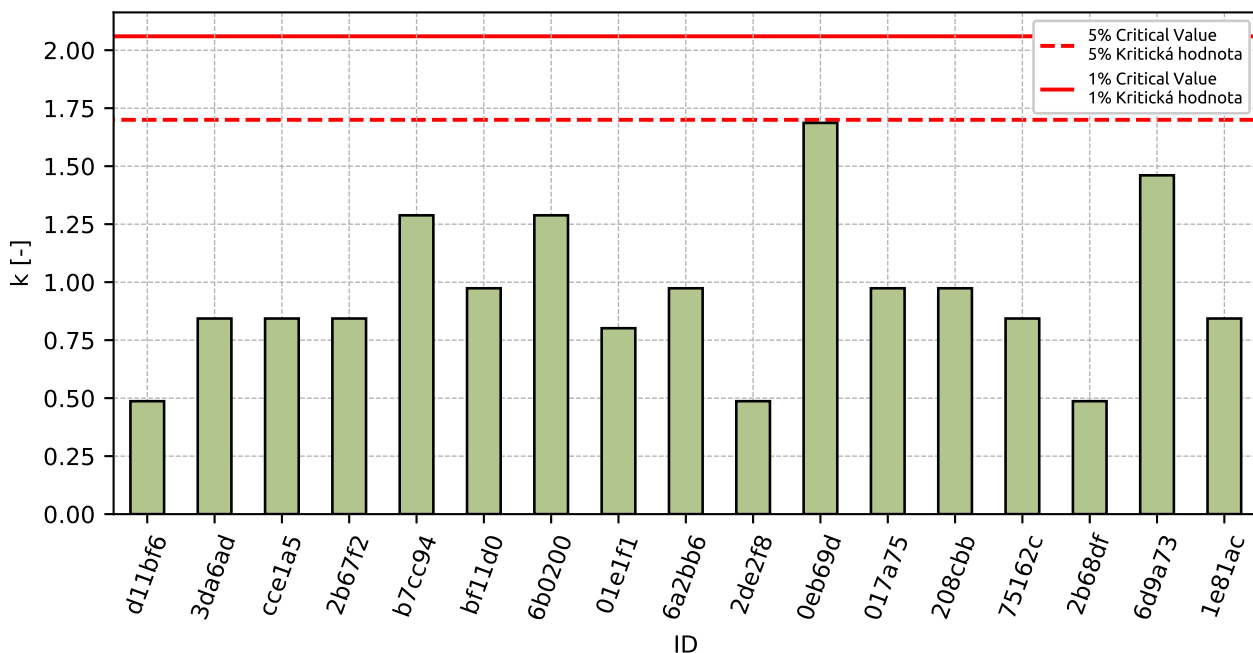


Obrázek 30: **Cochranův test** - výběrové směrodatné odchylky

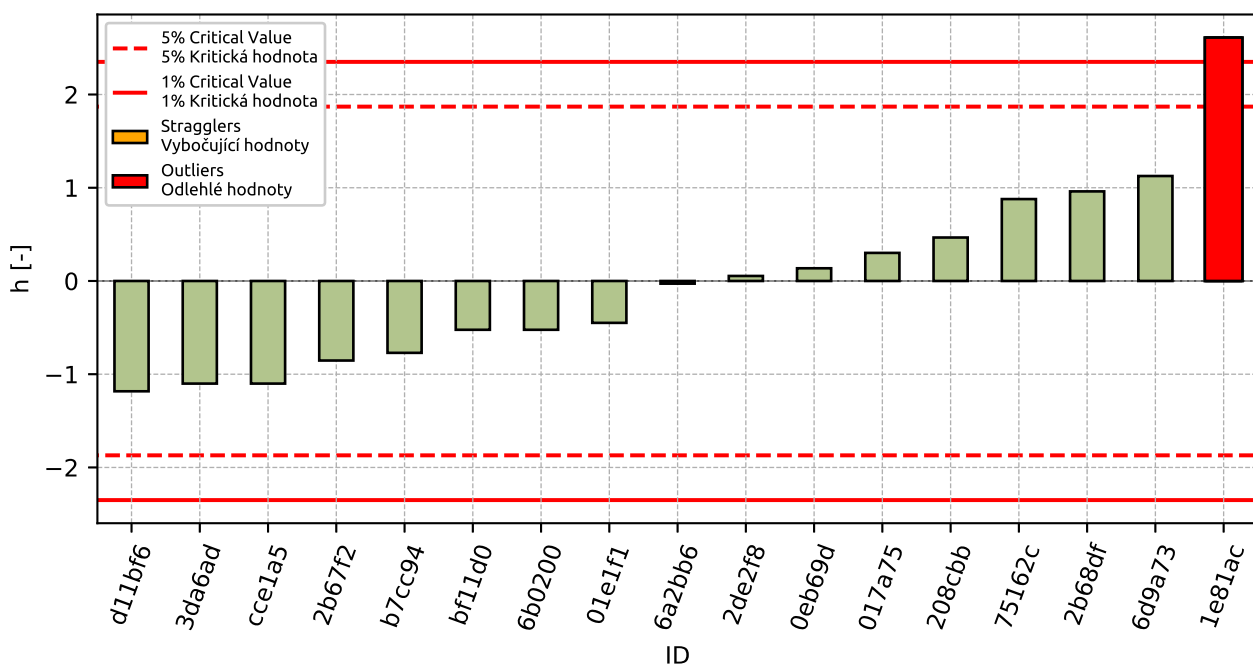


Obrázek 31: **Grubbsův test** - průměrné hodnoty

5.3 Mandelovy statistiky konzistence

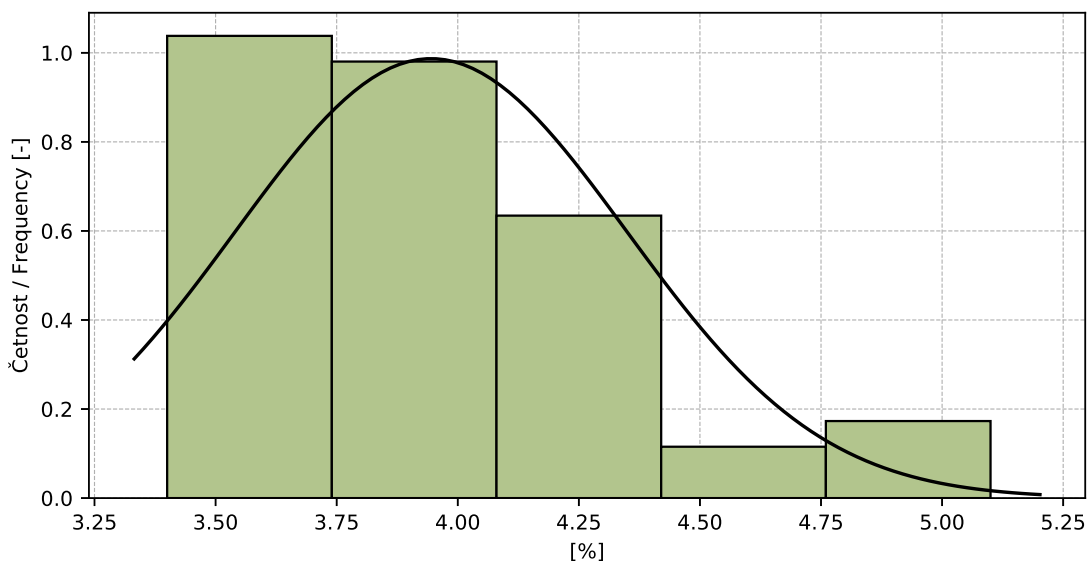


Obrázek 32: Vnitrolaboratorní statistika konzistence



