



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ
V BRNĚ



FAKULTA
STAVEBNÍ ústav
stavebního zkušebnictví

ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA EXPERIMENTU PRECIZNOSTI

Program zkoušení způsobilosti

Zkoušení dlažebních bloků

(ZDB 1338 - Tento program probíhá mimo rámec akreditace Z7008)

ZDB 2020/1

Poskytovatel programů zkoušení způsobilosti při SZK FAST

Veveří 95, 602 00 Brno

Czech Republic

www.szk.fce.vutbr.cz

www.ptprovider.cz

Vydání: 18. prosince 2020

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	3
2 Postupy statistické analýzy experimentu preciznosti	4
3 Závěry statistické analýzy	5
Normativní dokumenty a odkazy	6
Příloha	7
1 Příloha – ČSN EN 1338 – příloha E – Celková nasákavost	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 1338 – příloha F – Pevnost v příčném tahu	13
2.1 Pevnost v příčném tahu	13
2.1.1 Výsledky zkoušek	13
2.1.2 Numerické zhodnocení odlehlých hodnot	13
2.1.3 Mandelovy statistiky konzistence	14
2.1.4 Popisné statistiky	15
2.1.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků	16
2.2 Lomové zatížení na jednotku délky bloku	19
2.2.1 Výsledky zkoušek	19
2.2.2 Numerické zhodnocení odlehlých hodnot	19
2.2.3 Mandelovy statistiky konzistence	20
2.2.4 Popisné statistiky	21
2.2.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků	22
3 Příloha – ČSN EN 1338 – příloha G – Odolnost proti obrusu	25

1 Úvod a důležité kontakty

V roce 2020 byl Poskytovatelem zkoušení způsobilosti při SZK FAST (PoZZ) zahájen program zkoušení způsobilosti (PrZZ) s označením ZDB 2020/1, jehož cílem bylo ověřit a posoudit shodnost výsledků zkoušek dlažebních bloků. Tento program probíhal mimo rámec akreditace PoZZ.

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 1338 – příloha E** – Celková nasákavost [1],
2. **ČSN EN 1338 – příloha F** – Pevnost v příčném tahu [1],
3. **ČSN EN 1338 – příloha G** – Odolnost proti obrusu [1].

Zkušební postup číslo 3 nebyl otevřen s ohledem na nízký počet účastníků.

Přípravu zkušebních těles pro PoZZ zajistil dodavatel CS-BETON s.r.o. – Zkušební laboratoř CS-BETON (L1500). Za účelem dodržení přijatelné míry homogenity a stability byla zkušební tělesa vybrána a rozříděna tak, aby každý účastník obdržel dostatečně reprezentativní soubor.

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 celkem 11 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 (označení zkoušek dle části 1)

Tabulka 1: Účast jednotlivých pracovišť v PrZZ (označení zkoušek dle části 1)

ID/zkouška	1	2	3
f52359	X	X	-
473c3c	X	X	-
6ddf42	X	X	-
3f82fe	-	X	-
5d13ed	-	X	-
98e209	-	X	-
4b72b2	X	X	-
75a9db	X	-	-
87ed4b	-	X	-
a6829c	X	X	-
55c591	X	X	-

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

Subjekt	Adresa	Číslo AZL
BEST a.s.	Rybnice 148, Kaznějov, 331 51, Česká republika	1739
CS-BETON s.r.o. Zkušební laboratoř CS-BETON	Velké Žernoseky 184, Litoměřice, 412 01, Česká republika	1500
Kilsaran Concrete Unlimited Company	PIERCETOWN, DUNBOYNE, MEATH, A86 W820, Meath	241T
Magnel-Vandepitte Laboratory for Structural Engineering and Building Materials	Technologiepark - Zwijnaarde 60, Zwijnaarde (Ghent), 9052, Belgium	220-TEST
Materialprüfinstitut Nord	Raiffeisenstraße 8, Großburgwedel, 30938, Germany	-
QUALIFORM, a.s.	Mlaty 672/8, Brno - Bosonohy, 628 00, Česká republika	1008
STACHEMA CZ s.r.o.	Hasičská 1, Zibohlavy, Kolín, 28002, Česká republika	1433
TPA EOOD CTC SOFIA	Rezbarska str. № 7, SOFIA, 1510, BULGARIA	-
Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Akreditovaná zkušební laboratoř při ÚTHD FAST VUT v Brně	Veveří 331/95, Brno, 61200, Česká republika	L1396
ÉMI Építésügyi Minőségellenőrző Innovációs Nonprofit Kft.	Pf. 180., Szentendre, 2001, Hungary	NAH-1-1110/2018
ÉMI Építésügyi Minőségellenőrző Innovációs Nonprofit Korlátolt Felelősségű Társaság	Dózsa György, Szentendre, 2000, 26	-

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 ZDB 2020/1 (PrZZ) pořádaného Poskytovatelem zkoušení způsobilosti při SZK FAST. PrZZ se zúčastnilo celkem 11 pracovišť. Program byl zaměřen na běžné normalizované zkoušky ztvrdlého 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
f52359	✓	✓	-
473c3c	✓	✓	-
6ddf42	✓	✓	-
3f82fe	-	?	-
5d13ed	-	✓	-
98e209	-	✓	-
4b72b2	✓	✓	-
75a9db	✓	-	-
87ed4b	-	✓	-
a6829c	✓	✓	-
55c591	✓	✓	-

Odkazy

- [1] ČSN EN 1338. *Betonové dlažební bloky - Požadavky a zkušební metody*. 2004.
- [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.

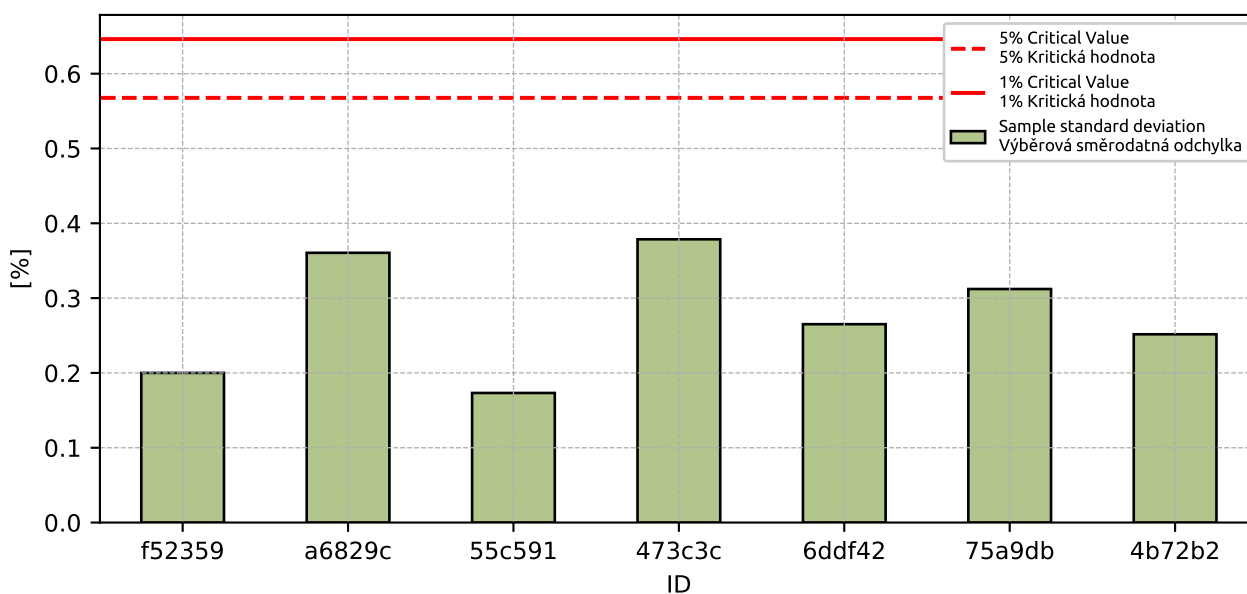
1 Příloha – ČSN EN 1338 – příloha E – Celková nasákavost

1.1 Výsledky zkoušek

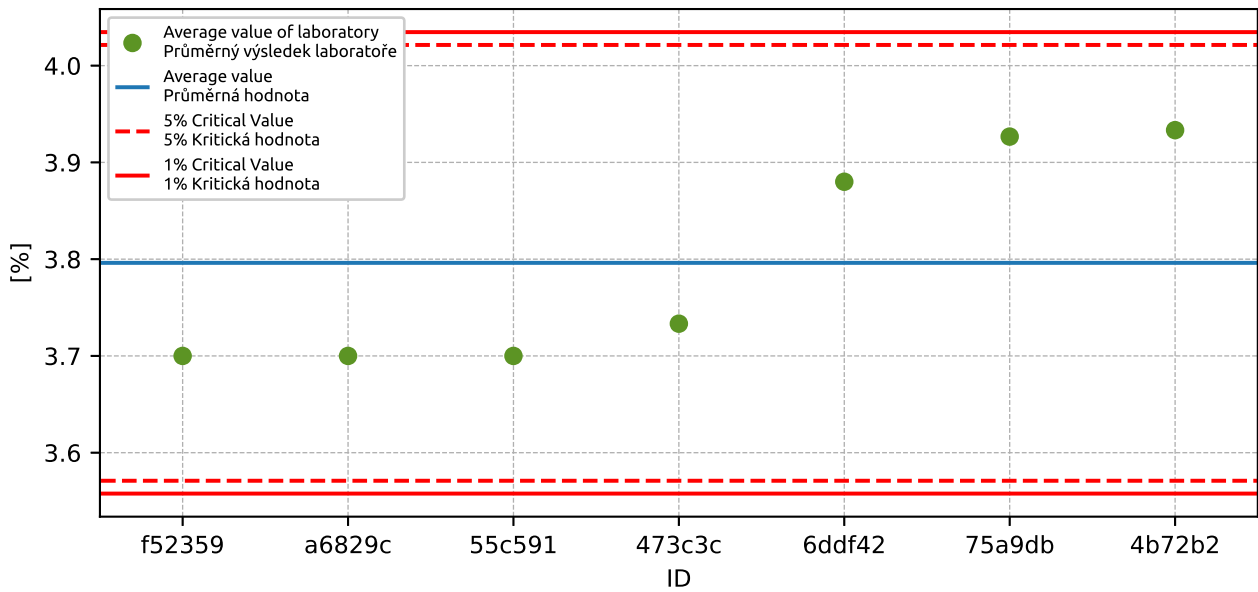
Tabulka 4: Výsledky zkoušek - seřazené podle průměrné hodnoty. Odlehlé hodnoty jsou označeny červeně. u_X - rozšířená nejistota účastníka; \bar{x} - aritmetický průměr; s_0 - výběrová směrodatná odchylka; V_X - variační koeficient

