



ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA EXPERIMENTU PRECIZNOSTI

Program zkoušení způsobilosti

Zkoušení oceli

ZO 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: 24. listopadu 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 ISO 6892-1 – Pevnost v tahu	7
1.1 Výsledky zkoušek	7
1.2 Numerické zhodnocení odlehlých hodnot	7
1.3 Mandelovy statistiky konzistence	9
1.4 Popisné statistiky	10
1.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků	11
2 Příloha – ČSN EN ISO 6892-1 – Mez kluzu	13
3 Příloha – ČSN EN ISO 6892-1 – Tažnost	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 ISO 6892-1 – Kontrakce	19

1 Úvod a důležité kontakty

V průběhu roku 2021 byl Poskytovatelem zkoušení způsobilosti při SZK FAST (PoZZ) zahájen program zkoušení způsobilosti (PrZZ) s označením ZO 2021/1, jehož cílem bylo ověřit a posoudit shodnost výsledků zkoušek oceli.

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 ISO 6892-1** – Pevnost v tahu [1],
2. **ČSN EN ISO 6892-1** – Mez kluzu [1],
3. **ČSN EN ISO 6892-1** – Tažnost [1],
4. **ČSN EN ISO 6892-1** – Kontrakce [1].

Zkušební postupy číslo 2 a 4 nebyly otevřeny s ohledem na nízký počet účastníků.

Přípravu zkušebních vzorků a jejich homogenitu a stabilitu zajistil PoZZ. Zkušební vzorky byly mezi jednotlivé účastníky PrZZ distribuovány tak, aby nemohlo dojít k ovlivnění jejich vlastností.

Výsledky zkoušek jednotlivých účastníků PrZZ jsou vzájemně porovnány metodou statistické analýzy experimentu shodnosti podle ČSN ISO 5725-2 [2] a podle ČSN EN ISO/IEC 17043 [3]. Výsledkem řešení je tato závěrečná zpráva, která shrnuje výsledky experimentu shodnosti, včetně statistického vyhodnocení.

Programu se zúčastnilo 5 pracovišť. Pro zachování anonymity účastníků PrZZ bylo každému pracovišti přiděleno identifikační číslo, které bude 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

ID/zkouška	1	2	3	4
ad508e	X	-	X	-
9fe85e	X	-	X	-
8fda41	X	-	-	-
52a4bf	X	-	X	-
317a71	X	-	X	-

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

Subjekt	Adresa	Číslo AZL
Bautechnische Versuchsanstalt Salzburg	Alpenstraße 157, Salzburg, 5020, Austria	0003
Bechtel ENKA UK Limited Ogranak Beograd	Jasicki put 52 đ, Kruševac, 37000, Serbia	-
ENVIFORM, a.s.	Průmyslová 1045, Třinec - Staré Město, 739 61, Česká republika	L1609
Skanska a.s.	Křížíkova 682/34a, Praha 8 -Karlín, 186 00, Česká republika	178
Výzkumný a zkušební letecký ústav, a.s.	Beranových 130, Praha - Letňany, 199 05, Česká republika	L1756

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 (symbol **X**).
2. Kritické zhodnocení údajů Grubbsovým testem: V případě překonání 1% kritické hodnoty jsou výsledky účastníka označeny jako odlehlé a z experimentu vyřazeny (symbol **X**).
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. Při vyhodnocení výkonnosti mohou nastat následující případy:
 - $|z\text{-score}| < 2 \Rightarrow$ Výkonnost laboratoře je označena jako **vyhovující** a ve vyhodnocení je označena symbolem **✓**.
 - $2 \leq |z\text{-score}| < 3 \Rightarrow$ Výkonnost laboratoře je označena jako **problematická** a ve vyhodnocení je označena symbolem **?**.
 - $|z\text{-score}| \geq 3 \Rightarrow$ Výkonnost laboratoře je označena jako **nevyhovující** a ve vyhodnocení je označena symbolem **!**.

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 ZO 2021/1 (PrZZ) pořádaného Poskytovatelem zkoušení způsobilosti při SZK FAST. PrZZ se zúčastnilo celkem 5 pracovišť. Program byl zaměřen na běžné normalizované zkoušky oceli. 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
ad508e	✓	-	✓	-
9fe85e	✓	-	✓	-
8fda41	✓	-	-	-
52a4bf	✓	-	✓	-
317a71	✓	-	✓	-

Odkazy

- [1] ČSN EN ISO 6892-1. *Kovové materiály - Zkoušení tahem - Část 1: Zkušební metoda za pokojové teploty.* 2021.
- [2] 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.
- [3] ČSN EN ISO/IEC 17043. *Posuzování shody - Všeobecné požadavky na zkoušení způsobilosti.* 2010.

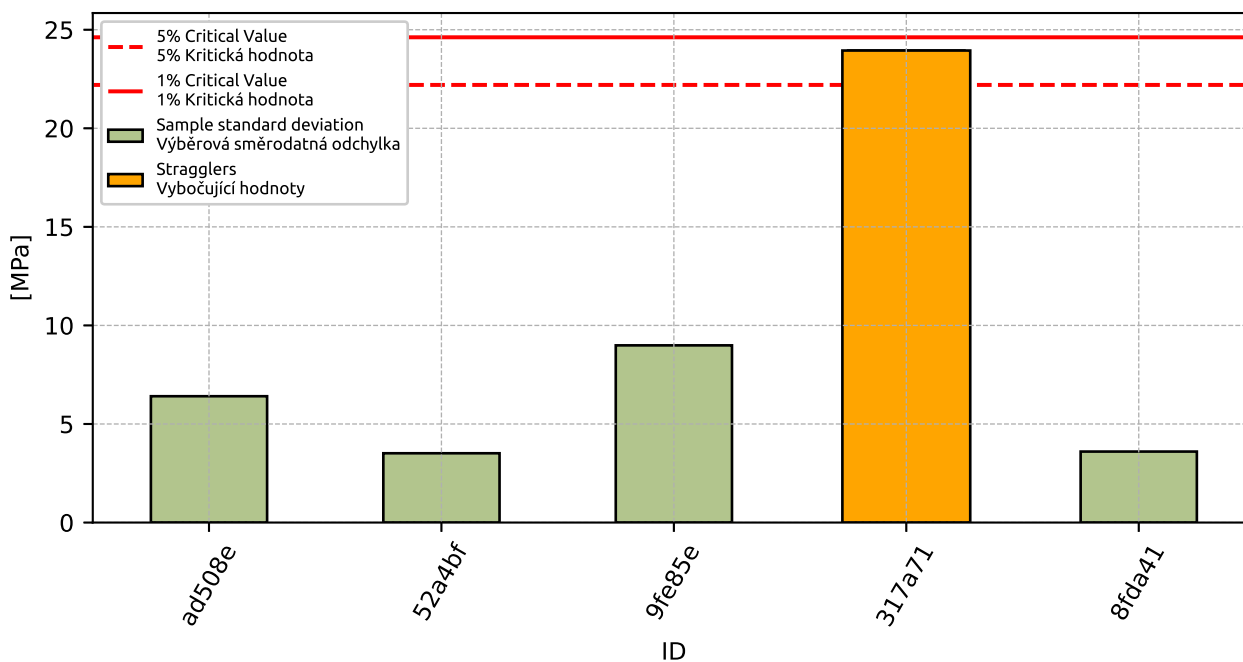
1 Příloha – ČSN EN ISO 6892-1 – Pevnost v tahu

