VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ ústav stavebního zkušebnictví

Z 7008

# ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA EXPERIMENTU PRECIZNOSTI

**Program zkoušení způsobilosti**
**Zkoušení zdicích prvků**
**ZZP 2019/1**

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

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

Vydání: 3. 12. 2019

Poskytovatel zkoušení způsobilosti při SZK FAST
Proficiency testing provider at the SZK FAST
Z 7008
Veveří 95
602 00 Brno
Czech Republic
szk.fce.vutbr.cz

**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 3**

**3 Závěry statistické analýzy 5**

**Normativní dokumenty a odkazy 6**

**Příloha 7**

**1 Příloha – ČSN EN 772-1 (Pevnost v tlaku) 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 772-3 (Skutečný a poměrný objem otvorů) 12**

**3 Příloha – ČSN EN 772-6 (Pevnost v tahu za ohybu) 13**
3.1 Výsledky zkoušek . . . 13
3.2 Numerické zhodnocení odlehlých hodnot . . . 13
3.3 Mandelovy statistiky konzistence . . . 14
3.4 Popisné statistiky . . . 15
3.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků . . . 16

**4 Příloha – ČSN EN 772-7 (Nasákavost varem) 18**

**5 Příloha – ČSN EN 772-10 (Vlhkost) 18**

**6 Příloha – ČSN EN 772-11 (Nasákavost) 19**
6.1 Výsledky zkoušek . . . 19
6.2 Numerické zhodnocení odlehlých hodnot . . . 19
6.3 Mandelovy statistiky konzistence . . . 20
6.4 Popisné statistiky . . . 21
6.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků . . . 22

**7 Příloha – ČSN EN 772-13 (Objemová hmotnost) 25**
7.1 Objemová hmotnost materiálu . . . 25
7.1.1 Výsledky zkoušek . . . 25
7.1.2 Numerické zhodnocení odlehlých hodnot . . . 25
7.1.3 Mandelovy statistiky konzistence . . . 27
7.1.4 Popisné statistiky . . . 28
7.1.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků . . . 29
7.2 Objemová hmotnost prvku . . . 31
7.2.1 Výsledky zkoušek . . . 31
7.2.2 Numerické zhodnocení odlehlých hodnot . . . 31
7.2.3 Mandelovy statistiky konzistence . . . 32
7.2.4 Popisné statistiky . . . 33
7.2.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků . . . 34

**8 Příloha – ČSN EN 15435, čl. 4.9.3, Příloha B (Pevnost bočnic v ohybu) 36**

**9 Příloha – ČSN EN 15435, čl. 5.2 (Objemová hmotnost) 36**

# 1 Úvod a důležité kontakty

V roce 2019 byl Poskytovatelem zkoušení způsobilosti při SZK FAST (PoZZ) zahájen program zkoušení způsobilosti (PrZZ) s označením ZZP 2019/1 , jehož cílem bylo ověřit a posoudit shodnost výsledků zkoušek zdicích prvků.

Posouzení výsledků programu zkoušení způsobilosti měla na starost komise složená z následujících pracovníků 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 772-1**: Zkušební metody pro zdicí prvky - Část 1: Stanovení pevnosti v tlaku, 2016. [1]
2. **ČSN EN 772-3**: Zkušební metody pro zdicí prvky - Část 3: Stanovení skutečného a poměrného objemu otvorů v pálených zdicích prvcích hydrostatickým vážením, 1999. [2]
3. **ČSN EN 772-6**: Zkušební metody pro zdicí prvky - Část 6: Stanovení pevnosti v tahu za ohybu betonových tvárnic, 2002. [3]
4. **ČSN EN 772-7**: Zkušební metody pro zdicí prvky - Část 7: Stanovení nasákavosti varem pálených zdicích prvků pro izolační vrstvy proti vlhkosti, 1999. [4]
5. **ČSN EN 772-10**: Zkušební metody pro zdicí prvky - Část 10: Stanovení vlhkosti vápenopískových zdicích prvků a pórobetonových tvárnic, 1999. [5]
6. **ČSN EN 772-11**: Zkušební metody pro zdicí prvky - Část 11: Stanovení nasákavosti betonových tvárnic a zdicích prvků z umělého a přírodního kamene vlivem kapilarity a počáteční rychlosti nasákavosti pálených zdicích prvků, 2011. [6]
7. **ČSN EN 772-13**: Zkušební metody pro zdicí prvky - Část 13: Stanovení objemové hmotnosti materiálu zdicích prvků za sucha a objemové hmotnosti zdicích prvků za sucha (kromě zdicích prvků z přírodního kamene), 2001. [7]
8. **ČSN EN 15435**: Betonové prefabrikáty - Bednicí tvárnice z obyčejného a lehkého betonu - Vlastnosti výrobku, 2009, čl. 4.9.3, Příloha B. [8]
9. **ČSN EN 15435**: Betonové prefabrikáty - Bednicí tvárnice z obyčejného a lehkého betonu - Vlastnosti výrobku, 2009, čl. 5.2. [8]

Zkušební postupy číslo 2, 4, 5, 8 a 9 nebyly otevřeny s ohledem na nízký počet účastníků.

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

Programu se zúčastnilo celkem 9 pracovišť. Pro zachování anonymity účastníků PrZZ je každému pracovišti přiděleno identifikační číslo, které je dále v tomto dokumentu používáno. Nedílnou součástí této závěrečné zprávy je osvědčení o účasti v programu zkoušení způsobilosti, které je pro každého účastníka jedinečné a je zde uvedeno ID účastníka, pod kterým vystupuje v této zprávě. V následující tabulce je 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 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| dae225 | X | - | - | - | - | X | - | - | - |
| 47822d | X | - | X | - | - | - | X | - | - |
| e9afee | X | - | X | - | - | X | X | - | - |
| e75c43 | X | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 3e8e59 | X | - | - | - | - | X | X | - | - |
| bd7cef | X | - | X | - | - | X | - | - | - |
| cedcfa | X | - | X | - | - | X | - | - | - |
| d26329 | X | - | - | - | - | X | X | - | - |
| a08a23 | X | - | 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 Trnava | Skladová 2, Trnava, 917 01, Slovenská republika | S-320 |
| Ernestas | Studentu st. 48-276, Kaunas, 51367, Lithuania | - |
| Itecons - Instituto de Investigação e Desenvolvimento Tecnológico para a Construção, Energia, Ambiente e Sustentatibilidade | Rua Pedro Hispano - Pinhal de Marrocos, Coimbra, 3030-289, Portugal | L0446 |
| Technický a zkušební ústav stavební Praha, s.p. (pobočka Ostrava) | U Studia 14, Ostrava - Zábřeh, 700 30, Česká republika | 1018.3 |
| Testing Laboratory "LABKONSULT | kompl.Mladost-1, bl.43/vh.3/app.41, Sofia, 1784, BULGARIA | - |
| Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Akreditovaná zkušební laboratoř při ÚTHD FAST VUT v Brně | Veveří 331/95, Brno, 62100, Česká republika | L1396 |
| ÉMI Építésügyi Minőségellenőrző Innovációs Nonprofit Kft. | Dózsa György út 26., Szentendre, 2000, Hungary | NAH-1-1110/2018 |
| Ústav stavebního zkušebnictví s.r.o. | Jiřího Potůčka 115, Pardubice, 53009, Česká republika | 1115 |
| ČVUT v Praze - Kloknerův ústav | Šolínova 1903/7, Praha 6, 166 08, Česká republika | 1061 |

## 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 můžou být výsledky účastníka označeny jako odlehlé a z experimentu vyřazeny.
2. Kritické zhodnocení údajů Grubbsovým testem: V případě překonání 1% kritické hodnoty jsou výsledky účastníka označeny jako odlehlé a z experimentu vyřazeny.
3. Grafické zjištění konzistence laboratoří (Mandelovy statistiky): Překročení kritických hodnot Mandelových statistik nenaznačuje, že výsledky laboratoří jsou špatné, pouze to poukazuje na drobné nesrovnalosti.
4. Vyhodnocení popisných statistik, a pokud je to možné s ohledem na počet pozorování, i opakovatelnosti a reprodukovatelnosti.

5. Výpočet vztažné hodnoty.
6. Vyhodnocení výkonnosti účastníků: Nejdůležitějším výstupem PrZZ jsou tzv. $z$-score a $\zeta$-score (zeta-score). Tyto charakteristiky hodnotí výkonnost jednotlivých účastníků porovnáním se vztažnou hodnotou a nejistotami měření. $z-$score a $\zeta$-score jsou porovnány s limitními hodnotami. Výsledné hodnoty $\zeta$-score nejsou brány v potaz při výsledném vyhodnocení výkonnosti účastníků, neboť jsou do značné míry závislé na hodnotách nejistot měření.

Postupy statistické analýzy, které používá Poskytovatel zkoušení způsobilosti při SZK FAST, je možné v plném znění nalézt na http://ptprovider.cz.

# 3 Závěry statistické analýzy

Předložená zpráva shrnuje výsledky programu zkoušení způsobilosti ZZP 2019/1 (PrZZ) pořádaného Poskytovatelem zkoušení způsobilosti při SZK FAST. PrZZ se zúčastnilo celkem 9 pracovišť. Program byl zaměřen na běžné normalizované zkoušky zdicích prvků. 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 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| dae225 | ✓ | - | - | - | - | ✓ | - | - | - |
| 47822d | ✓ | - | ✓ | - | - | - | ! | - | - |
| e9afee | ✓ | - | ✓ | - | - | ✓ | ! | - | - |
| e75c43 | ✓ | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 3e8e59 | ✓ | - | - | - | - | ✓ | ✓ | - | - |
| bd7cef | ✓ | - | ✓ | - | - | ✓ | - | - | - |
| cedcfa | ✓ | - | ✓ | - | - | ✓ | - | - | - |
| d26329 | ✓ | - | - | - | - | ✓ | ✓ | - | - |
| a08a23 | ✓ | - | ✓ | - | - | ✓ | ✓ | - | - |

## Odkazy


[1] ČSN EN 772-1. *Zkušební metody pro zdicí prvky - Část 1: Stanovení pevnosti v tlaku*. 2016.

[2] ČSN EN 772-3. *Zkušební metody pro zdicí prvky - Část 3: Stanovení skutečného a poměrného objemu otvorů v pálených zdicích prvcích hydrostatickým vážením*. 1999.

[3] ČSN EN 772-6. *Zkušební metody pro zdicí prvky - Část 6: Stanovení pevnosti v tahu za ohybu betonových tvárnic*. 2002.

[4] ČSN EN 772-7. *Zkušební metody pro zdicí prvky - Část 7: Stanovení nasákavosti varem pálených zdicích prvků pro izolační vrstvy proti vlhkosti*. 1999.

[5] ČSN EN 772-10. *Zkušební metody pro zdicí prvky - Část 10: Stanovení vlhkosti vápenopískových zdicích prvků a pórobetonových tvárnic*. 1999.

[6] ČSN EN 772-11. *Zkušební metody pro zdicí prvky - Část 11: Stanovení nasákavosti betonových tvárnic a zdicích prvků z umělého a přírodního kamene vlivem kapilarity a počáteční rychlosti nasákavosti pálených zdicích prvků*. 2011.

[7] ČSN EN 772-13. *Zkušební metody pro zdicí prvky - Část 13: Stanovení objemové hmotnosti materiálu zdicích prvků za sucha a objemové hmotnosti zdicích prvků za sucha (kromě zdicích prvků z přírodního kamene)*. 2001.

[8] ČSN EN 15435. *Betonové prefabrikáty - Bednicí tvárnice z obyčejného a lehkého betonu - Vlastnosti výrobku*. 2009.

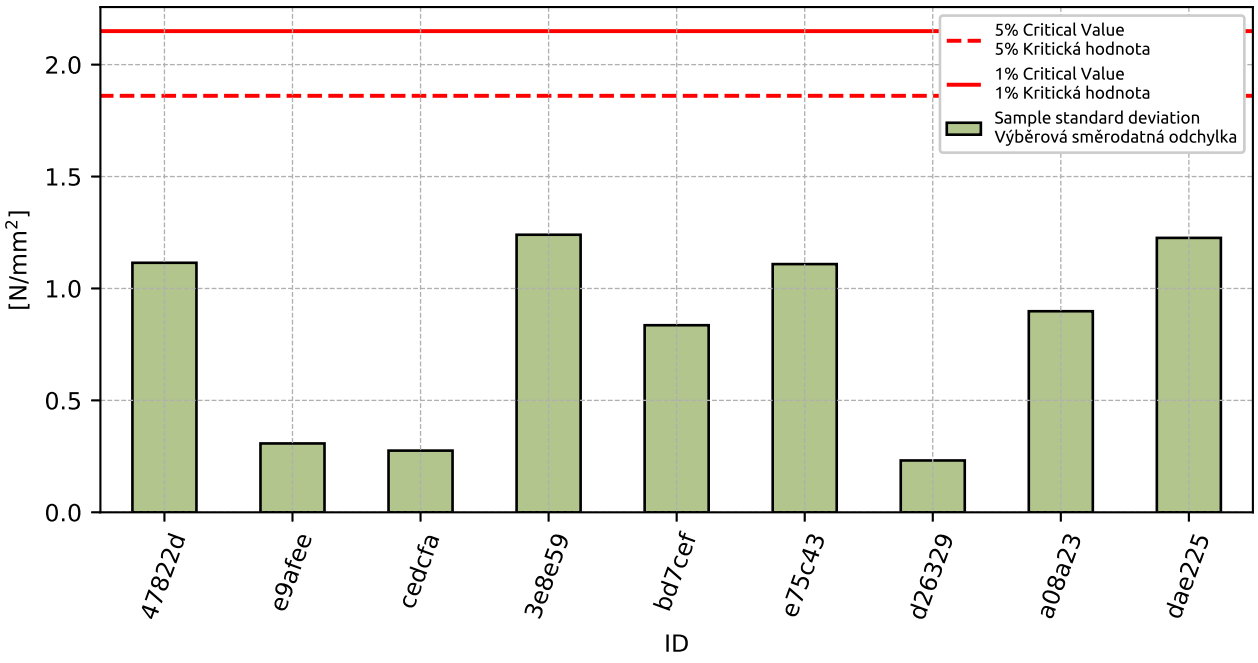
# 1 Příloha – ČSN EN 772-1 (Pevnost v tlaku)

## 1.1 Výsledky zkoušek

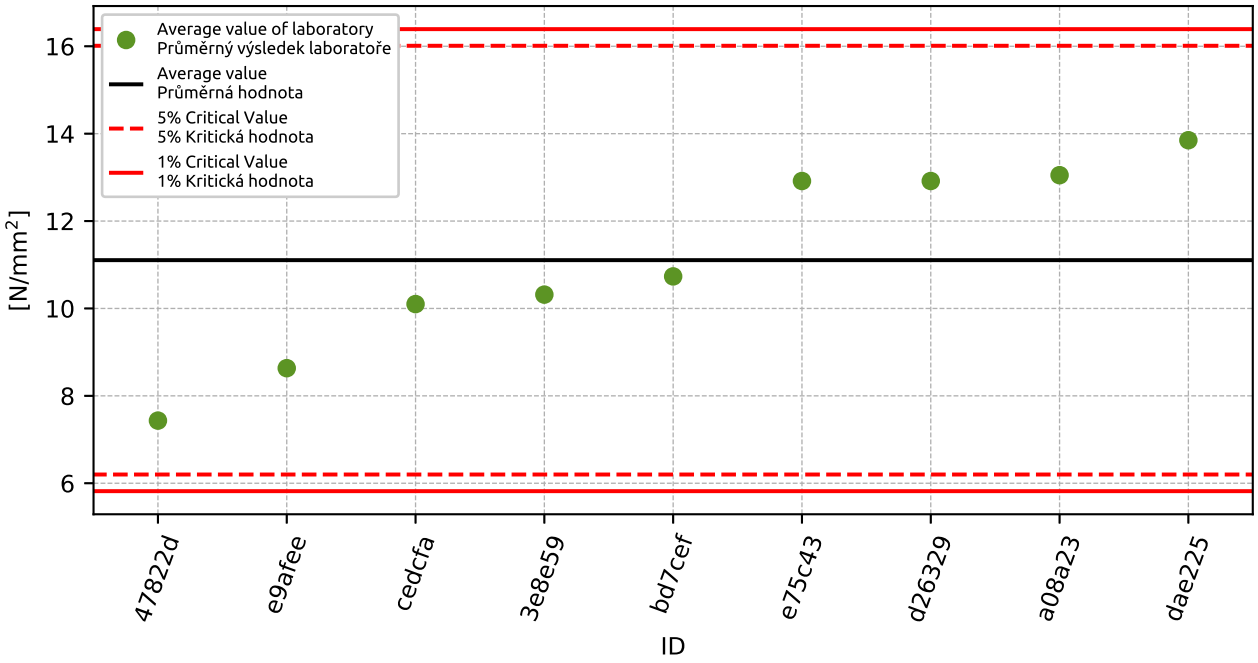
Tabulka 4: Výsledky zkoušek - seřazené podle průměrné hodnoty. Odlehlé hodnoty jsou označeny červeně. $u_X$ - rozšířená nejistota účastníka; $\bar{x}$ - aritmetický průměr; $s_0$ - výběrová směrodatná odchylka; $V_X$ - variační koeficient

| ID účastníka | Výsledky zkoušek [N/mm$^2$] | | | | | | $u_X$ [N/mm$^2$] | $\bar{x}$ [N/mm$^2$] | $s_0$ [N/mm$^2$] | $V_X$ [%] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 47822d | 6.7 | 7.2 | 8.4 | 9.2 | 6.5 | 6.6 | 0.4 | 7.4 | 1.11 | 15.0 |
| e9afee | 8.5 | 8.6 | 8.9 | 8.1 | 8.9 | 8.8 | 1.3 | 8.6 | 0.31 | 3.56 |
| cedcfa | 9.8 | 10.1 | 9.8 | 10.3 | 10.1 | 10.5 | 0.2 | 10.1 | 0.28 | 2.73 |
| 3e8e59 | 11.2 | 8.0 | 11.3 | 11.0 | 10.4 | 10.0 | 1.4 | 10.3 | 1.24 | 12.02 |
| bd7cef | 9.9 | 10.7 | 9.8 | 10.7 | 11.3 | 12.0 | 0.5 | 10.7 | 0.84 | 7.79 |
| e75c43 | 14.3 | 11.1 | 12.7 | 13.8 | 12.6 | 13.0 | - | 12.9 | 1.11 | 8.59 |
| d26329 | 13.3 | 13.1 | 12.8 | 12.8 | 12.7 | 12.8 | 2.5 | 12.9 | 0.23 | 1.79 |
| a08a23 | 12.4 | 11.8 | 13.4 | 14.3 | 13.6 | 12.8 | 2.0 | 13.0 | 0.9 | 6.88 |
| dae225 | 15.2 | 12.9 | 14.7 | 13.1 | 14.9 | 12.3 | 0.4 | 13.8 | 1.23 | 8.85 |

