

Bezkontaktní snímání textury frézovaného povrchu a jeho vyhodnocení dle ČSN ISO 4288

Pavel Zavadil

Bakalářská práce
2010



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Pavel ZAVADIL**

Studijní program: **B 3909 Procesní inženýrství**

Studijní obor: **Technologická zařízení**

Téma práce: **Bezkontaktní snímání textury frézovaného povrchu
a jeho vyhodnocení dle ČSN ISO 4287**

Zásady pro vypracování:

1. Popište základní amplitudové, frekvenční a hybridní parametry používané pro vyhodnocování jakosti povrchu
2. Popište základní principy snímání jakosti povrchu
3. Nakreslete zkušební vzorky pro výukovou a demonstrační praxi
4. Vzorky proměřte a výsledky zpracujte dle příslušných norem



Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

Dle zadání vedoucího BP

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Dr. Ing. Vladimír Pata**
Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce: **19. února 2010**

Termín odevzdání bakalářské práce: **2. června 2010**

Ve Zlíně dne 21. ledna 2010



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



doc. Ing. Miroslav Maňas, CSc.
vedoucí katedry

Příjmení a jméno:

Obor:

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně

.....

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpirá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Cílem teoretické bakalářské práce bylo vypracování odborné rešerše z oblasti jakosti povrchu, dle norem ČSN EN ISO 4787 a ČSN EN ISO 4788.

Klíčová slova: Jakost povrchu, frézování, kontaktní systém snímání jakosti povrchu, bezkontaktní systém snímání jakosti povrchu.

ABSTRACT

The theoretical work was to develop research expertise in the field of quality after-Hill, according to the standards ČSN EN ISO 4787 a ČSN EN ISO 4788.

Keywords: Surface, milling, contact sensing system for surface quality, non-contact sensing system for surface quality

Tímto bych chtěl poděkovat doc. Dr. Ing. Vladimíru Patovi, který byl vedoucím mé bakalářské práce za vedení, podporu, užitečné rady a čas, který mi věnoval při tvorbě této práce.

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 JAKOST POVRCHU	12
1.1 ZÁKLADNÍ POJMY.....	12
1.2 PROFIL POVRCHU	12
1.3 PRVEK PROFILU	14
1.4 DEFINICE PARAMETRŮ PROFILU POVRCHU.....	15
1.4.1 Výškové parametry (výstupky a prohlubně).....	15
1.4.2 Výškové parametry (průměrné hodnoty pořadnic).....	16
1.4.3 Délkové parametry	17
1.5 FILTR PROFILU.....	17
1.6 ZÁKLADNÍ DÉLKA	18
1.7 VYHODNOCENÁ DÉLKA LN	19
2 PRAVIDLA PRO POROVNÁVÁNÍ MĚŘENÝCH HODNOT S TOLERANČNÍMI MEZEMI	20
3 HODNOCENÍ PARAMETRŮ JAKOSTI POVRCHU	21
3.1 VŠEOBECNĚ.....	21
3.2 PARAMETRY PROFILU DRSNOSTI	21
3.3 MĚŘENÍ PARAMETRŮ PROFILU DRSNOSTI.....	21
3.3.1 Postup pro neperiodický profil drsnosti	22
3.3.2 Postup pro periodický profil drsnosti	23
4 MĚŘÍCÍ PŘÍSTROJE	25
4.1 MĚŘÍCÍ SYSTÉM TALYSURF CLI.....	25
4.2 ROZDĚLENÍ.....	26
4.3 PROGRAM TALYMAP.....	28
5 FRÉZOVÁNÍ	29
5.1 FRÉZY	29
5.1.1 Nástrojové materiály	30
II PRAKTICKÁ ČÁST	31
6 CÍLE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE	32
7 OBRÁBĚNÍ FRÉZOVANÝCH MATERIÁLŮ	33
7.1 CHARAKTERISTIKA MATERIÁLU	33
7.2 FRÉZOVÁNÍ VZORKU	33
7.3 POUŽITÝ NÁSTROJ	36
7.4 VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ	37
7.5 ZNAČENÍ VZORKŮ	37
8 MĚŘENÍ DRSNOSTI POVRCHU	38
8.1 MITUTOYO SJ – 301.....	38
8.1.1 Měření s drsnoměrem MITUTOYO SJ – 301	39

8.2	TALYSURF CLI 500.....	41
8.3	POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ BEZKONTAKTNÍHO A KONTAKTNÍHO MĚŘENÍ	43
9	VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ	103
9.1	OCEL 11373	103
9.2	PVC.....	104
	ZÁVĚR	105
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	106
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	107
	SEZNAM OBRÁZKŮ	108
	SEZNAM TABULEK.....	112

ÚVOD

Požadavek na kvalitní povrch byl od počátku strojní výroby důležitým parametrem pro správnou funkci výrobku. První tabule obrobených vzorků u nás tak vznikla ve zbrojním oddělení Škodových závodů v Plzni v roce 1918. Při formování lícovací soustavy v mezinárodní normalizační organizaci ISA (později ISO) však bylo potřeba vyjadřovat jakost povrchu v číselných hodnotách. Vznikaly německé a americké návrhy a mezi nimi i podniková řada parametrů ve Škodových závodech, která na základě rozsáhlých zkoušek (vlastnosti materiálu, řezných podmínek, nářadí, způsob měření apod.), kombinovala oba zmíněné návrhy. Způsob vyjadřování drsnosti povrchu číselně, schválený komisí ISA v roce 1938 v Praze. Vycházel principiálně z modelu sinusoidy střídavého proudu, ve kterém je stanovena střední čára a od ní výškové parametry – výška výstupku, hloubky prohlubně a délkové parametry. Standardní požadavky byly stanoveny jen pro parametry Ra, Ry a Rz v normě ISO 1302. [1]

Mezinárodní organizace pro normalizaci (ISO) zajišťuje zabezpečení volného přístupu pohybu výrobků a jejich technické slučitelnosti na evropském trhu. Tento úřad se zabývá také tzv. „Geometrickou specifikací výrobků“, označovaná zkratkou GPS. Tato zkratka je převzatá z anglického slova Geometrical Produkt Specification. [1]

V dnešní moderní době, kdy jsou vysoké nároky na struktury povrchy funkčních ploch, bylo vytvořeno mnoho měřících metod. To mělo za následek zavedení řady nových parametrů struktury povrchu. Současné normy obsahují pouze definice parametrů pro 2D charakteristiky. Do budoucna se intenzivně rozvíjí otázky týkající se 3D charakteristik struktury povrchu. [2]

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 JAKOST POVRCHU

Drsnost je souhrn nerovností povrchu s relativně malou vzdáleností, které nevyhnutelně vznikají při výrobě nebo jejím vlivem. Do drsnosti se nepočítají vady povrchu, tj. náhodné nepravidelné nerovnosti, které se vyskytují jen ojediněle (rýsky, trhlinky, důlky apod.) a které vznikají vadami materiálu, poškozením aj.

Podle převládajícího směru nerovností se drsnost posuzuje v příčném nebo podélném směru. Parametry drsností se vyhodnocují na skutečných profilech, které se získávají jako průsečnice kolmé popř. šikmé roviny se skutečným povrchem.

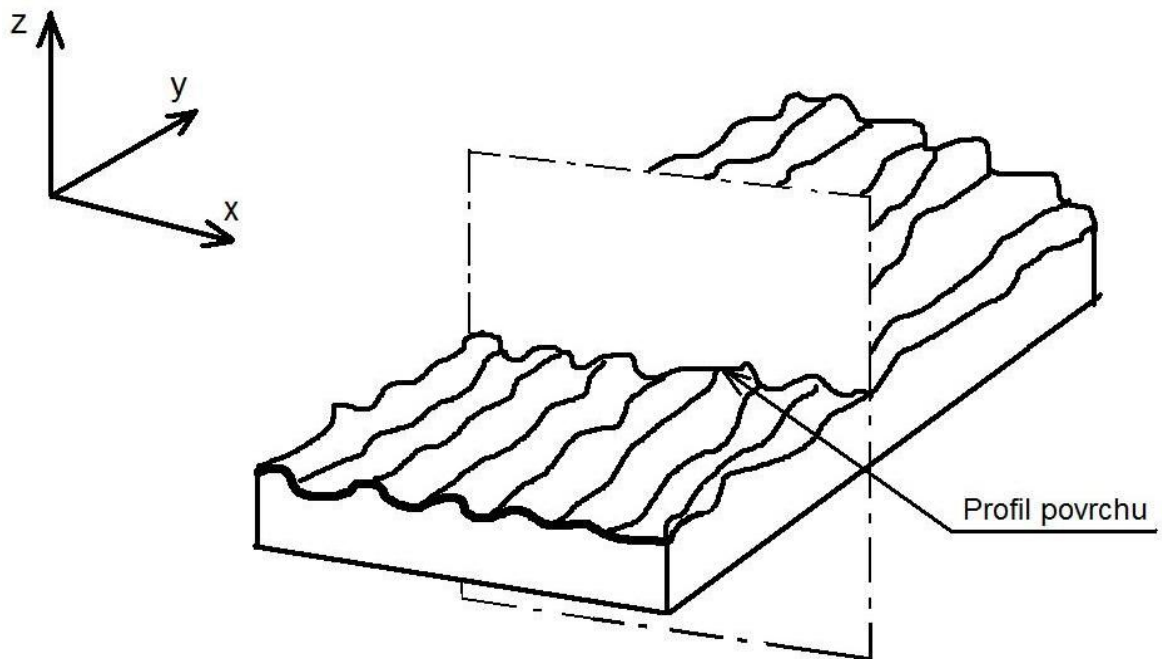
1.1 Základní pojmy

Nedokonalost povrchu jsou např. rýhy, trhliny, koroze, mikrotrhliny apod. náhodně způsobené během výroby, skladováním nebo při funkci plochy. Tyto a další nedokonalosti povrchu se nezahrnují do hodnocení struktury povrchu. [3]

Struktura povrchu jsou opakované nebo nahodilé úchytky od geometrického povrchu, které tvoří trojrozměrnou topografii povrchu. [3]

1.2 Profil povrchu

Pro účely měření a vyhodnocování struktury povrchu byla zvolena profilová metoda hodnocení, kdy profil povrchu (obrázek 1.) vzniká jako průsečnice nerovností skutečného povrchu s rovinou vedenou kolmo k tomuto povrchu. Profil povrchu je základním zdrojem informací pro posuzování struktury povrchu. Skutečný povrch je povrch omezující těleso a oddělující ho od okolního prostředí. Filtrací podle DIN EN ISO 11562 se z nefiltrovaného primárního profilu (P-profil) získá profil drsnosti (R-profil) a profil vlnitosti (W-profil). Na těchto třech profilech jsou veličiny definovány a podle profilu analogicky označeny P, R nebo W. [3]



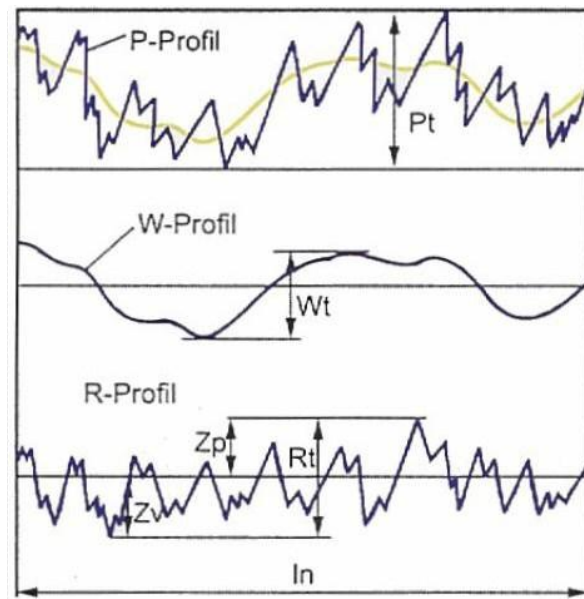
Obrázek 1. Profil povrchu

Norma ČSN EN ISO 4287 definuje následující geometrické parametry: [4]

P – parametr - parametr vypočítaný ze základního profilu. Je to nejmenší vzdálenost mezi dvěma rovnoběžnými mezními přímkami z nefiltrovaného profilu povrchu uvnitř měřené délky l_n .

R – parametr - parametr vypočítaný z profilu drsnosti. Je to svislá vzdálenost od nejvyšší špičky k nejhlubší rýze filtrovaného profilu drsnosti uvnitř měřené délky l_n .

W – parametr - parametr vypočítaný z profilu vlnitosti. Je to vzdálenost mezi nejvyšším a nejhlubším bodem vyrovnaného profilu vlnitosti (drsnost odfiltrována) uvnitř měřené délky l_n .



Obrázek 2. Profil povrchů

1.3 Prvek profilu

Prvek profilu je výstupek profilu a přilehlá prohlubeň (obrázek 3.)