1.1 Výsledky zkoušek

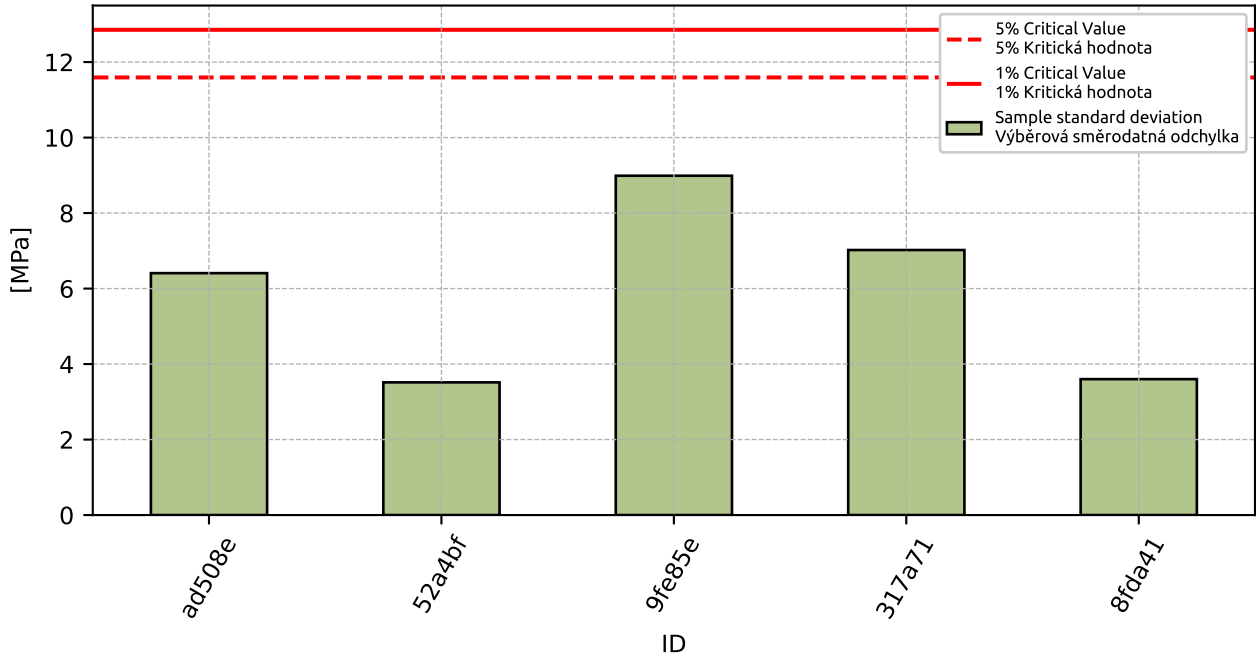
Tabulka 4: Výsledky zkoušek - seřazené podle průměrné hodnoty. Odlehlé hodnoty jsou označeny červeně. u_x - rozšířená nejistota účastníka; \bar{x} - aritmetický průměr; s_0 - výběrová směrodatná odchylka; V_x - variační koeficient

ID účastníka	Výsledky zkoušek [MPa]						u_x [MPa]	\bar{x} [MPa]	s_0 [MPa]	V_x [%]
ad508e	609	591	604	598	595	599	-	599	6.4	1.07
52a4bf	607	602	600	607	610	606	3	605	3.5	0.58
9fe85e	616	618	618	600	615	599	10	611	9.0	1.47
317a71	613	608	608	671	619	624	-	624	23.9	3.84
8fda41	637	636	628	638	634	636	-	635	3.6	0.57

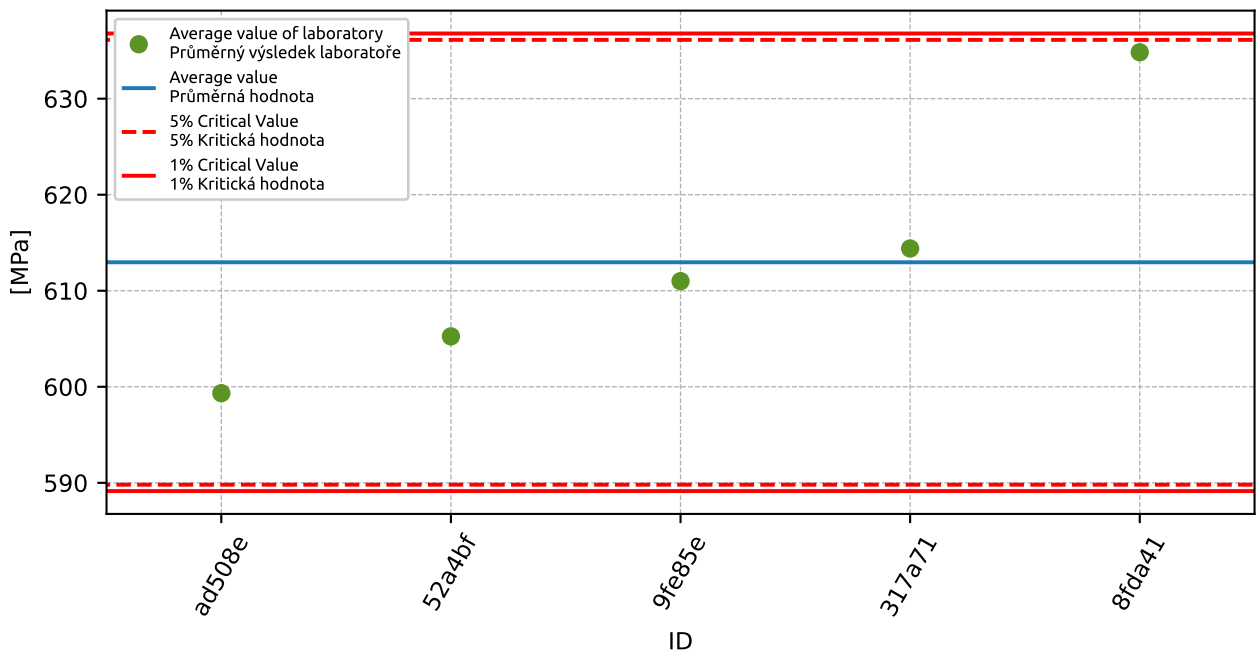
1.2 Numerické zhodnocení odlehlých hodnot