## 1.2 Numerické zhodnocení odlehlých hodnot

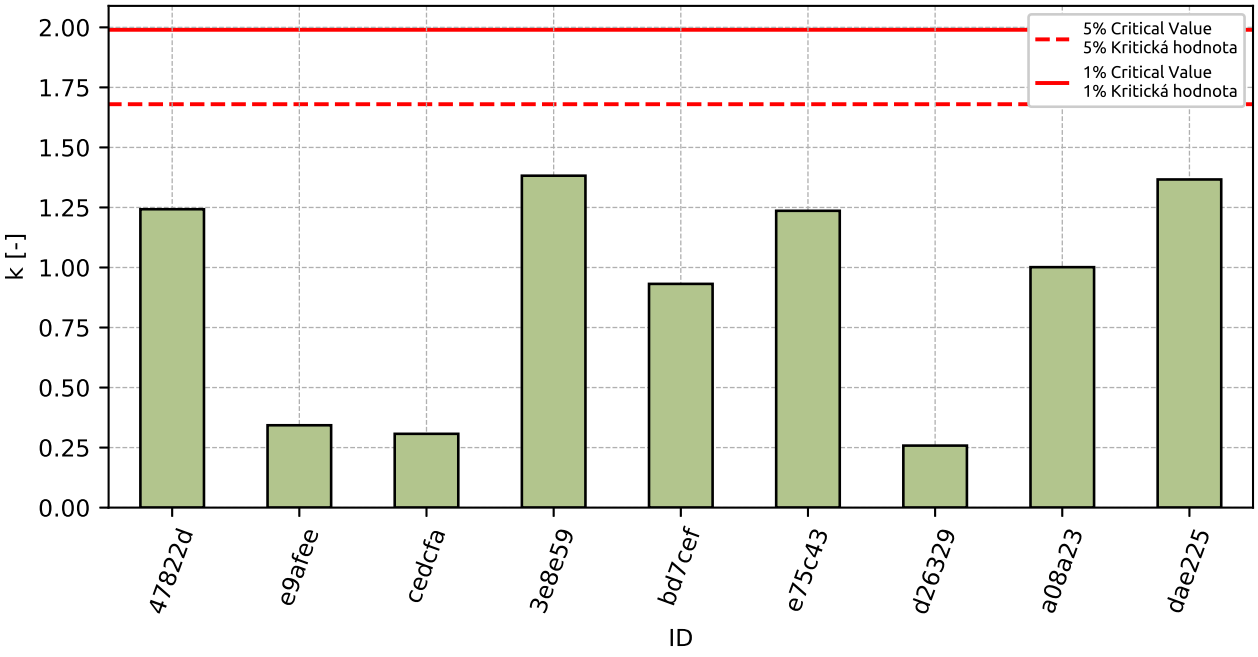



Obrázek 1: **Cochranův test** - výběrové směrodatné odchylky

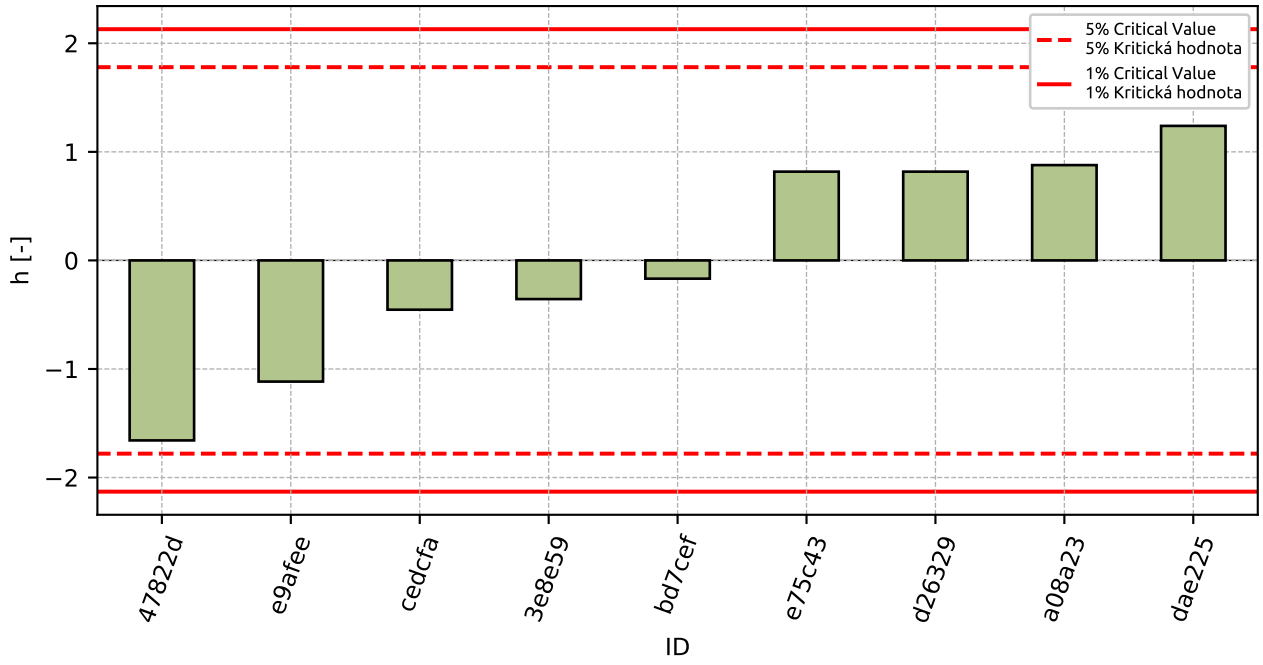



Obrázek 2: **Grubbsův test** – průměrné hodnoty

## 1.3 Mandelovy statistiky konzistence

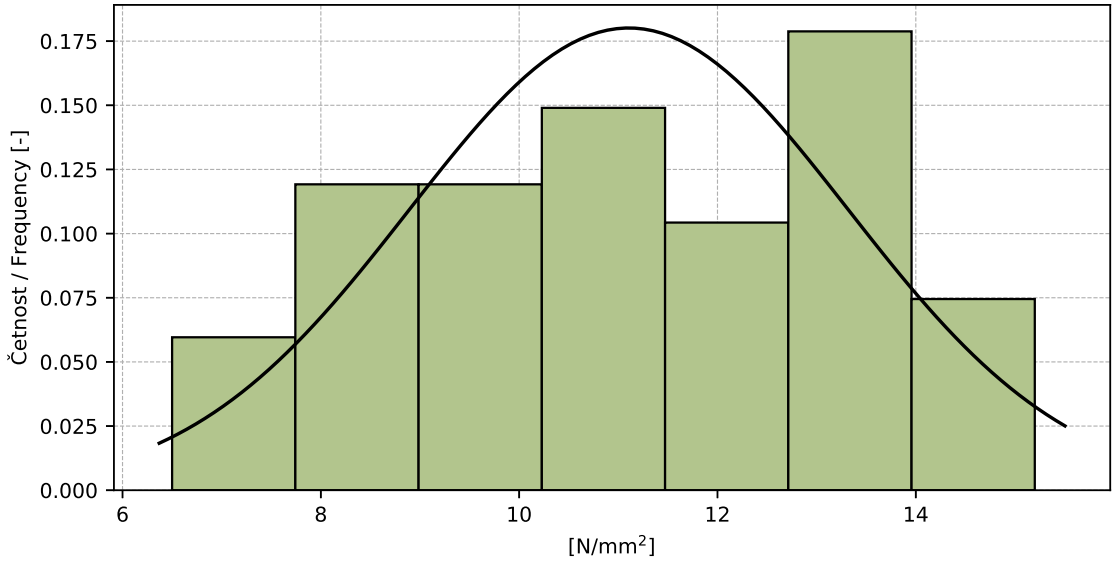



Obrázek 3: Vnitrolaboratorní statistika konzistence




Obrázek 4: Mezilaboratorní statistika konzistence

## 1.4 Popisné statistiky

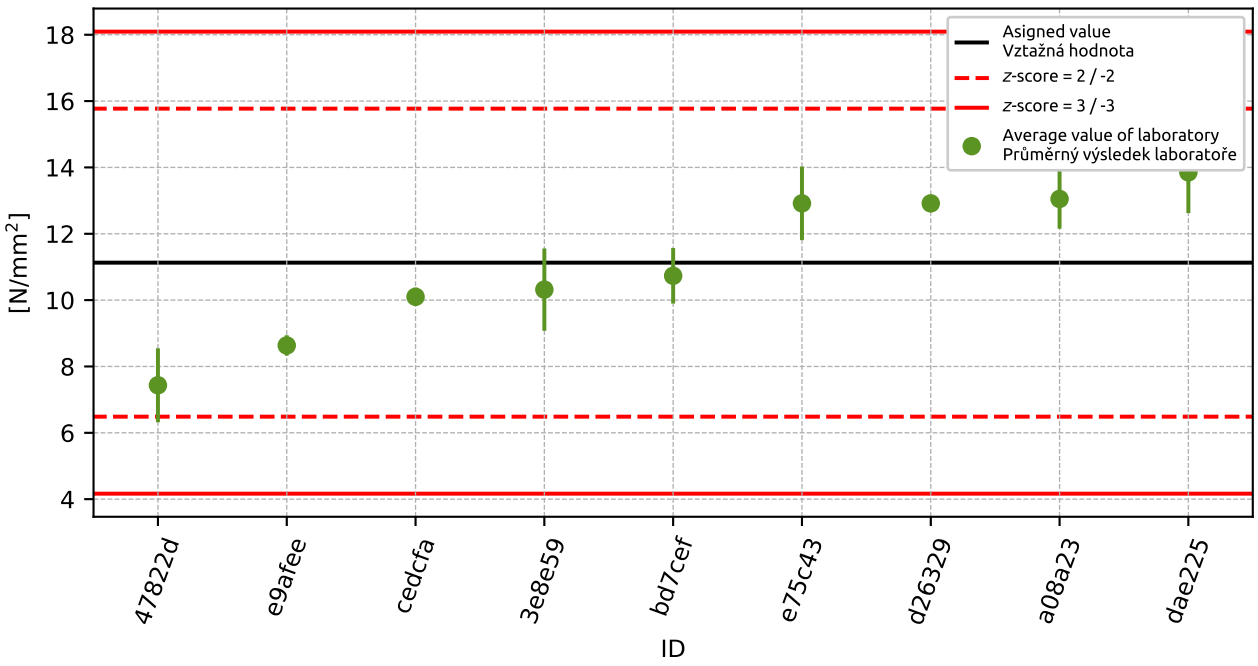



Obrázek 5: Histogram všech výsledků zkoušek

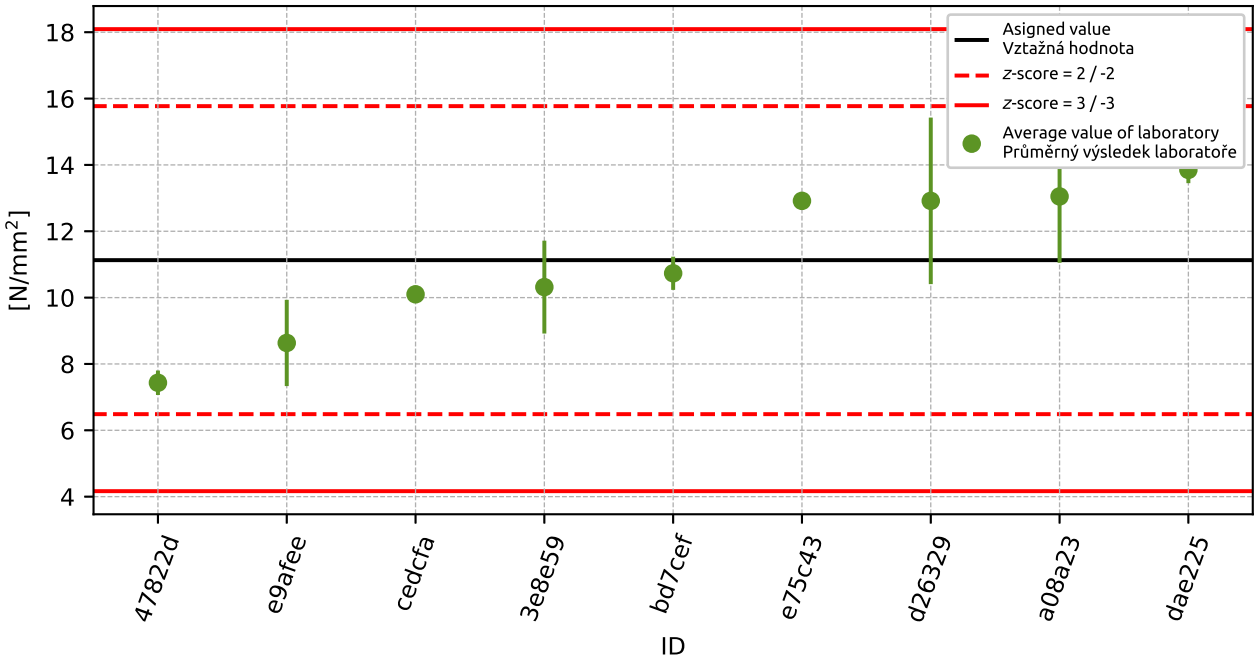
Tabulka 5: Popisné statistiky

| Charakteristika | [N/mm$^2$] |
|---|---|
| Průměrná hodnota / Average value – $\bar{x}$ | 11.1 |
| Výběrová směrodatná odchylka / Sample standard deviation – $s$ | 2.21 |
| Vztažná hodnota / Asigned value – $x^*$ | 11.1 |
| Robustní směrodatná odchylka / Robust standard deviation – $s^*$ | 2.32 |
| Nejistota měření vztažné hodnoty / Measurement uncertainty of asigned value – $u_X$ | 0.97 |
| $p$-hodnota testu normality / $p$-value of normality test | 0.215 [-] |
| Mezilaboratorní sm. odch. / Interlaboratory standard deviation – $s_L$ | 2.18 |
| Směrodatná odchylka opakovatelnosti / Repeatability standard deviation – $s_r$ | 0.9 |
| Směrodatná odchylka reprodukovatelnosti / Reproducibility standard deviation – $s_R$ | 2.36 |
| Opakovatelnost / Repeatability – $r$ | 2.5 |
| Reprodukovatelnost / Reproducibility – $R$ | 6.6 |

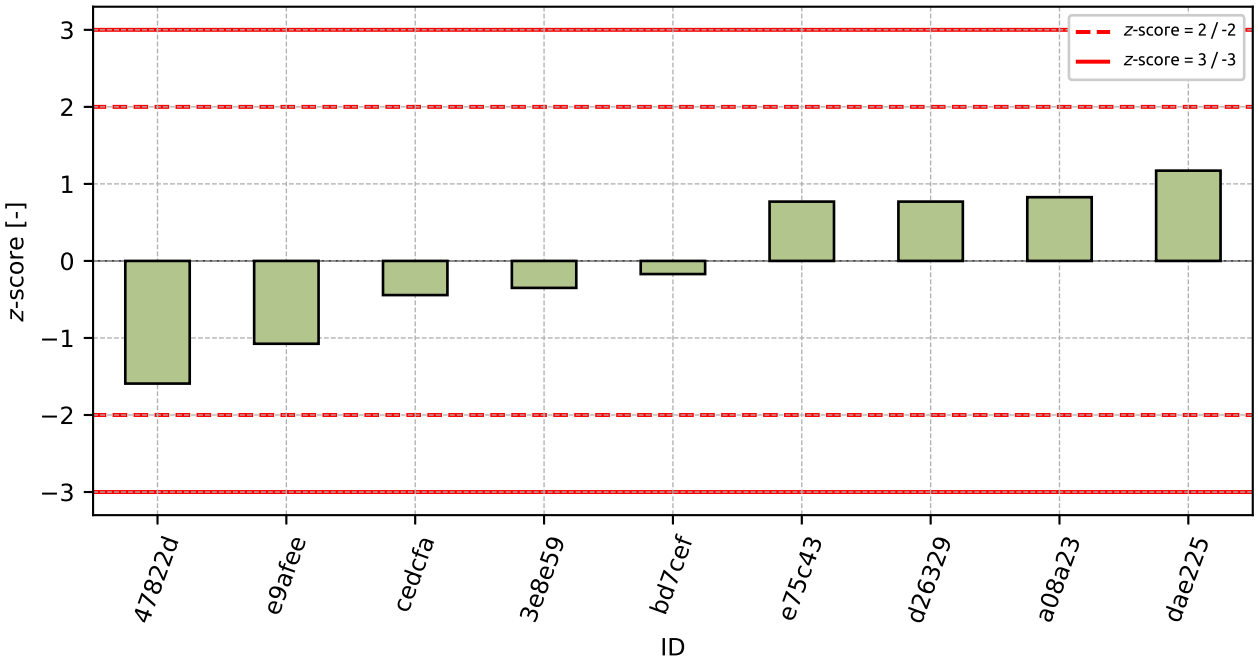
## 1.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků



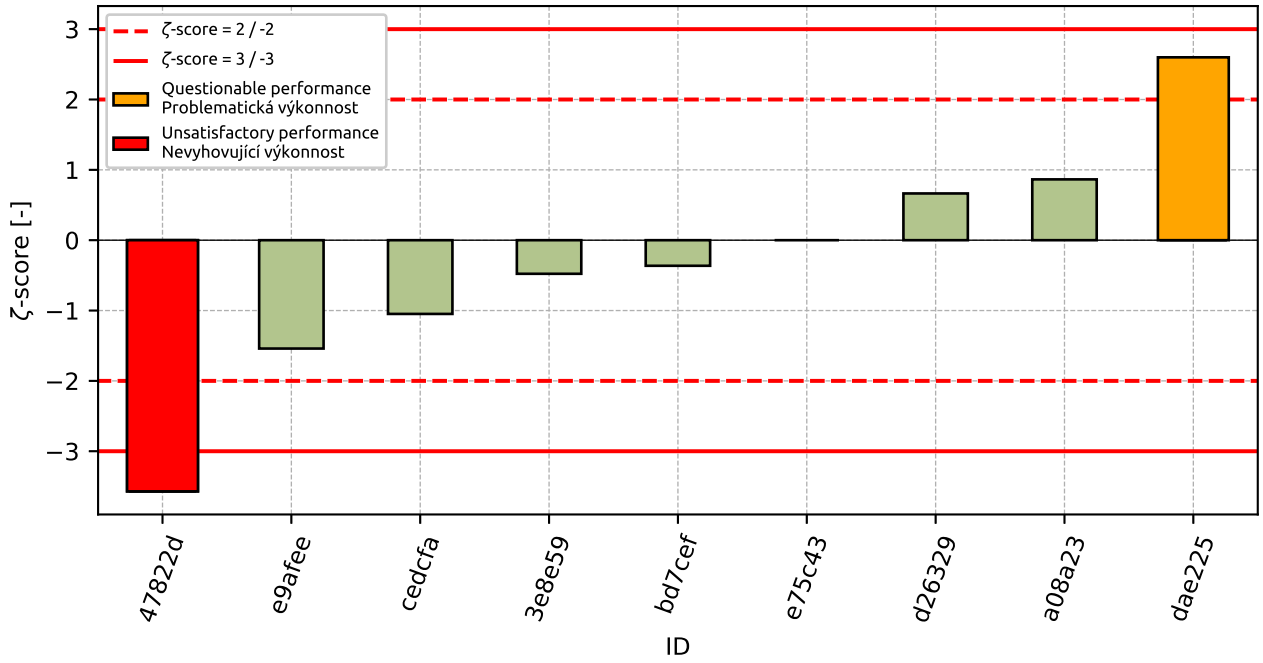

Obrázek 6: Graf průměrných hodnot výsledků zkoušek a výběrových směrodatných odchylek




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 $\zeta$-score

| ID | $z$-score [-] | $\zeta$-score [-] |
|---|---|---|
| 47822d | -1.59 | -3.57 |
| e9afee | -1.08 | -1.54 |
| cedcfa | -0.44 | -1.05 |
| 3e8e59 | -0.35 | -0.48 |
| bd7cef | -0.17 | -0.36 |
| e75c43 | 0.77 | - |
| d26329 | 0.77 | 0.66 |
| a08a23 | 0.83 | 0.86 |
| dae225 | 1.17 | 2.6 |

## 2 Příloha – ČSN EN 772-3 (Skutečný a poměrný objem otvorů)

Zkouška neotevřena pro nízký počet účastníků.