Hodnota pořadnice, $Z(x)$ [6]; výška posuzovaného profilu v libovolné poloze souřadnice X

Výška výstupku profilu, Z_p [6]; vzdálenost nejvyššího bodu profilu od osy X (obrázek 3.)

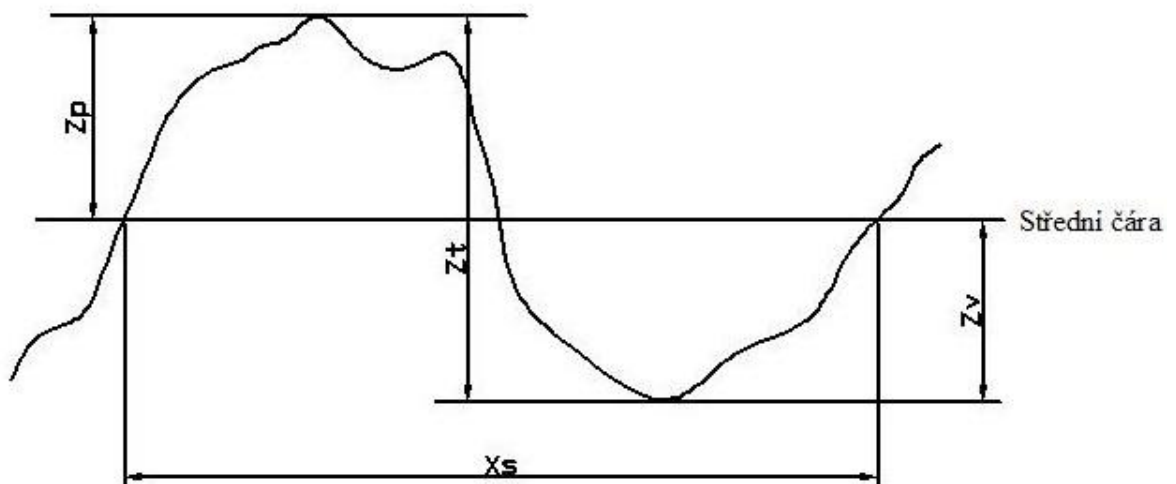
Hloubka prohlubně profilu, Z_v [6]; vzdálenost mezi osou X a nejnižším bodem prohlubně (obrázek 3.)

Výška prvku profilu, Z_t [6]; součet výšky výstupku a hloubky prohlubně prvky profilu (obrázek 3.)

Šířka prvku profilu, X_s [6]; délka úseku osy X protínající prvek profilu (obrázek 3.)

Výstupek profilu[6]; z povrchu ven směřující z materiálu do okolního prostředí část posuzovaného profilu spojující dva přilehlé body na průsečiku profilu s osou X.

Prohlubeň profilu[6]; dovnitř směřující z okolního prostředí do materiálu část posuzovaného profilu spojující dva přilehlé body na průsečiku profilu s osou x

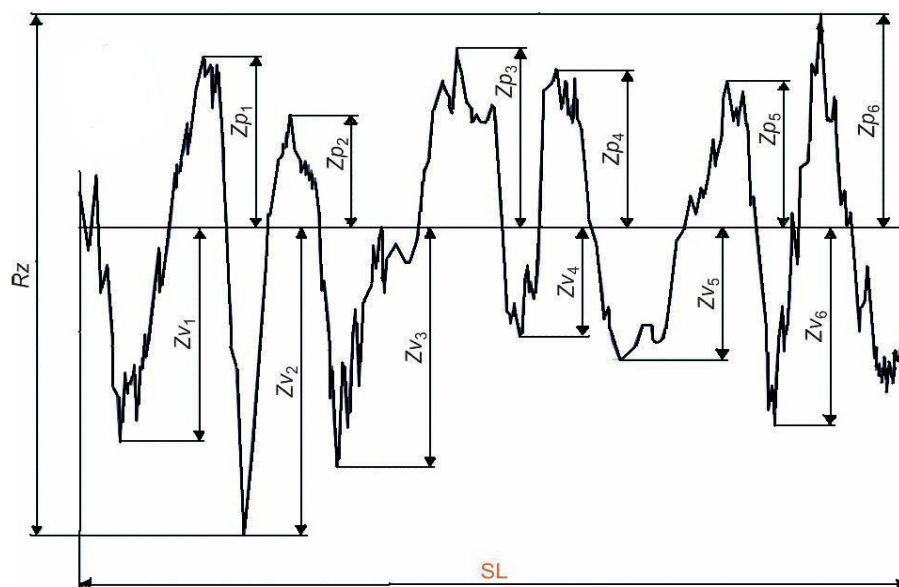


Obrázek 3. Prvek profilu

1.4 Definice parametrů profilu povrchu

1.4.1 Výškové parametry (výstupky a prohlubně)

Největší výška výstupku profilu R_p [6]; výška Z_p nejvyššího výstupku profilu v rozsahu základní délky



Obrázek 4. Největší výška výstupku profilu

Největší hloubka prohlubně profilu R_v [6]; hloubka Z_v nejnižší prohlubně profilu v rozsahu základní délky

Největší výška profilu Rz[6]; součet výšky Z_p nejvyššího výstupku profilu a hloubky Z_v nejnižší prohlubně v rozsahu základní délky (obrázek 4.)

Průměrná výška prvků profilu Rc[6]; průměrná hodnota výšek Z_t prvků profilu v rozsahu základní délky

$$Rc = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m Z_{ti}$$

Celková výška profilu Rt[6]; součet výšky Z_p nejvyššího výstupku profilu a hloubky Z_v nejnižší prohlubně profilu v rozsahu vyhodnocované délky

1.4.2 Výškové parametry (průměrné hodnoty pořadnic)

Průměrná aritmetická úchylka posuzovaného profilu Ra[6]; aritmetický průměr absolutních hodnot pořadnic $Z(x)$ v rozsahu základní délky

$$Ra = \frac{1}{l} \int_0^l |Z(x)| dx$$

kde $l = l_p$, l_r případně l_w

Průměrná kvadratická úchylka posuzovaného profilu Rq[6]; kvadratický průměr pořadnic $Z(x)$ v rozsahu základní délky

$$Rq = \sqrt{\frac{1}{l} \int_0^l |Z^2| dx}$$

kde $l = l_p$, l_r případně l_w

Šikmost posuzovaného profilu Rku[6]; podíl průměrné hodnoty třetích mocnin pořadnic $Z(x)$ a třetí mocniny hodnoty P_q , R_q , nebo W_q v rozsahu základní délky

$$Rsk = \frac{1}{Rq^3} \left[\frac{1}{lr} \int_0^{lr} |Z^3 x| dx \right]$$

Špičatost posuzovaného profilu (kurtosis) Rku [6]; podíl průměrné hodnoty čtvrtých mocnin pořadnic $Z(x)$ a čtvrté mocniny hodnoty Pq , Rq , nebo Wq v rozsahu základní délky

$$Rku = \frac{1}{Rq^2} \left[\frac{1}{lr} \int_0^{lr} |Z^4 x| dx \right]$$

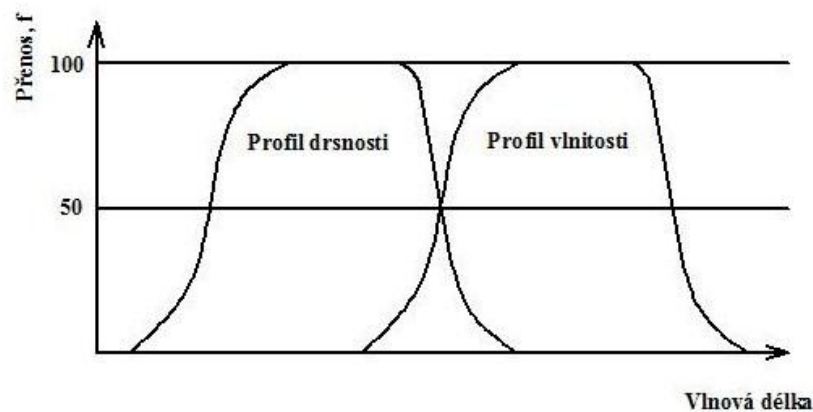
1.4.3 Délkové parametry

Průměrná šířka prvků profilu RSm [6]; aritmetický průměr šířek Xs prvků profilu v rozsahu základní délky

$$RSm = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m Xs_i$$

1.5 Filtr profilu

Filtrem profilu se rozděljuje povrch na dlouhovlnné či krátkovlnné složky. Existují tři druhy filtrování profilu povrchu. Norma definuje tři základní filtry profilu: λ_s , λ_c , λ_f .



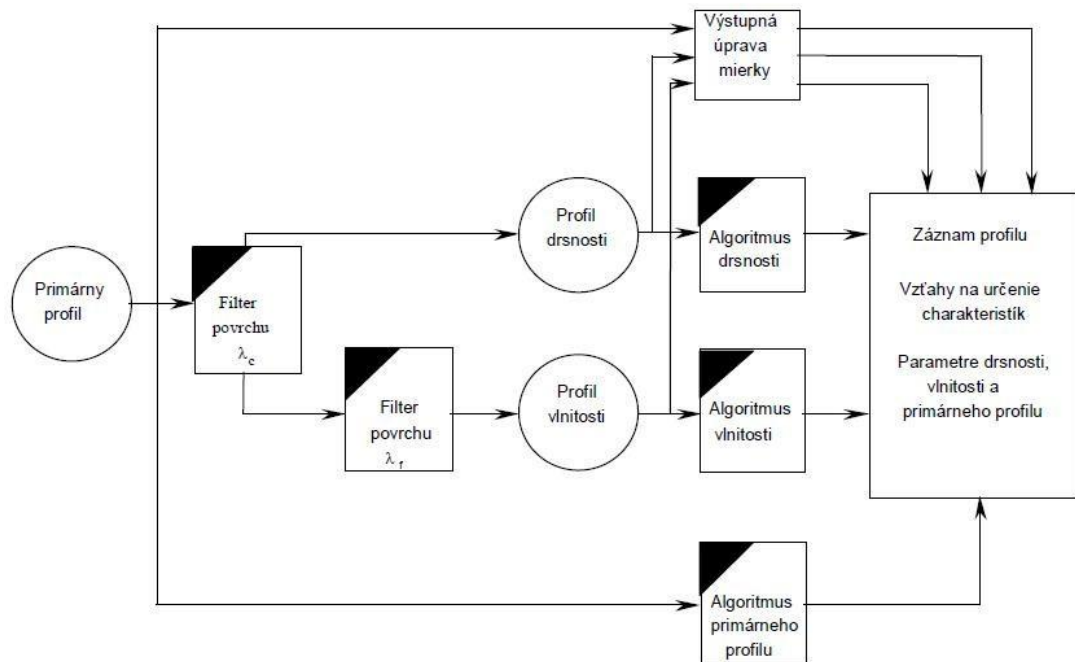
Obrázek 5. Přenosová charakteristika drsnosti a vlnitosti[6]

Filtr profilu λ_s , L_s definuje rozhraní mezi úplně nejkratšími složkami vln přítomnými na povrchu a drsností (obrázek 5.). [1]

Filtr profilu λ_c , L_c určuje rozhraní mezi složkami drsností a vlnitosti (obrázek 5.) [2]

Filtr profilu λf , L_f definující rozhraní mezi vlnitostí a delšími složkami vln přítomnými na povrchu (obrázek 5.) [3]

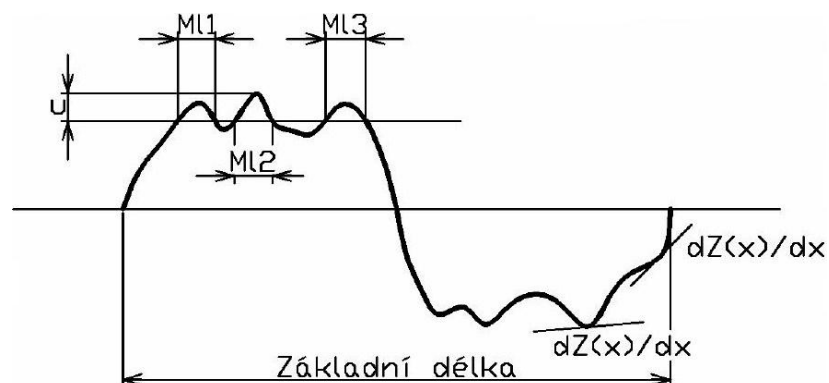
Cut-off je to mezní vlnová délka profilu



Obrázek 6. *Blokové schéma vyhodnocování profilu povrchu* [6]

1.6 Základní délka

Základní délka je délka ve směru osy X (obrázek 7.), použitá pro rozpoznání nerovnosti charakterizující vyhodnocovaný profil. Bývá trojího druhu: pro základní profil, pro drsnost a pro vlnitost. [6]



Obrázek 7. *Materiálová délka*

l_r základní délka pro R- parametry je rovna vlnové délce dlouhovlnného filtru L_c .

l_w základní délka pro W- parametry je rovná vlnové délce filtru L_f .