ID účastníka	Výsledky zkoušek [%]			u_X [%]	\bar{x} [%]	s_0 [%]	V_X [%]
f52359	3.7	3.9	3.5	0.5	3.7	0.2	5.41
a6829c	3.3	3.8	4.0	1.7	3.7	0.36	9.74
55c591	3.8	3.5	3.8	0.0	3.7	0.17	4.68
473c3c	4.0	3.9	3.3	-	3.7	0.38	10.14
6ddf42	3.9	3.6	4.1	0.2	3.9	0.27	6.83
75a9db	4.1	3.6	4.2	0.2	3.9	0.31	7.95
4b72b2	4.2	3.7	3.9	0.2	3.9	0.25	6.4

1.2 Numerické zhodnocení odlehlých hodnot

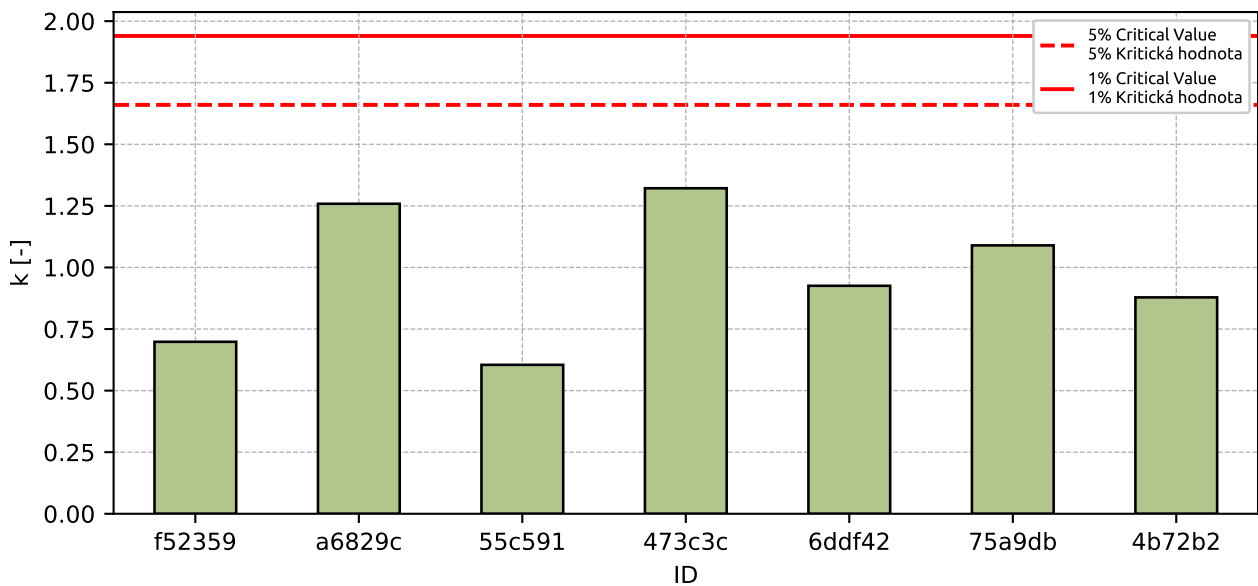


Obrázek 1: Cochranův test - výběrové směrodatné odchylky

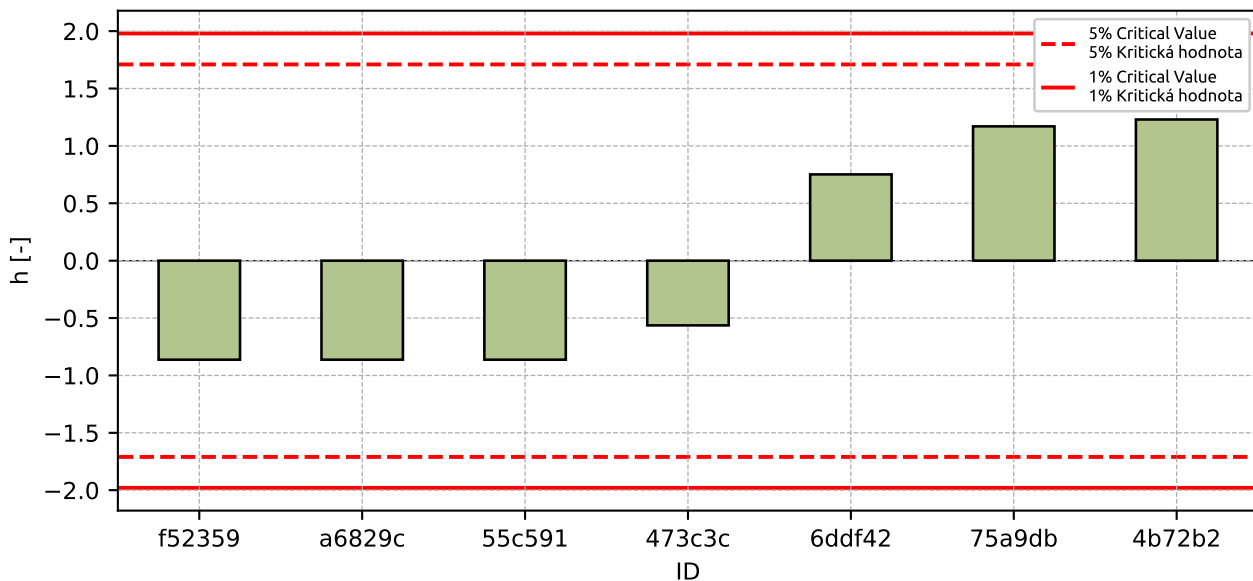


Obrázek 2: Grubbsův test – průměrné hodnoty

1.3 Mandelovy statistiky konzistence

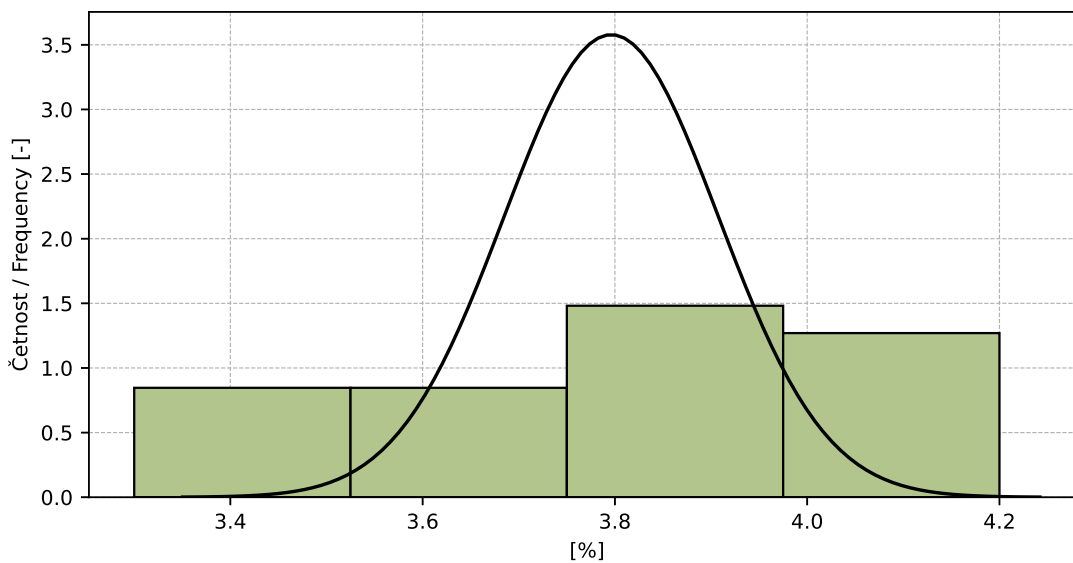


Obrázek 3: Vnitrolaboratorní statistika konzistence



Obrázek 4: Mezilaboratorní statistika konzistence

1.4 Popisné statistiky

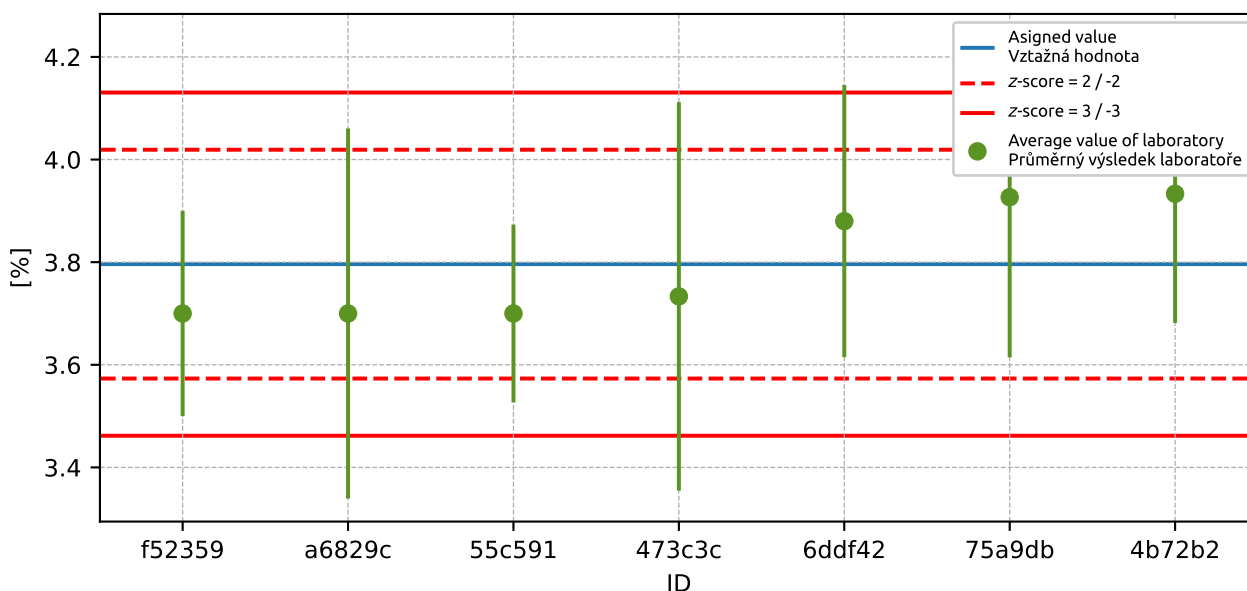


Obrázek 5: Histogram všech výsledků zkoušek

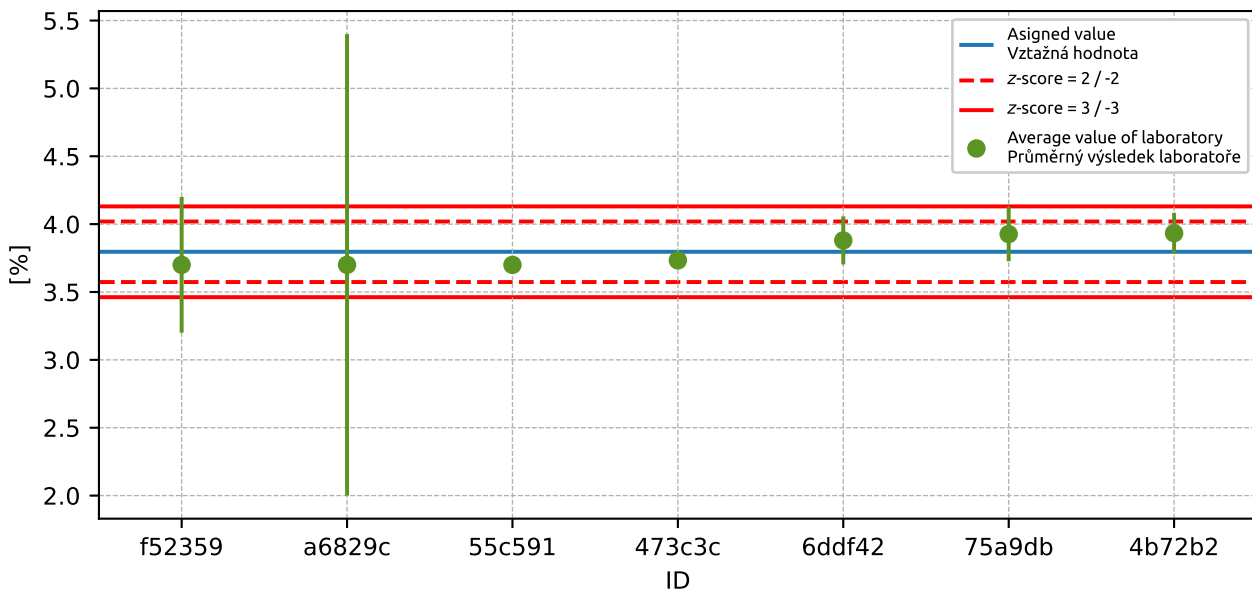
Tabulka 5: Popisné statistiky

Charakteristika	[%]
Průměrná hodnota / Average value – \bar{x}	3.8