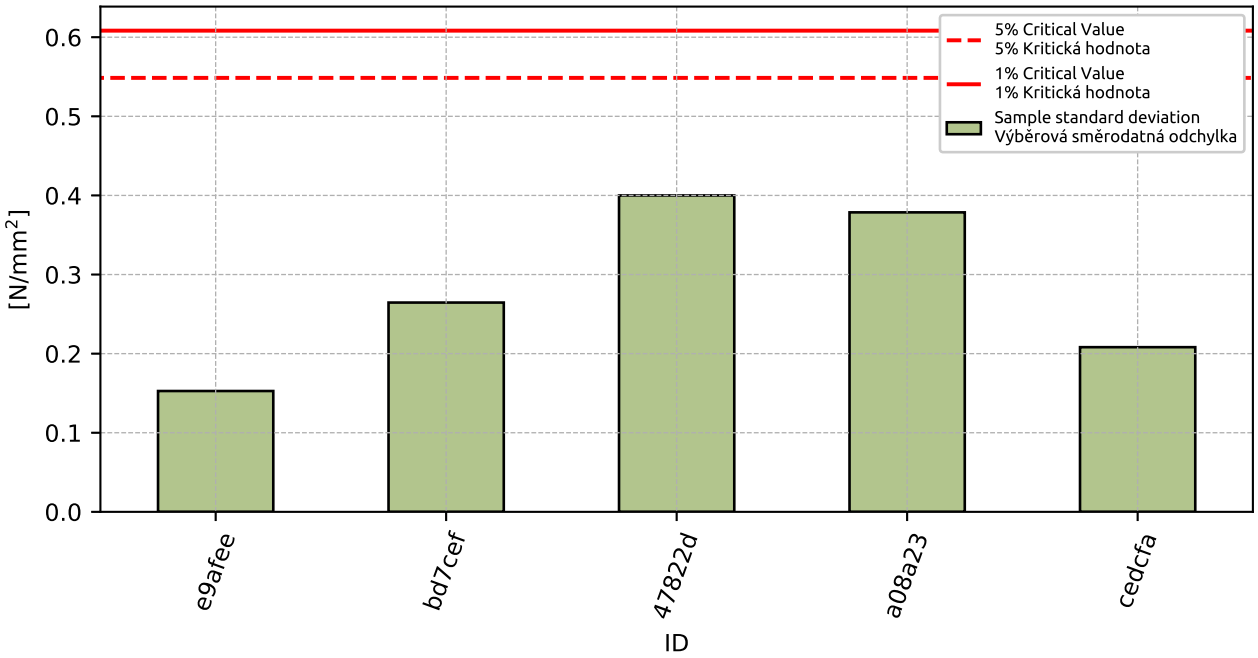
# 3 Příloha – ČSN EN 772-6 (Pevnost v tahu za ohybu)

## 3.1 Výsledky zkoušek

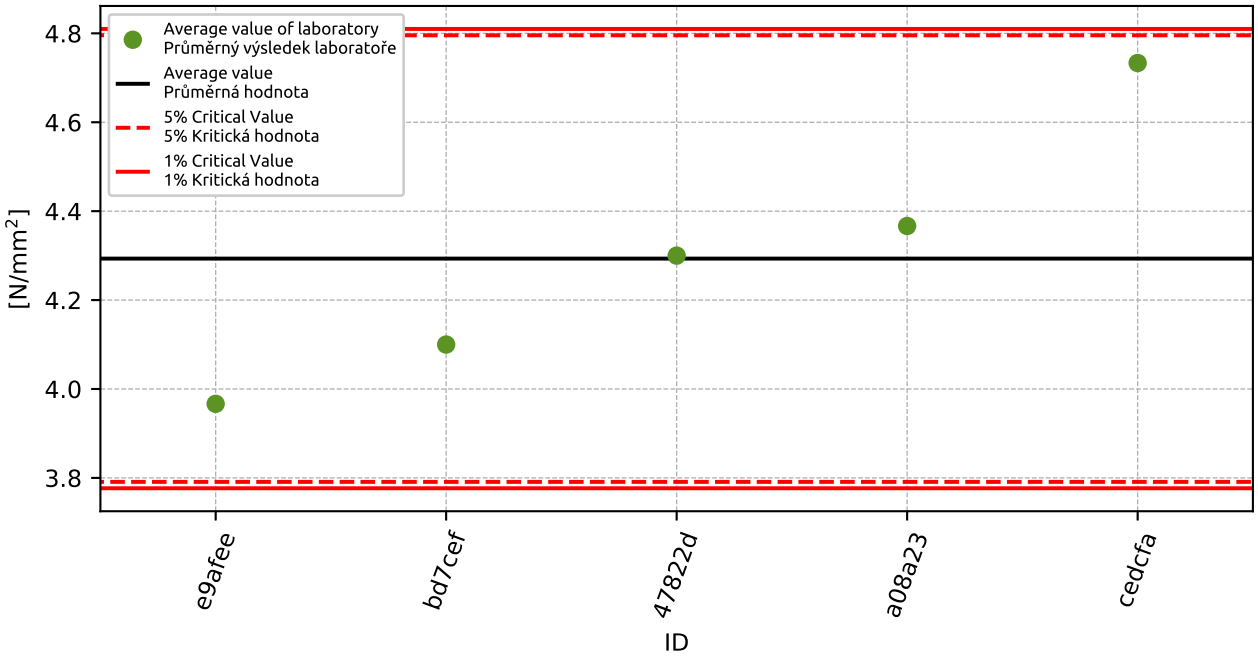
Tabulka 7: Výsledky zkoušek - seřazené podle průměrné hodnoty. Odlehlé hodnoty jsou označeny červeně. $u_X$ - rozšířená nejistota účastníka; $\bar{x}$ - aritmetický průměr; $s_0$ - výběrová směrodatná odchylka; $V_X$ - variační koeficient

| **ID účastníka** | Výsledky zkoušek [N/mm$^2$] | | | $u_X$ [N/mm$^2$] | $\bar{x}$ [N/mm$^2$] | $s_0$ [N/mm$^2$] | $V_X$ [%] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| e9afee | 4.0 | 3.8 | 4.1 | 1.2 | 4.0 | 0.15 | 3.85 |
| bd7cef | 4.3 | 4.2 | 3.8 | 0.3 | 4.1 | 0.26 | 6.45 |
| 47822d | 3.9 | 4.3 | 4.7 | 0.2 | 4.3 | 0.4 | 9.3 |
| a08a23 | 4.1 | 4.8 | 4.2 | 0.6 | 4.4 | 0.38 | 8.67 |
| cedcfa | 4.8 | 4.9 | 4.5 | 0.1 | 4.7 | 0.21 | 4.4 |