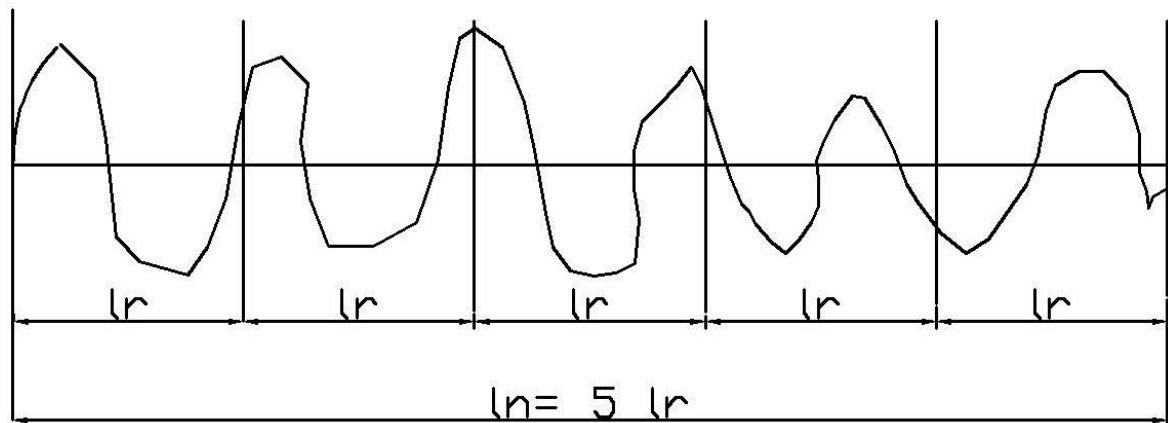
l_p základní délka pro P-parametry je rovna s vyhodnocované délce l_n .

1.7 Vyhodnocená délka l_n

Vyhodnocovaná délka pro R-profil (parametr drsnosti) obsahuje implicitně 5 základních délek l_r (obrázek 8.). Pro jiný počet se musí předepsat. [1]

Vyhodnocovaná délka pro W-profil není implicitně stanovena a musí být předepsána. [1]

Vyhodnocovaná délka pro P-profil se rovná celkové délce předepsaného prvku. [1]



Obrázek 8. Vyhodnocená délka l_n

2 PRAVIDLA PRO POROVNÁVÁNÍ MĚŘENÝCH HODNOT S TOLERANČNÍMI MEZEMI

Plochy na kontrolovaných prvcích struktura povrchu kontrolovaných obrobků se může jevit jako homogenní, nebo může být na jednotlivých plochách zcela rozdílná. To může být zjištěno vizuální zkouškou povrchu. V případech, kdy se struktura povrchu jeví homogenní, hodnoty parametrů určené z celého povrchu budou použity pro porovnání s požadavky uvedenými na výkresu, nebo ve výrobní dokumentaci. [7]

Jsou-li na povrchu jednotlivé plochy s nápadně rozdílnou strukturou, hodnoty parametrů, které jsou určeny pro každou jednotlivou plochu, budou pro porovnání s požadavky specifikovanými na výkresu, nebo ve výrobní dokumentaci použity odděleně. [7]

Pro požadavky specifikované horní meze parametru budou použity ty jednotlivé plochy na povrchu, u nichž je zřejmé, že mají největší hodnoty parametru. [7]

Pravidlo 16% při jednostranném tolerování horní meze povrch je považován za přijatelný, jestliže ne více než 16% všech naměřených hodnot parametru Ra 12,5 na vyhodnocované délce přesahuje předepsanou hodnotu této horní meze. Značka se nepředepisuje.

Obdobně je stanovena i dolní mez. [1,7]

Pravidlo maxima při jednostranném tolerování horní meze povrch odpovídá požadavku maxima, jestliže žádná z naměřených hodnot parametru na celém kontrolovaném povrchu nepřesáhne ani v jednom případě předepsanou hodnotu horní meze. [1,7]

Nejistota měření pro dokázání shody nebo neshody se specifikací musí být měřené hodnoty parametrů porovnány se specifikovanými mezními hodnotami s uvážením nejistot měřeny podle pravidel daných v ISO14253-1. V případě porovnávání výsledků měření s horními a dolními mezemi jsou nejistoty měření odhadovány bez uvážení nehomogenit povrchu, které už jsou započítány přídavkem 16%. [1,7]

3 HODNOCENÍ PARAMETRŮ JAKOSTI POVRCHU

3.1 Všeobecně

Parametry struktury povrchu nejsou použitelné pro popis vad povrchu. Z toho důvodu vady povrchu, rýhy a póry nesmí být při kontrole struktury povrchu uvažovány.

Pro rozhodnutí, zda povrch obrobku je či není ve shodě se specifikací, je použit soubor jednotlivých hodnot parametru struktury povrchu, z nichž každý je určen na vyhodnocované délce. [7]

Spolehlivost rozhodnutí, zda kontrolovaný povrch vyhovuje či nevyhovuje specifikaci, a přesnost průměrné hodnoty parametru struktury povrchu získané na témže povrchu, závisí na počtu základních délek ve vyhodnocované délce, na které byly jednotlivé hodnoty parametru struktury povrchu získány a také na počtu vyhodnocovaných délek na počtu měření na povrchu. [7]

3.2 Parametry profilu drsnosti

Pokud se vyhodnocovaná délka pro R-parametry podle ISO4287 nerovná pěti základním délkám, je jejich horní a dolní mez přepočítána a vztažena k vyhodnocované délce rovnající se pěti základním délkám.

Vztah mezi σ_n a σ_5 je dán následující rovnicí:

$$\sigma_5 = \sigma_n \sqrt{(n/5)}$$

Kde n je počet (menší než 5) použitých základních délek.

Čím větší je počet měření a delší vyhodnocovaná délka, tím větší je spolehlivost rozhodnutí o tom, vyhovuje-li kontrolovaný povrch specifikaci, a tím menší je nejistota průměrné hodnoty parametru.

Nárůst počtu měření však vede k nárůstu času a nákladů na měření. Proces kontroly musí být proto nezbytně představovat kompromis mezi spolehlivostí a náklady.

3.3 Měření parametrů profilu drsnosti

Není-li specifikován směr měření, obrobek je polohován tak, že směr řezu odpovídá největším hodnotám výšek parametrů drsnosti (R_a, R_z). Tento směr bude kolmý k poloze povrchu. Pro izotropní povrchy může být směr řezu libovolný. [7]

Měření je provedeno na té části povrchu, na které lze očekávat kritické hodnoty; to může být posouzeno vizuálním pozorováním. Pro získání nezávislých výsledků jsou jednotlivá měření na této části povrchu rozdělena rovnoměrně. [7]

Pro určení hodnot parametrů profilu drsnosti je potřeba nejprve pohledem rozhodnout, zda profil drsnosti je periodický nebo neperiodický. Na základě tohoto určení, pokud není udáno jinak, následuje postup specifikovaný v 3.3.1 nebo v 3.3.2. Jsou-li použity speciální postupy měření, musí být popsány ve specifikacích a v protokolu o měření. [7]

3.3.1 Postup pro neperiodický profil drsnosti

Pro povrchy s neperiodickým profilem drsnosti je použit následující postup: [7]

- Odhadne se neznámý parametr profilu drsnosti R_a , R_z , $R_{z1\max}$ nebo R_{Sm} libovolným způsobem, např. vizuální prohlídkou, srovnáním pomocí srovnávacích vzorků, grafickou analýzou celkového profilu apod.
- Odhadne se základní délka z tabulky 1, 2 nebo 3 pro R_a , R_z , $R_{z1\max}$, nebo R_{Sm} odhadnutého v kroku 1)
- Měřícím přístrojem, s nastavenými hodnotami základní délky odhadnuté v kroku 2), se získá reprezentativní měření R_a , R_z , $R_{z1\max}$ nebo R_{Sm} .
- Porovnávají se naměřené hodnoty R_a , R_z , $R_{z1\max}$ nebo R_{Sm} s rozsahem hodnot R_a , R_z , $R_{z1\max}$ nebo R_{Sm} v tabulce 1, 2 nebo 3 odpovídající odhadnuté základní délce. Jsou-li měřené hodnoty mimo rozsah hodnot pro odhadnutou základní délku, potom se nastaví přístroj na větší, případně menší základní délku, než je základní délka indikována měřenou hodnotou. Potom se měří reprezentativní hodnota při použití této nastavené základní délky a opět se porovná s hodnotami v tabulce 1, 2 nebo 3. V tomto případě by měla být dosažena kombinace měřené hodnoty a základní délky navrhovaná v tabulce 1, 2 nebo 3.
- Získají se hodnoty R_a , R_z , $R_{z1\max}$ nebo R_{Sm} pro jednu základní délku nastavenou kratší, není-li tato nastavená kratší základní délka hodnocena v předcházejícím kroku 4). Pohledem zkontroluje se (prohlédne se), zda výsledná kombinace R_a , R_z , $R_{z1\max}$ nebo R_{Sm} a základní délky je uvedena v tabulkách 1, 2 nebo 3.
- Jestliže jen závěrečné nastavení podle kroku 4) odpovídá tabulce 1, 2 nebo 3, potom nastavená základní délka a hodnoty R_a , R_z , $R_{z1\max}$ nebo R_{Sm} jsou správné.

Jestliže krok 5) také předkládá kombinaci danou v tabulce 1, 2 nebo 3, potom tato nastavená kratší základní délka a odpovídající hodnoty R_a , R_z , R_{z1max} . nebo R_{Sm} jsou správně.

3.3.2 Postup pro periodický profil drsnosti

Pro povrchy s periodickým profilem drsnosti se použije následující postup: [7]

- Na povrchu s neznámou drsností se graficky odhadující parametr R_{Sm}
- Pro odhadnutý parametr R_{Sm} použitím tabulky 3 se určí doporučovaná hodnota mezní vlnové délky cut-off
- Je-li to nezbytné, tj. ve sporném případě, se změří hodnota R_{Sm} za použití hodnoty mezní vlnové délky cut-off, určené podle 2)
- Jestliže hodnota R_{Sm} z kroku 3) odpovídá podle tabulky 3 menší nebo větší hodnotě mezní vlnové délky cut-off, než v kroku 2), použije se menší nebo větší hodnota mezní vlnové délky cut-off.
- Získá se reprezentativní měření žádaných parametrů při použití hodnoty mezní vlnové délky (základní délky) odhadnuté v předchozích krocích

Tabulka 1. *Základní délky drsnosti pro měření R_a , R_q , R_{sk} , R_{ku} , $R_{\Delta q}$ a křivek odpovídající parametry pro neperiodické profily*

R_a μm	Základní délka drsnosti l_r mm	Vyhodnocení délky drsnosti l_n mm
$0,006 < R_a \leq 0,02$	0,08	0,4
$0,02 < R_a \leq 0,1$	0,25	1,25
$0,1 < R_a \leq 2$	0,8	4
$2 < R_a \leq 10$	2,5	12,5
$10 < R_a \leq 80$	8	40

Tabulka 2. Základní délky drsnosti pro měření R_z , R_v , R_p , R_c a R_t neperiodických profilů

Rz , Rz1max μm	Základní délka drsnosti	Vyhodnocení délky drsnosti
	lr mm	ln mm
$0,025 < R_z, R_{z1max} \leq 0,1$	0,08	0,4
$0,1 < R_z, R_{z1max} \leq 0,5$	0,25	1,25
$0,5 < R_z, R_{z1max} \leq 10$	0,8	4
$10 < R_z, R_{z1max} \leq 50$	2,5	12,5
$50 < R_z, R_{z1max} \leq 200$	8	40

Tabulka 3. Základní délka drsnosti pro měření R-parametrů periodických profilů s R_{Sm} periodických a neperiodických profilů

RSm μmm	Základní délka drsnosti	Vyhodnocení délky drsnosti
	lr mm	ln mm
$0,013 < R_{Sm} \leq 0,04$	0,08	0,4
$0,04 < R_{Sm} \leq 0,13$	0,25	1,25
$0,13 < R_{Sm} \leq 0,4$	0,8	4
$0,4 < R_{Sm} \leq 1,3$	2,5	12,5
$1,3 < R_{Sm} \leq 4$	8	40

4 MĚŘÍCÍ PŘÍSTROJE

Výrobce měřicí techniky s dlouholetou tradicí Taylor Hobson Ltd. se soustřeďuje nejen na přípravu vysoce kvalitních systémů a přístrojů na měření textury i tvaru povrchu, ale současně je aktivně zapojen do přípravy i normalizace metodik měření, zpracování výsledku a jejich vyhodnocení formou parametru. Zvláštní pozornost věnuje i konkrétnímu využití kontrolních postupů a získaných výsledků pro posuzování funkčních vlastností povrchu. V současné době Taylor Hobson nabízí plynule inovovaný komplexní program prostorového hodnocení textury povrchu Talymap. [8]