Výběrová směrodatná odchylka / Sample standard deviation – s	0.11
Vztažná hodnota / Assigned value – x^*	3.8
Robustní směrodatná odchylka / Robust standard deviation – s^*	0.11
Nejistota měření vztažné hodnoty / Measurement uncertainty of assigned value – u_X	0.33
p -hodnota testu normality / p -value of normality test	0.473 [-]
Směrodatná odchylka opakovatelnosti / Repeatability standard deviation – s_r	0.29
Opakovatelnost / Repeatability – r	0.8

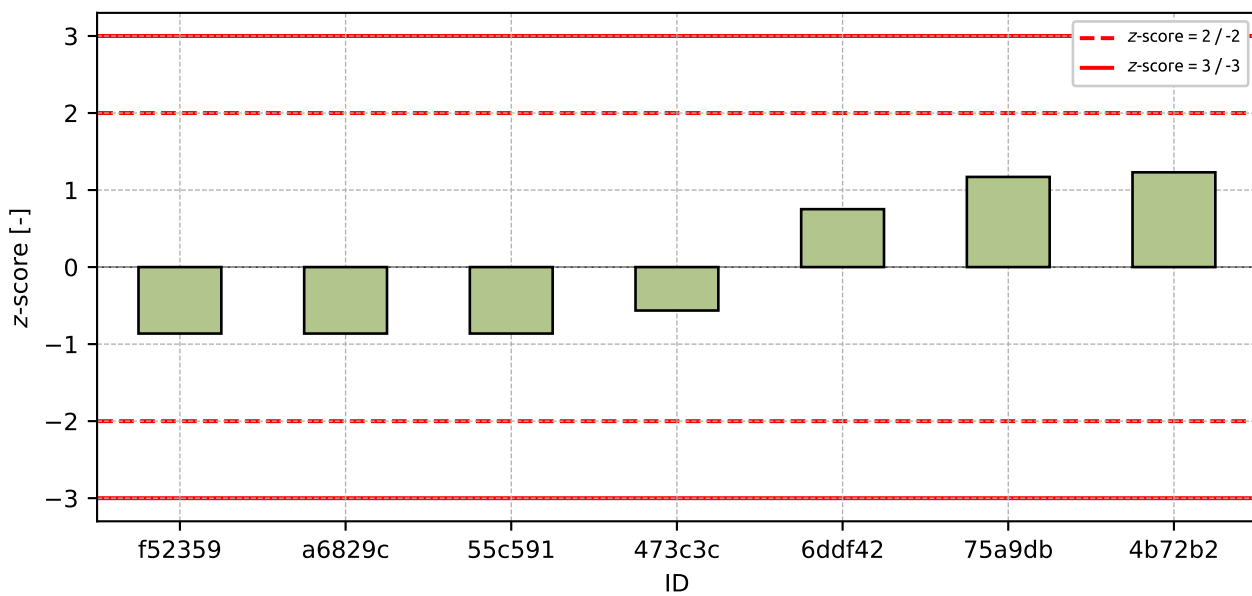
1.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků



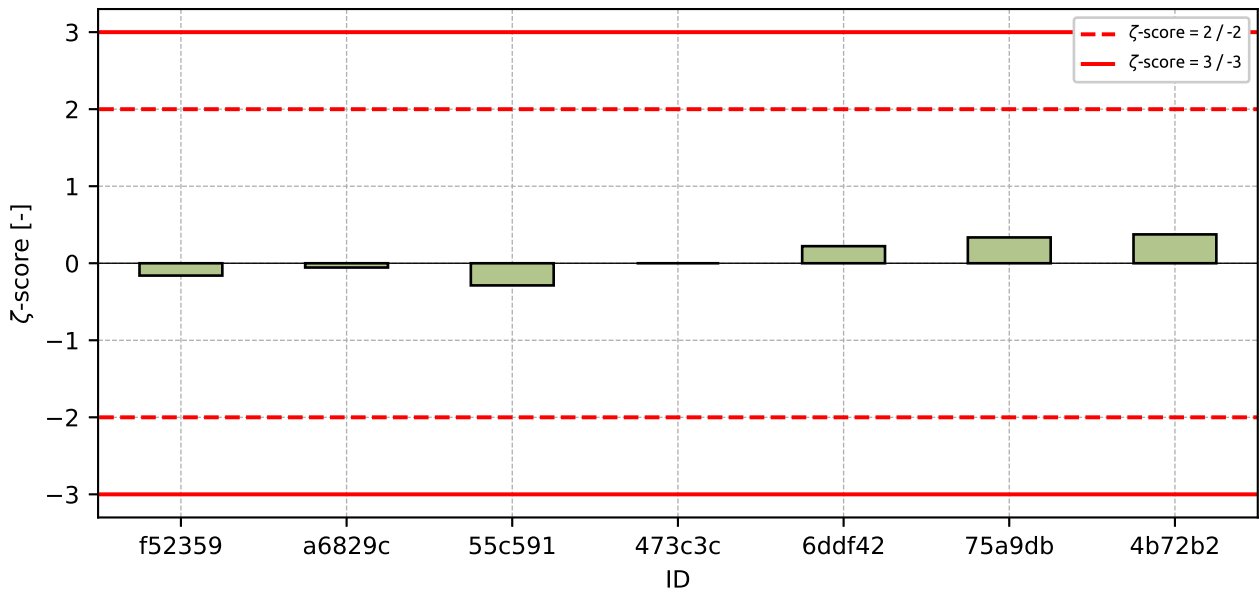
Obrázek 6: Graf průměrných hodnot výsledků zkoušek a výběrových směrodatných odchylek



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



Obrázek 8: z-score

Obrázek 9: ζ -scoreTabulka 6: Výsledné hodnoty z-score a ζ -score

ID	z-score [-]	ζ -score [-]
f52359	-0.86	-0.16
a6829c	-0.86	-0.06
55c591	-0.86	-0.29
473c3c	-0.56	-
6ddf42	0.75	0.22
75a9db	1.17	0.34
4b72b2	1.23	0.37