## 3.2 Numerické zhodnocení odlehlých hodnot

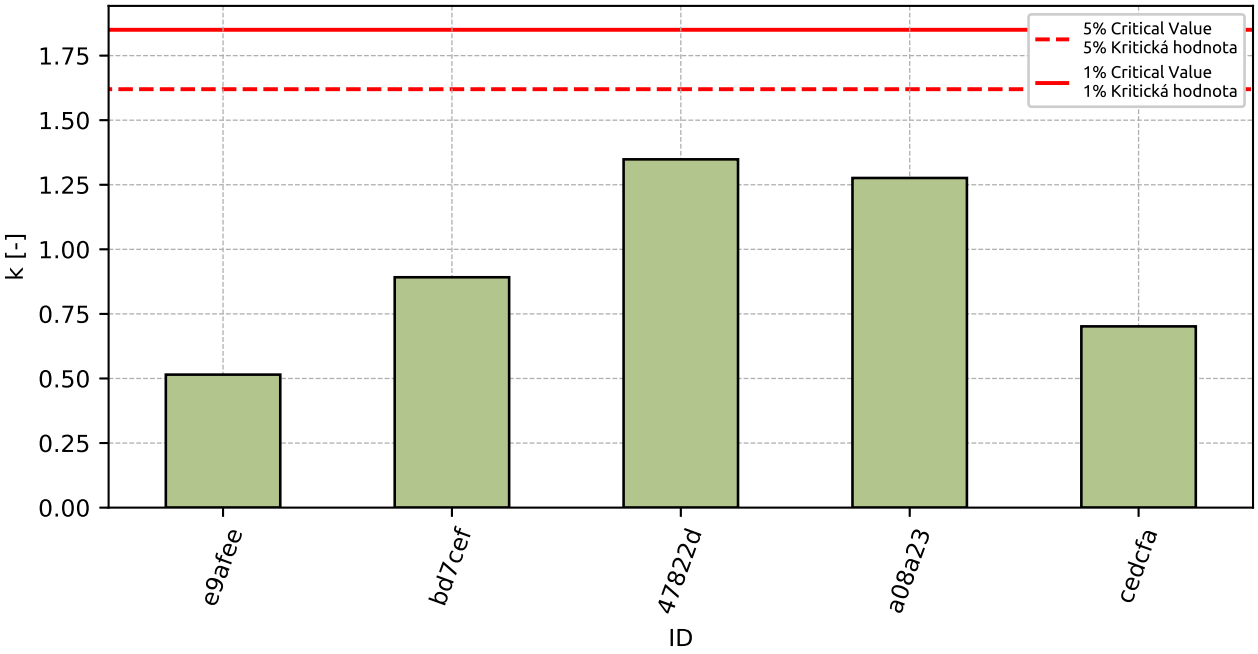



Obrázek 10: **Cochranův test** - výběrové směrodatné odchylky

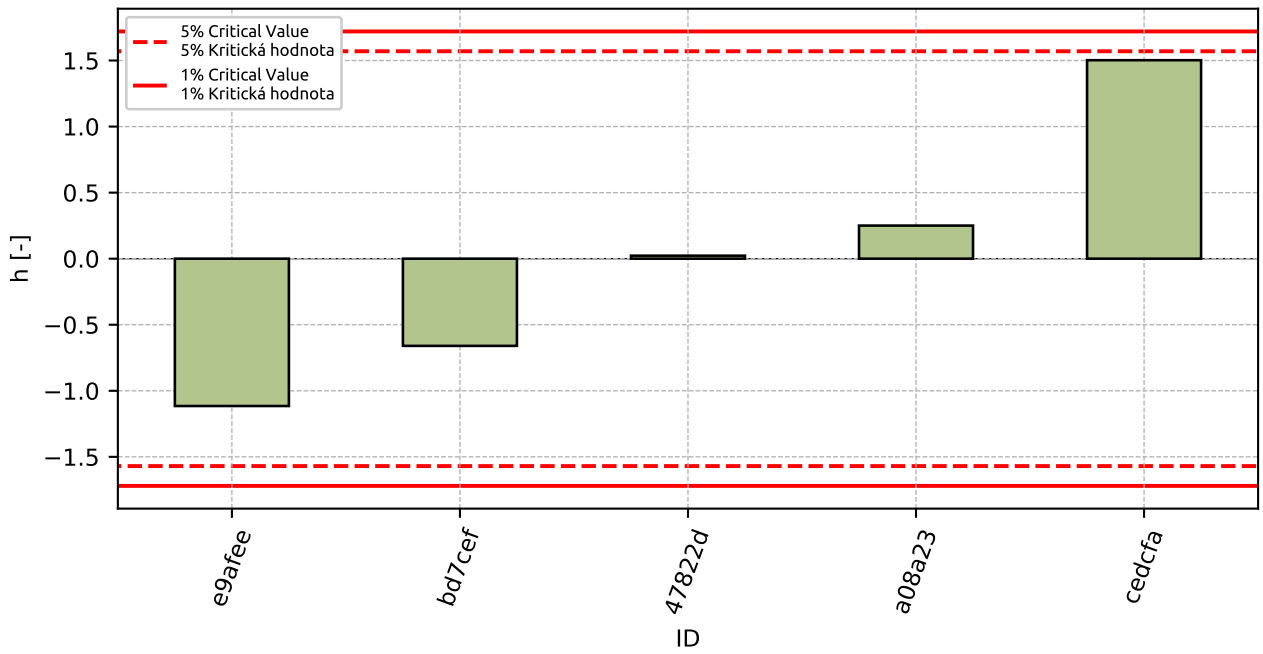



Obrázek 11: **Grubbsův test** – průměrné hodnoty

## 3.3 Mandelovy statistiky konzistence

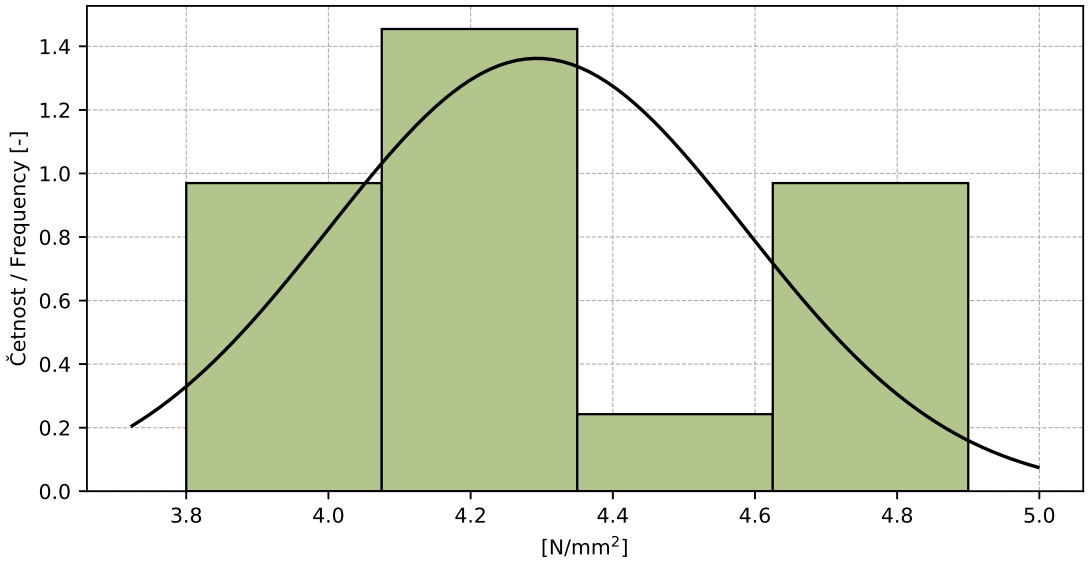



Obrázek 12: Vnitrolaboratorní statistika konzistence




Obrázek 13: Mezilaboratorní statistika konzistence

## 3.4 Popisné statistiky

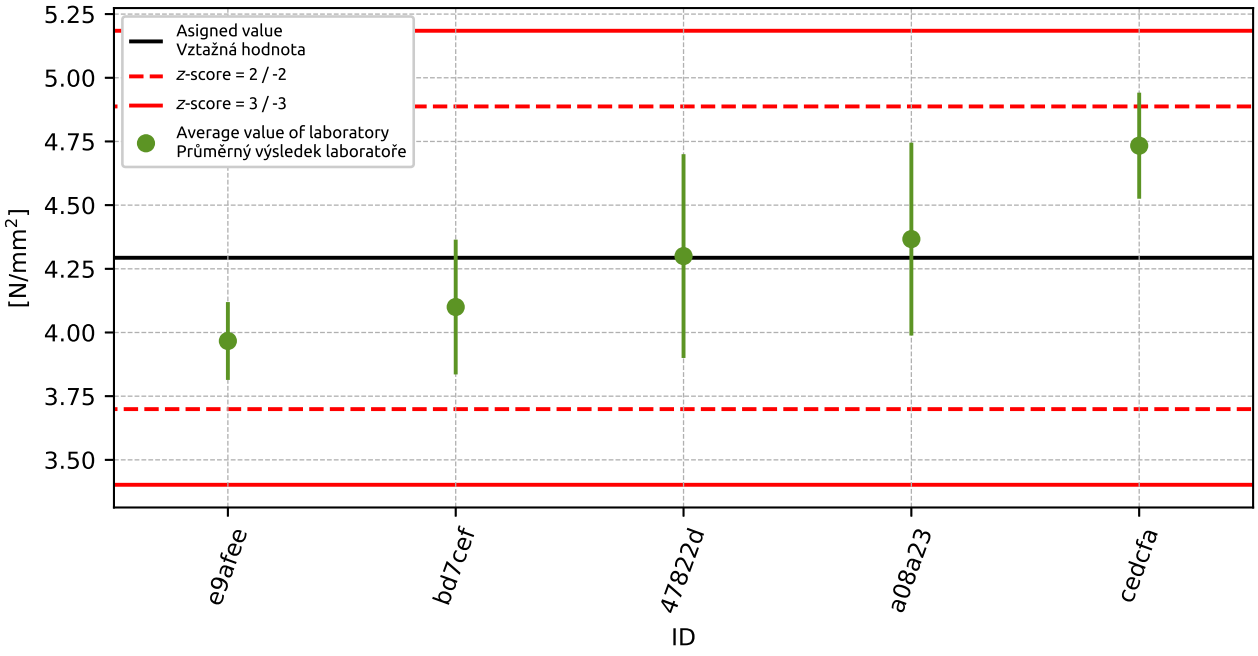



Obrázek 14: Histogram všech výsledků zkoušek

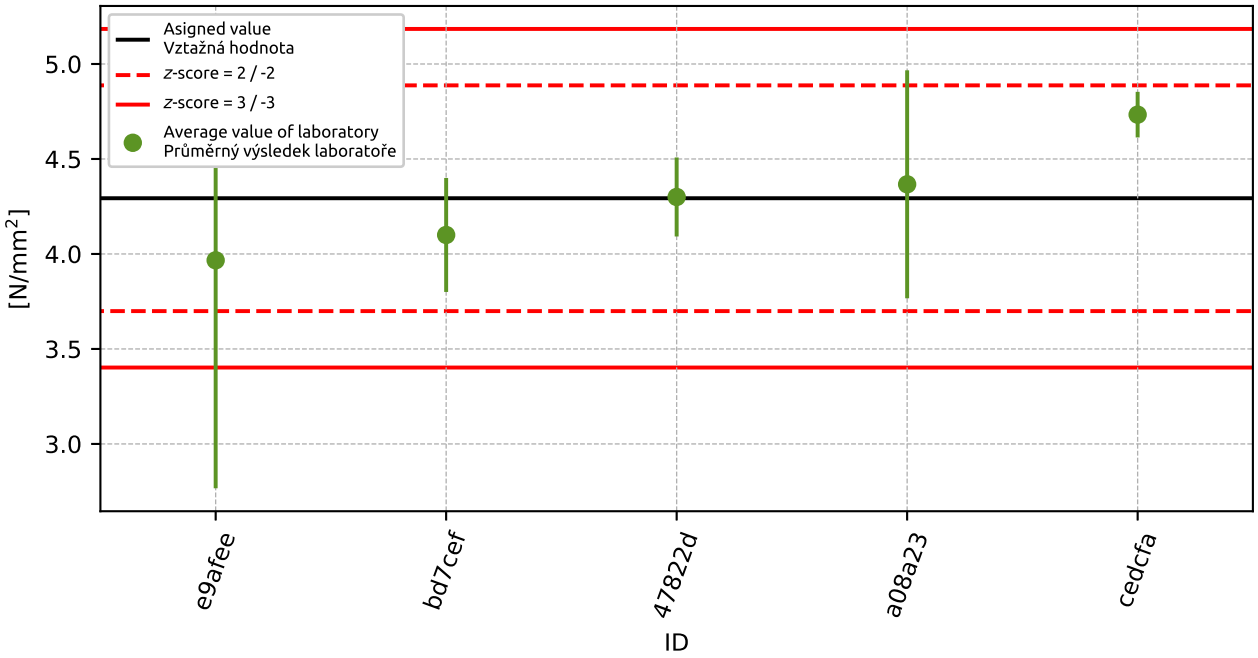
Tabulka 8: Popisné statistiky

| Charakteristika | [N/mm$^2$] |
|---|---|
| Průměrná hodnota / Average value – $\bar{x}$ | 4.3 |
| Výběrová směrodatná odchylka / Sample standard deviation – $s$ | 0.29 |
| Vztažná hodnota / Asigned value – $x^*$ | 4.3 |
| Robustní směrodatná odchylka / Robust standard deviation – $s^*$ | 0.3 |
| Nejistota měření vztažné hodnoty / Measurement uncertainty of asigned value – $u_X$ | 0.17 |
| $p$-hodnota testu normality / $p$-value of normality test | 0.39 [-] |
| Mezilaboratorní sm. odch. / Interlaboratory standard deviation – $s_L$ | 0.24 |
| Směrodatná odchylka opakovatelnosti / Repeatability standard deviation – $s_r$ | 0.3 |
| Směrodatná odchylka reprodukovatelnosti / Reproducibility standard deviation – $s_R$ | 0.38 |
| Opakovatelnost / Repeatability – $r$ | 0.8 |
| Reprodukovatelnost / Reproducibility – $R$ | 1.1 |

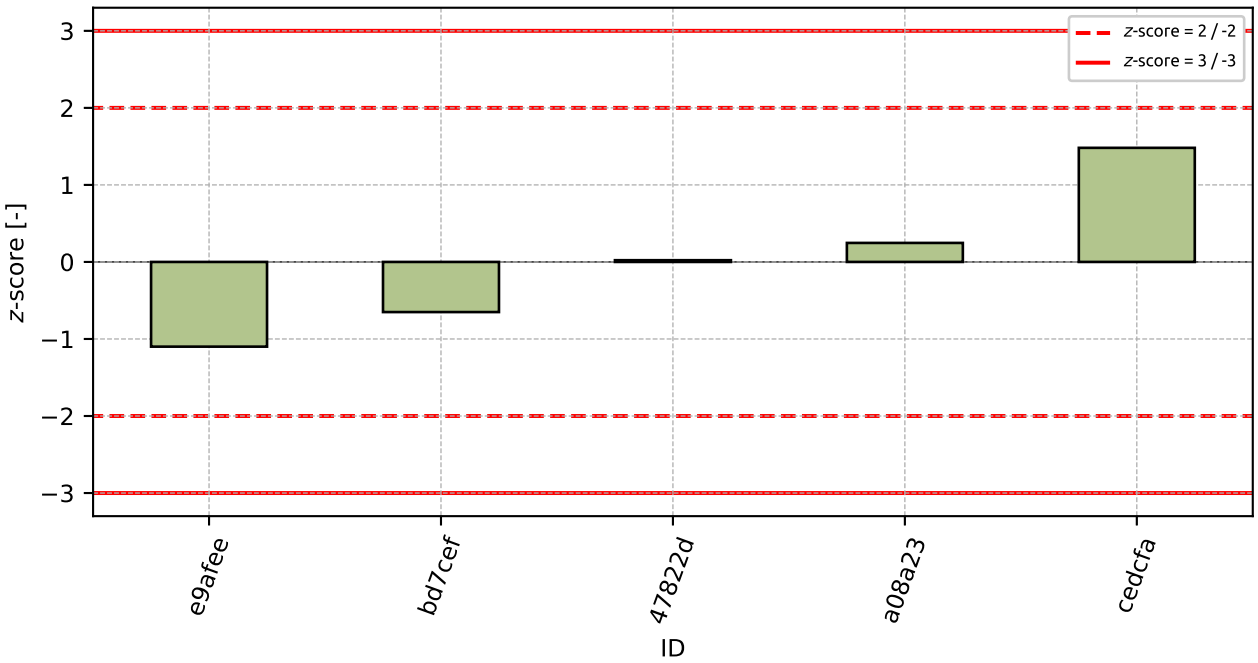
## 3.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků



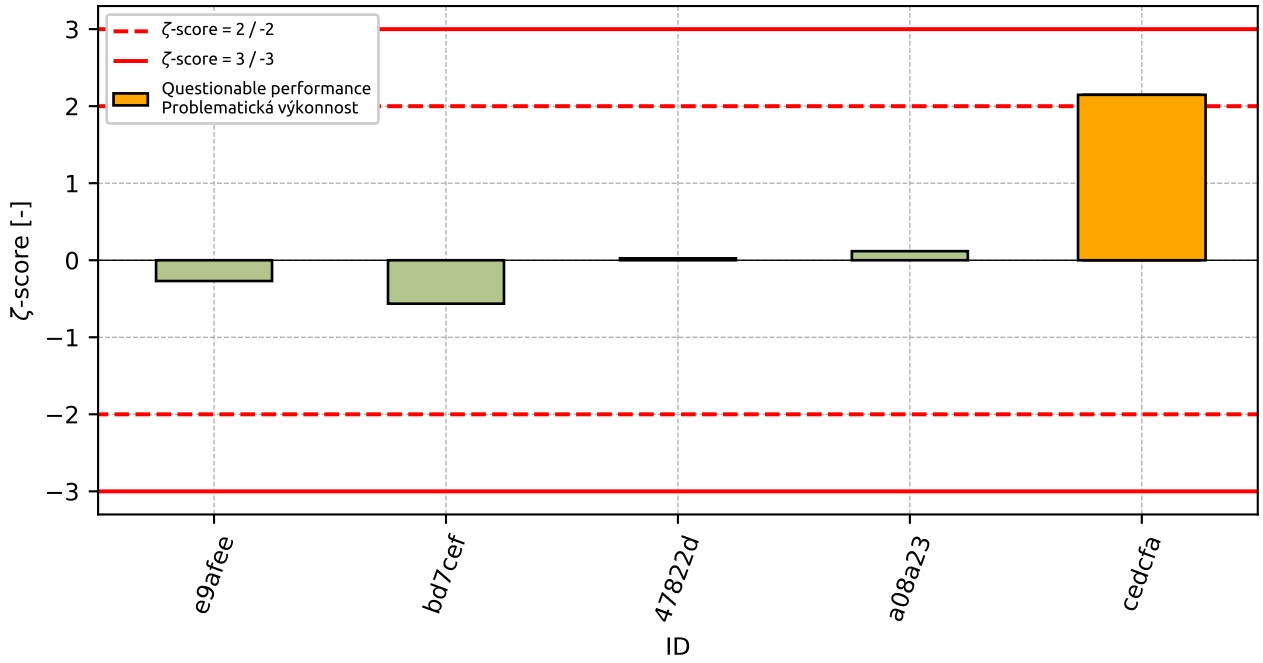

Obrázek 15: Graf průměrných hodnot výsledků zkoušek a výběrových směrodatných odchylek




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




Obrázek 17: z-score




Obrázek 18: ζ-score

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

| ID | *z*-score [-] | ζ-score [-] |
|---|---|---|
| e9afee | -1.1 | -0.27 |
| bd7cef | -0.65 | -0.56 |
| 47822d | 0.02 | 0.03 |
| a08a23 | 0.25 | 0.12 |
| cedcfa | 1.48 | 2.15 |

# 4 Příloha – ČSN EN 772-7 (Nasákavost varem)

Zkouška neotevřena pro nízký počet účastníků.

# 5 Příloha – ČSN EN 772-10 (Vlhkost)

Zkouška neotevřena pro nízký počet účastníků.

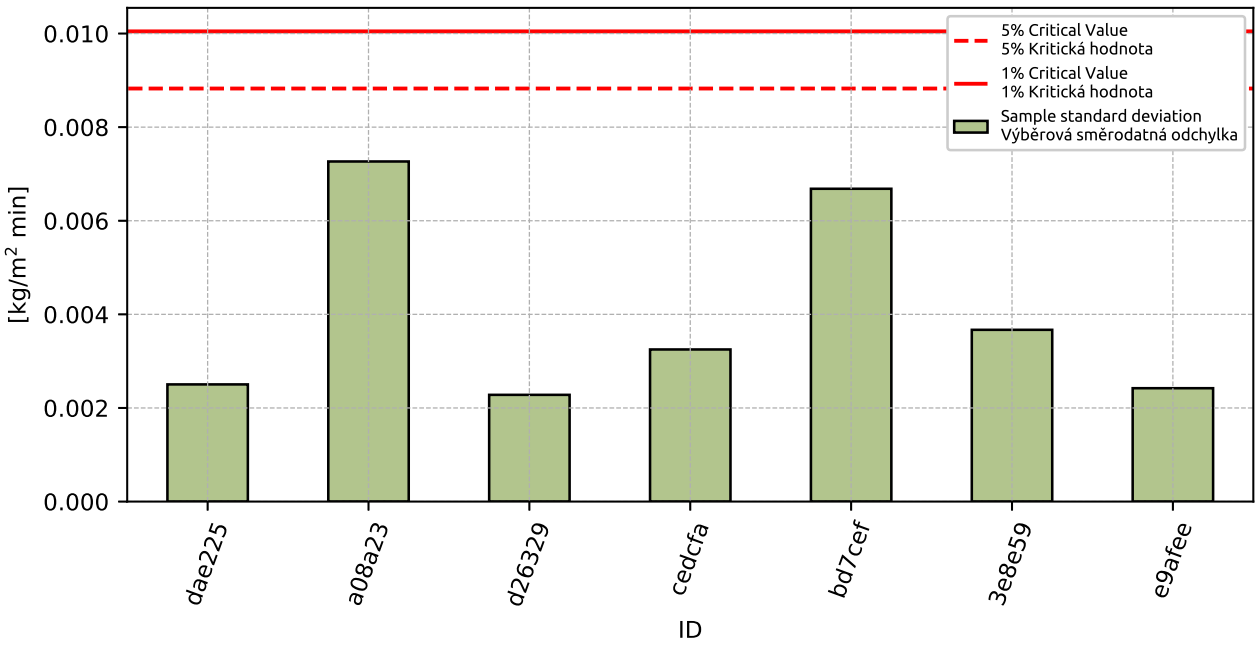
# 6 Příloha – ČSN EN 772-11 (Nasákavost)

## 6.1 Výsledky zkoušek

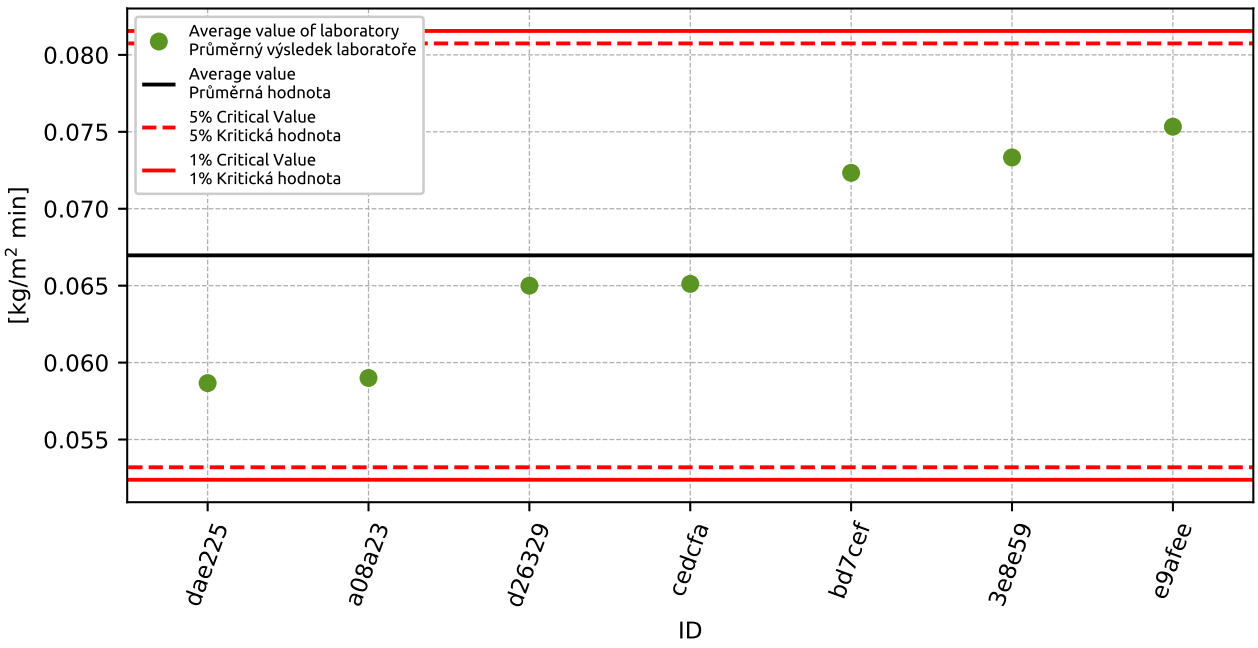
Tabulka 10: Výsledky zkoušek - seřazené podle průměrné hodnoty. Odlehlé hodnoty jsou označeny červeně. $u_X$ - rozšířená nejistota účastníka; $\bar{x}$ - aritmetický průměr; $s_0$ - výběrová směrodatná odchylka; $V_X$ - variační koeficient

| **ID účastníka** | Výsledky zkoušek [kg/m$^2$ min] | | | | | | $u_X$ [kg/m$^2$ min] | $\bar{x}$ [kg/m$^2$ min] | $s_0$ [kg/m$^2$ min] | $V_X$ [%] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| dae225 | 0.055 | 0.06 | 0.062 | 0.057 | 0.058 | 0.06 | 0.002 | 0.059 | 0.0025 | 4.27 |
| a08a23 | 0.067 | 0.068 | 0.058 | 0.058 | 0.053 | 0.05 | 0.005 | 0.059 | 0.0073 | 12.32 |
| d26329 | 0.068 | 0.065 | 0.063 | 0.065 | 0.067 | 0.062 | 0.002 | 0.065 | 0.0023 | 3.51 |
| cedcfa | 0.07 | 0.063 | 0.063 | 0.065 | 0.068 | 0.062 | 0.004 | 0.065 | 0.0032 | 4.99 |
| bd7cef | 0.072 | 0.066 | 0.063 | 0.079 | 0.075 | 0.079 | 0.006 | 0.072 | 0.0067 | 9.24 |
| 3e8e59 | 0.077 | 0.067 | 0.073 | 0.077 | 0.073 | 0.073 | 0.005 | 0.073 | 0.0037 | 5.0 |
| e9afee | 0.077 | 0.072 | 0.075 | 0.077 | 0.073 | 0.078 | 0.018 | 0.075 | 0.0024 | 3.22 |