4.1 Měřicí systém Talysurf CLI

Přístroje Talysurf CLI jsou vysoce účinnými měřicími prostředky k provádění rychlého prostorového měření a hodnocení povrchu s vysokým rozlišením. Systém CLI nabízí možnosti měření a analýzy povrchu ve třech osách, s využitím dotykové nebo bezdotykové měřicí techniky. Snadno ovladatelné a výkonné měřicí přístroje, vhodné i pro kontrolu velkého počtu součástí, jsou připraveny provádět analýzu dat při hodnocení struktury povrchu z jednoho profilu řezu (2D) i profilu plochy povrchu (3D). Navíc je systém CLI vybaven automatickým posuvem ve všech osách (X, Y, Z), s rychlostí až do 30 mm/s, což umožňuje rychlé automatické měření. [8]

Praktickou předností Talysurf CLI je spojení tradičního 2D a prostorového hodnocení 3D do jednoho výkonného přístroje. I když je systém CLI speciálně konstruován pro měření 3D, je současně vybaven mechanickými i analytickými prostředky pro komplexní měření 2D. Lze tak jedním přístrojem monitorovat výzkum a vývoj, provádět studijní analýzy (např. opotřebení), rutinní inspekci i řídit výrobní procesy. Vedle zřejmého ekonomického přínosu má uživatel stále možnost porovnávat výsledky měření se všemi, kteří ještě používají jen tradiční měření 2D. Univerzálnost systému Talysurf CLI zajišťuje možnost využití na jednom přístroji až čtyři různé měřicí hlavy ke kontrole všech kombinací materiálu a kvality povrchu součástí. [8]

Základem programového vybavení přístrojů Talysurf CLI je firemní program Talymap, který zabezpečuje veškeré řídicí, kontrolní, vyhodnocovací i informační služby. Výkonný program pro analýzu dat zahrnuje standardní funkce vyhodnocení struktury povrchu 2D a 3D, včetně vyjmutí profilu 2D z povrchu 3D, měření ploch a objemu, výšky a vzdálenosti

stupňů, analýzy výstupku, nosného podílu, velikost a hustotu zrn, atd. Významná je vybavenost zařízení pro automatizaci měření. Možnost programování automatického měření dávek součástí zefektivní jejich kontrolu. Použití nabízených měřících postupu nejen urychlí proces analýzy, ale současně zajistí jednotnou formu prezentace výsledku měření. Přístroje Talysurf CLI používají k hodnocení struktury povrchu všeobecné respektované parametry, včetně celého souboru pro prostorové hodnocení povrchu, a přispívají tak k tomu, že se třetí rozměr stává snadno dostupným a srozumitelným v metrologii povrchu. [8]

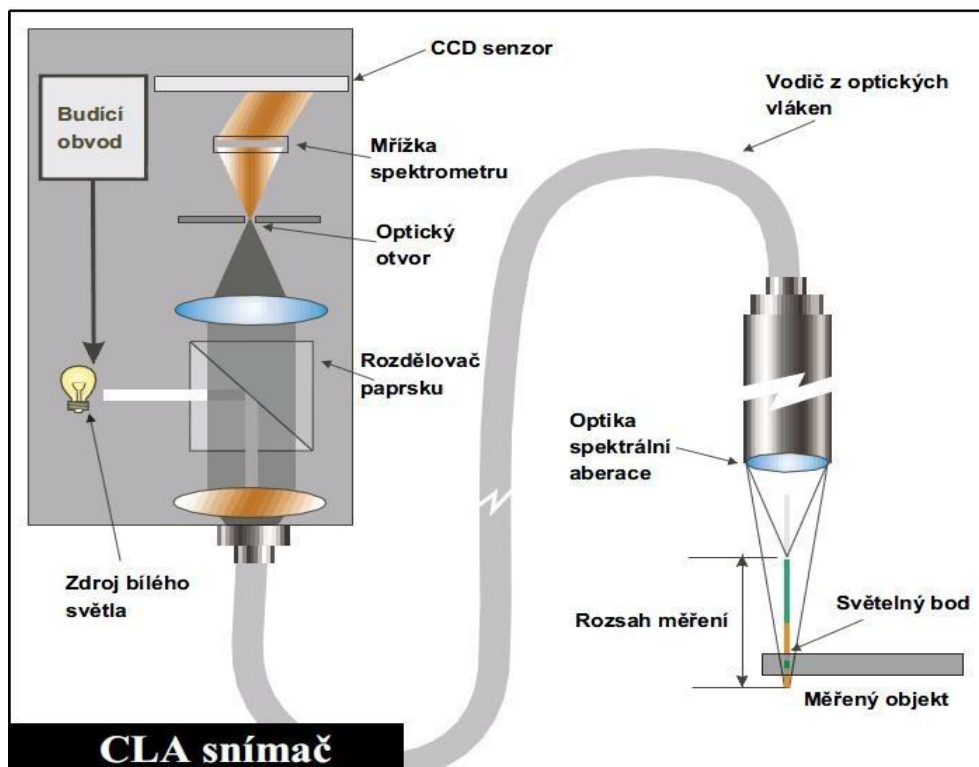
Maximální rychlost měření CLA konfokálních měřidel je 30 mm/s. Při možnosti volby frekvence snímání je datová rozteč závislá na rychlosti snímání a frekvenci (při vysoké frekvenci a nízké rychlosti je malá rozteč). Např. při rychlosti měření 500 $\mu\text{m/s}$ a frekvenci 1000 Hz je datová rozteč 0,5 μm , naopak při rychlosti 3 mm/s a frekvenci 500 Hz je rozteč 6 μm . [8]

4.2 Rozdělení

CLA (Chromatic Length Aberration) snímač

Bílé světlo je rozkládáno a optikou je směřováno na kontrolovaný povrch. Optika rozloží světlo podle vlnových délek a v každém bodě povrchu je zaostřena jen určitá vlnová délka (obrázek 9.). Světlo odražené z povrchu prochází otvorem, který propustí jen světlo zaostřené vlnové délky. Spektrometr vychýlí světlo na CCD senzor, kde je každému bodu připravena prostorová poloha. [9]

- Vysoce přesný bezkontaktní snímač
- Rozsah 300 μm s vertikálním rozlišením 10nm
- Rozsah 1 μm s vertikálním rozlišením 30nm
- Rozsah 3 μm s vertikálním rozlišením 100nm

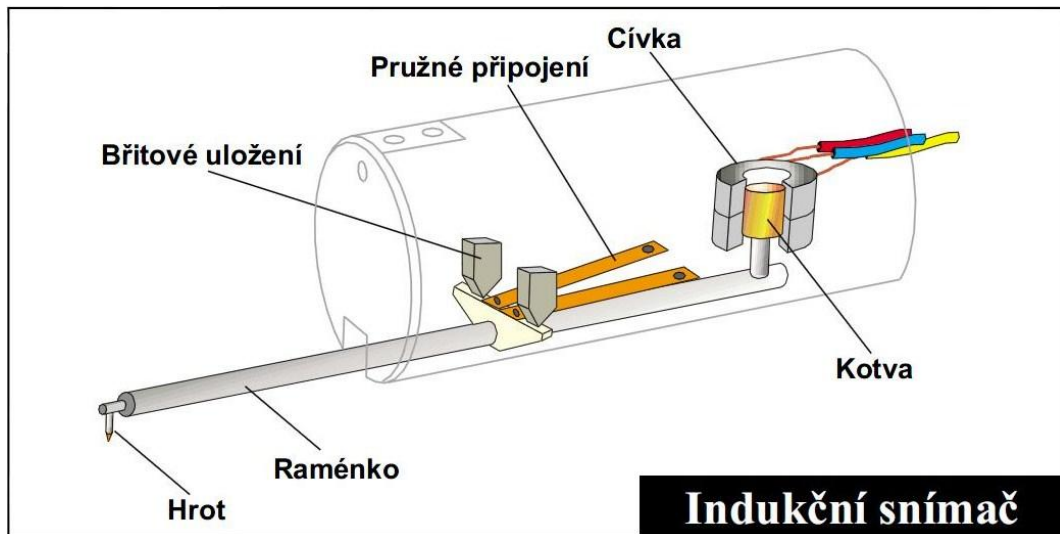


Obrázek 9. CLA snímač[9]

Indukční snímač

Diamantový hrot na snímacím raménku je posouván po povrchu. Vertikální pohyb hrotu při přechodu výstupků a prohlubní je indukčním měřidlem převáděna na elektrický signál. Pro tento systém, použitý v mnoha dalších přístrojích Taylor Hobson, je charakteristická malá měřicí síla, což minimalizuje nebezpečí poškození měřeného povrchu (obrázek 10.). [9]

- Kontaktní snímač s dobrou přesností
- Rozsah 2.5mm s vertikálním rozlišením 40nm



Obrázek 10. Indukční snímač[9]

4.3 Program Talymap

Program zpracovává prostorovou charakteristiku povrchu z dat získaných dotykovým i bezdotykovým měřicím systémem profilometru. Program umožní několika různými způsoby zobrazit sledovaný povrch, včetně axonometrické projekce (čárové nebo síťové) s volitelným úhlem pohledu a barevným rozlišením výšek, s nastavitelným zvětšením celku nebo vybrané části povrchu. Dále lze provádět rozměrová měření ve třech osách, inverzi profilu povrchu, simulaci opotřebení povrchu, apod. Práce s programem i vkládání dat k analýze je jednoduché a rychlé, výsledky probíhající analýzy lze přímo sledovat. Při analýze rady profilu program zajistí rychlé opakování stejné operace, úlohy nebo výpočtu, včetně grafické dokumentace. [8]

Talymap zajišťuje cílenou a podrobnou analýzu různých povrchu s využitím rozměrových měření, úpravy tvaru a filtrace. Předností programu je, že je připraven i pro zpracování měření z většiny komerčních měřicích zařízení struktury povrchu. Tak je zajištěno, že data z měření různými přístroji jsou stejným postupem analyzována a výsledky jsou prezentovány ve stejném formátu, což usnadní jejich porovnání. [8]

Program využívá pro prostorové hodnocení povrchu amplitudové parametry, které jsou odvozeny z parametrů 2D. Celkem program nabízí pro charakteristiku povrchu 120 parametrů v režimu 2D a 40 parametrů pro 3D. Navíc dovoluje vyjmout z hodnoceného povrchu jeden profil a provést jeho hodnocení (2D). Na 3D zobrazený povrch lze v libovolném směru vyznačit jeden profil, který je následně vyhodnocen funkcemi 2D. [8]

5 FRÉZOVÁNÍ

Frézování je po soustružení nejpoužívanější metoda obrábění, při kterém každý zub odebírá třísku. Nástroj (fréza) vykonává hlavní pohyb, vedlejší pohyb vykonává zpravidla obrobek. Frézováním se vyrábí rovinné a tvarové plochy. Podle způsobu záběru frézy do materiálu obrobku rozeznáváme frézování válcové a čelní. [5]

Při válcovém frézování se odebírá z obrobku tříška břity uspořádanými po obvodě frézy. Směr posuvu je kolmý k ose frézy. Podle směru posuvu obrobku vzhledem k směru otáčení frézy rozeznáváme frézování sousledné a nesousledné. [5]

Při čelním frézování je osa frézy kolmá k frézované ploše, z níž se oddělují třísky břity na čele. Pak je opracovávaná plocha rovnoběžná s osou frézy a podle jejího tvaru to může být buď plocha rovinná nebo tvarová. Tím můžeme vytvořit frézováním rotační plochy válcové i tvarové. [5]

5.1 Frézy

Řezný nástroj, užívaných na frézkách, se nazývá frézou. Těleso frézy je obvykle válcové, otáčí se kolem své osy a má na obvodě stejnosměrně rozdělené zuby, zabírající postupně do materiálu. [5]

Podle umístění břitů :

- válcové – s břity na válcové ploše
- čelní – s břity na válcové a čelní ploše
- kotoučové – s břity na válcové a obou čelních plochách
- kuželové – s břity na jedné nebo dvou kuželových plochách
- tvarové – s břity na tvarových plochách, např.: zaoblovací frézy, frézy na závit, frézy na ozubení (odvalovací a modulové) apod.

Podle tvaru zubů:

- s frézovanými zuby – zubové mezery se frézují kuželovými frézami

- s podsoustruženými zuby – hřbety zubů těchto fréz se obrábějí na tzv. podtáčecích soustruzích a mají tvar Archimédovy spirály; používají se zejména u tvarových fréz.