Obrázek 33: Mezilaboratorní statistika konzistence

5.4 Popisné statistiky

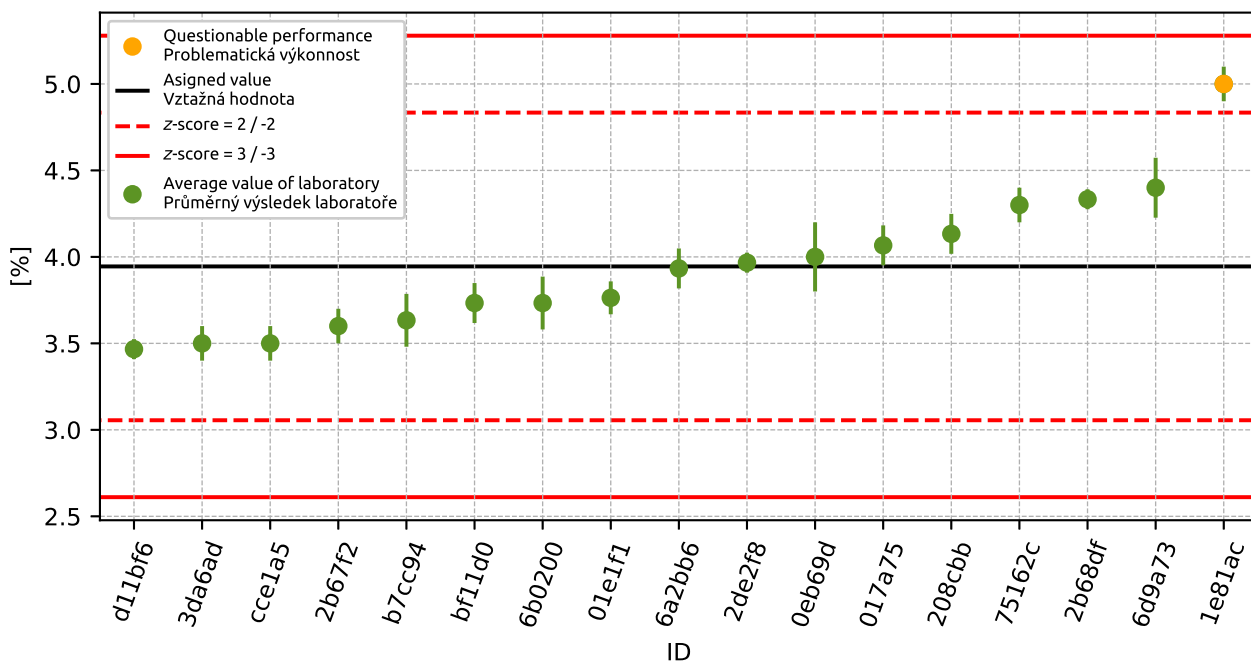


Obrázek 34: Histogram všech výsledků zkoušek

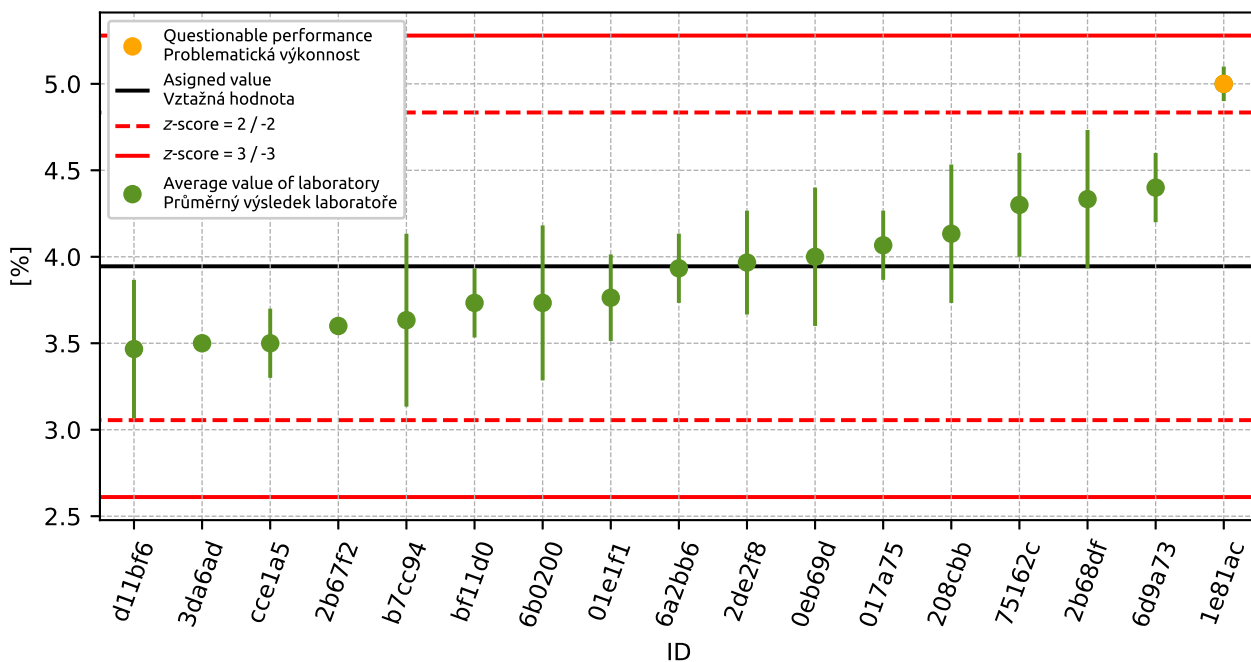
Tabulka 14: Popisné statistiky

Charakteristika	[%]
Průměrná hodnota / Average value – \bar{x}	3.9
Výběrová směrodatná odchylka / Sample standard deviation – s	0.4