## 6.2 Numerické zhodnocení odlehlých hodnot

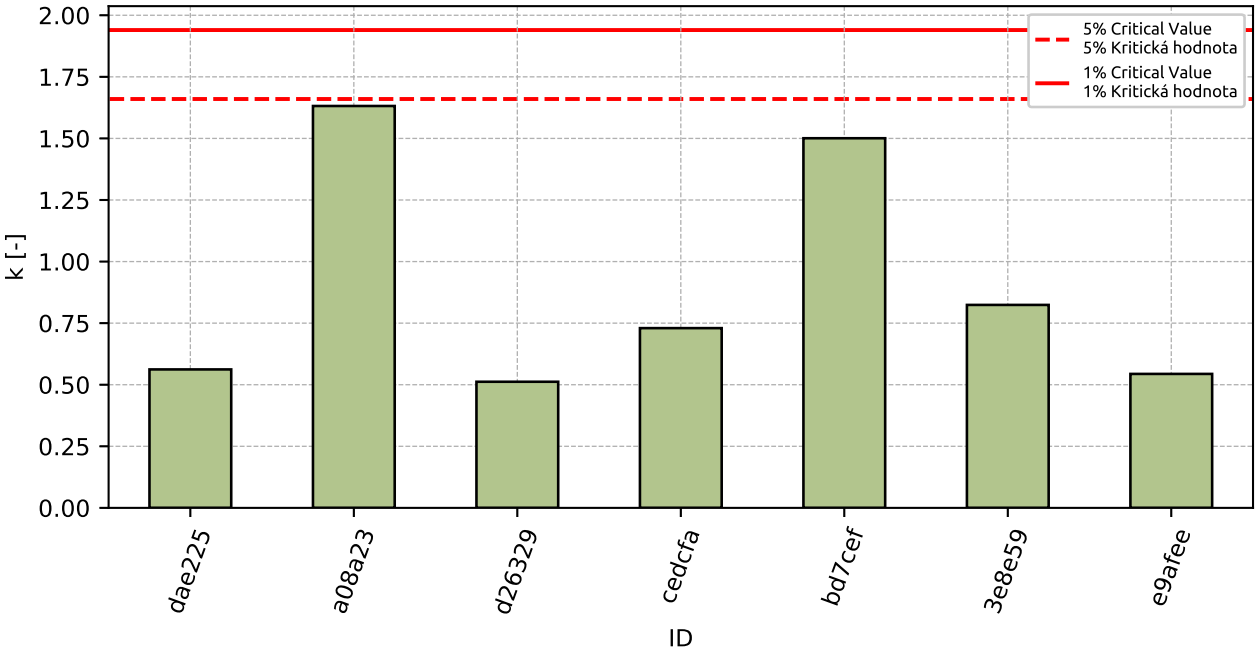



Obrázek 19: **Cochranův test** - výběrové směrodatné odchylky

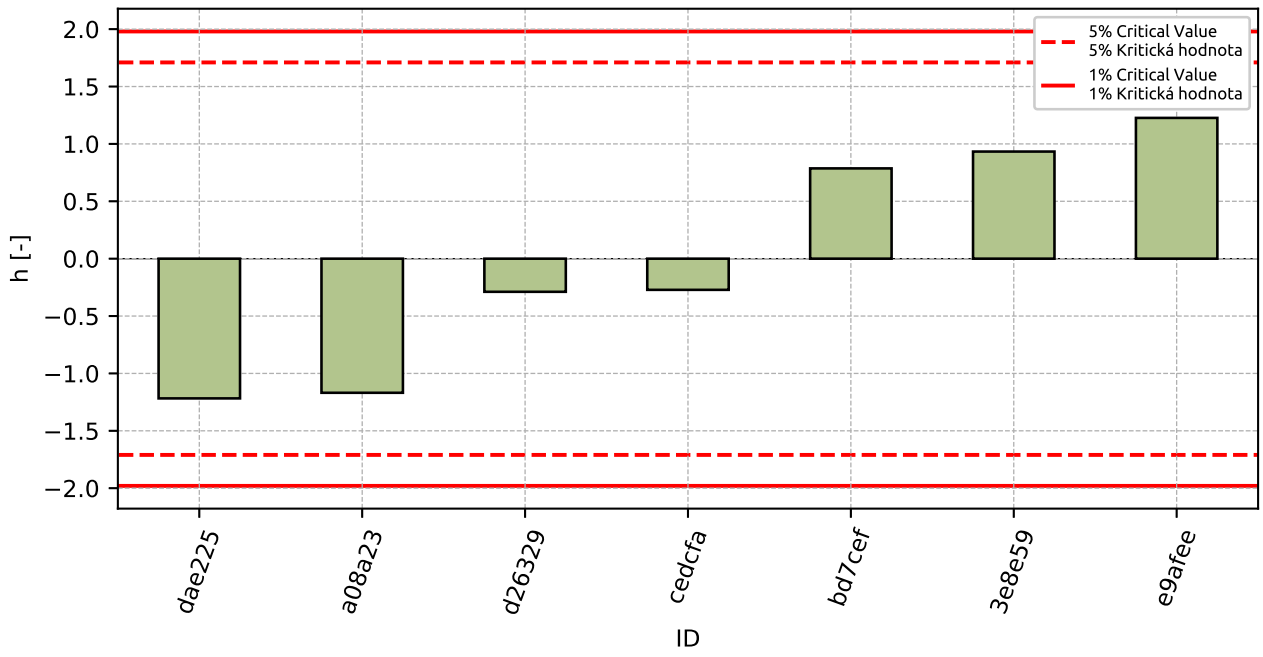



Obrázek 20: **Grubbsův test** – průměrné hodnoty

## 6.3 Mandelovy statistiky konzistence

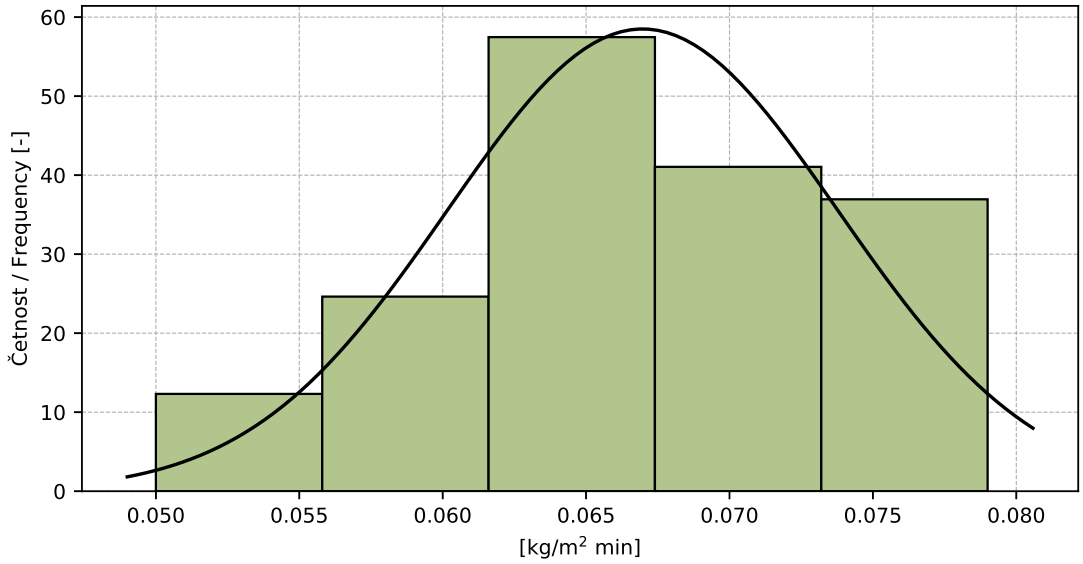



Obrázek 21: Vnitrolaboratorní statistika konzistence




Obrázek 22: Mezilaboratorní statistika konzistence

## 6.4 Popisné statistiky

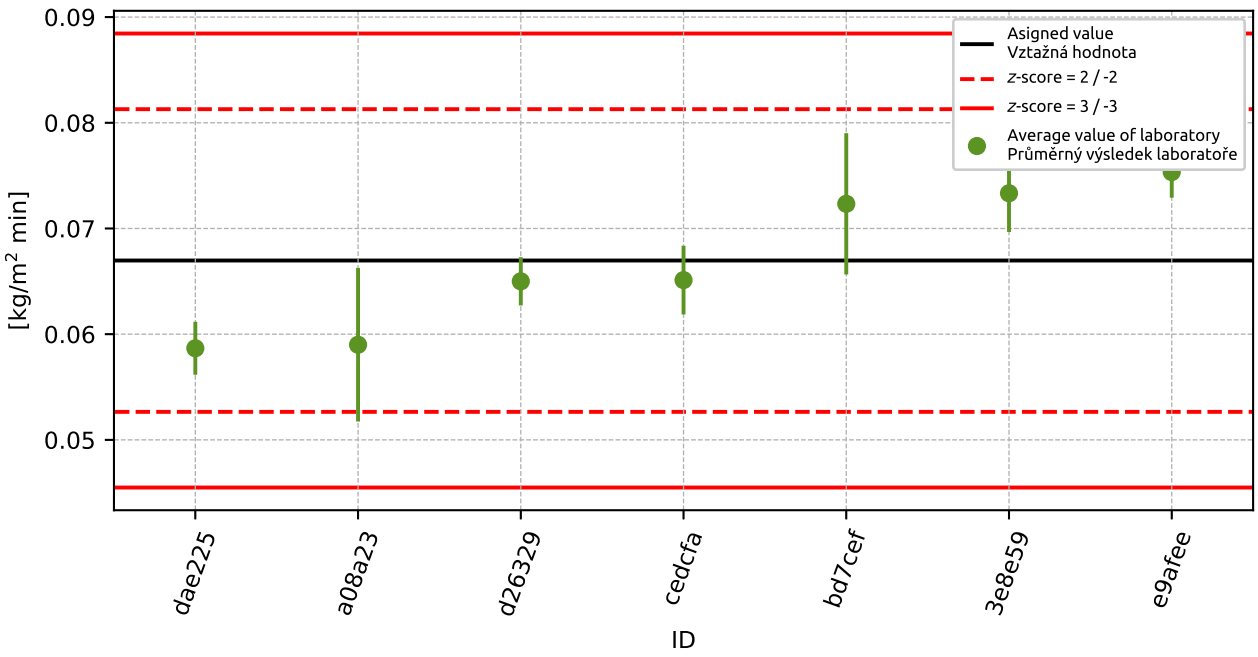



Obrázek 23: Histogram všech výsledků zkoušek

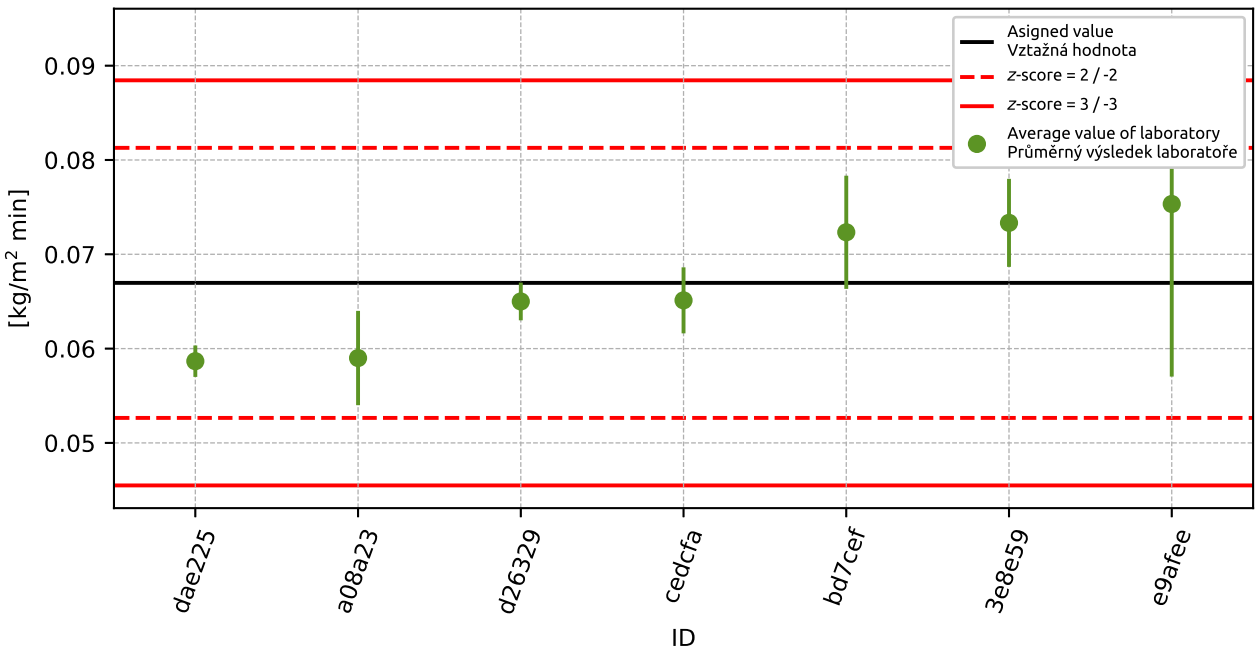
Tabulka 11: Popisné statistiky

| Charakteristika | [kg/m$^2$ min] |
|---|---|
| Průměrná hodnota / Average value – $\bar{x}$ | 0.067 |
| Výběrová směrodatná odchylka / Sample standard deviation – $s$ | 0.0068 |
| Vztažná hodnota / Asigned value – $x^*$ | 0.067 |
| Robustní směrodatná odchylka / Robust standard deviation – $s^*$ | 0.0072 |
| Nejistota měření vztažné hodnoty / Measurement uncertainty of asigned value – $u_X$ | 0.0034 |
| $p$-hodnota testu normality / $p$-value of normality test | 0.35 [-] |
| Mezilaboratorní sm. odch. / Interlaboratory standard deviation – $s_L$ | 0.0066 |
| Směrodatná odchylka opakovatelnosti / Repeatability standard deviation – $s_r$ | 0.0045 |
| Směrodatná odchylka reprodukovatelnosti / Reproducibility standard deviation – $s_R$ | 0.0079 |
| Opakovatelnost / Repeatability – $r$ | 0.012 |
| Reprodukovatelnost / Reproducibility – $R$ | 0.022 |

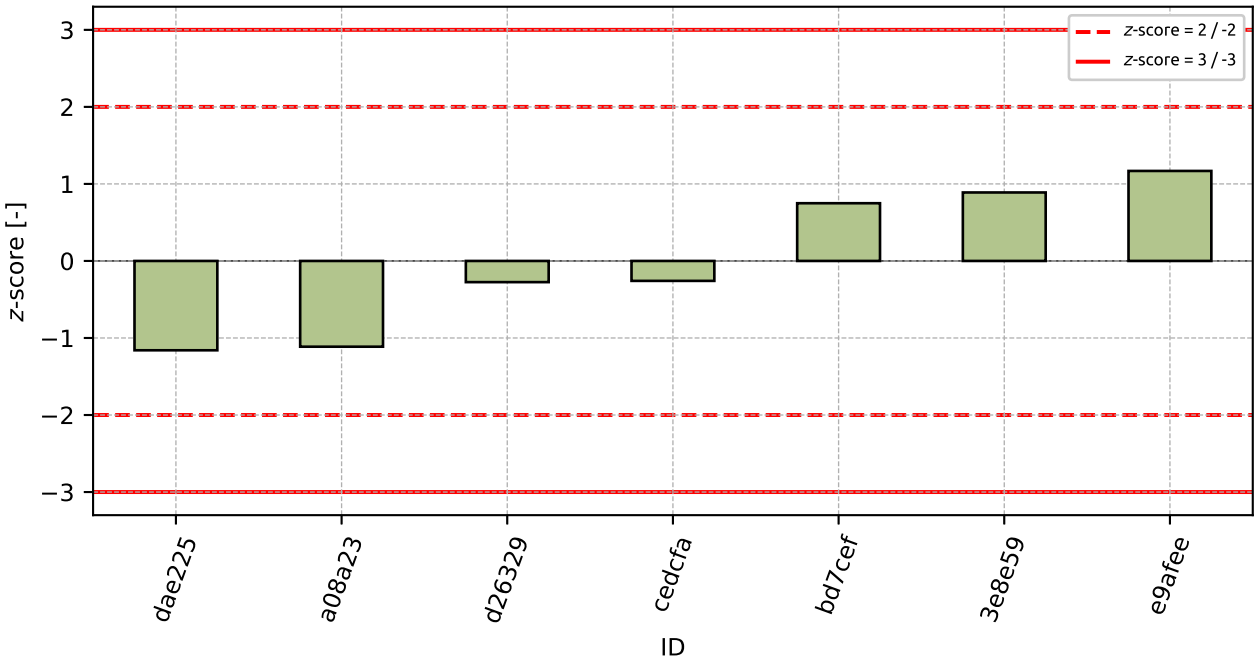
## 6.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků



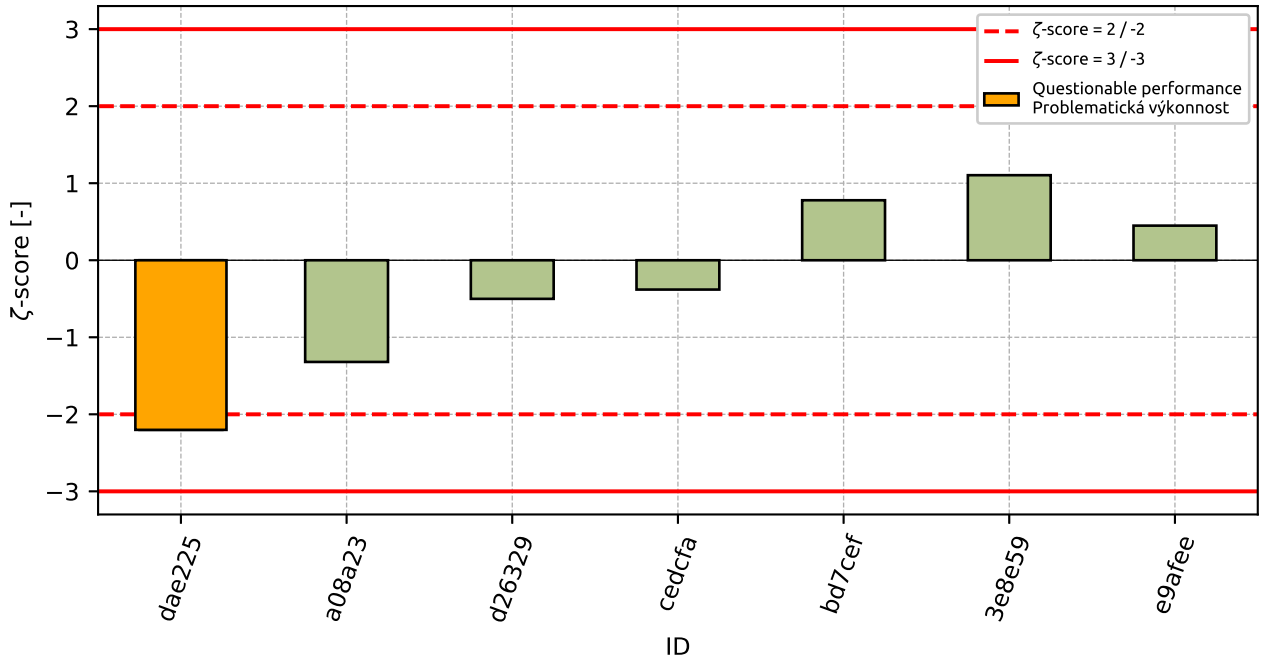

Obrázek 24: Graf průměrných hodnot výsledků zkoušek a výběrových směrodatných odchylek




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




Obrázek 26: z-score




Obrázek 27: $\zeta$-score

Tabulka 12: Výsledné hodnoty $z$-score a $\zeta$-score

| ID | $z$-score [-] | $\zeta$-score [-] |
|---|---|---|
| dae225 | -1.16 | -2.2 |
| a08a23 | -1.11 | -1.32 |
| d26329 | -0.28 | -0.5 |
| cedcfa | -0.26 | -0.38 |
| bd7cef | 0.75 | 0.78 |
| 3e8e59 | 0.89 | 1.1 |
| e9afee | 1.17 | 0.45 |