Podle průběhu ostří zubů frézy:

- s přímými zuby – mají zuby rovnoběžné s osou
- se zuby do šroubovice – pravotočivé nebo levotočivé

Podle upínání:

- stopkové – s kuželovou stopkou (kužel Morse nebo ISO) nebo s válcovou stopkou
- nástrčné

Podle konstrukce:

- celistvé (monolitní)
- s vyměnitelnými břitovými destičkami se zuby z rychlořezných ocelí, slinutých karbidů, příp. i z řezné keramiky nebo polykrystalického kubického nitridu boru
- skládané z více samostatných fréz – slouží pro frézování složitých tvarů

5.1.1 Nástrojové materiály

Frézovací nástroj se skládá z řezné části a upínací části. Řezná část frézy se vyrábí z řezného (nástrojového) materiálu, který musí být pevnější a tvrdší než frézovaný materiál a zároveň musí být houževnatý, aby vzdoroval nárazům a tlakům vznikajícím při frézování. Celistvé frézy se vyrábějí z rychlořezných ocelí. Frézy s vyměnitelnými břitovými destičkami mají zuby tvořené vyměnitelnými destičkami z rychlořezné oceli, slinutého karbidu, řezné keramiky nebo polykrystalického kubického nitridu boru. Těleso frézy je vyrobeno z konstrukčních ocelí vyšší pevnosti. Břítové destičky mohou být k tělesu připájeny nebo různými způsoby mechanicky upnuty. [5]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 CÍLE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Cílem bakalářské práce je vyhodnotit drsnost povrchu kontaktní a bezkontaktní metodou. Porovnávané materiály jsou Ocel 11373 a polymerní materiál PVC. Na těchto materiálech provedeme měření drsnosti a porovnáme přesnost kontaktního a bezkontaktního měření. Porovnání obou měřících přístrojů a určení přesnosti dotykového přístroje.

7 OBRÁBĚNÍ FRÉZOVANÝCH MATERIÁLŮ

7.1 Charakteristika materiálu

Polyvinylchlorid PVC

Je amorfní termoplast s vyšší tuhostí, pevností a s nízkou tažností, houževnatostí, zejména za nižších teplot (pod -5°C) a velmi dobrý elektrický izolant. Tepelná odolnost je nízká (asi 60°C trvale). Má dobrou odolnost proti povětrnosti a korozi za napětí. PVC není navlhavý a jeho chemická odolnost proti kyselinám, alkoholům, olejům a tukům je velmi dobrá. Houževnaté typy mají nižší tuhost a pevnost; jsou však odolnější proti UV záření a povětrnosti. PVC se zpracovává na tvrdé výrobky jako neměkčený PVC (Novodur) ve formě tyčí, desek, trubek a jiného profilovaného materiálu nebo jako tzv. měkčený PVC s přísadou změkčovadel (ftaláty nebo fosfáty) na širokou škálu výrobků ve formě fólií, hadic, měkkých profilů apod. PVC má široké použití, je to dáno univerzálností fyzikálních a chemických vlastností. [10]

Ocel 11373

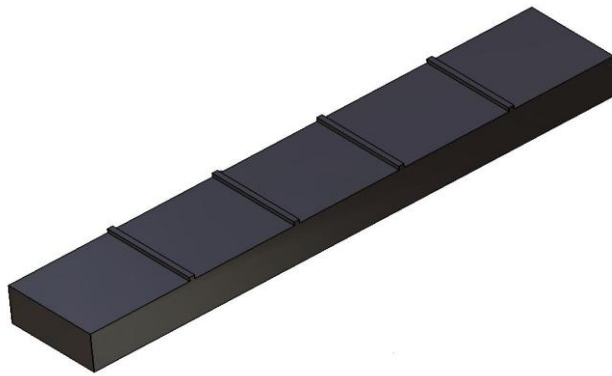
Je uhlíková (nelegovaná) konstrukční oceli se zaručenou čistotou, zaručeným obsahem fosforu a síry, zaručenou minimální pevností v tahu, mezi kluzu a tažností. Ocel pro všeobecné použití, konstrukční na svařované konstrukce a zařízení, pro běžné a zvýšené atmosférické teploty. Součásti konstrukcí a strojů menších tloušek i tavně svařované, namáhané staticky i mírně dynamicky. Vtokové objekty vodních turbin, výtoky, hradidlové tabule, stavidla, dna plochá, klenutá a lemovaná vysokotlaká, součásti svařované kovářsky.

Značka oceli	Stav	Pevnost v tahu Rm MPa	Tažnost A ₁₀ min %	Chemické složení (hmotnost v %)													
				C	Mn max	Si max	P max	S max	Cr	Ni	Al min	Mo	V	N max	Cu max	Nb max	Ti max
11373	.20	max. 440	24	max 0,17			0,045	0,045						0,007			
	.21	max. 450	20														
	.22	325 - 490	16														
	.23	390 - 540															
	.24	490 - 640															
.25	min. 590																

Obrázek 10. Vlastnosti Ocel 11373

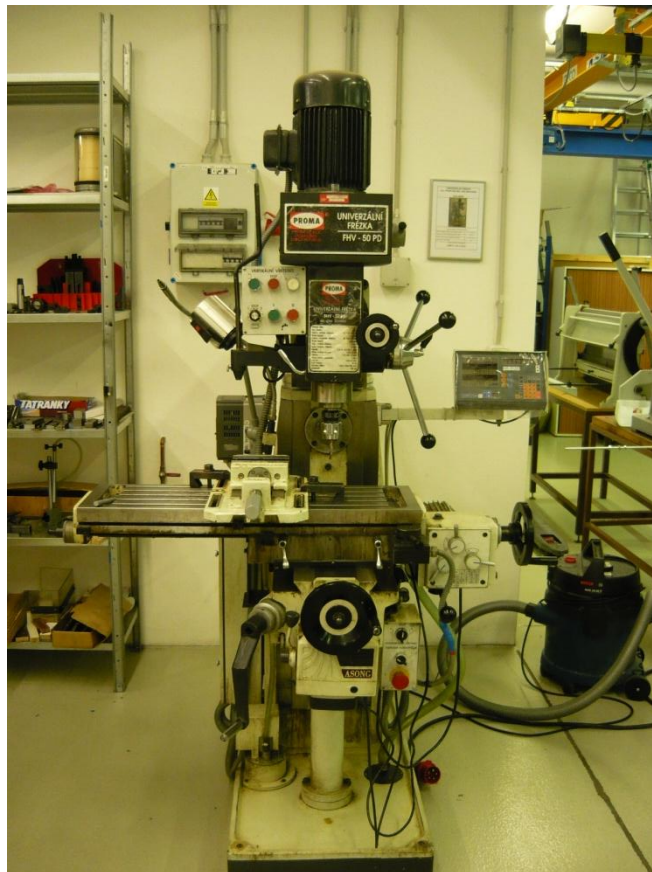
7.2 Frézování vzorku

Pro frézování byly použity dva plastové a dva ocelové vzorky ve tvaru kvádrů o rozměrech 100x20x10mm. Na vrchní části vzorku se různými technologickými podmínkami frézovalo pět drážek (obrázek 15), které probíhalo čelní metodou frézování (obrázek 17).



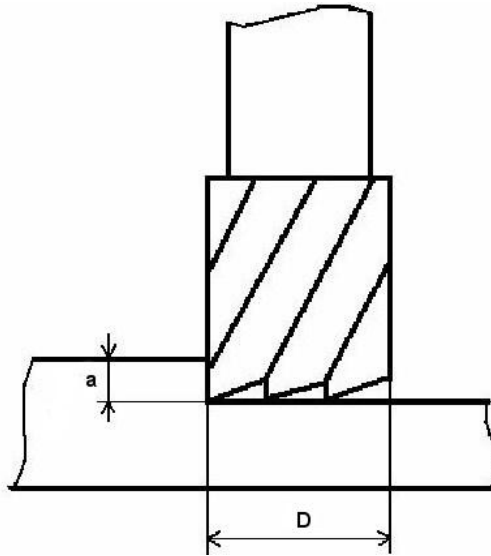
Obrázek 11. 3D model

Vzorky se obráběly univerzální frézou FHV – 50PD.



Obrázek 12. Univerzální frézky FHV – 50PD

Každý materiál byl obráběn stejnými řeznými rychlostmi a stejnou hloubkou ubíraného materiálu. Frézování probíhalo čelní způsobem (obrázek 17.) Frézování pro první vzorek obou materiálu probíhalo při daných řezných podmínkách zobrazených v tabulce 4. – otáčky se měnily a posuv zůstal konstantní. U Ocele 11373 nebylo použité chlazení.



Obrázek 13. Čelní frézování

Tabulka 4. Řezné podmínky při frézování prvního vzorku

PVC a OCELE 11373

	n (ot/min)	s_m (mm/min)
1	600	100
2	750	100
3	900	100
4	1100	100
5	1350	100

Druhé vzorky se frézovaly jinými řeznými rychlostmi a to za konstantních otáček a měnil se pro směnu posuv. Dané řezné rychlosti jsou uvedeny v tabulce 5. U Ocele 11373 nebylo použité chlazení.

Tabulka 5. Řezné podmínky při frézování druhého vzorku

PVC a OCELE 11373

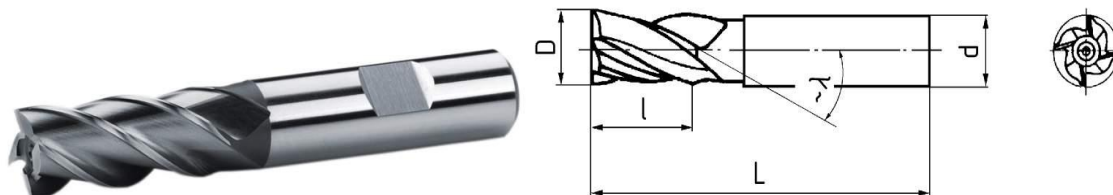
	n (ot/min)	s_m (mm/min)
1	900	24
2	900	65
3	900	100
4	900	185
5	900	285

7.3 Použitý nástroj

Použitý nástroj při frézování obrobku byla použita čelní válcová fréza o $\text{Ø}D = 10$ mm. Fréza je z rychlořezné oceli.

Tabulka 6. Fréza válcová čelní – krátká, DIN 844 ISO 1641, ČSN 222132

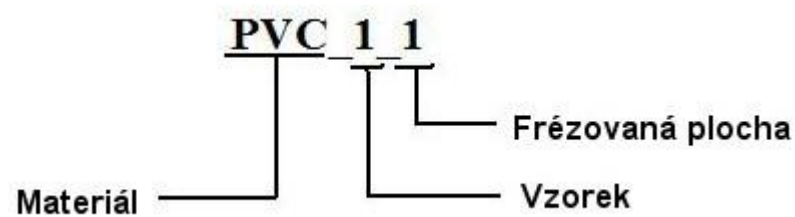
Fréza válcová čelní - krátká	140218.100
Průměr frézy (D [k 10])	10 mm
Průměr upínacího prvku (d [h 6])	10 mm
Délka řezné části (l)	22 mm
Délka frézy (L)	72
Úhly šroubovice (λ)	40
Počet zubů (Z)	4

Obrázek 13. Válcová čelní fréza $\text{Ø}D = 10$ mm

7.4 Vyhodnocení výsledků

Při obrábění každého druhu materiálu byly použity dva vzorky o rozměrech 100 x 20 x 10 (obrázek 15.). Na každém ze vzorku budou měněny technologické podmínky (viz. Tabulka 4. a 5.). Na každém ze vzorků bylo měněno při obrábění frézou o průměru 10 mm pět technologických podmínek, přičemž se frézovalo čelně. V následujících grafech jsou zpracovány hodnoty z provedených měření všech materiálů.

7.5 Značení vzorků



8 MĚŘENÍ DRSNOSTI POVRCHU

8.1 MITUTOYO SJ – 301

Měření drsnosti povrchu bylo prováděno na přístroji MITUTOYO SJ – 301. Tento měřicí přístroj je určen na měření v dílenském prostředí. Svým snímacím hrotem dokáže měřit strukturu povrchu a charakterizovat ji za pomoci řady parametrů podle různých národních a mezinárodních norem. Výsledky měření se zobrazí digitálně a graficky na speciální dotykové obrazovce a pomocí vestavěné tiskárny se mohou výsledky vytisknout.

Snímací hrot tohoto přístroje zaznamenává i nejjemnější nepravidelnosti povrchu vzorku. Drsnost povrchu se vypočítá z vertikálního posuvu snímacího hrotu, ke kterému dochází, když snímací hrot přejíždí přes nepravidelnosti povrchu. Poloha snímacího hrotu vůči obrobku musí být zajištěna tak, aby posuv měření byl rovnoběžný s povrchem obrobku.