Obrázek 1: Cochranův test - graf výběrových směrodatných odchylek

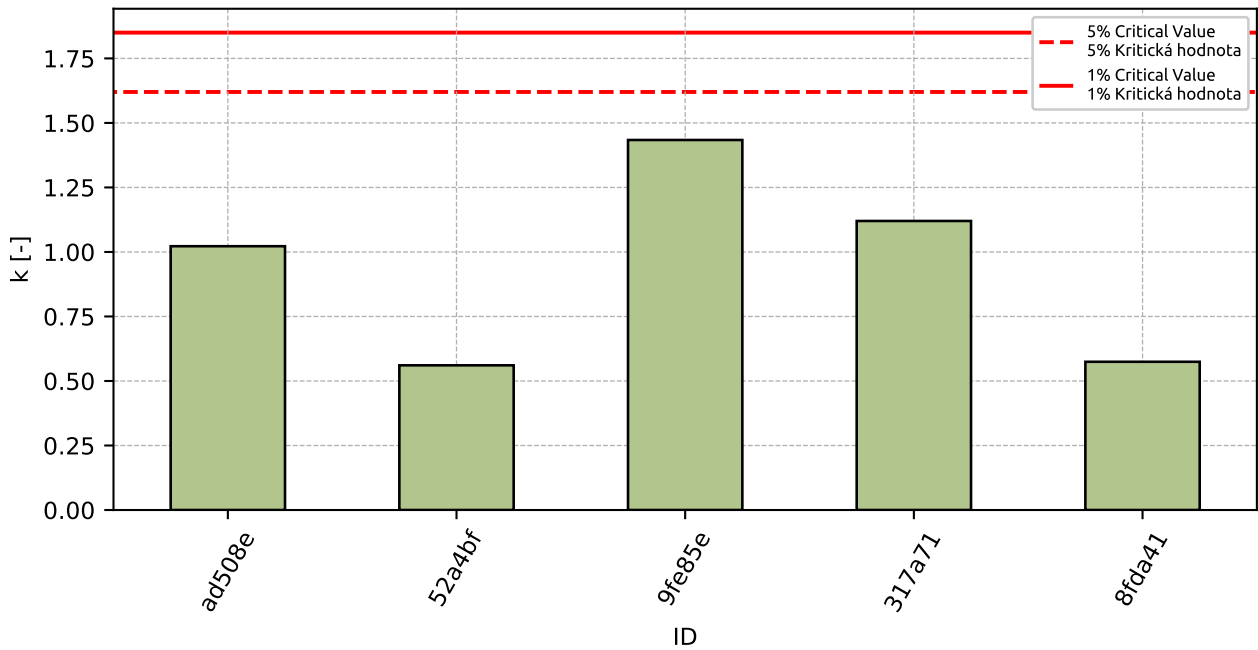


Obrázek 2: **Cochranův test** - graf výběrových směrodatných odchylek po vyřazení odlehlých hodnot