# 7 Příloha – ČSN EN 772-13 (Objemová hmotnost)

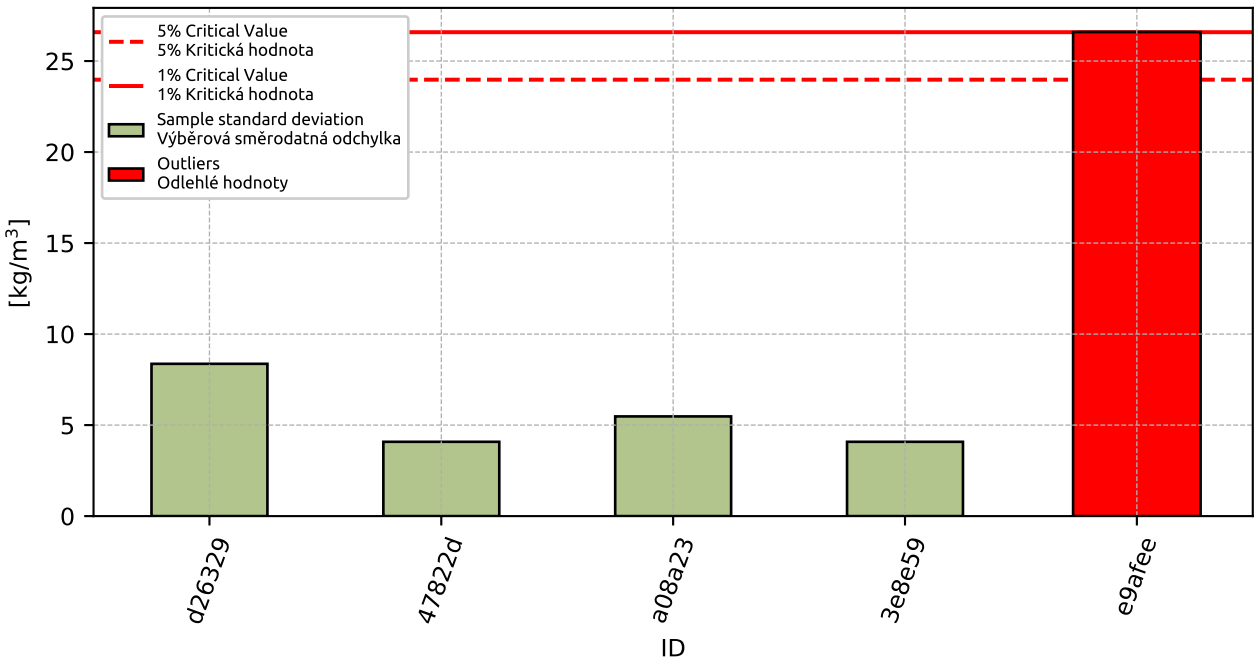
## 7.1 Objemová hmotnost materiálu

### 7.1.1 Výsledky zkoušek

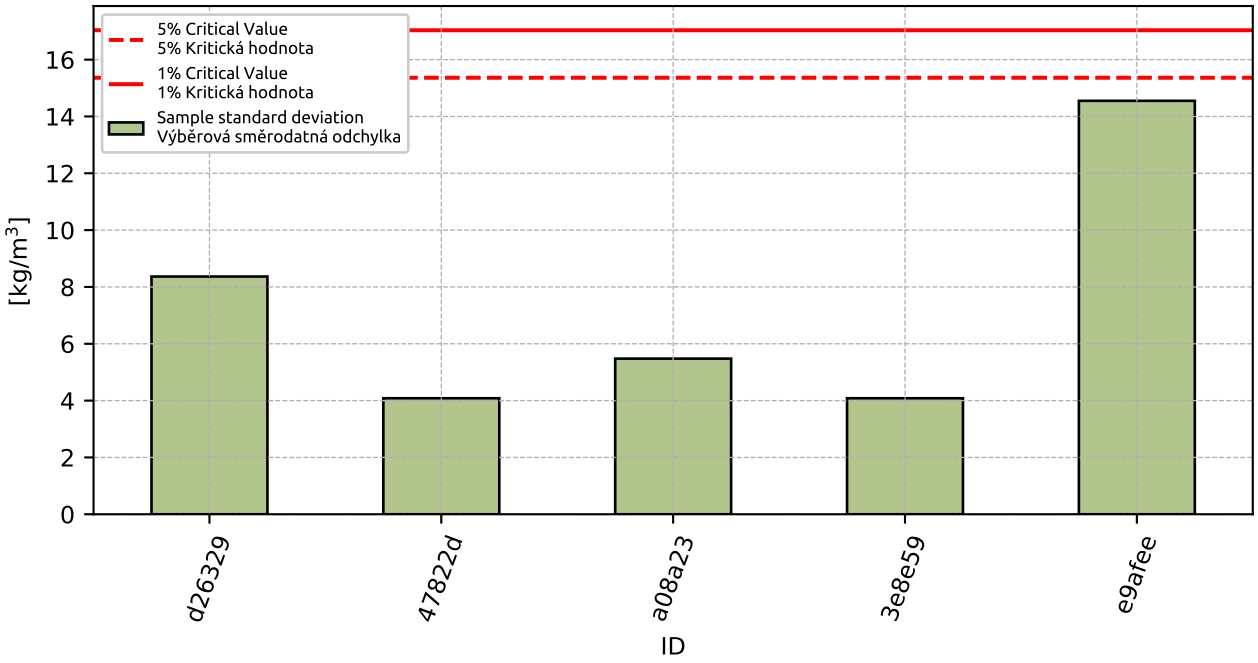
Tabulka 13: Výsledky zkoušek - seřazené podle průměrné hodnoty. Odlehlé hodnoty jsou označeny červeně. $u_X$ - rozšířená nejistota účastníka; $\bar{x}$ - aritmetický průměr; $s_0$ - výběrová směrodatná odchylka; $V_X$ - variační koeficient

| **ID účastníka** | Výsledky zkoušek [kg/m$^3$] | | | | | | $u_X$ [kg/m$^3$] | $\bar{x}$ [kg/m$^3$] | $s_0$ [kg/m$^3$] | $V_X$ [%] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| d26329 | 1290 | 1280 | 1280 | 1280 | 1300 | 1280 | 11.0 | 1285.0 | 8.4 | 0.65 |
| 47822d | 1350 | 1350 | 1340 | 1350 | 1350 | 1350 | 44.0 | 1348.0 | 4.1 | 0.3 |
| a08a23 | 1360 | 1350 | 1350 | 1360 | 1350 | 1360 | 30.0 | 1355.0 | 5.5 | 0.4 |
| 3e8e59 | 1360 | 1370 | 1360 | 1360 | 1360 | 1360 | 7.0 | 1362.0 | 4.1 | 0.3 |
| e9afee | 1649 | 1684 | 1679 | 1680 | 1728 | 1664 | 46.0 | 1681.0 | 26.6 | 1.58 |

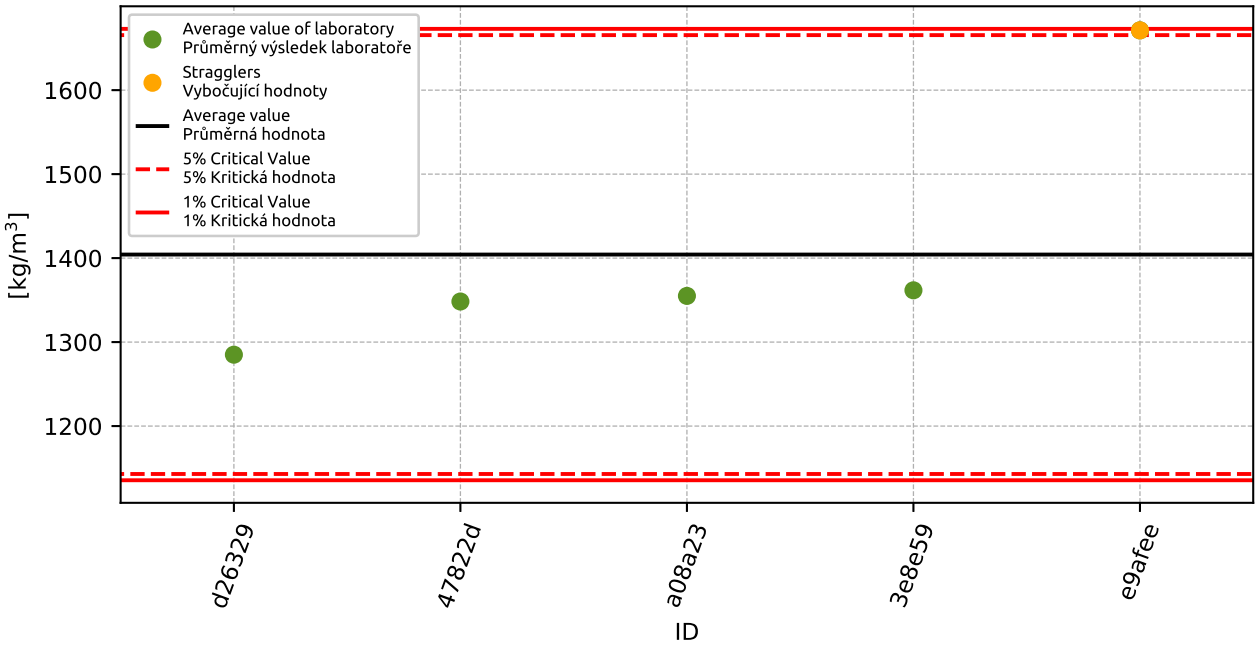
### 7.1.2 Numerické zhodnocení odlehlých hodnot




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

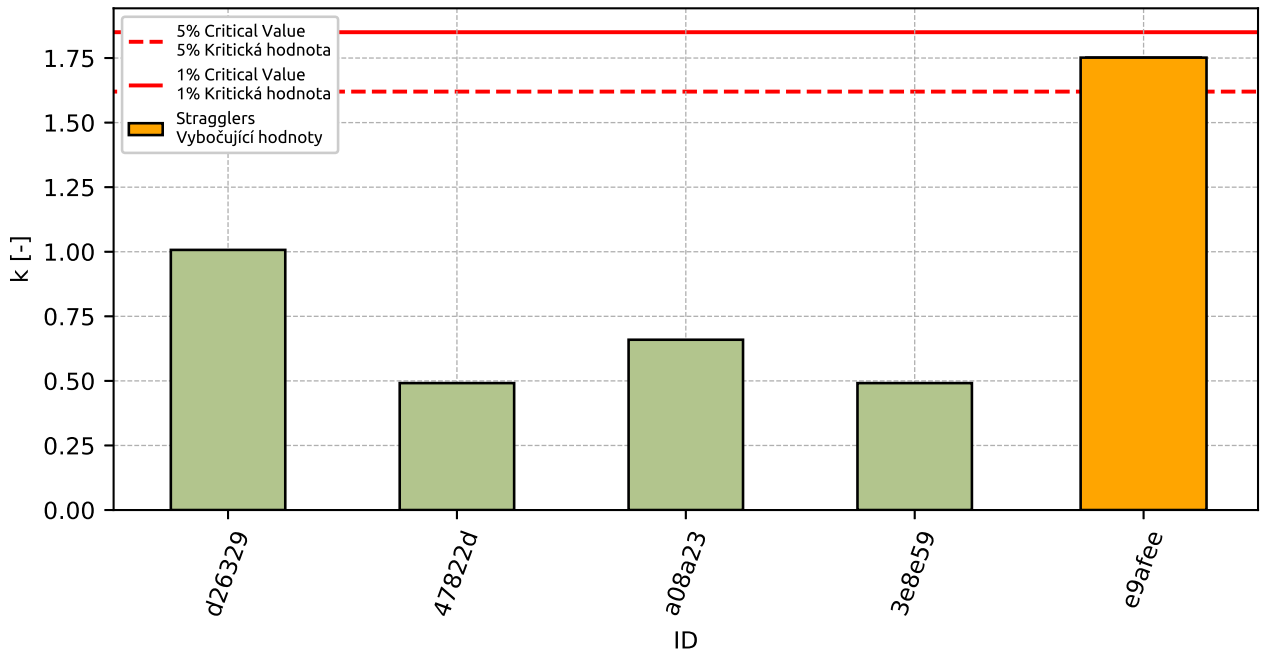



Obrázek 29: **Cochranův test** - výběrové směrodatné odchylky po vyřazení odlehlých hodnot