Obrázek 14. Drsnoměr MITUTOYO SJ – 301

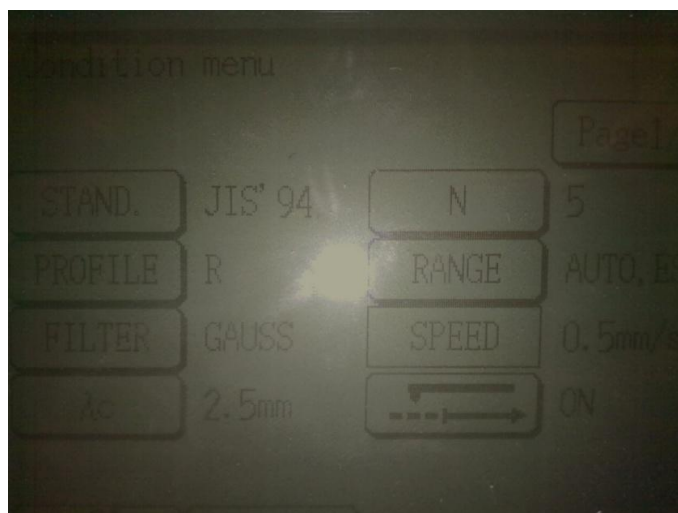
8.1.1 Měření s drsnoměrem MITUTOYO SJ – 301

Ocel 11373

Při začátku měření zkontrolujeme zda-li je v přístroji vložen správný dotykový hrot s označením SR2, kterým se měří kovové materiály. Před měřením každé technologické podmínky se přístroj kalibruje.

Kalibrace přístroje

V přístroji si nastavíme požadované hodnoty ke kalibraci přístroje (obrázek 15.). Přístroj kalibrujeme na kalibrační podložce, kalibrační podložka má předepsanou drsnost(viz. obrázek 16.).

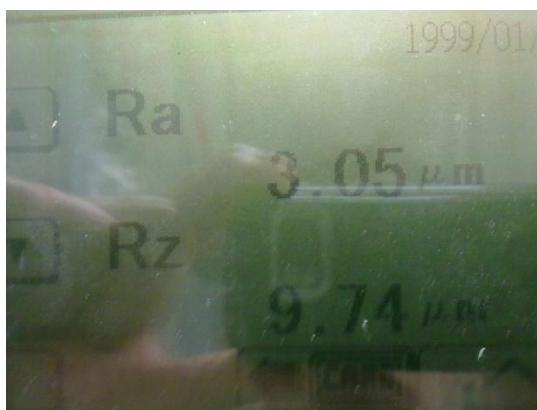


Obrázek 15. Nastavení přístroje ke kalibraci



Obrázek 16. Kalibrační podložka

Kalibrováno na $R_a = 3,05$ a $R_z = 9,74$ (obrázek 17.)



Obrázek 17. Kalibrace Ocel 11373_1_1_1

Výsledky měření ocel 11373_1_1_1

Měření z důvodu větší přesnosti jsme opakovali 30krát na každé z technologických podmínek. Měřené hodnoty byly R_a a R_z .

Tabulka 7. Naměřené hodnoty ocel 11373_1_1 kontaktní metodou

Ocel 11373_1_1	R_a [μm]	R_z [μm]	Ocel 11373_1_1	R_a [μm]	R_z [μm]
1	2,64	14,80	16	3,67	19,00
2	2,07	13,00	17	2,39	13,50
3	3,68	20,20	18	3,43	21,10
4	4,09	20,30	19	3,59	17,70
5	3,70	20,10	20	5,31	24,60
6	2,61	14,40	21	2,91	16,40
7	2,64	15,30	22	3,01	16,40
8	3,29	15,10	23	2,93	14,90
9	3,26	14,90	24	3,02	15,70
10	2,97	15,30	25	2,99	15,90
11	2,90	17,10	26	2,82	16,80
12	2,80	13,50	27	3,57	21,50
13	3,94	22,70	28	4,29	21,60
14	4,61	23,00	29	4,68	24,30
15	4,80	25,90	30	2,81	16,10

8.2 Talysurf CLI 500

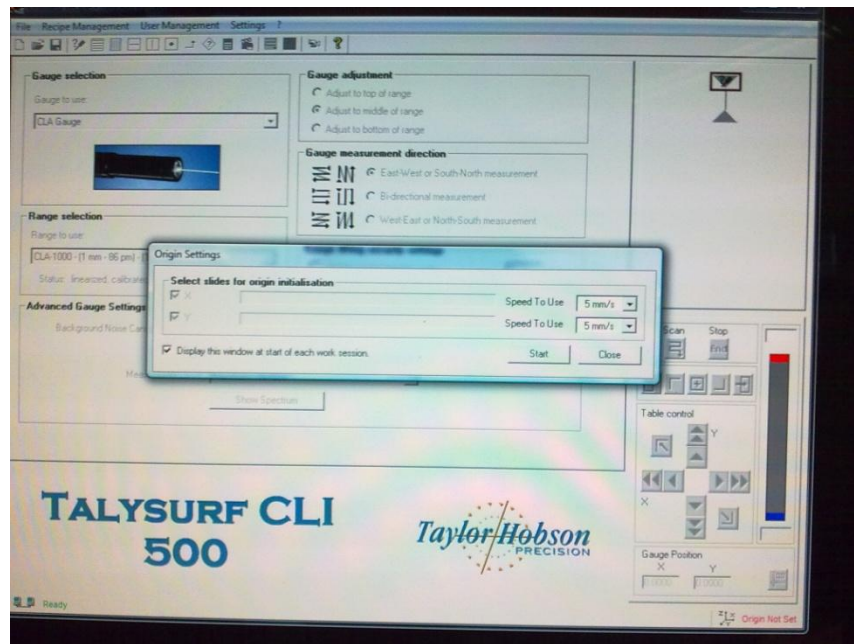
Nejmenší provedení (měřicí prostor 50x50x50 mm ; délka posuvu 50 mm) charakterizované ekonomickou a prostorovou efektivností. Je určen především pro měření malých součástí. Pro instalaci přístroje stačí půdorysná plocha stolu 500x310 mm. I Talysurf CLI 500 je připraven automaticky provádět měřicí operace a uvolnit pracovní kapacitu operátora. [8]



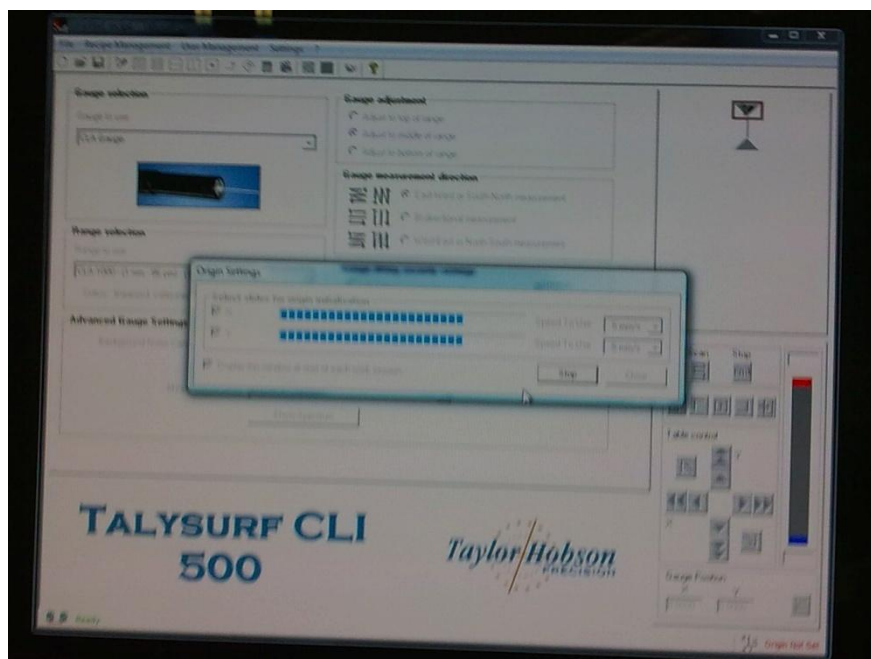
Obrázek 18. *Talysurf CLI 500*

Kalibrace přístroje

Přístroj kalibrujeme pouze na začátku měření. Přístroj provádí tzv. vlastní kalibraci (obrázek 19. a 20.).



Obrázek 19. Příprava kalibrace



Obrázek 20. Vlastní kalibrace

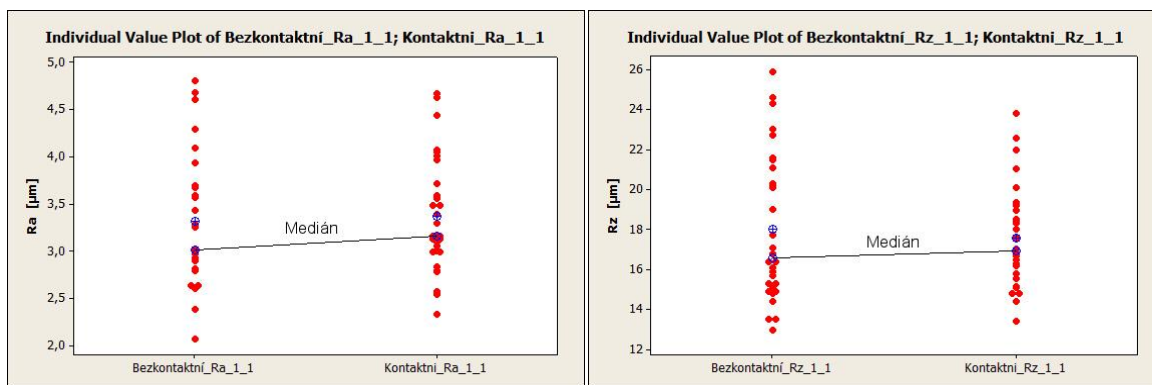
Výsledky měření ocel 11373_1_1

Měření se provádělo stejně jak u kontaktního měření. Naměřené hodnoty jsou zapsané v následující tabulce.

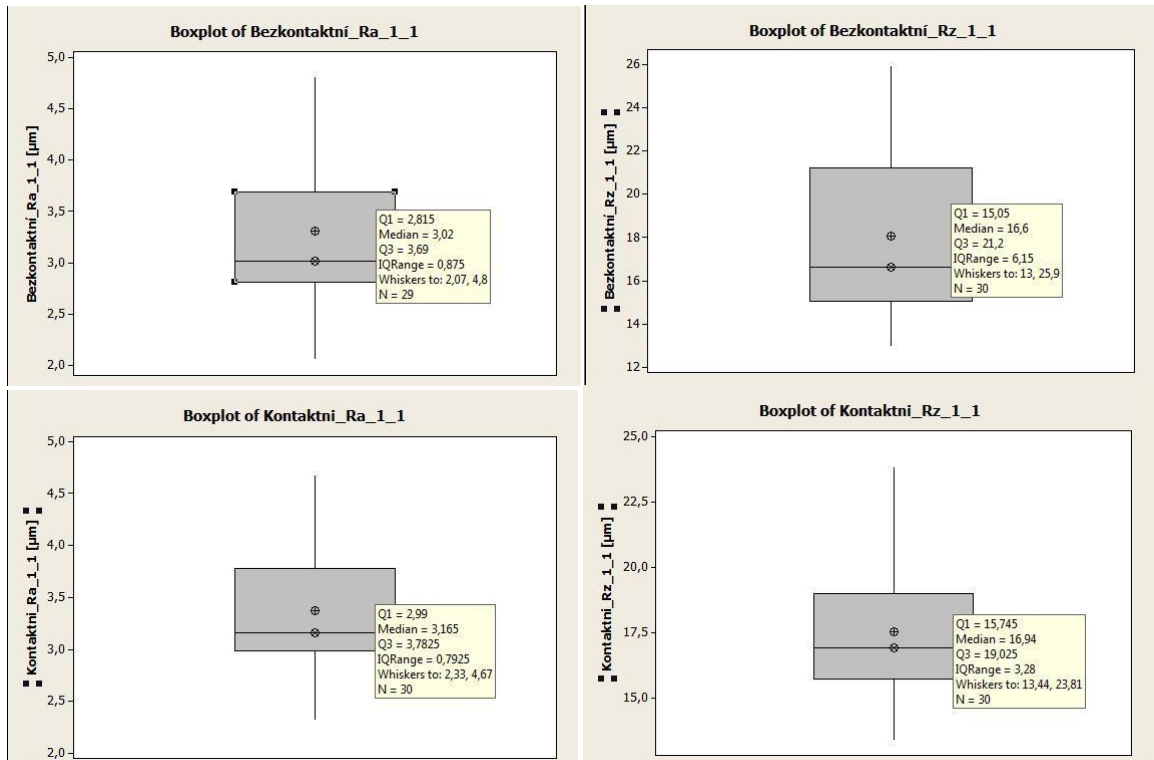
Tabulka 8. Naměřené hodnoty ocel 11373_1_1 bezkontaktní metodou

Ocel 11373_1_1	Ra [μm]	Rz [μm]	Ocel 11373_1_1	Ra [μm]	Rz [μm]
1	4,63	23,81	16	2,99	16,17
2	2,78	15,55	17	4,67	22,56
3	2,58	14,79	18	3,10	16,69
4	4,07	20,09	19	4,05	21,04
5	3,97	18,97	20	3,49	15,10
6	2,80	14,79	21	2,84	15,13
7	3,16	16,83	22	4,01	18,30
8	4,44	21,96	23	3,59	18,04
9	3,30	17,05	24	2,33	13,44
10	3,17	16,28	25	2,54	15,81
11	3,13	16,77	26	2,99	16,49
12	3,06	18,38	27	3,49	18,53
13	3,39	19,34	28	3,13	17,51
14	3,00	16,30	29	3,16	14,41
15	3,72	19,19	30	3,56	17,59