2 Příloha – ČSN EN 1338 – příloha F – Pevnost v příčném tahu

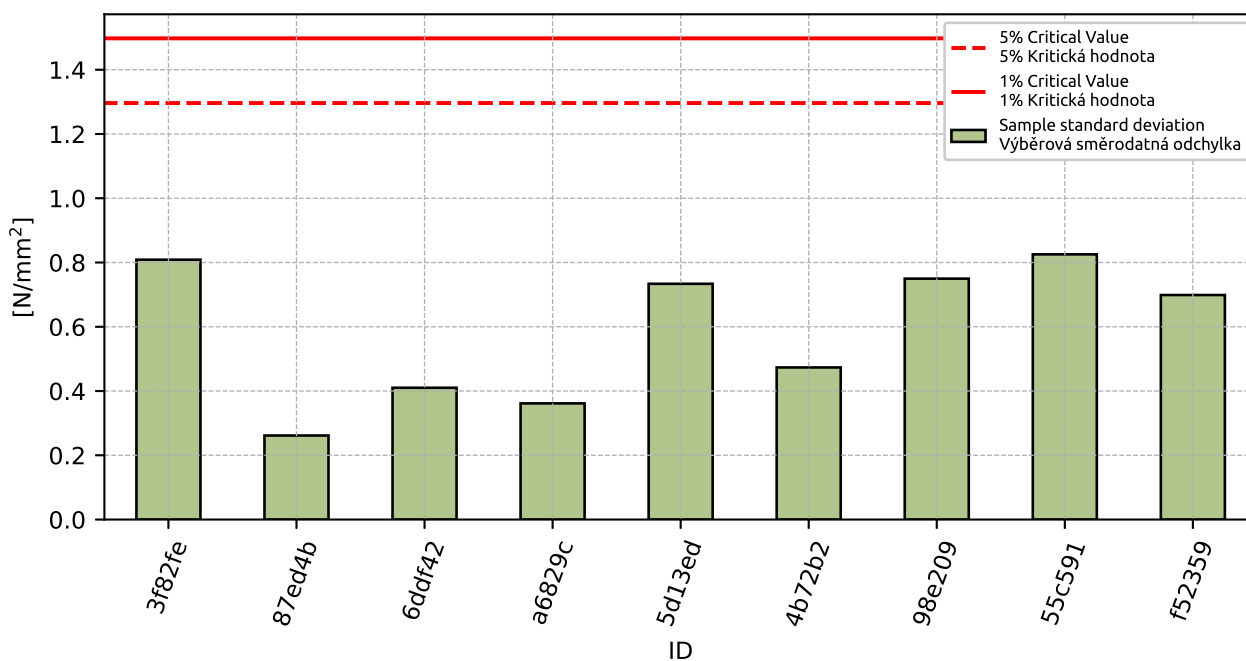
2.1 Pevnost v příčném tahu

2.1.1 Výsledky zkoušek

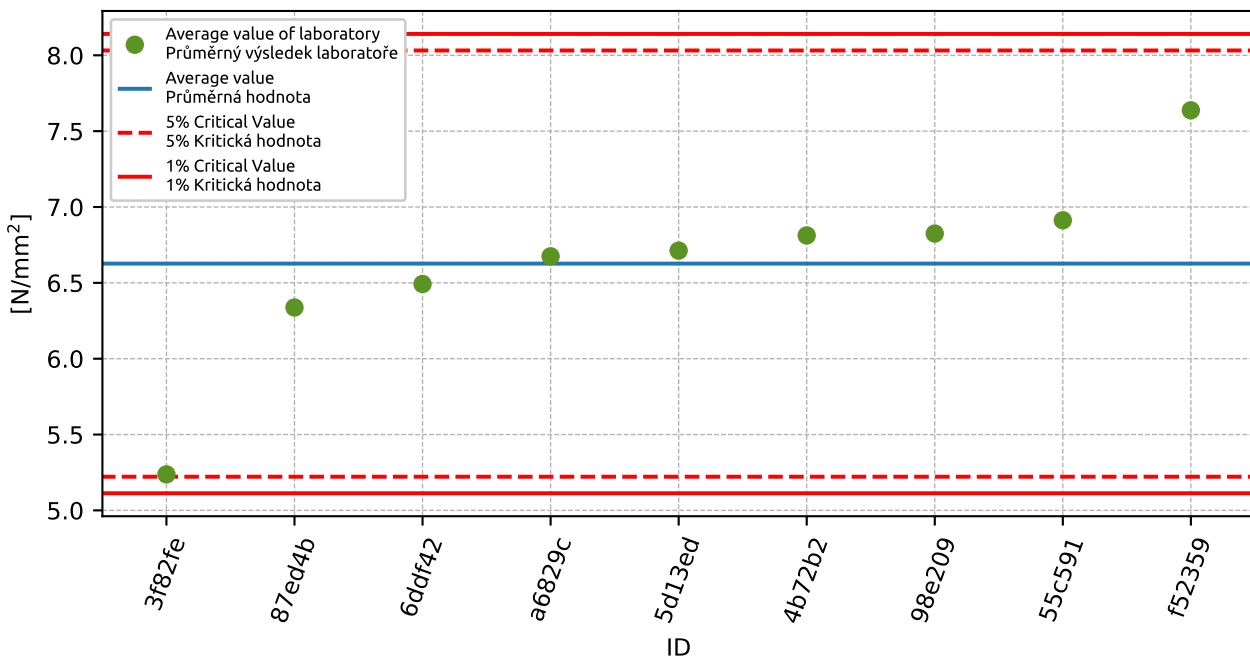
Tabulka 7: Výsledky zkoušek - seřazené podle průměrné hodnoty. Odlehlé hodnoty jsou označeny červeně. u_x - rozšířená nejistota účastníka; \bar{x} - aritmetický průměr; s_0 - výběrová směrodatná odchylka; V_x - variační koeficient

ID účastníka	Výsledky zkoušek [N/mm ²]								u_x [N/mm ²]	\bar{x} [N/mm ²]	s_0 [N/mm ²]	V_x [%]
3f82fe	6.6	5.4	5.2	4.8	5.2	4.3	4.3	6.1	1.0	5.2	0.81	15.44
87ed4b	6.0	6.5	6.0	6.6	6.5	6.6	6.4	6.1	0.3	6.3	0.26	4.13
6ddf42	7.1	6.2	6.5	6.1	6.0	6.9	6.9	6.2	0.1	6.5	0.41	6.32
a6829c	6.3	6.6	6.8	6.5	6.3	6.5	7.2	7.2	1.1	6.7	0.36	5.42
5d13ed	7.1	6.9	6.2	6.7	5.6	6.0	7.6	7.6	0.3	6.7	0.73	10.93
4b72b2	6.9	7.5	7.3	6.2	6.3	6.9	6.4	7.0	0.3	6.8	0.47	6.95
98e209	7.4	6.6	7.8	7.1	7.0	7.2	5.6	5.9	0.6	6.8	0.75	10.99
55c591	6.0	6.8	6.5	7.0	8.0	8.3	6.4	6.3	0.1	6.9	0.83	11.94
f52359	6.4	8.2	8.5	7.4	8.1	7.5	7.0	8.0	0.6	7.6	0.7	9.15