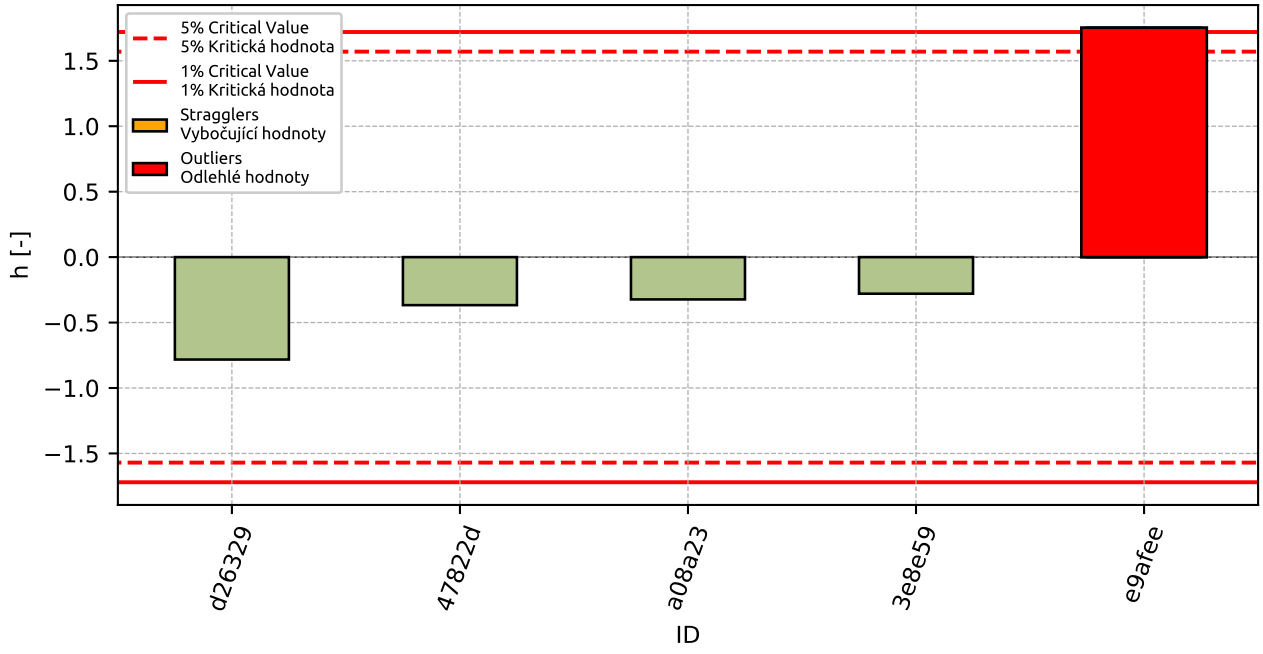



Obrázek 30: **Grubbsův test** – průměrné hodnoty

### 7.1.3 Mandelovy statistiky konzistence

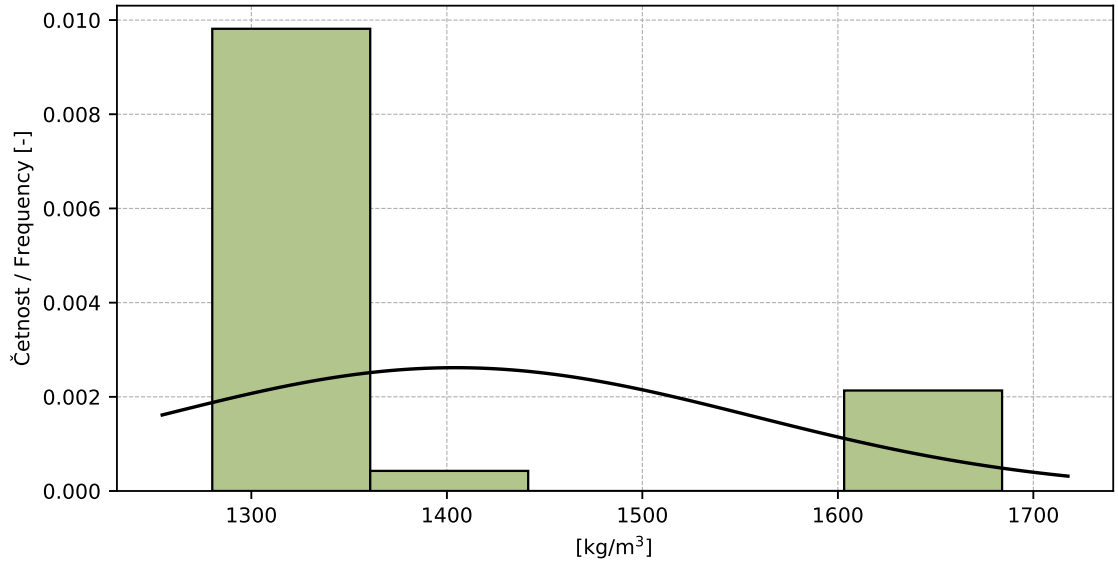



Obrázek 31: Vnitrolaboratorní statistika konzistence




Obrázek 32: Mezilaboratorní statistika konzistence

### 7.1.4 Popisné statistiky

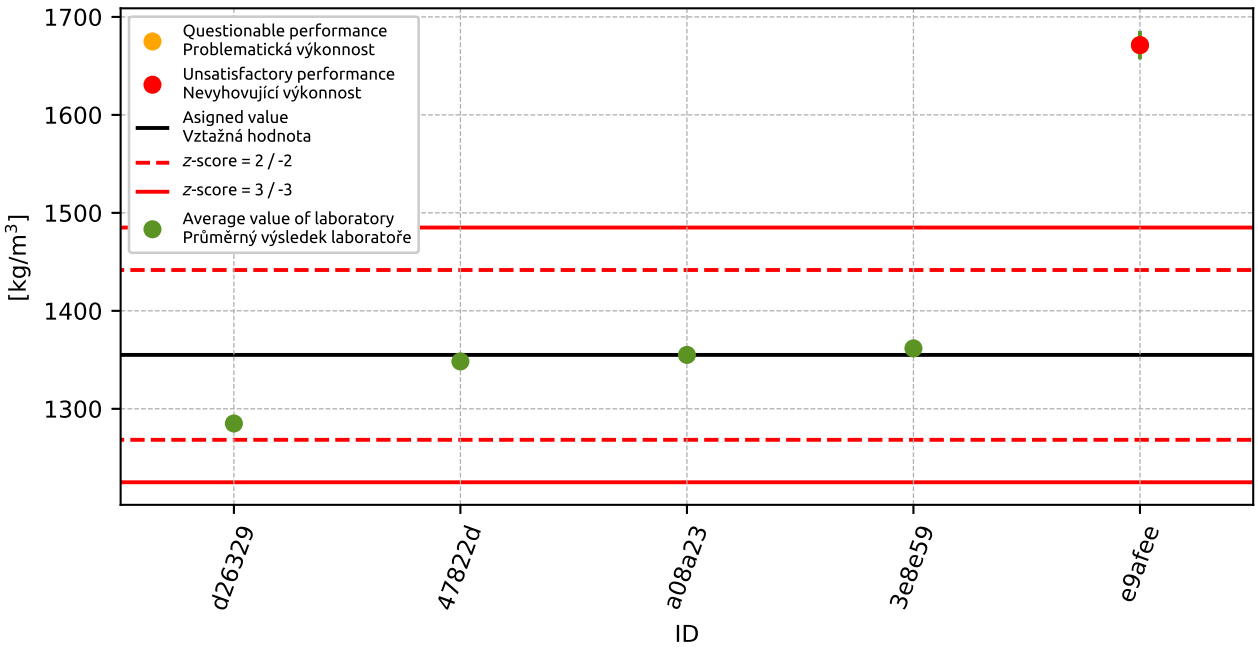



Obrázek 33: Histogram všech výsledků zkoušek

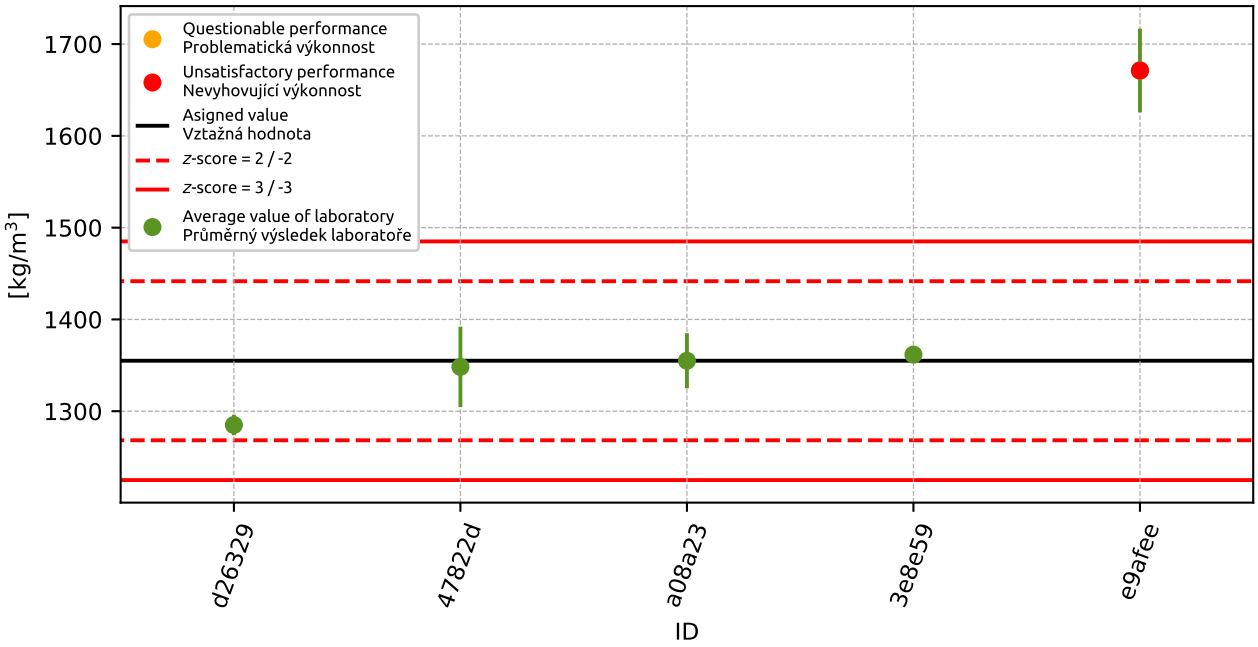
Tabulka 14: Popisné statistiky

| **Charakteristika** | **[kg/m³]** |
|---|---|
| Průměrná hodnota / Average value – $\bar{x}$ | 1404.0 |
| Výběrová směrodatná odchylka / Sample standard deviation – $s$ | 152.4 |
| Vztažná hodnota / Asigned value – $x^*$ | 1415.0 |
| Robustní směrodatná odchylka / Robust standard deviation – $s^*$ | 145.3 |
| Nejistota měření vztažné hodnoty / Measurement uncertainty of asigned value – $u_X$ | 81.2 |
| Mezilaboratorní sm. odch. / Interlaboratory standard deviation – $s_L$ | 152.3 |
| Směrodatná odchylka opakovatelnosti / Repeatability standard deviation – $s_r$ | 8.3 |
| Směrodatná odchylka reprodukovatelnosti / Reproducibility standard deviation – $s_R$ | 152.5 |
| Opakovatelnost / Repeatability – $r$ | 23.0 |
| Reprodukovatelnost / Reproducibility – $R$ | 427.0 |

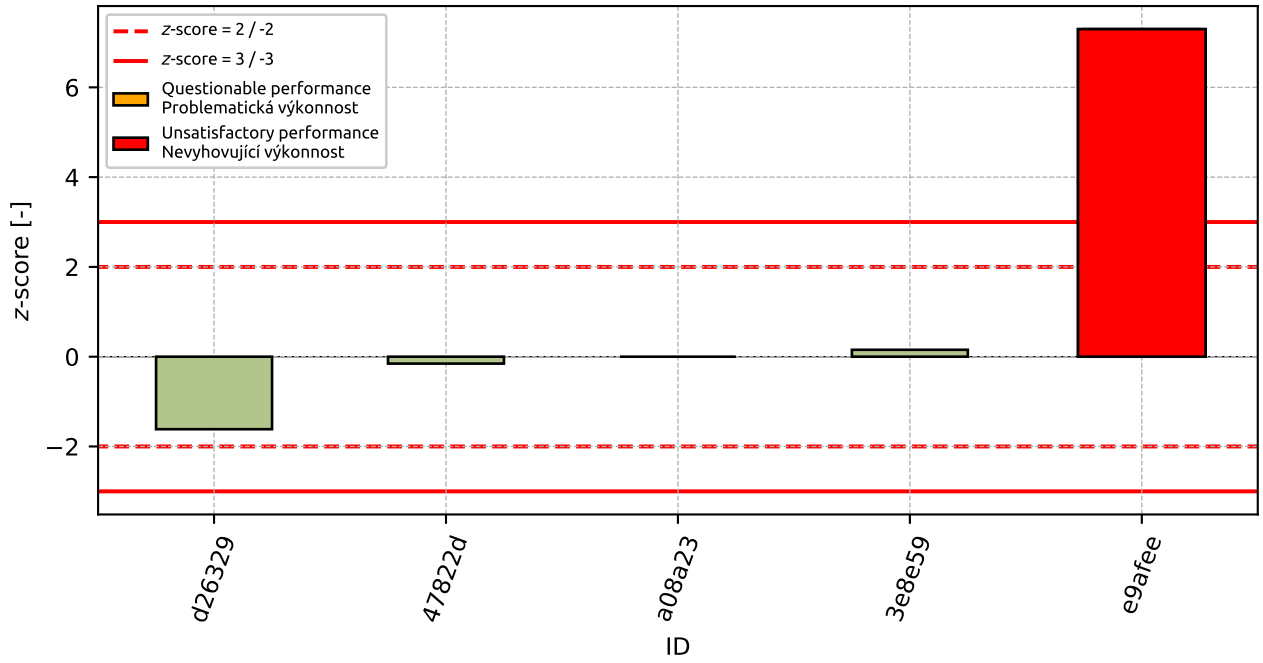
### 7.1.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků



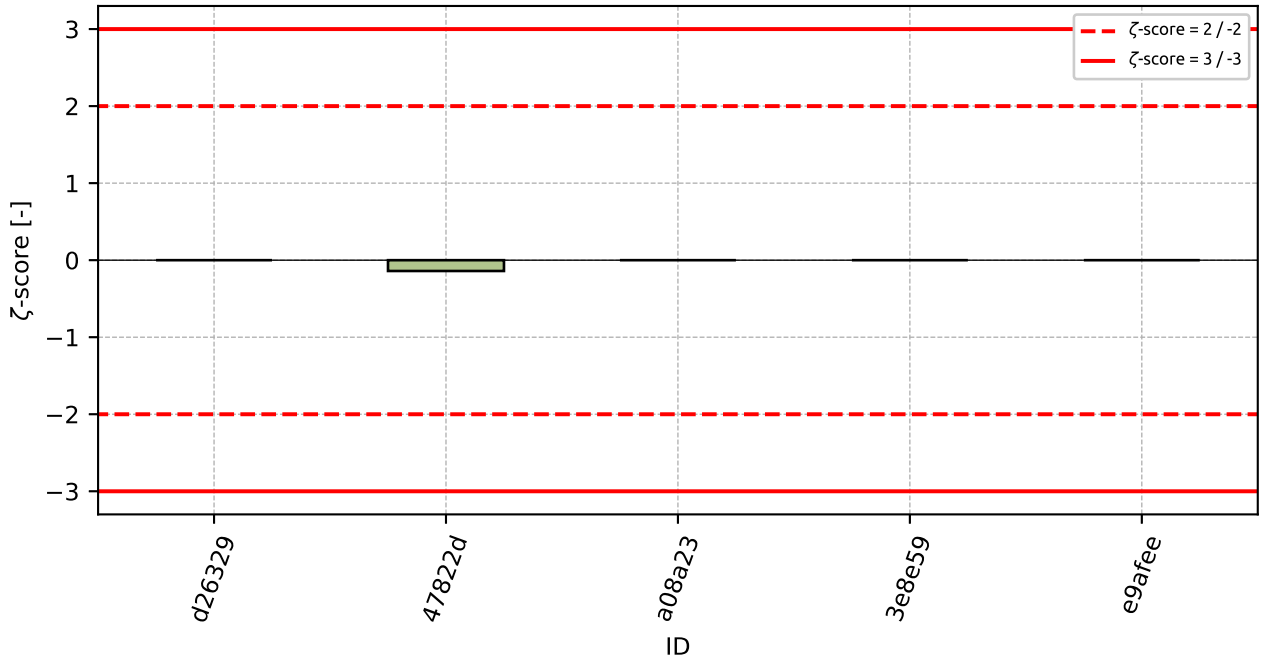

Obrázek 34: Graf průměrných hodnot výsledků zkoušek a výběrových směrodatných odchylek




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




Obrázek 36: z-score




Obrázek 37: ζ-score

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

| ID | $z$-score [-] | $\zeta$-score [-] |
|---|---|---|
| d26329 | -1.62 | - |
| 47822d | -0.15 | -0.14 |
| a08a23 | 0.0 | - |
| 3e8e59 | 0.15 | - |
| e9afee | 7.3 | - |

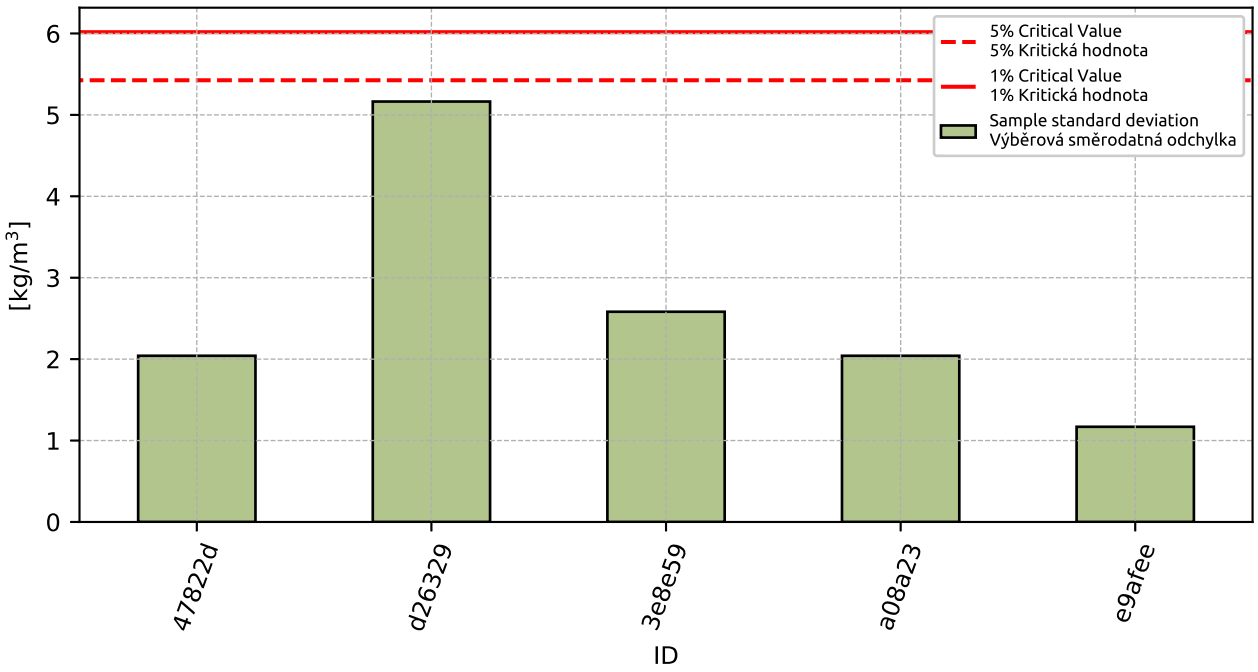
## 7.2 Objemová hmotnost prvku

### 7.2.1 Výsledky zkoušek

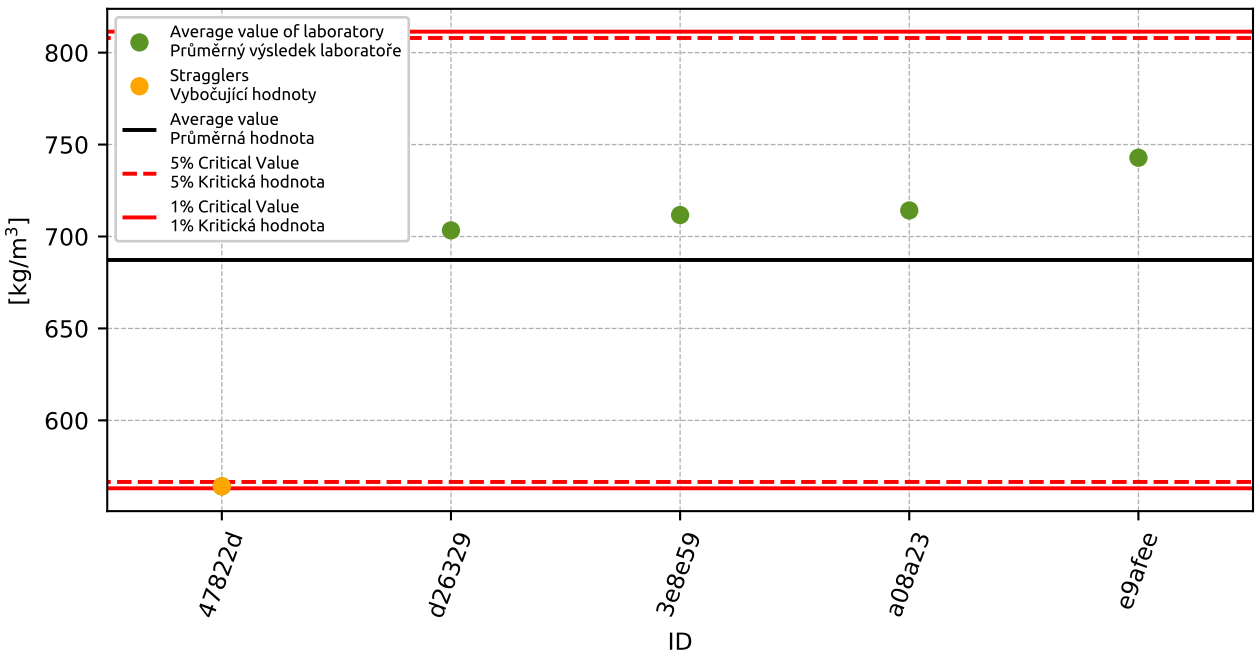
Tabulka 16: Výsledky zkoušek - seřazené podle průměrné hodnoty. Odlehlé hodnoty jsou označeny červeně. $u_X$ - rozšířená nejistota účastníka; $\bar{x}$ - aritmetický průměr; $s_0$ - výběrová směrodatná odchylka; $V_X$ - variační koeficient

| ID účastníka | Výsledky zkoušek [kg/m$^3$] | | | | | | $u_X$ [kg/m$^3$] | $\bar{x}$ [kg/m$^3$] | $s_0$ [kg/m$^3$] | $V_X$ [%] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 47822d | 565 | 565 | 560 | 565 | 565 | 565 | 28.0 | 564.0 | 2.0 | 0.36 |
| d26329 | 710 | 700 | 700 | 700 | 710 | 700 | 7.0 | 703.0 | 5.2 | 0.73 |
| 3e8e59 | 710 | 715 | 715 | 710 | 710 | 710 | 4.0 | 712.0 | 2.6 | 0.36 |
| a08a23 | 715 | 715 | 715 | 715 | 710 | 715 | 15.0 | 714.0 | 2.0 | 0.29 |
| e9afee | 742 | 741 | 743 | 743 | 744 | 744 | 3.0 | 743.0 | 1.2 | 0.16 |