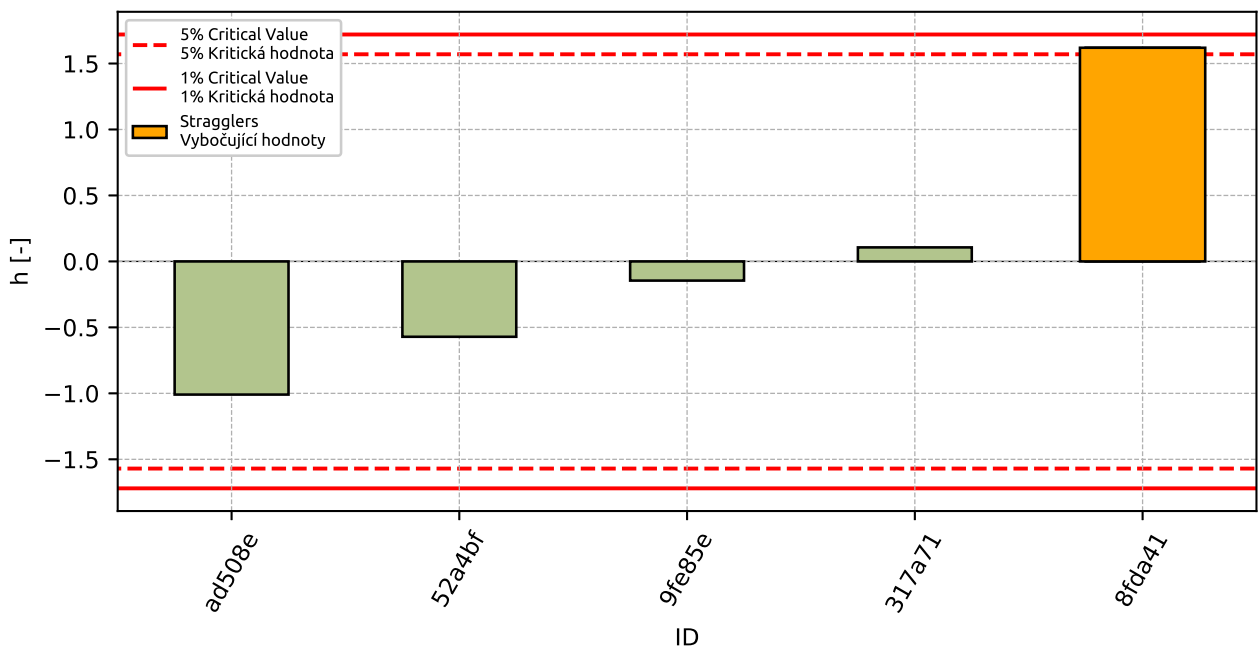


Obrázek 3: **Grubbsův test** – průměrné hodnoty

1.3 Mandelovy statistiky konzistence

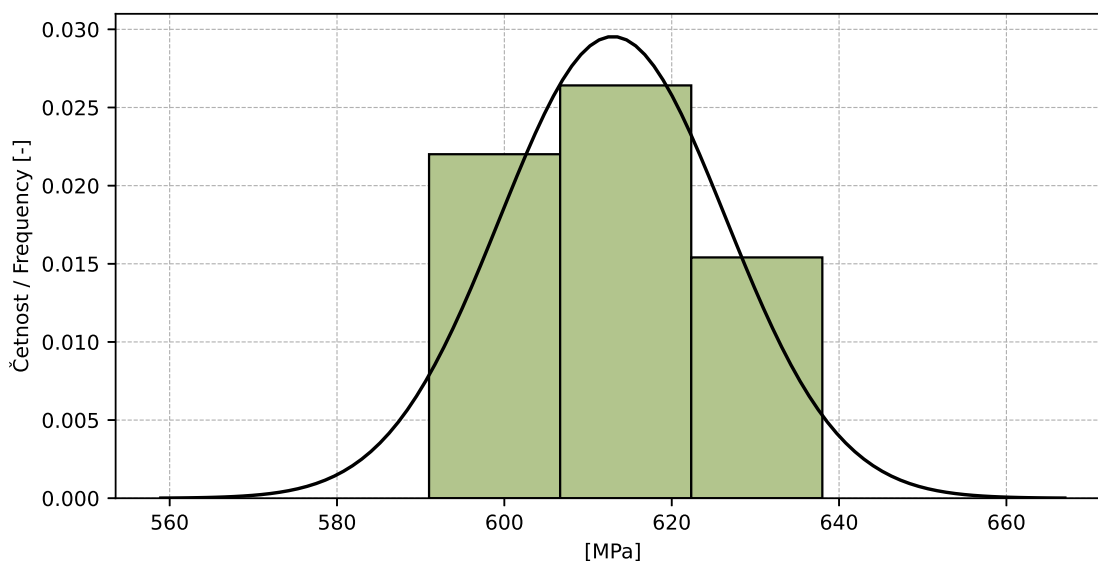


Obrázek 4: Vnitrolaboratorní statistika konzistence



Obrázek 5: Mezilaboratorní statistika konzistence

1.4 Popisné statistiky

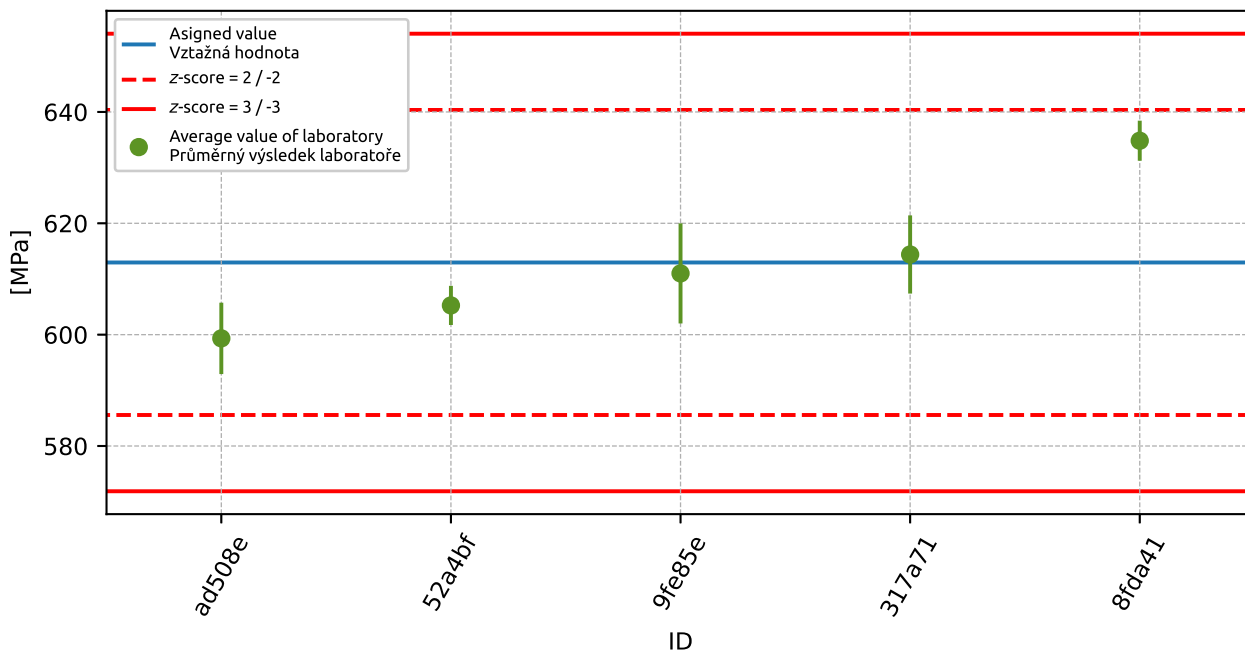


Obrázek 6: Histogram všech výsledků zkoušek

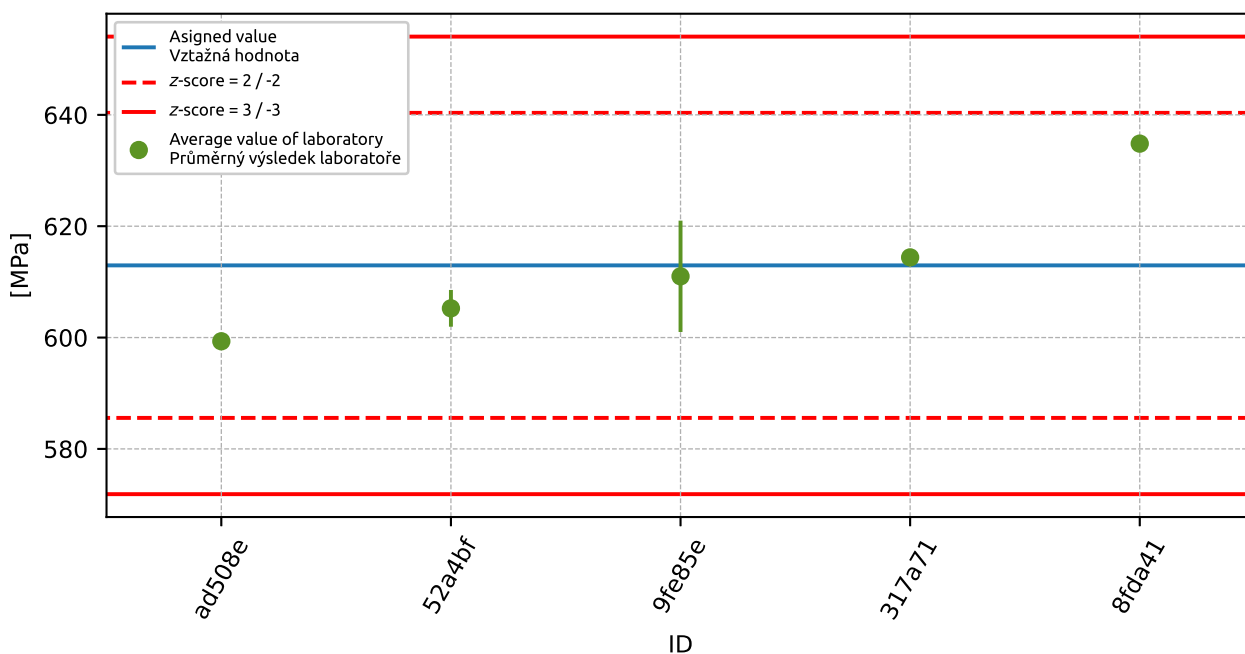
Tabulka 5: Popisné statistiky

Charakteristika	[MPa]
Průměrná hodnota – \bar{x}	613.0
Výběrová směrodatná odchylka – s	13.5
Vztažná hodnota – x^*	613.0
Robustní směrodatná odchylka – s^*	13.7
Nejistota měření vztažné hodnoty – u_X	7.7
p -hodnota testu normality	1.0 [-]
Mezilaboratorní směrodatná odchylka – s_L	13.3
Směrodatná odchylka opakovatelnosti – s_r	6.3
Směrodatná odchylka reprodukovatelnosti – s_R	14.7
Opakovatelnost – r	18.0
Reprodukovatelnost – R	41.0

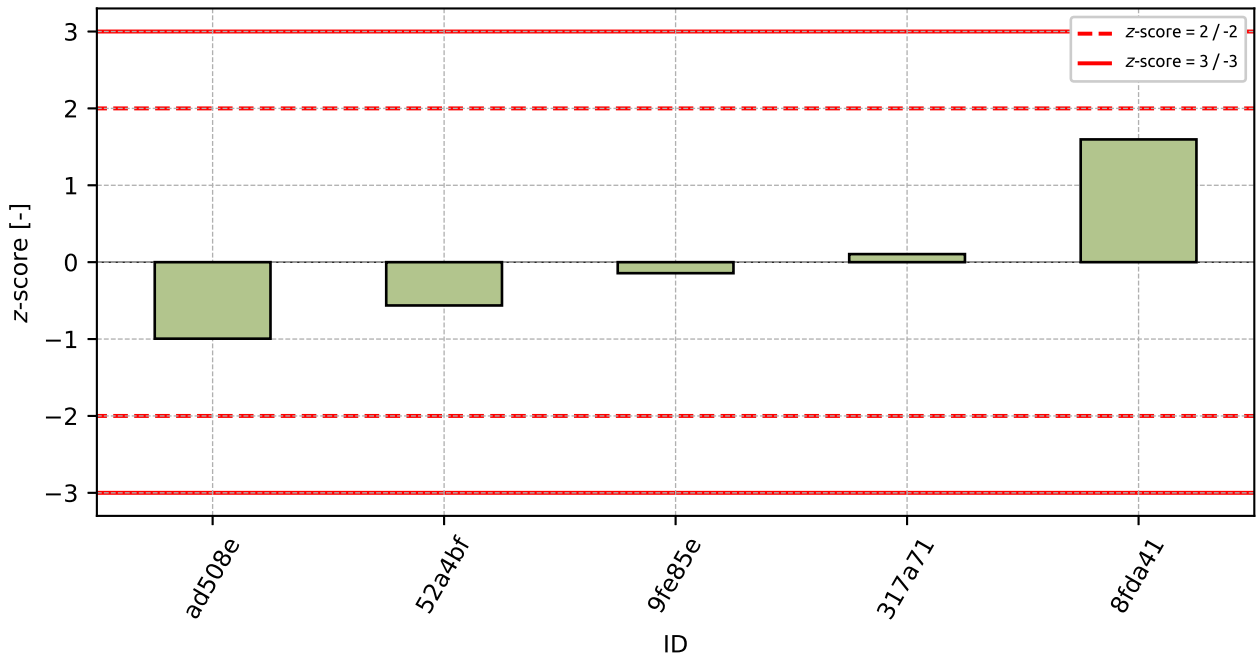
1.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků



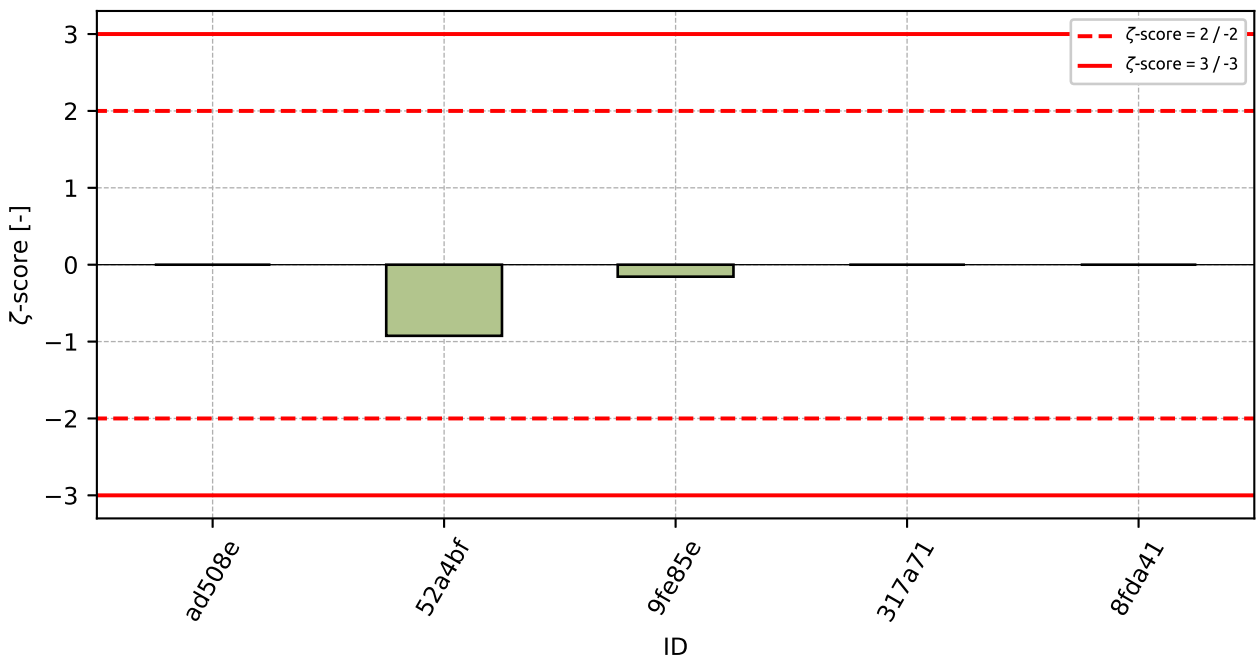
Obrázek 7: Graf průměrných hodnot výsledků zkoušek a výběrových směrodatných odchylek



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



Obrázek 9: z-score



Obrázek 10: ζ-score

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

ID	z-score [-]	ζ -score [-]
ad508e	-1.0	-
52a4bf	-0.56	-0.93
9fe85e	-0.14	-0.16
317a71	0.1	-
8fda41	1.6	-

2 Příloha – ČSN EN ISO 6892-1 – Mez kluzu

Zkouška neotevřena pro nízký počet účastníků.