2.1.2 Numerické zhodnocení odlehlých hodnot

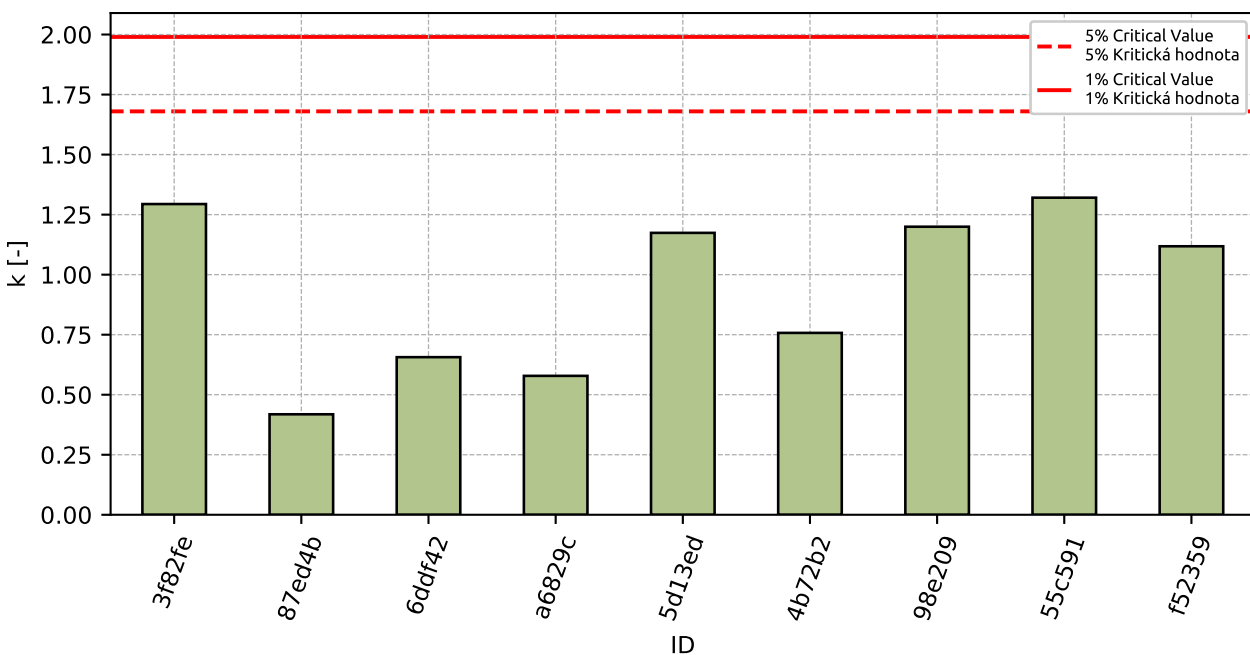


Obrázek 10: Cochranův test - výběrové směrodatné odchylky

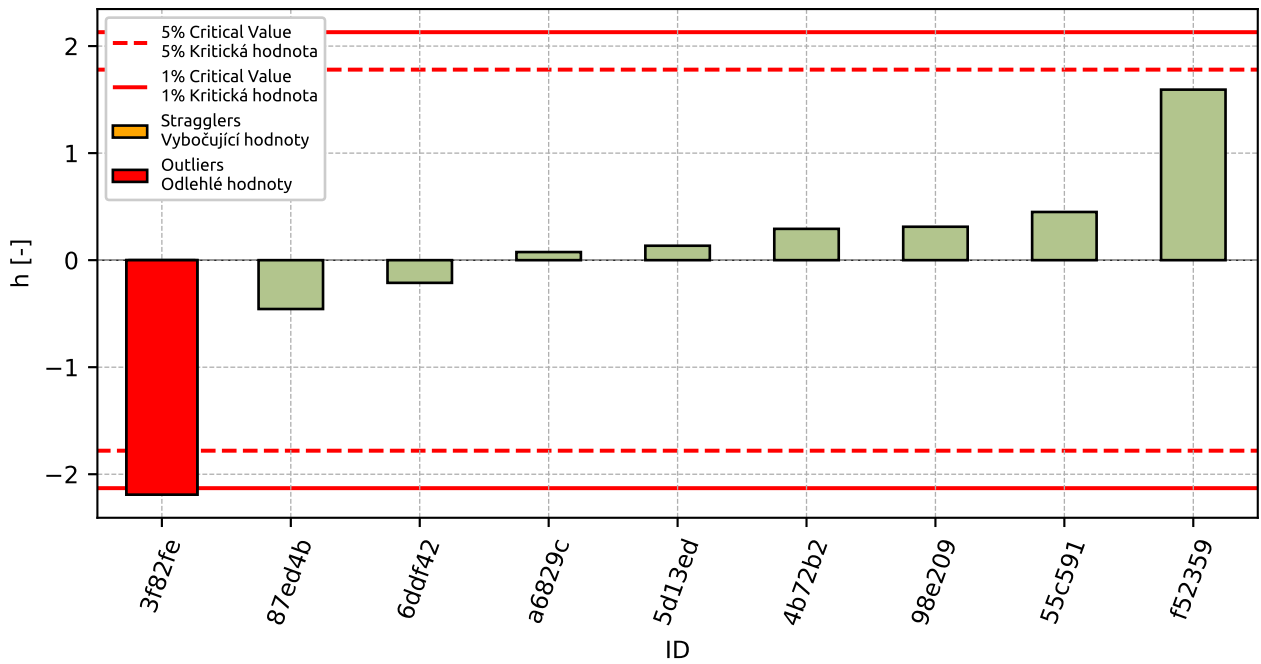


Obrázek 11: Grubbsův test – průměrné hodnoty

2.1.3 Mandelovy statistiky konzistence

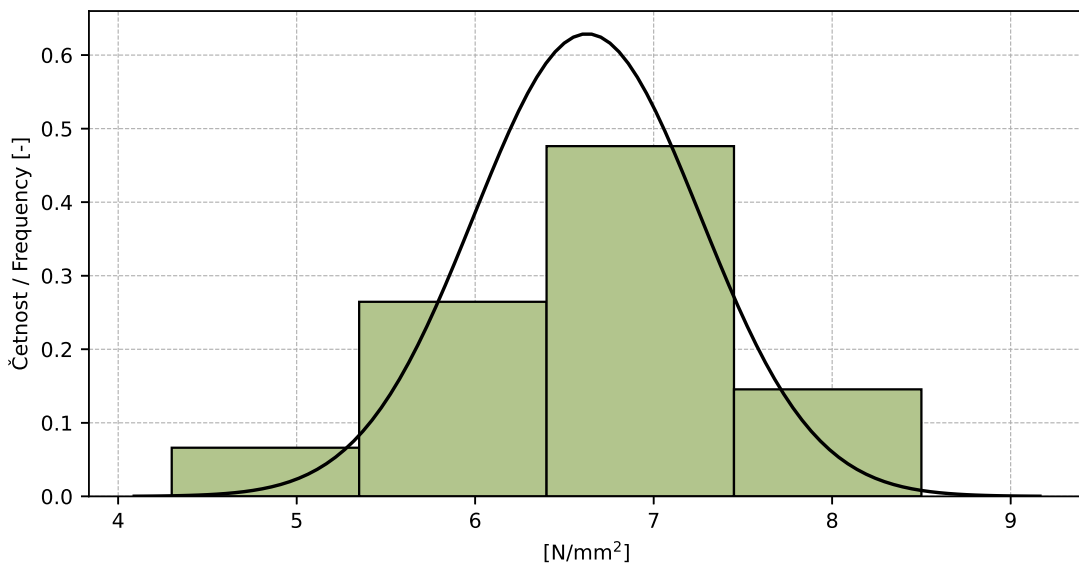


Obrázek 12: Vnitrolaboratorní statistika konzistence



Obrázek 13: Mezilaboratorní statistika konzistence

2.1.4 Popisné statistiky

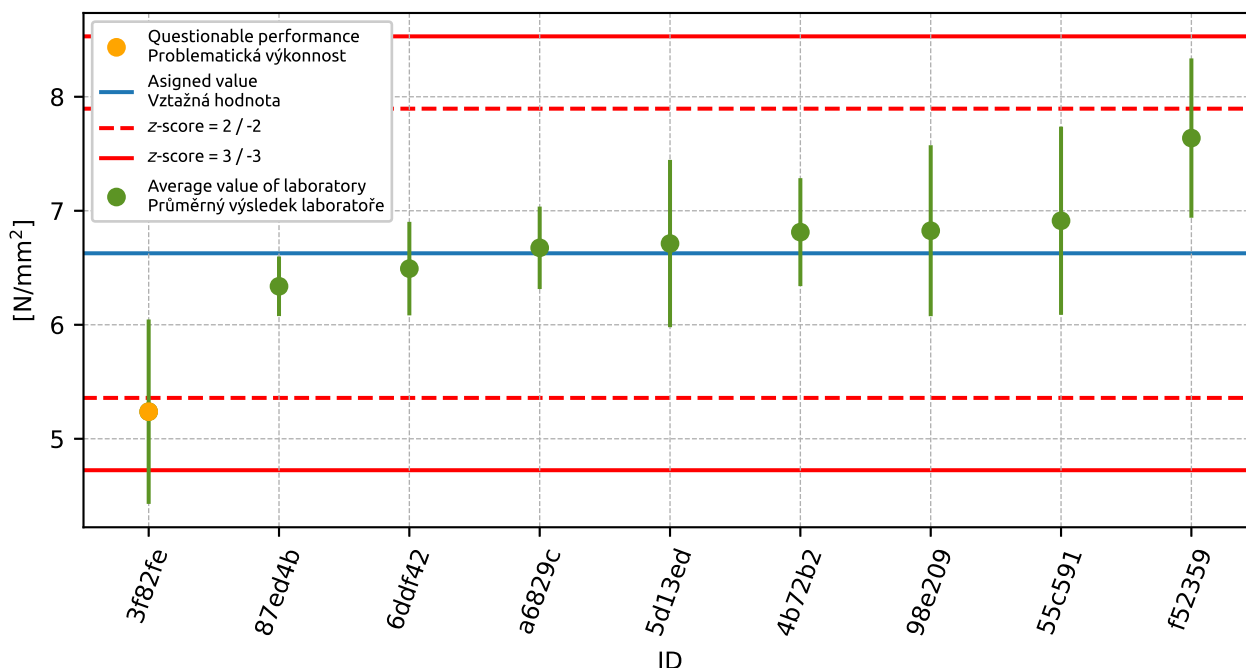


Obrázek 14: Histogram všech výsledků zkoušek

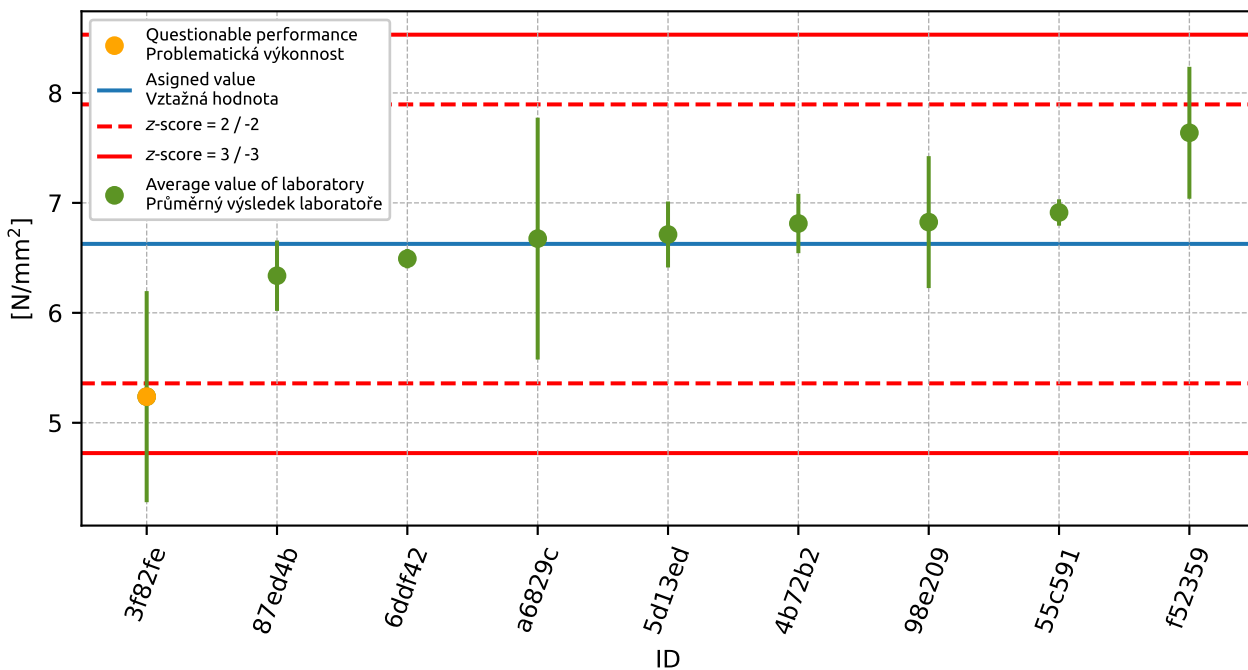
Tabulka 8: Popisné statistiky

Charakteristika	[N/mm ²]
Průměrná hodnota / Average value – \bar{x}	6.6
Výběrová směrodatná odchylka / Sample standard deviation – s	0.63
Vztažná hodnota / Assigned value – x^*	6.6
Robustní směrodatná odchylka / Robust standard deviation – s^*	0.63
Nejistota měření vztažné hodnoty / Measurement uncertainty of assigned value – u_X	0.8
p -hodnota testu normality / p -value of normality test	0.15 [-]
Mezilaboratorní sm. odch. / Interlaboratory standard deviation – s_L	0.59
Směrodatná odchylka opakovatelnosti / Repeatability standard deviation – s_r	0.63
Směrodatná odchylka reprodukovatelnosti / Reproducibility standard deviation – s_R	0.86
Opakovatelnost / Repeatability – r	1.8
Reprodukovatelnost / Reproducibility – R	2.4

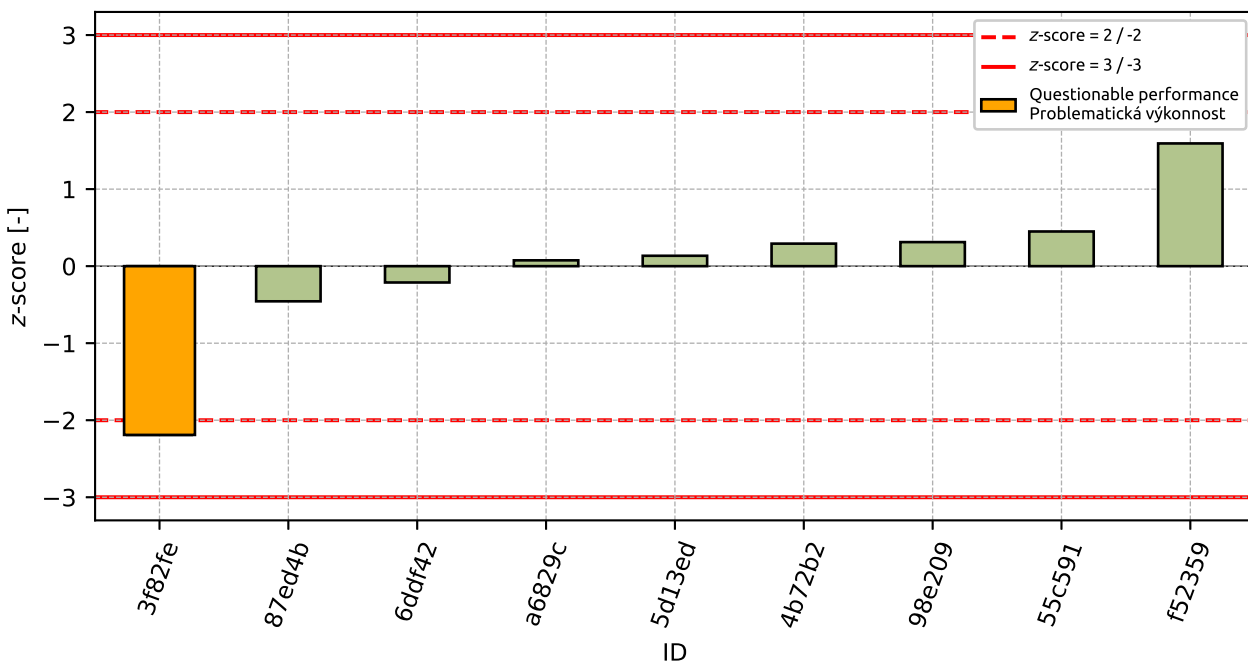
2.1.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků