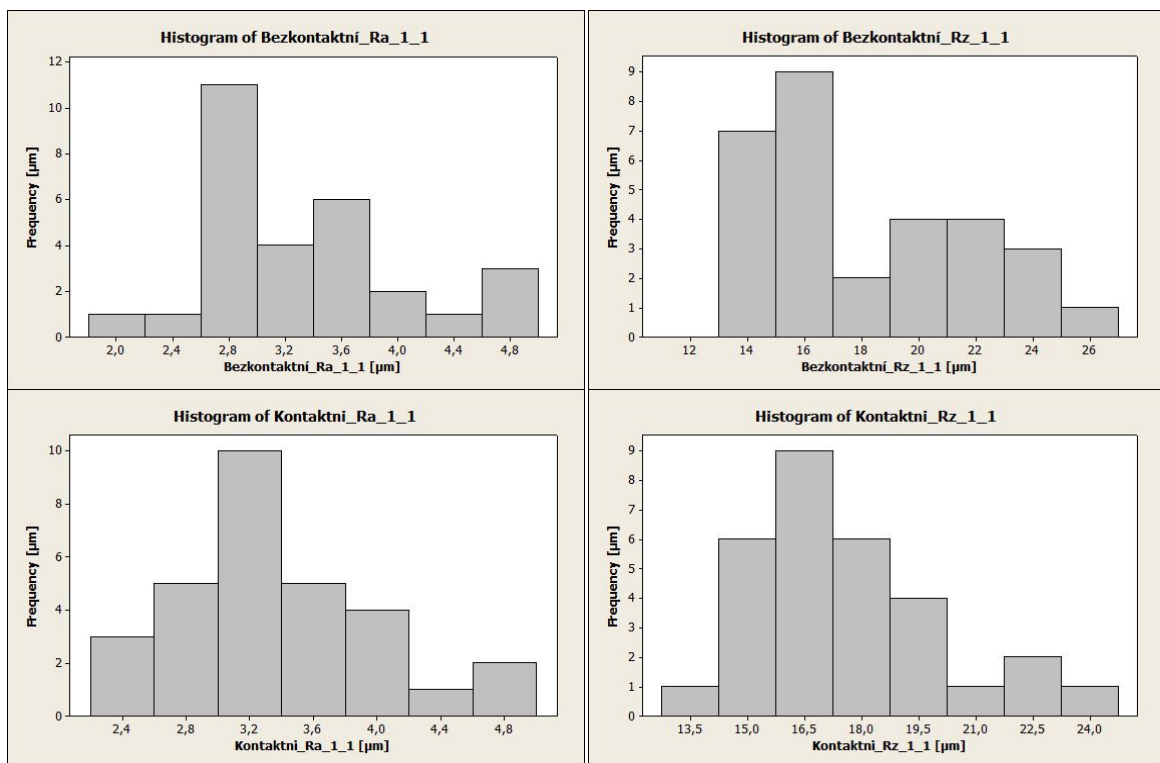
8.3 Porovnání výsledků bezkontaktního a kontaktního měření



Obrázek 21. Rozptyl kontaktního a bezkontaktního měření ocel 11373_1_1



Obrázek 22. Boxplotové diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u oceli 11373_1_1



Obrázek 23. Histogramické diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u oceli 11373_1_1

Tabulka 9. Výsledné hodnoty ocel 11373_1_1

Měření	Aritmetický průměr [μm]	Nejistota měření [μm]	Směrodatná odchylka [μm]	Minimum [μm]	Q1 [μm]	Median [μm]	Q3 [μm]
Bezkontaktní_Ra_1_1	3,3	0,1	0,7	2,1	2,8	3,0	3,7
Bezkontaktní_Rz_1_1	18,0	0,7	3,7	13,0	15,1	16,6	21,2
Kontaktní_Ra_1_1	3,4	0,1	0,6	2,3	3,0	3,2	3,8
Kontaktní_Rz_1_1	17,6	0,5	2,5	13,4	15,7	16,9	19,0

Měření	Maximální hodnota [μm]	Variační rozpětí [μm]	Interkvartilové rozpětí [μm]	Šikmost [μm]	Špičatost [μm]
Bezkontaktní_Ra_1_1	4,8	2,7	0,9	0,6	-0,3
Bezkontaktní_Rz_1_1	25,9	12,9	6,2	0,6	-0,8
Kontaktní_Ra_1_1	4,7	2,3	0,8	0,6	-0,2
Kontaktní_Rz_1_1	23,8	10,4	3,3	0,8	0,3

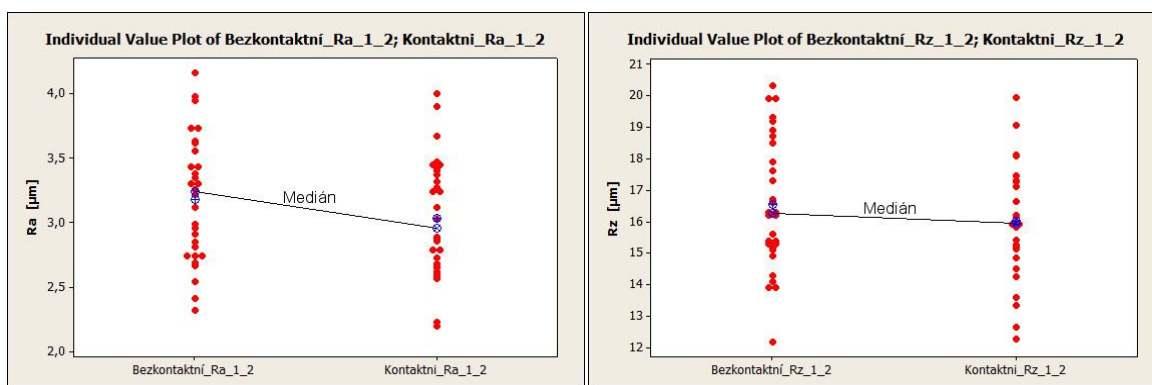
Ocel 11373_1_2

Tabulka 10. Naměřené hodnoty ocel 11373_1_2 kontaktní metodou

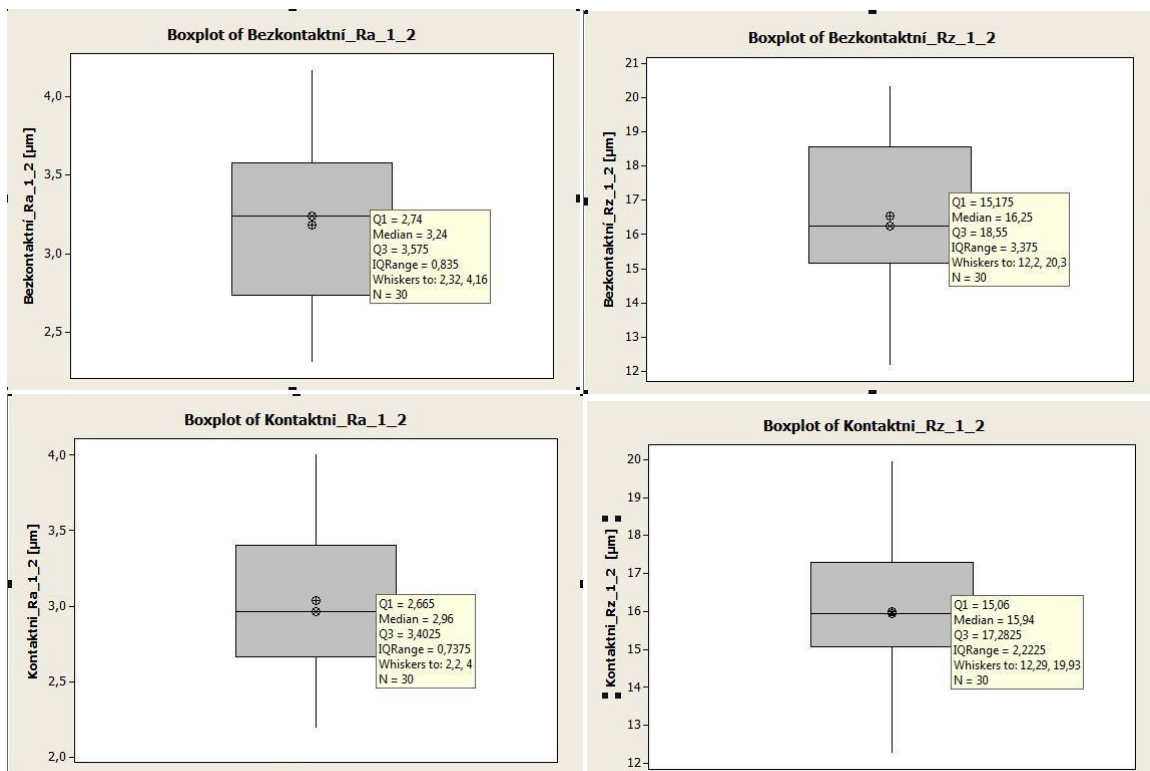
Ocel 11373_1_2	Ra [μm]	Rz [μm]	Ocel 11373_1_2	Ra [μm]	Rz [μm]
1	3,12	15,91	16	2,62	15,42
2	2,58	15,84	17	3,67	17,31
3	4,00	19,93	18	2,23	12,65
4	3,24	17,29	19	3,24	16,16
5	2,79	15,97	20	3,37	17,10
6	2,68	13,34	21	3,45	17,27
7	2,86	15,91	22	2,73	14,85
8	3,90	18,13	23	2,89	15,41
9	3,32	19,07	24	3,45	16,63
10	2,88	16,19	25	3,40	17,28
11	3,27	17,47	26	2,79	15,25
12	2,60	15,13	27	2,57	12,29
13	3,47	18,09	28	3,41	15,20
14	2,67	14,26	29	2,65	14,51
15	3,03	16,65	30	2,20	13,60

Tabulka 11. Naměřené hodnoty ocel 11373_1_2 bezkontaktní metodou

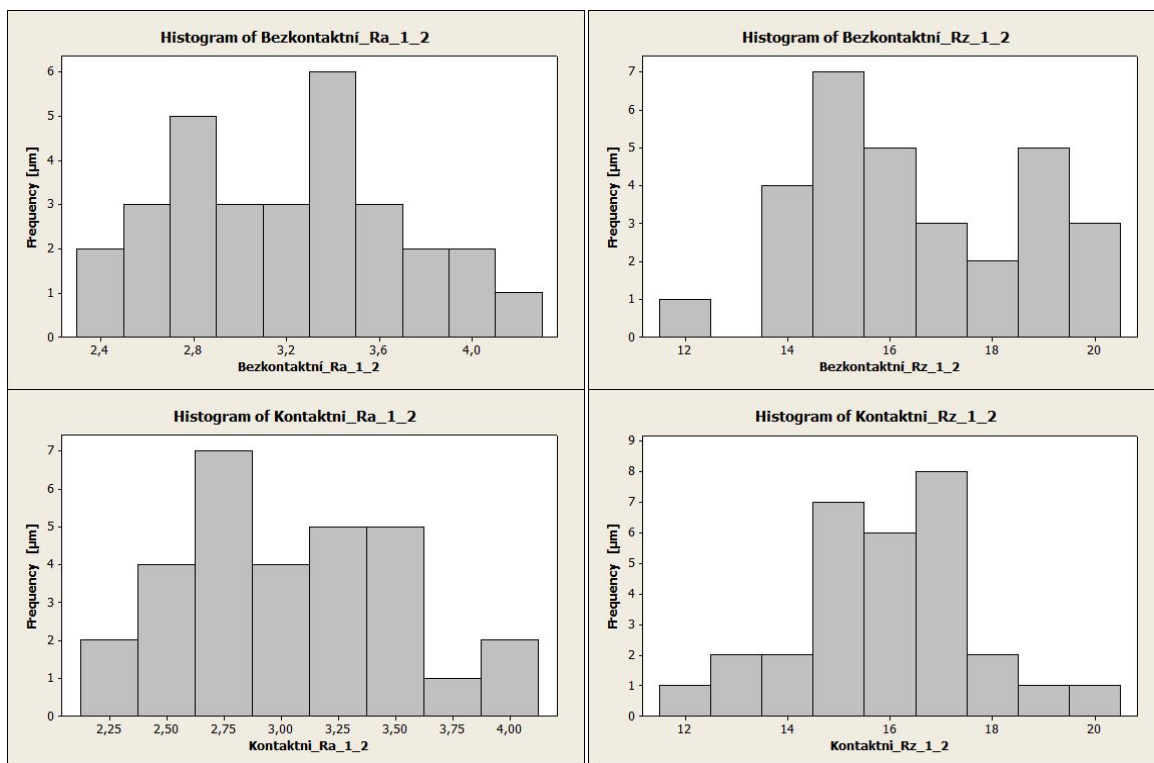
Ocel 11373_1_2	Ra [μm]	Rz [μm]	Ocel 11373_1_2	Ra [μm]	Rz [μm]
1	2,74	16,20	16	3,22	17,30
2	3,35	17,90	17	2,99	15,40
3	2,74	14,30	18	2,69	15,30
4	2,54	12,20	19	3,12	16,70
5	3,30	17,60	20	3,56	16,30
6	2,81	13,90	21	2,67	15,10
7	3,26	16,20	22	2,96	15,30
8	2,41	13,90	23	3,43	19,90
9	3,38	16,30	24	4,16	20,30
10	3,73	18,90	25	3,98	19,30
11	2,85	15,40	26	3,62	19,20
12	3,63	19,90	27	2,74	15,60
13	3,30	15,20	28	3,95	18,70
14	2,32	14,10	29	3,73	18,50
15	2,91	14,90	30	3,43	16,60