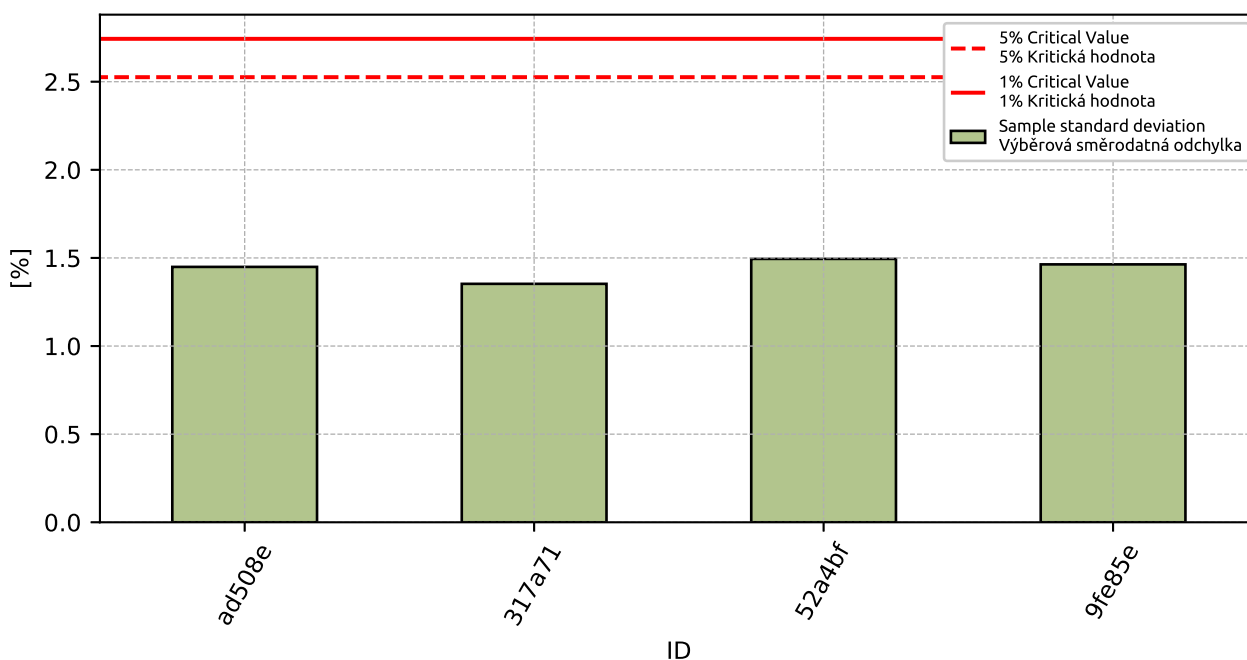
3 Příloha – ČSN EN ISO 6892-1 – Tažnost

3.1 Výsledky zkoušek

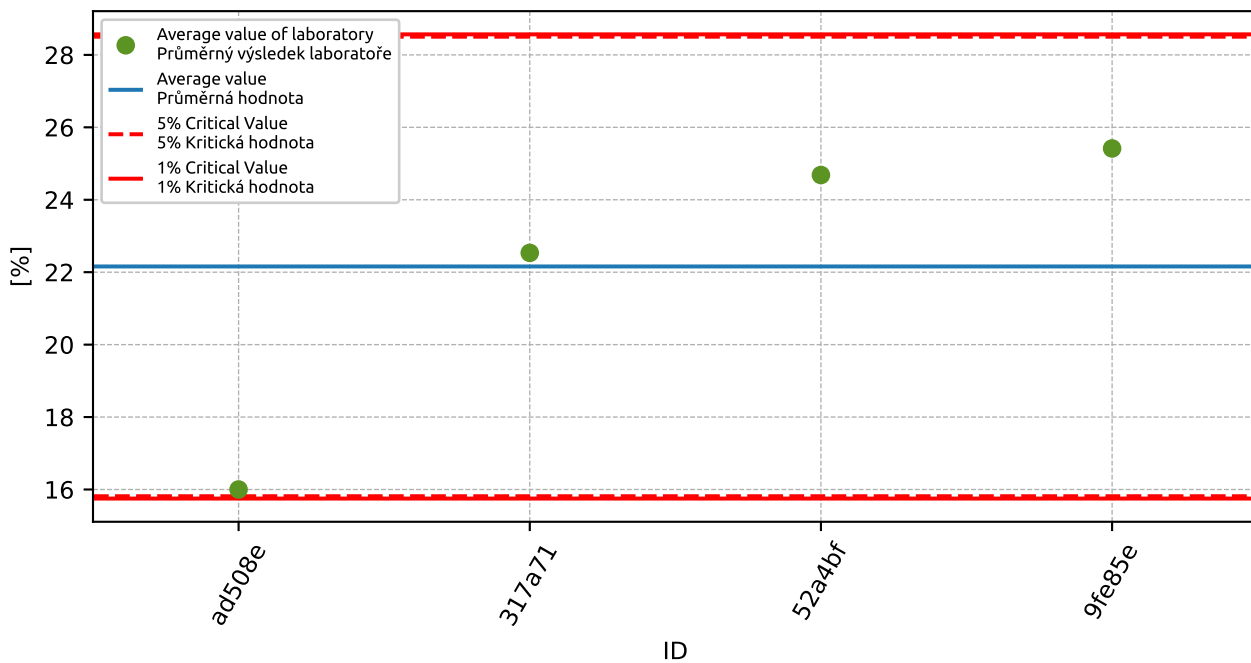
Tabulka 7: Výsledky zkoušek - seřazené podle průměrné hodnoty. Odlehlé hodnoty jsou označeny červeně. u_x - rozšířená nejistota účastníka; \bar{x} - aritmetický průměr; s_0 - výběrová směrodatná odchylka; V_x - variační koeficient

ID účastníka	Výsledky zkoušek [%]						u_x	\bar{x}	s_0	V_x
							[%]	[%]	[%]	[%]
ad508e	14.5	16.0	15.0	18.0	17.5	15.0	-	16.0	1.45	9.06
317a71	23.7	22.4	20.0	23.3	23.4	22.4	-	22.5	1.35	6.0
52a4bf	22.4	23.9	24.5	24.7	26.1	26.5	1.6	24.7	1.49	6.05
9fe85e	25.5	24.5	24.0	24.5	28.0	26.0	9.0	25.4	1.46	5.76