Vztažná hodnota / Assigned value – x^*	3.9
Robustní směrodatná odchylka / Robust standard deviation – s^*	0.44
Nejistota měření vztažné hodnoty / Measurement uncertainty of assigned value – u_X	0.13
p -hodnota testu normality / p -value of normality test	0.016 [-]
Mezilaboratorní sm. odch. / Interlaboratory standard deviation – s_L	0.4
Směrodatná odchylka opakovatelnosti / Repeatability standard deviation – s_r	0.12
Směrodatná odchylka reprodukovatelnosti / Reproducibility standard deviation – s_R	0.42
Opakovatelnost / Repeatability – r	0.3
Reprodukovatelnost / Reproducibility – R	1.2

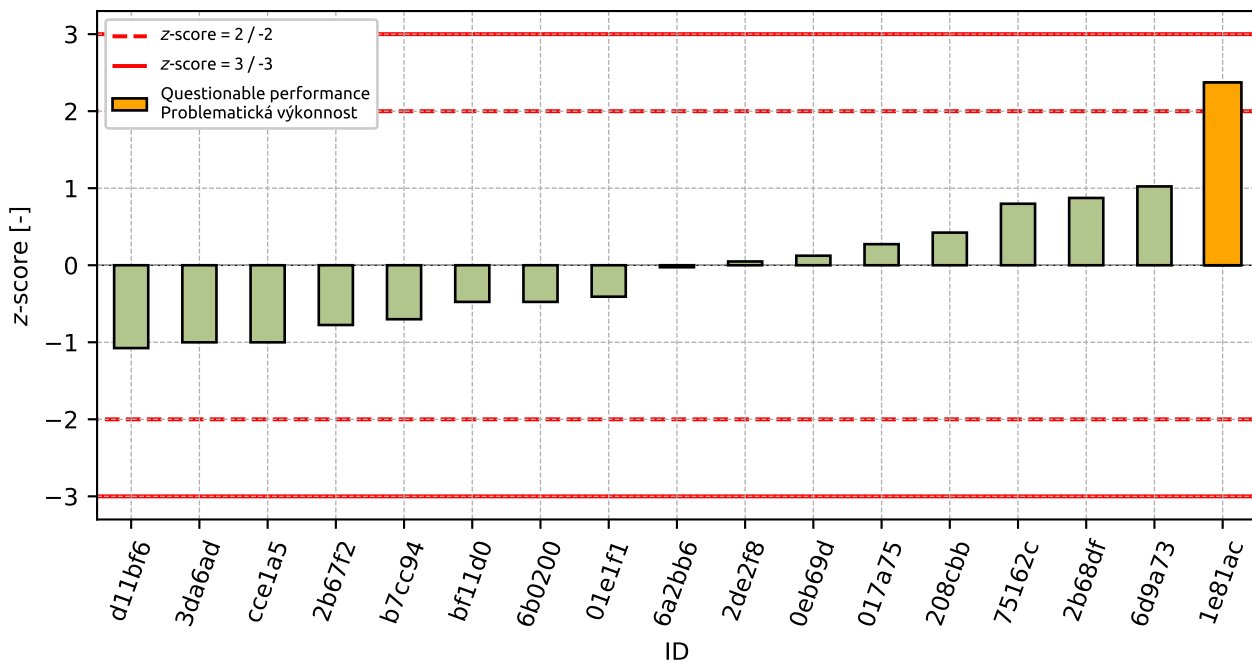
5.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků



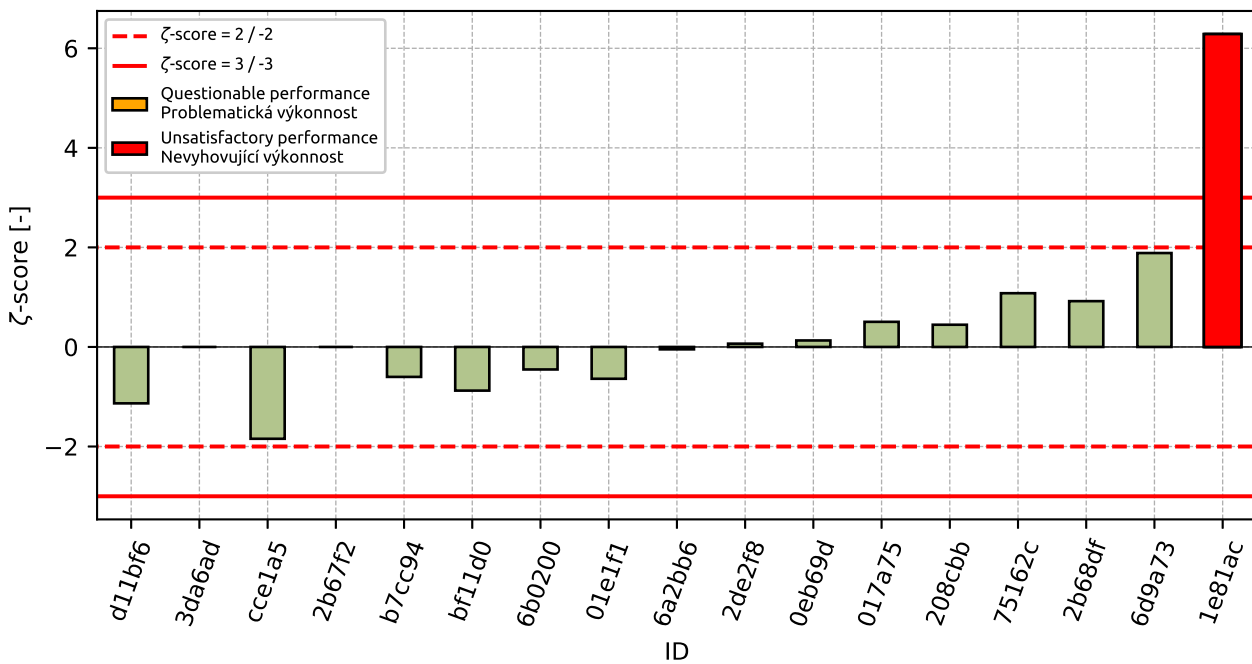
Obrázek 35: Graf průměrných hodnot výsledků zkoušek a výběrových směrodatných odchylek



Obrázek 36: Graf průměrných hodnot výsledků zkoušek a rozšířených nejistot měření



Obrázek 37: z-score



Obrázek 38: zeta-score

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

ID	z-score [-]	ζ -score [-]
d11bf6	-1.08	-1.13
3da6ad	-1.0	-
cce1a5	-1.0	-1.84
2b67f2	-0.78	-
b7cc94	-0.7	-0.6
bf11d0	-0.48	-0.88
6b0200	-0.48	-0.45
01e1f1	-0.41	-0.64
6a2bb6	-0.03	-0.05
2de2f8	0.05	0.07
0eb69d	0.12	0.13
017a75	0.27	0.5
208cbb	0.42	0.45
75162c	0.8	1.08
2b68df	0.87	0.92
6d9a73	1.02	1.89
1e81ac	2.37	6.29