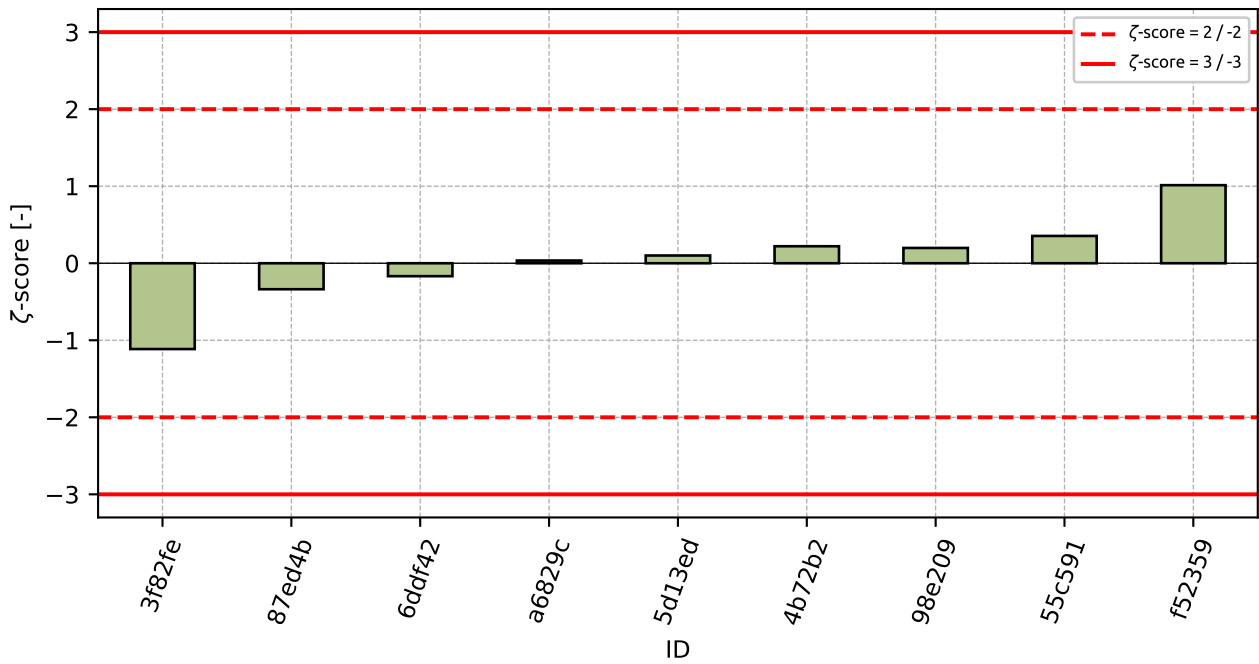
Obrázek 15: Graf průměrných hodnot výsledků zkoušek a výběrových směrodatných odchylek



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 [-]
3f82fe	-2.19	-1.11
87ed4b	-0.46	-0.34
6ddf42	-0.21	-0.17
a6829c	0.08	0.04
5d13ed	0.13	0.1
4b72b2	0.29	0.22
98e209	0.31	0.2
55c591	0.45	0.35
f52359	1.59	1.01

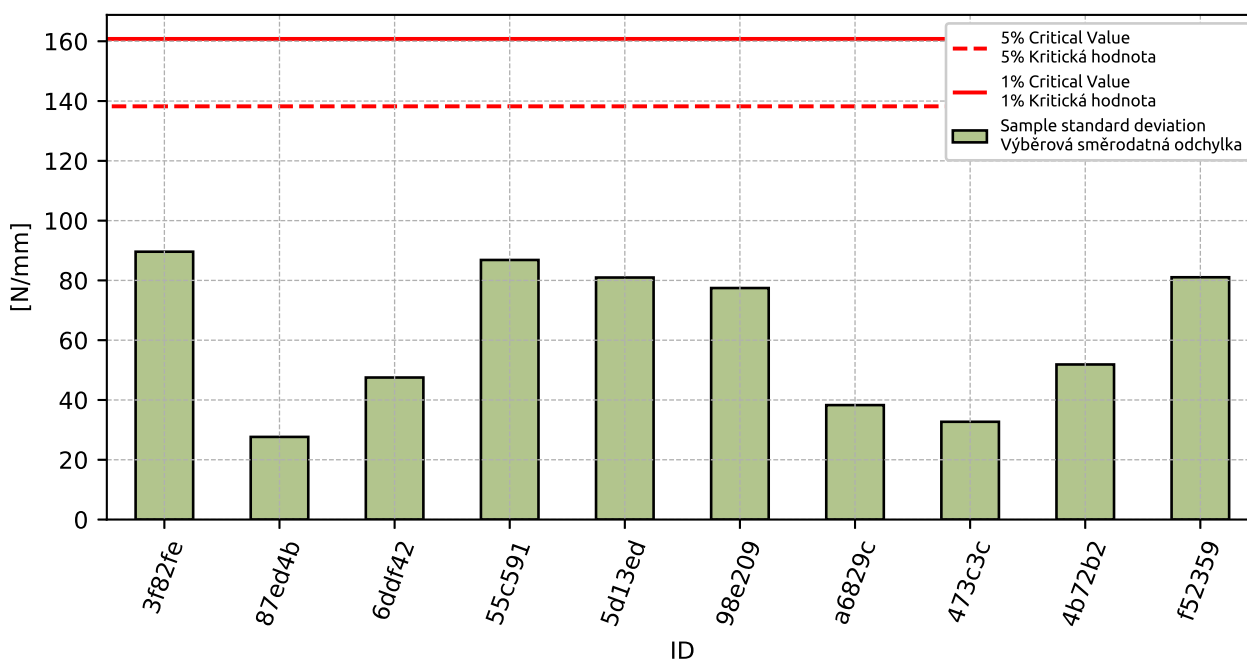
2.2 Lomové zatížení na jednotku délky bloku

2.2.1 Výsledky zkoušek

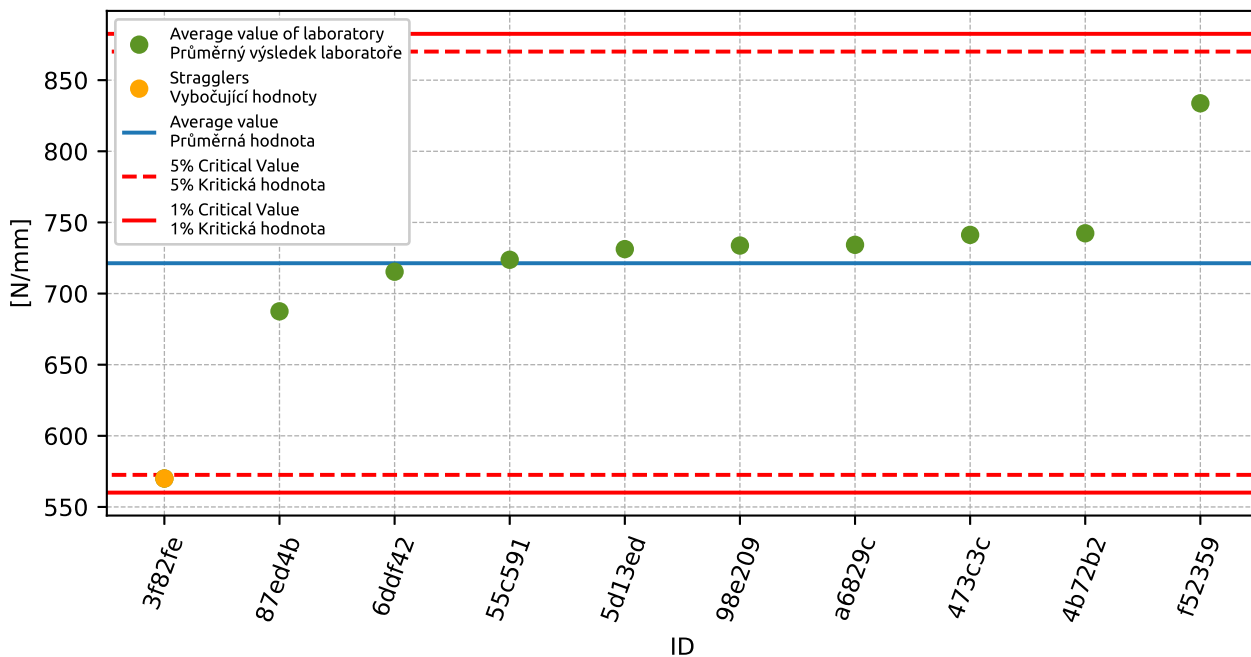
Tabulka 10: Výsledky zkoušek - seřazené podle průměrné hodnoty. Odlehlé hodnoty jsou označeny červeně. u_x - rozšířená nejistota účastníka; \bar{x} - aritmetický průměr; s_0 - výběrová směrodatná odchylka; V_x - variační koeficient