3.2 Numerické zhodnocení odlehlých hodnot

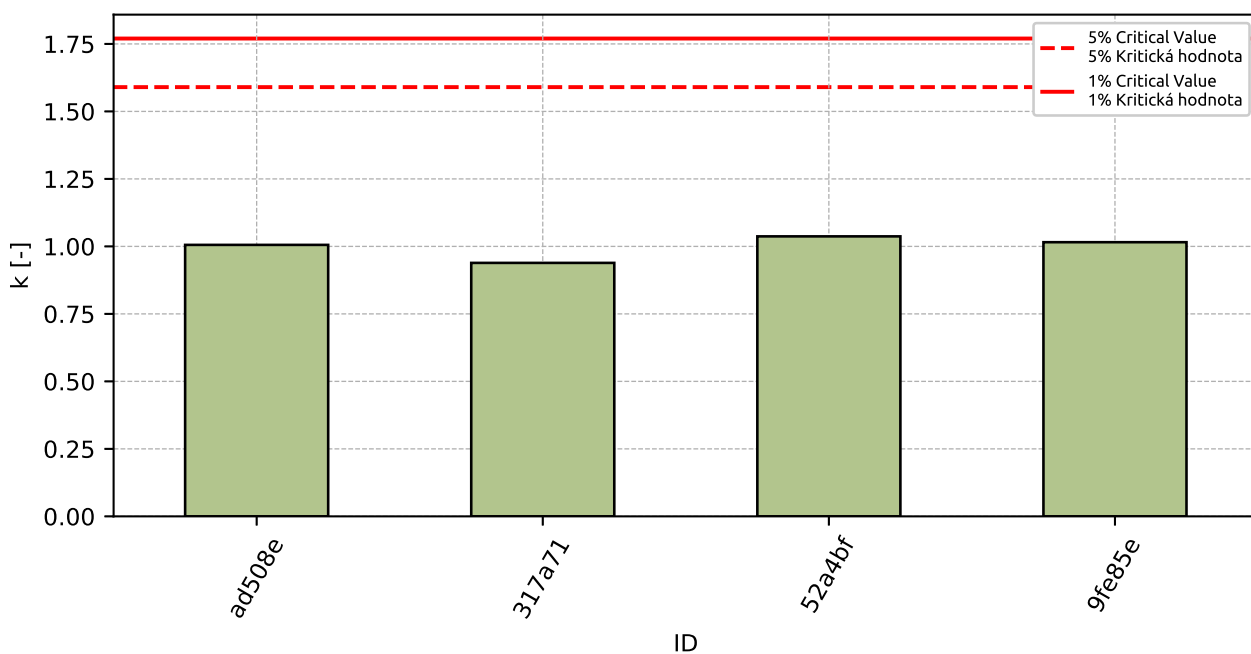


Obrázek 11: Cochranův test - graf výběrových směrodatných odchylek

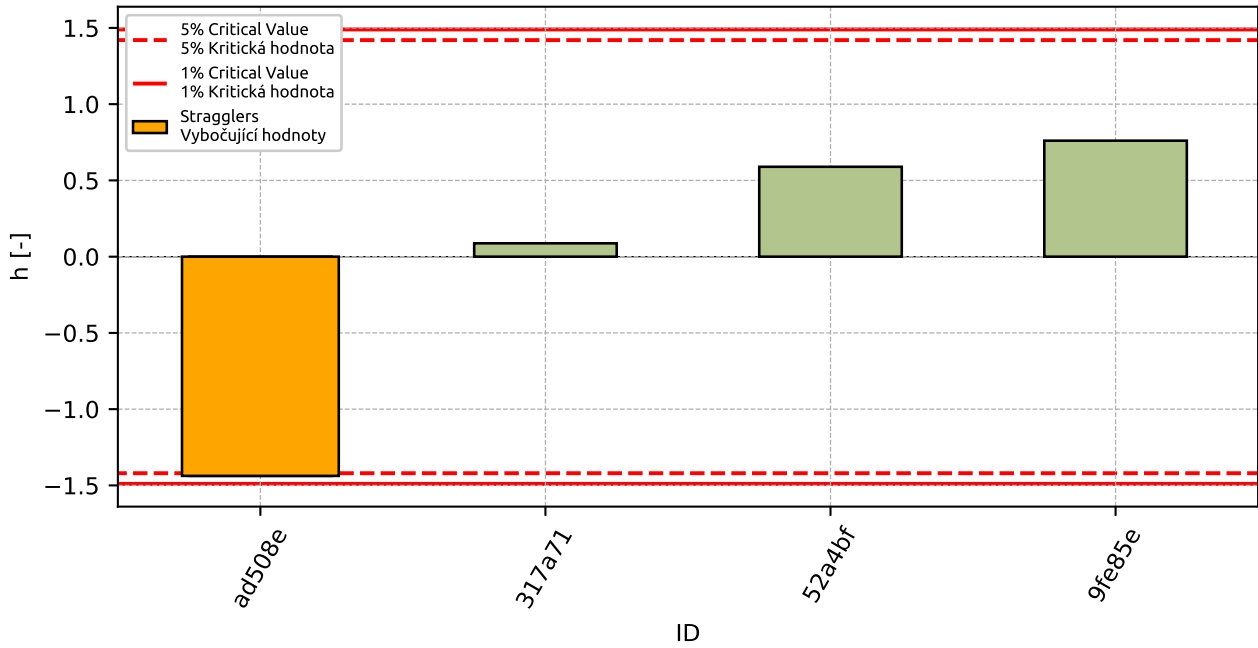


Obrázek 12: Grubbsův test – průměrné hodnoty

3.3 Mandelovy statistiky konzistence

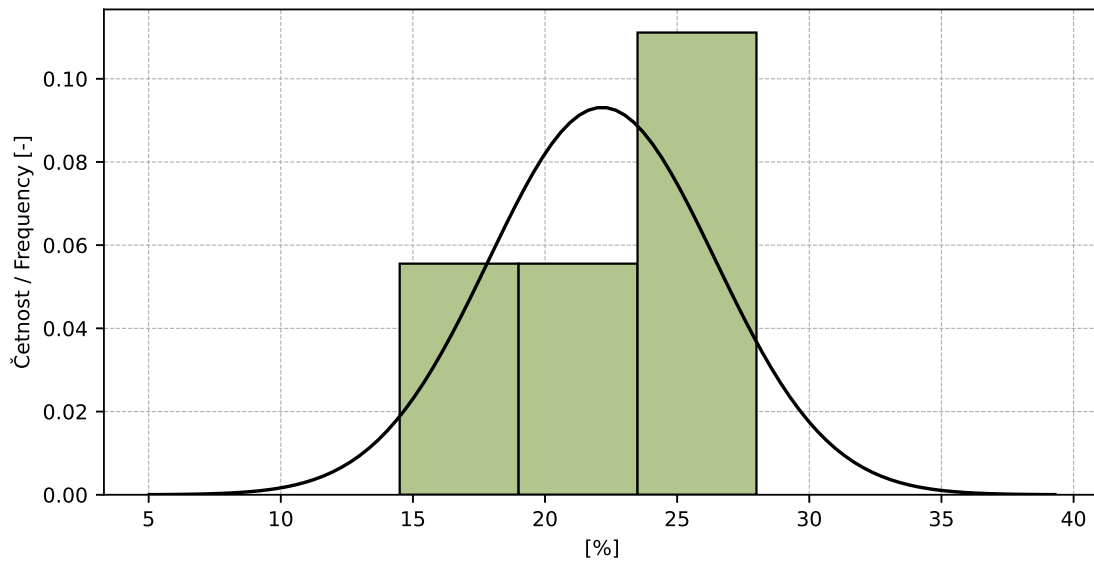


Obrázek 13: Vnitrolaboratorní statistika konzistence



Obrázek 14: Mezilaboratorní statistika konzistence

3.4 Popisné statistiky

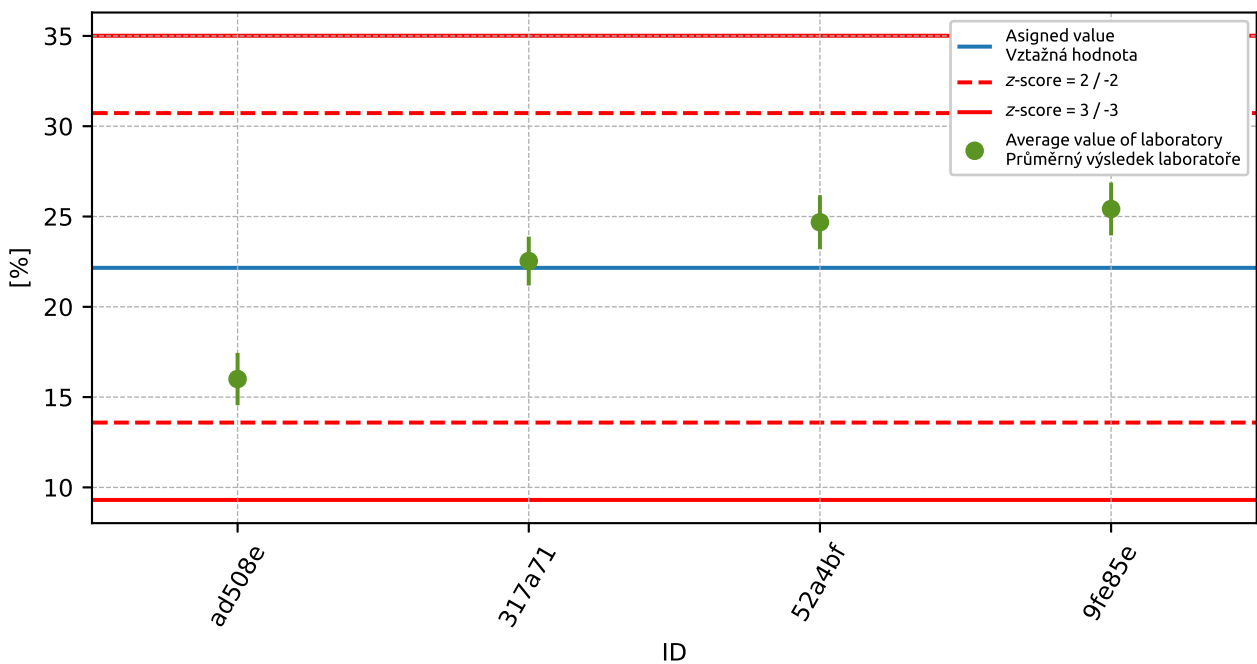


Obrázek 15: Histogram všech výsledků zkoušek

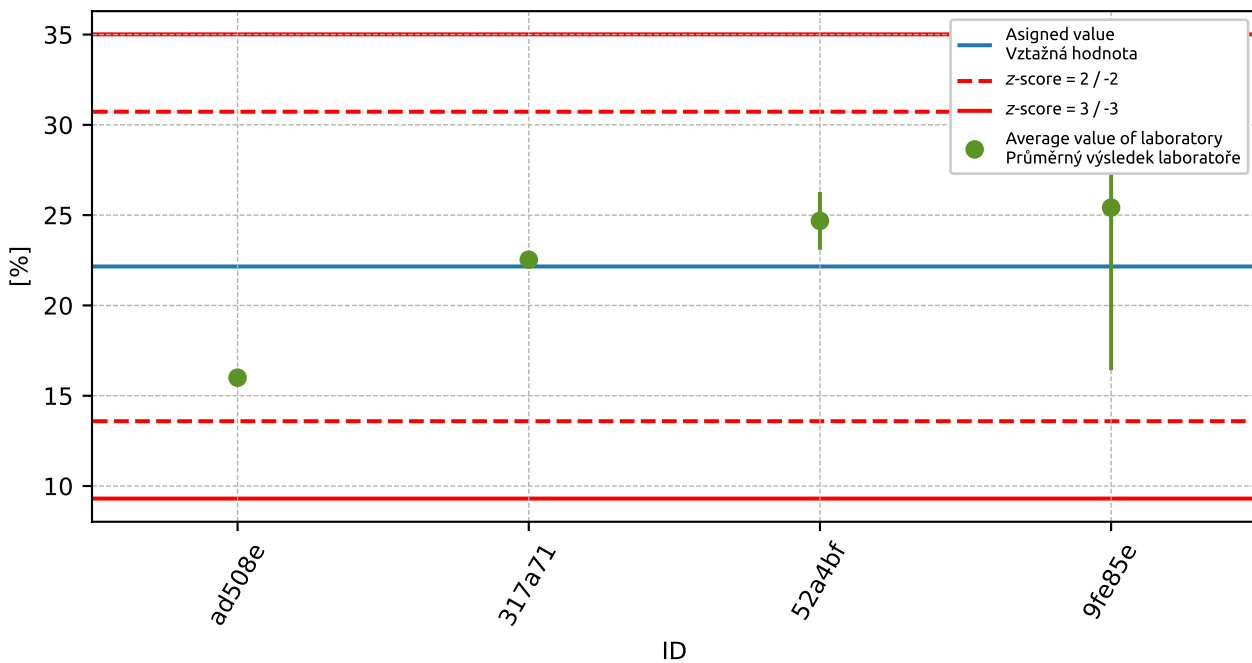
Tabulka 8: Popisné statistiky

Charakteristika	[%]
Průměrná hodnota – \bar{x}	22.2
Výběrová směrodatná odchylka – s	4.28
Vztažná hodnota – x^*	22.2
Robustní směrodatná odchylka – s^*	4.28
Nejistota měření vztažné hodnoty – u_X	2.07