### 7.2.2 Numerické zhodnocení odlehlých hodnot

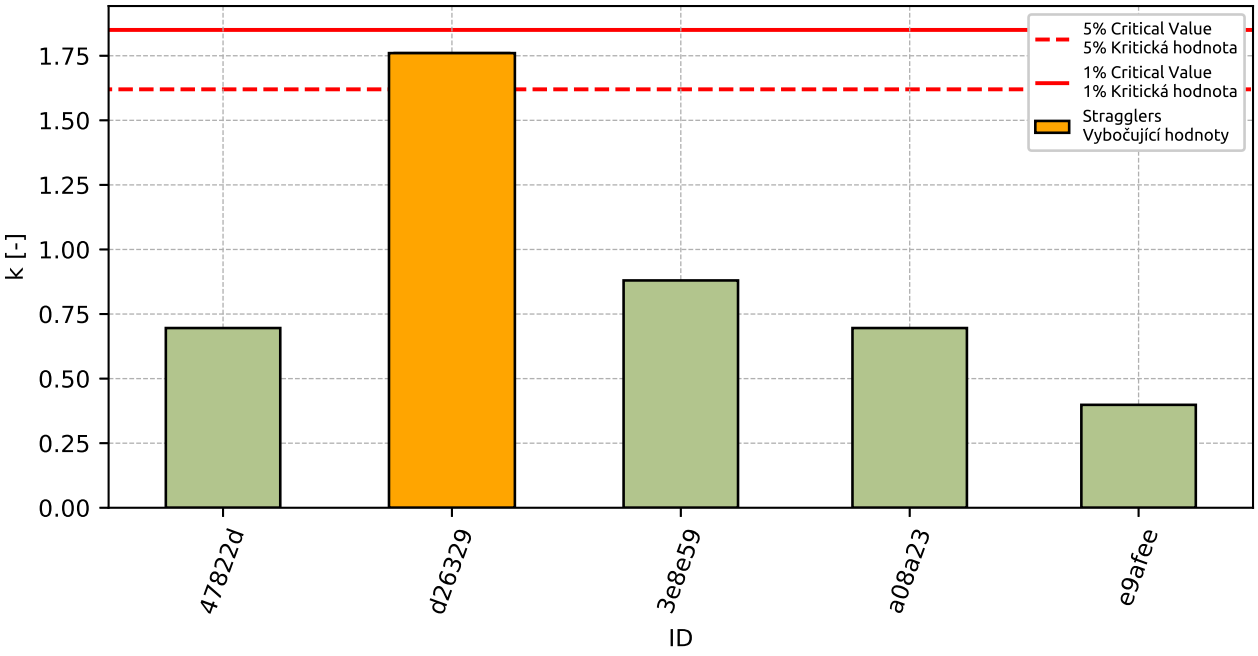



Obrázek 38: **Cochranův test** - výběrové směrodatné odchylky

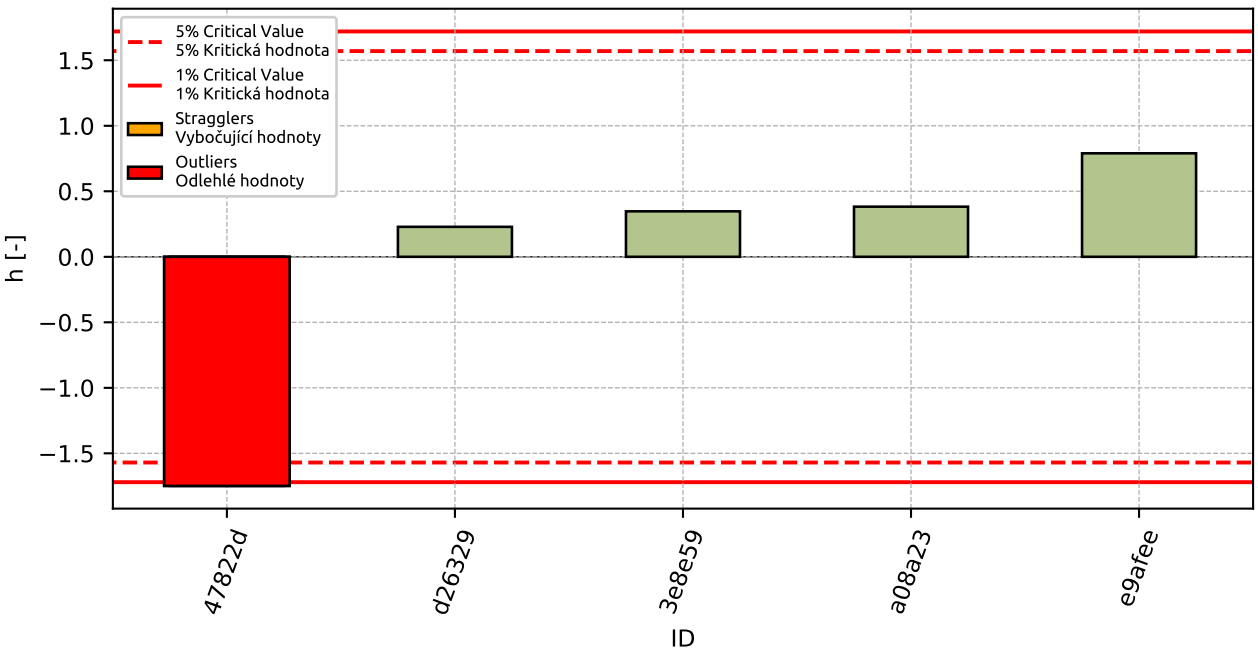



Obrázek 39: **Grubbsův test** – průměrné hodnoty

### 7.2.3 Mandelovy statistiky konzistence

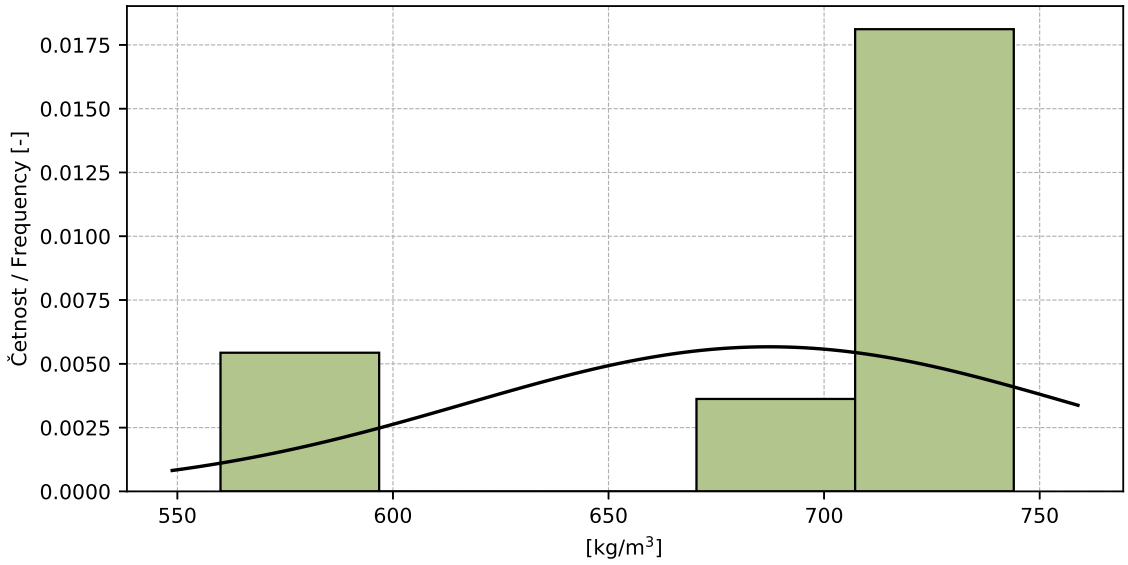



Obrázek 40: Vnitrolaboratorní statistika konzistence




Obrázek 41: Mezilaboratorní statistika konzistence

### 7.2.4 Popisné statistiky

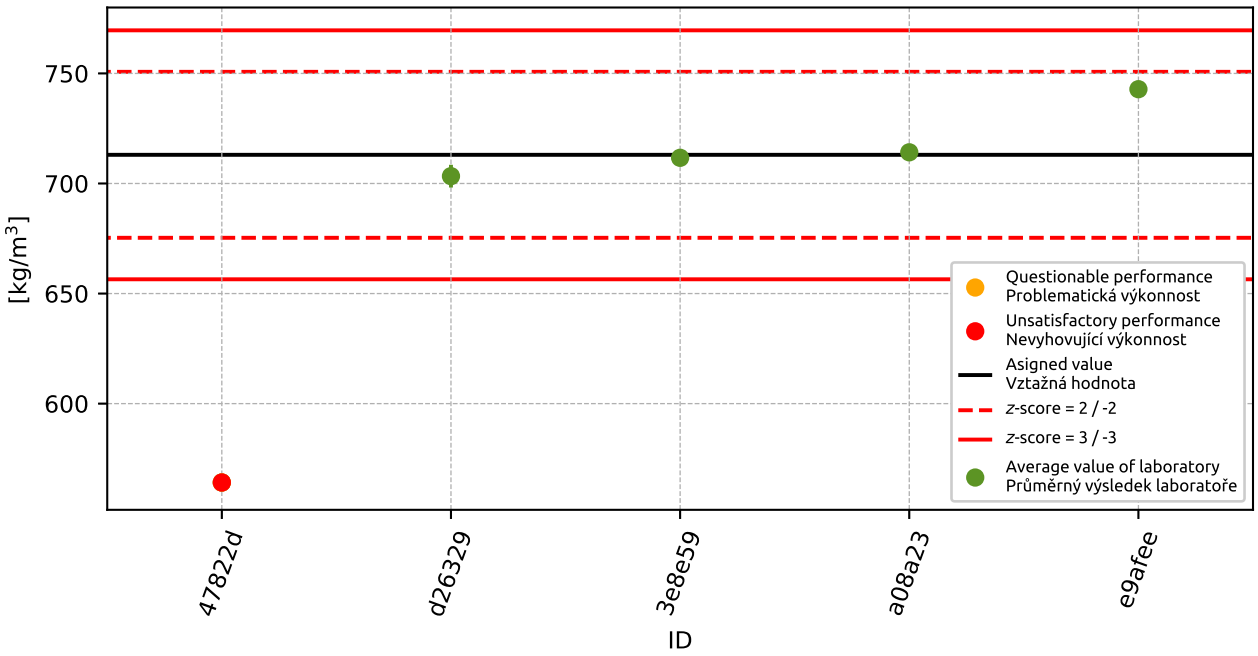



Obrázek 42: Histogram všech výsledků zkoušek

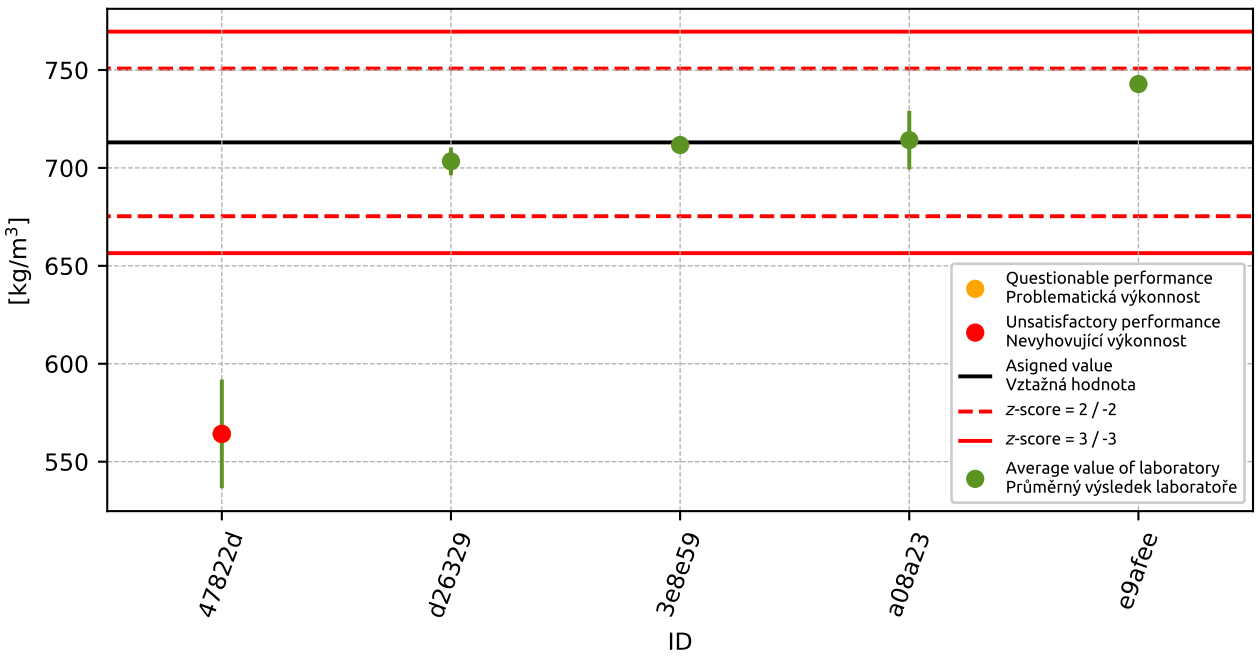
Tabulka 17: Popisné statistiky

| Charakteristika | [kg/m³] |
|---|---|
| Průměrná hodnota / Average value – $\bar{x}$ | 687.0 |
| Výběrová směrodatná odchylka / Sample standard deviation – $s$ | 70.4 |
| Vztažná hodnota / Asigned value – $x^*$ | 709.0 |
| Robustní směrodatná odchylka / Robust standard deviation – $s^*$ | 10.8 |
| Nejistota měření vztažné hodnoty / Measurement uncertainty of asigned value – $u_X$ | 14.8 |
| $p$-hodnota testu normality / $p$-value of normality test | 0.011 [-] |
| Mezilaboratorní sm. odch. / Interlaboratory standard deviation – $s_L$ | 70.4 |
| Směrodatná odchylka opakovatelnosti / Repeatability standard deviation – $s_r$ | 2.9 |
| Směrodatná odchylka reprodukovatelnosti / Reproducibility standard deviation – $s_R$ | 70.4 |
| Opakovatelnost / Repeatability – $r$ | 8.0 |
| Reprodukovatelnost / Reproducibility – $R$ | 197.0 |

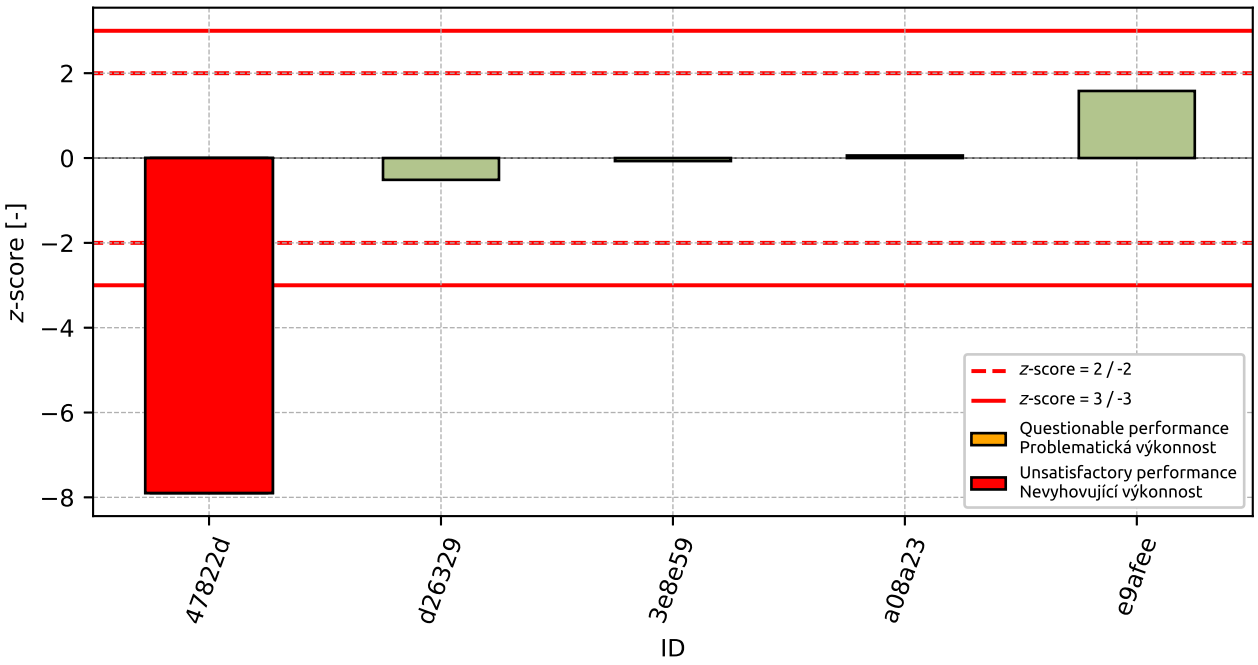
### 7.2.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků



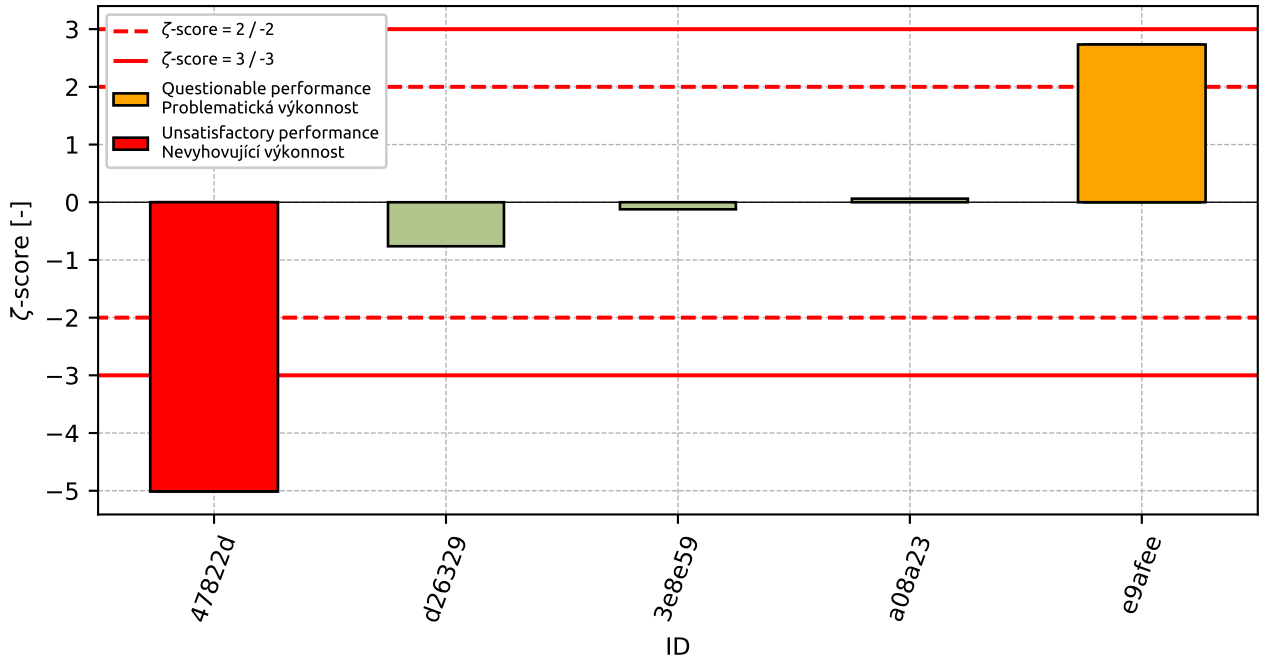

Obrázek 43: Graf průměrných hodnot výsledků zkoušek a výběrových směrodatných odchylek




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




Obrázek 45: z-score




Obrázek 46: ζ-score

Tabulka 18: Výsledné hodnoty *z*-score a ζ-score

| ID | *z*-score [-] | ζ-score [-] |
|---|---|---|
| 47822d | -7.9 | -5.01 |
| d26329 | -0.51 | -0.76 |
| 3e8e59 | -0.07 | -0.12 |
| a08a23 | 0.06 | 0.06 |
| e9afee | 1.58 | 2.73 |

# 8 Příloha – ČSN EN 15435, čl. 4.9.3, Příloha B (Pevnost bočnic v ohybu)

Zkouška neotevřena pro nízký počet účastníků.

# 9 Příloha – ČSN EN 15435, čl. 5.2 (Objemová hmotnost)

Zkouška neotevřena pro nízký počet účastníků.