ID účastníka	Výsledky zkoušek [N/mm]								u_x [N/mm]	\bar{x} [N/mm]	s_0 [N/mm]	V_x [%]
3f82fe	720	590	570	540	560	460	460	660	106	570	89.6	15.72
87ed4b	650	700	650	720	710	710	690	670	34	688	27.6	4.02
6ddf42	790	688	727	672	650	758	746	692	10	715	47.5	6.64
55c591	630	710	680	730	840	870	670	660	18	724	86.8	12.0
5d13ed	780	760	680	720	600	660	830	820	0.3	731	81.0	11.07
98e209	800	710	840	760	750	760	610	640	70	734	77.4	10.56
a6829c	697	733	734	713	693	722	783	799	-	734	38.3	5.21
473c3c	690	730	740	700	780	760	760	770	-	741	32.7	4.41
4b72b2	747	817	792	670	691	758	697	767	30	742	51.9	6.99
f52359	690	910	920	810	890	830	750	870	70	834	81.1	9.72

2.2.2 Numerické zhodnocení odlehklých hodnot

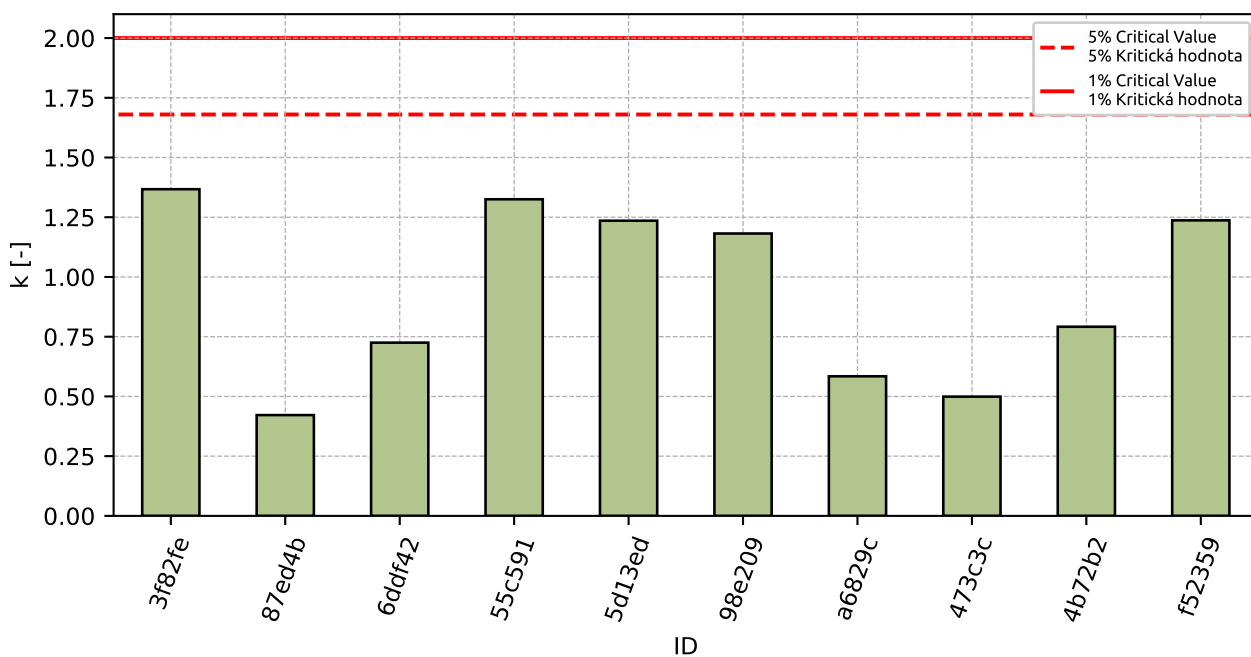


Obrázek 19: Cochranův test - výběrové směrodatné odchylky

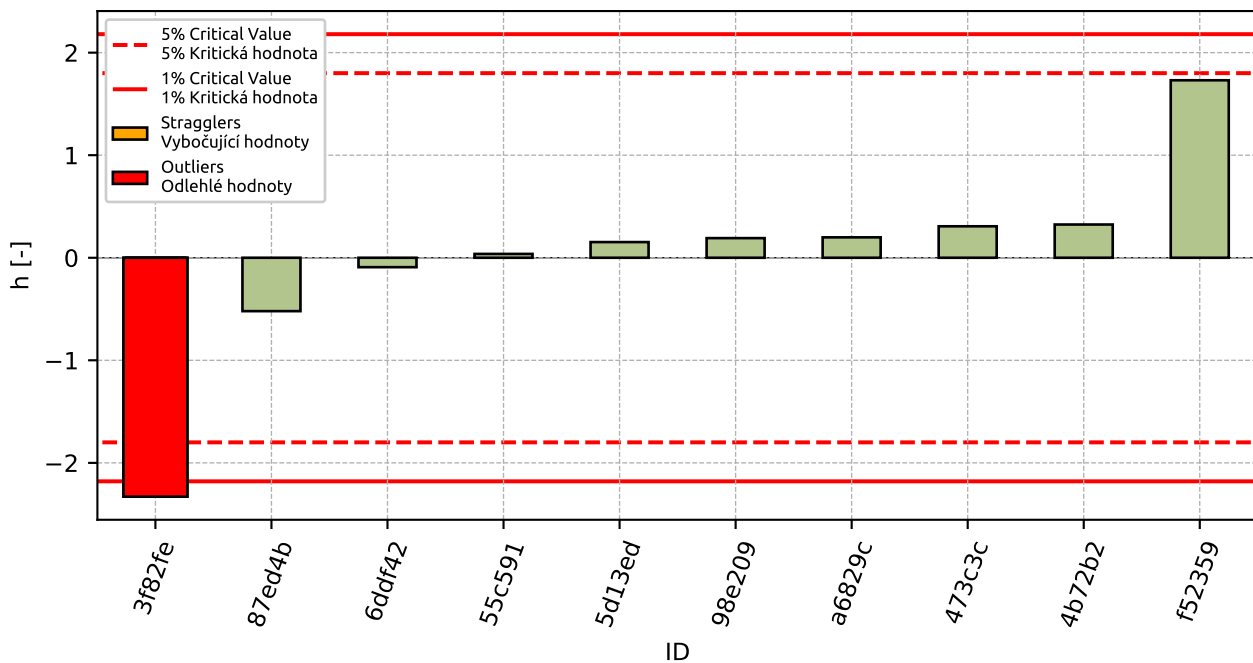


Obrázek 20: Grubbsův test – průměrné hodnoty

2.2.3 Mandelovy statistiky konzistence

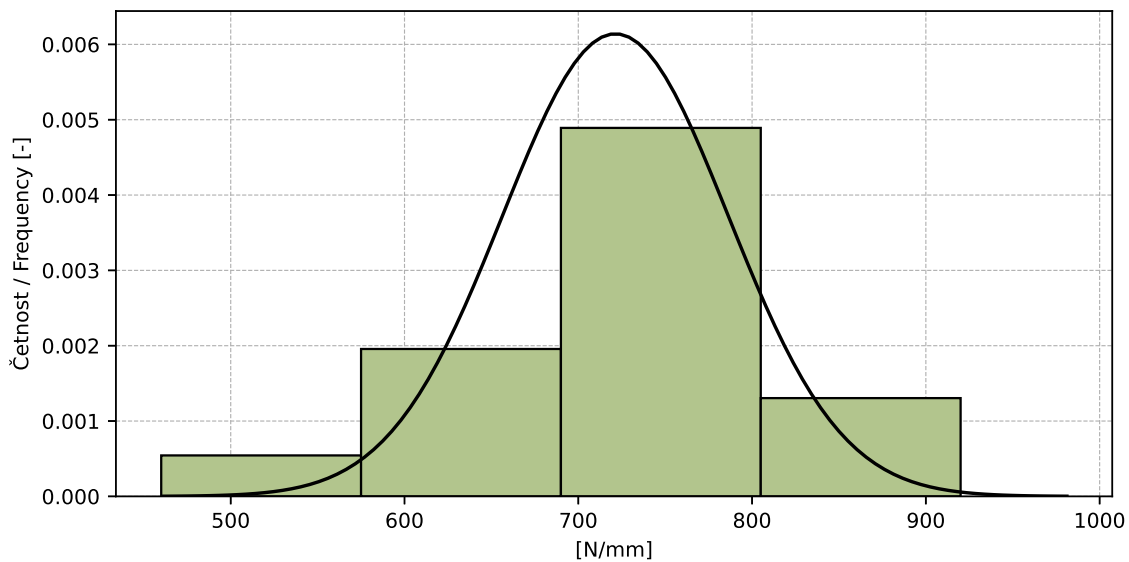


Obrázek 21: Vnitrolaboratorní statistika konzistence



Obrázek 22: Mezilaboratorní statistika konzistence

2.2.4 Popisné statistiky

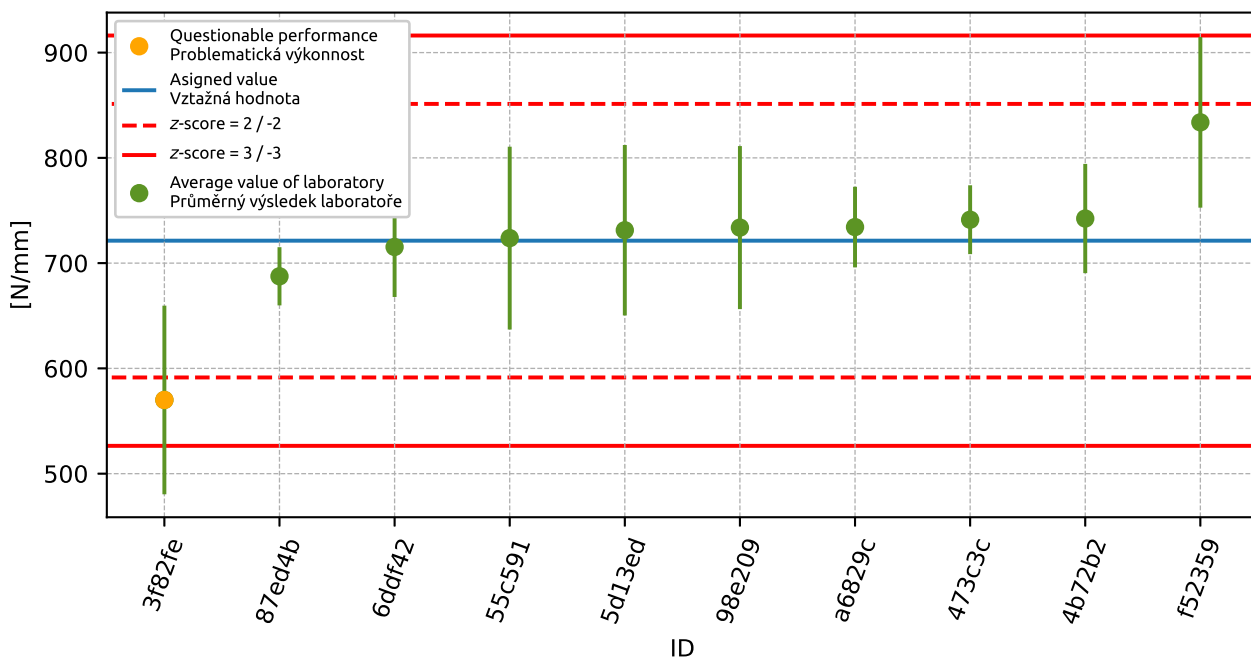


Obrázek 23: Histogram všech výsledků zkoušek

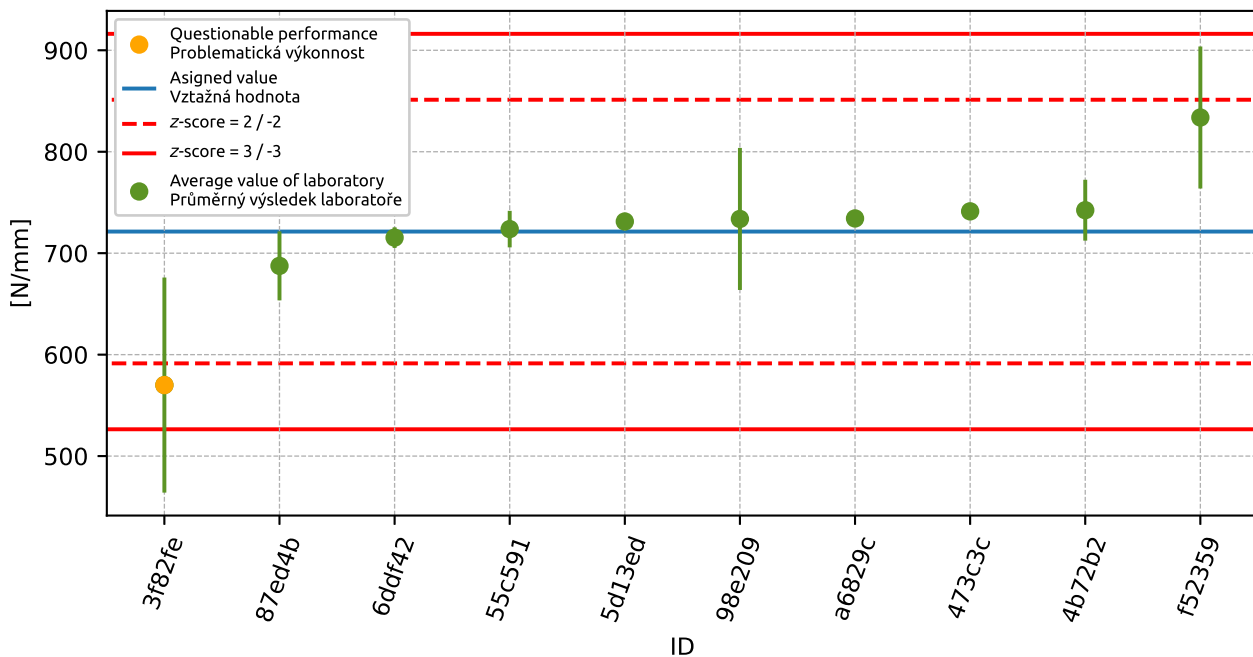
Tabulka 11: Popisné statistiky

Charakteristika	[N/mm]