p -hodnota testu normality	0.009 [-]
Mezilaboratorní směrodatná odchylka – s_L	4.24
Směrodatná odchylka opakovatelnosti – s_r	1.44
Směrodatná odchylka reprodukovatelnosti – s_R	4.48
Opakovatelnost – r	4.0
Reprodukovatelnost – R	12.5

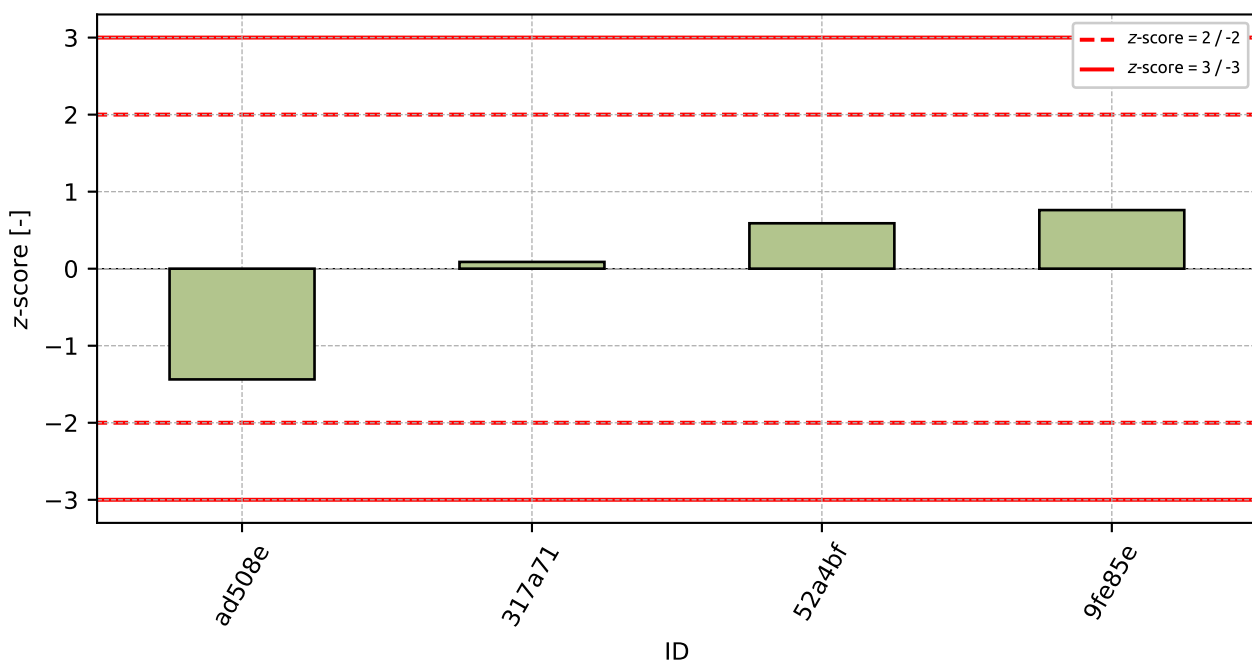
3.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků



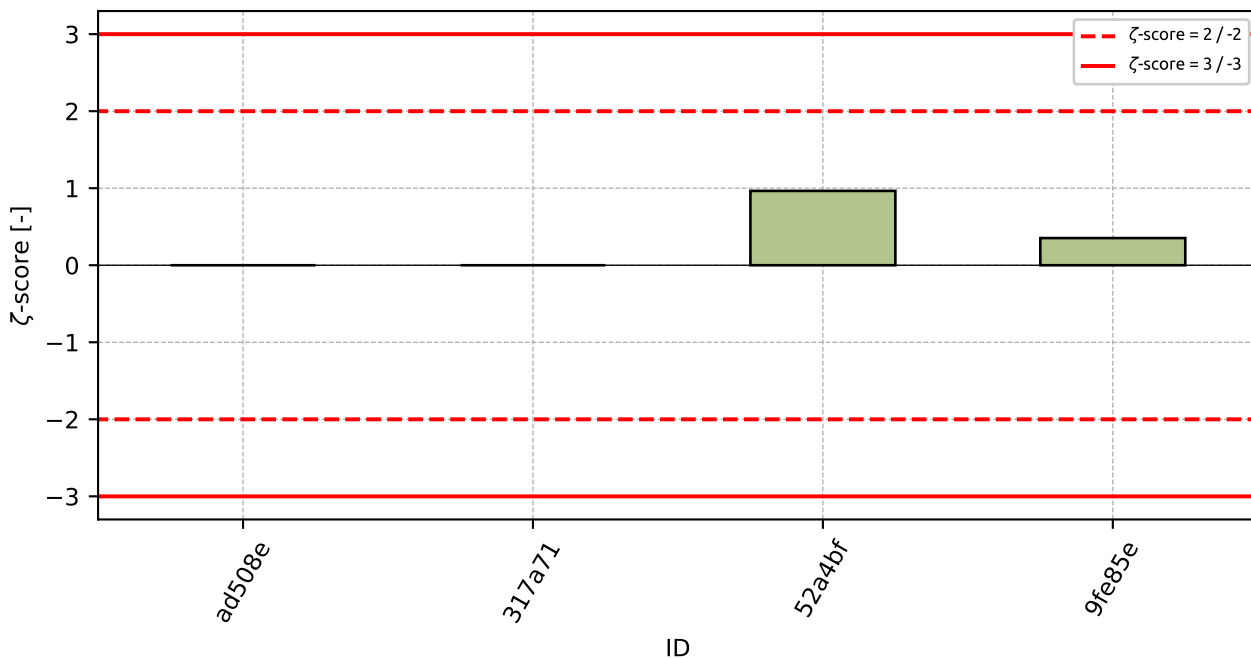
Obrázek 16: Graf průměrných hodnot výsledků zkoušek a výběrových směrodatných odchylek



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



Obrázek 18: z-score



Obrázek 19: ζ-score

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

ID	z-score [-]	ζ-score [-]
ad508e	-1.44	-
317a71	0.09	-
52a4bf	0.59	0.97
9fe85e	0.76	0.35

4 Příloha – ČSN EN ISO 6892-1 – Kontrakce

Zkouška neotevřena pro nízký počet účastníků.