Průměrná hodnota / Average value – \bar{x}	721.0
Výběrová směrodatná odchylka / Sample standard deviation – s	65.0
Vztažná hodnota / Assigned value – x^*	721.0
Robustní směrodatná odchylka / Robust standard deviation – s^*	65.0
Nejistota měření vztažné hodnoty / Measurement uncertainty of assigned value – u_X	8.1
p -hodnota testu normality / p -value of normality test	0.091 [-]
Mezilaboratorní sm. odch. / Interlaboratory standard deviation – s_L	60.7
Směrodatná odchylka opakovatelnosti / Repeatability standard deviation – s_r	65.5
Směrodatná odchylka reprodukovatelnosti / Reproducibility standard deviation – s_R	89.3
Opakovatelnost / Repeatability – r	183.0
Reprodukovatelnost / Reproducibility – R	250.0

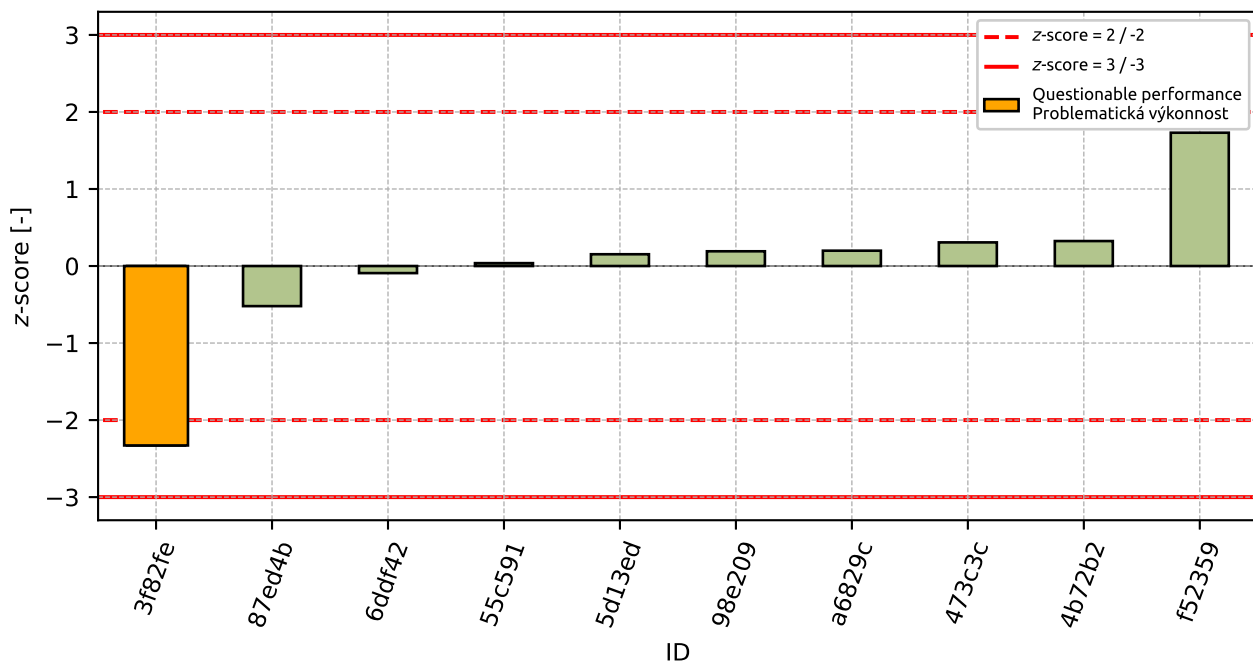
2.2.5 Vyhodnocení výkonnosti účastníků



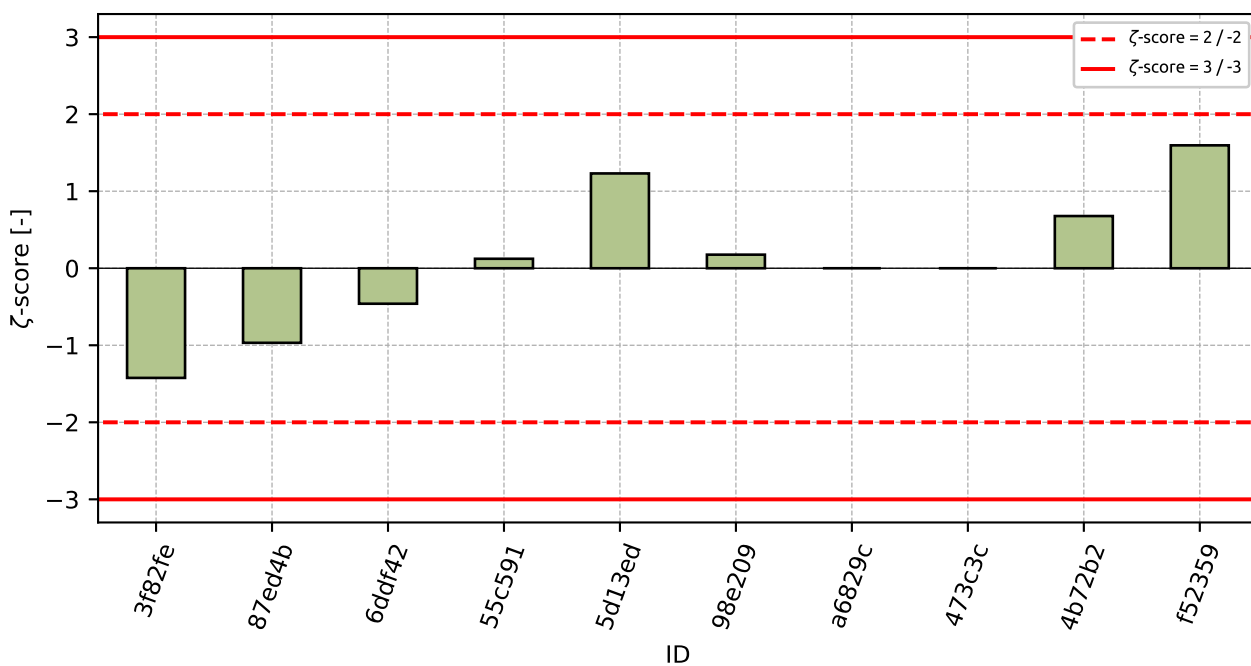
Obrázek 24: Graf průměrných hodnot výsledků zkoušek a výběrových směrodatných odchylek



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 [-]
3f82fe	-2.33	-1.42
87ed4b	-0.52	-0.97
6ddf42	-0.09	-0.46
55c591	0.04	0.12
5d13ed	0.15	1.23
98e209	0.19	0.18
a6829c	0.2	-
473c3c	0.31	-
4b72b2	0.32	0.68
f52359	1.73	1.6

3 Příloha – ČSN EN 1338 – příloha G – Odolnost proti obrusu

Tato část programu zkoušení způsobilosti nebyla otevřena z důvodu nízkého počtu účastníků.