Obrázek 24. Rozptyl kontaktního a bezkontaktního měření ocel 11373_1_2



Obrázek 25. Boxplotové diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u oceli 11373_1_2



Obrázek 26. Histogramické diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u oceli 11373_1_2

Tabulka 12. Výsledné hodnoty ocel 11373_1_2

Měření	Aritmetický průměr [μm]	Nejistota měření [μm]	Směrodatná odchylka [μm]	Minimum [μm]	Q1 [μm]	Median [μm]	Q3 [μm]
Bezkontaktní_Ra_1_2	3,2	0,1	0,5	2,3	2,7	3,2	3,6
Bezkontaktní_Rz_1_2	16,5	0,4	2,1	12,2	15,2	16,3	18,6
Kontaktní_Ra_1_2	3,0	0,1	0,5	2,2	2,7	3,0	3,4
Kontaktní_Rz_1_2	16,0	0,3	1,8	12,3	15,1	15,9	17,3

Měření	Maximální hodnota [μm]	Variační rozpětí [μm]	Interkvartilové rozpětí [μm]	Šikmost [μm]	Špičatost [μm]
Bezkontaktní_Ra_1_2	4,2	1,8	0,8	0,2	-0,8
Bezkontaktní_Rz_1_2	20,3	8,1	3,4	0,2	-0,7
Kontaktní_Ra_1_2	4,0	1,8	0,7	0,2	-0,5
Kontaktní_Rz_1_2	19,9	7,6	2,2	-0,1	0,1

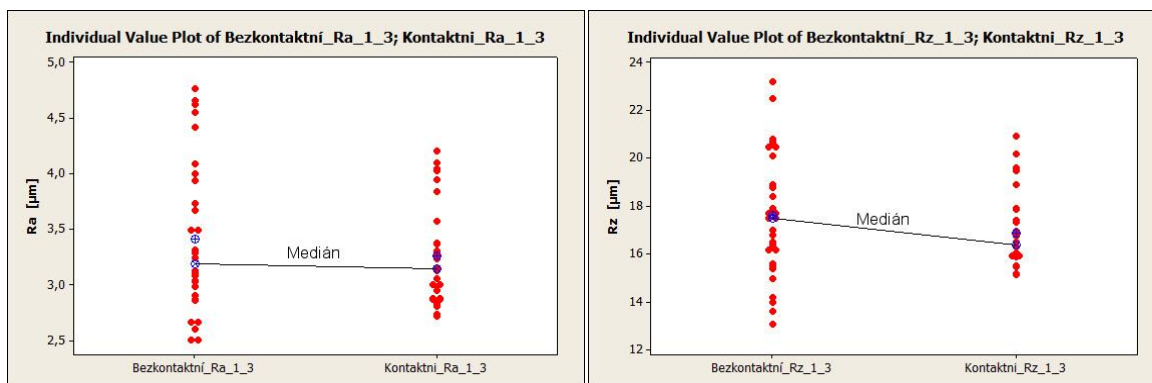
Ocel 11373_1_3

Tabulka 13. Naměřené hodnoty ocel 11373_1_3 kontaktní metodou

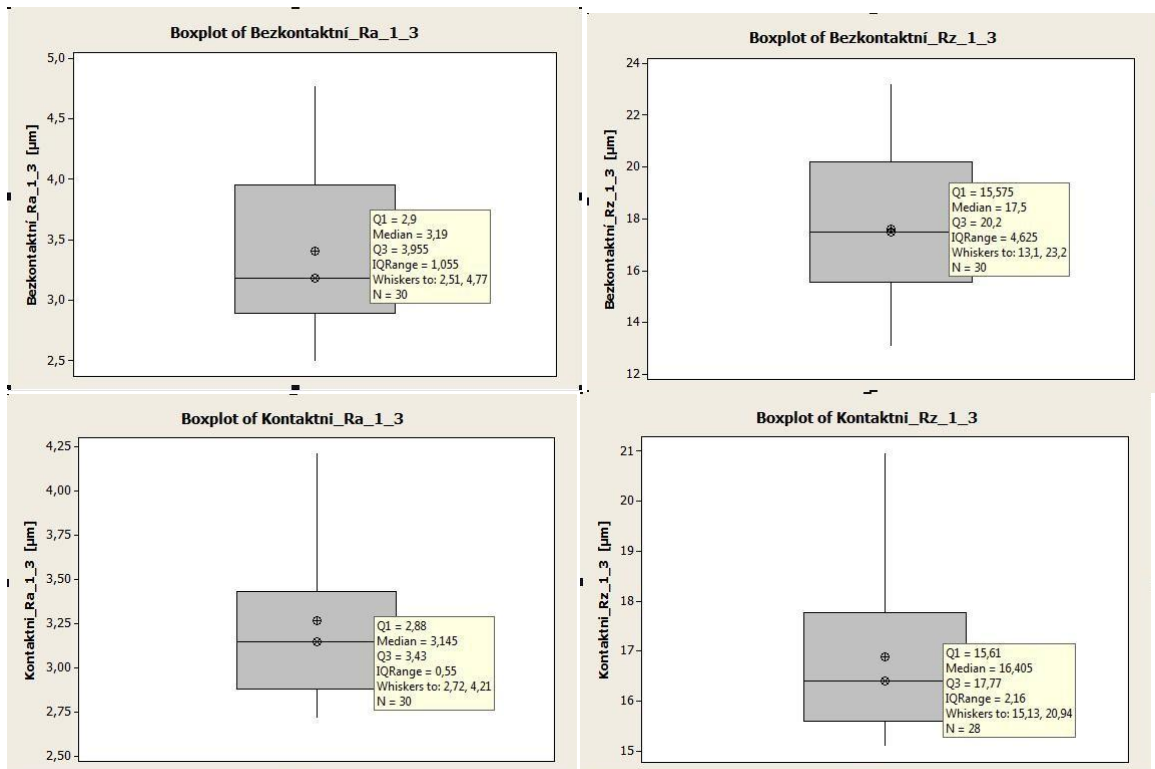
Ocel 11373_1_3	Ra [μm]	Rz [μm]	Ocel 11373_1_3	Ra [μm]	Rz [μm]
1	4,03	21,85	16	2,83	15,15
2	3,95	19,63	17	2,87	15,19
3	4,21	20,19	18	2,99	16,74
4	3,58	18,93	19	3,28	16,96
5	3,06	15,52	20	3,25	17,35
6	4,05	20,94	21	3,01	15,13
7	3,84	19,49	22	2,81	15,95
8	3,15	15,98	23	4,10	21,81
9	3,01	17,93	24	2,87	16,04
10	2,88	15,17	25	3,14	16,89
11	3,24	15,88	26	2,72	15,95
12	3,31	17,41	27	3,38	16,52
13	3,26	16,29	28	2,88	16,03
14	3,13	17,36	29	3,37	17,89
15	2,74	15,46	30	2,95	15,16

Tabulka 14. Naměřené hodnoty ocel 11373_1_3 bezkontaktní metodou

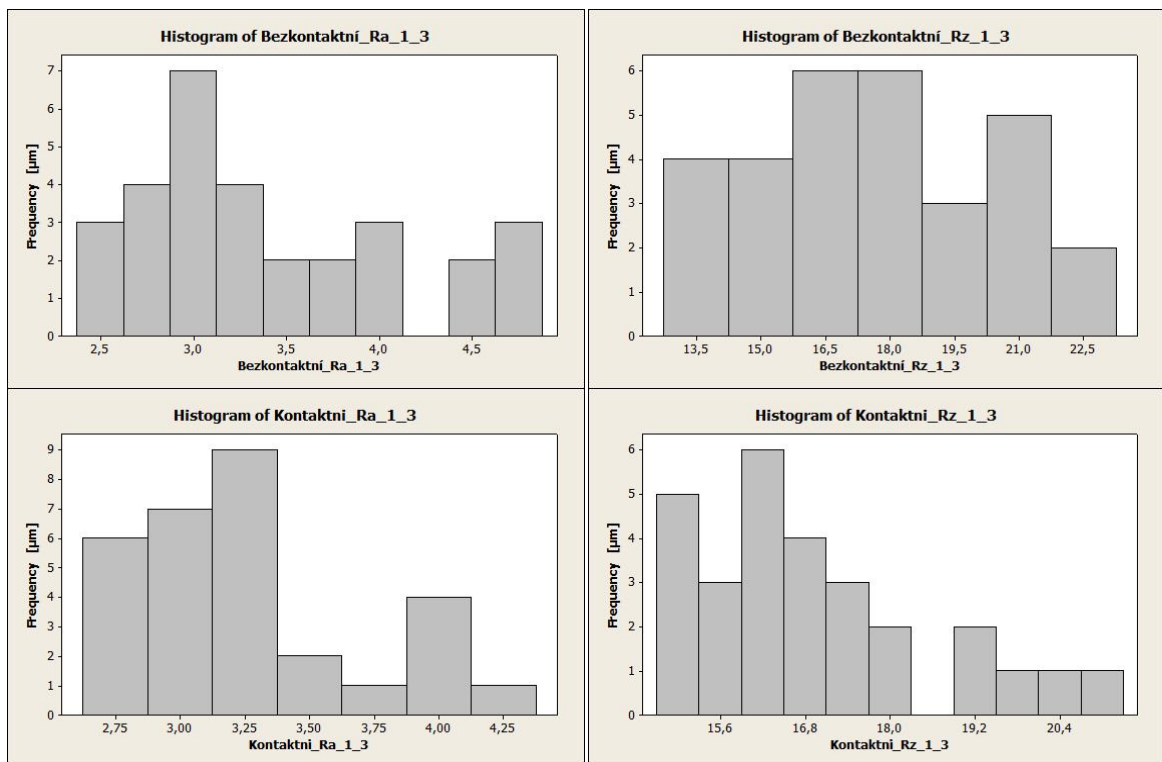
Ocel 11373_1_3	Ra [μm]	Rz [μm]	Ocel 11373_1_3	Ra [μm]	Rz [μm]
1	4,66	22,50	16	4,09	18,90
2	4,63	23,20	17	3,50	17,70
3	4,77	20,80	18	3,04	17,90
4	3,94	20,50	19	3,09	17,00
5	3,03	17,50	20	3,50	18,80
6	2,67	13,60	21	4,56	20,50
7	2,51	14,20	22	4,42	20,60
8	2,91	15,40	23	4,00	20,70
9	3,74	18,40	24	3,11	16,80
10	3,67	20,10	25	2,67	13,10
11	2,51	14,00	26	2,99	15,50
12	3,29	17,50	27	3,32	16,50
13	2,61	15,00	28	2,87	16,20
14	2,86	15,60	29	3,10	17,70
15	3,13	16,40	30	3,25	16,20



Obrázek 27. Rozptyl kontaktního a bezkontaktního měření ocel 11373_1_3



Obrázek 28. Boxplotové diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u oceli 11373_1_3



Obrázek 29. Histogramické diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u oceli 11373_1_3

Tabulka 15. Výsledné hodnoty ocel 11373_1_3

Měření	Aritmetický průměr [μm]	Nejistota měření [μm]	Směrodatná odchylka [μm]	Minimum [μm]	Q1 [μm]	Median [μm]	Q3 [μm]
Bezkontaktní_Ra_1_3	3,4	0,1	0,7	2,5	2,9	3,2	4,0
Bezkontaktní_Rz_1_3	17,6	0,5	2,6	13,1	15,6	17,5	20,2
Kontaktní_Ra_1_3	3,3	0,1	0,4	2,7	2,9	3,1	3,4
Kontaktní_Rz_1_3	16,9	0,3	1,6	15,1	15,6	16,4	17,8

Měření	Maximální hodnota [μm]	Variační rozpětí [μm]	Interkvartilové rozpětí [μm]	Šikmost [μm]	Špičatost [μm]
Bezkontaktní_Ra_1_3	4,8	2,3	1,1	0,7	-0,7
Bezkontaktní_Rz_1_3	23,2	10,1	4,6	0,3	-0,6
Kontaktní_Ra_1_3	4,2	1,5	0,6	0,9	-0,3
Kontaktní_Rz_1_3	20,9	5,8	2,2	1,0	0,2

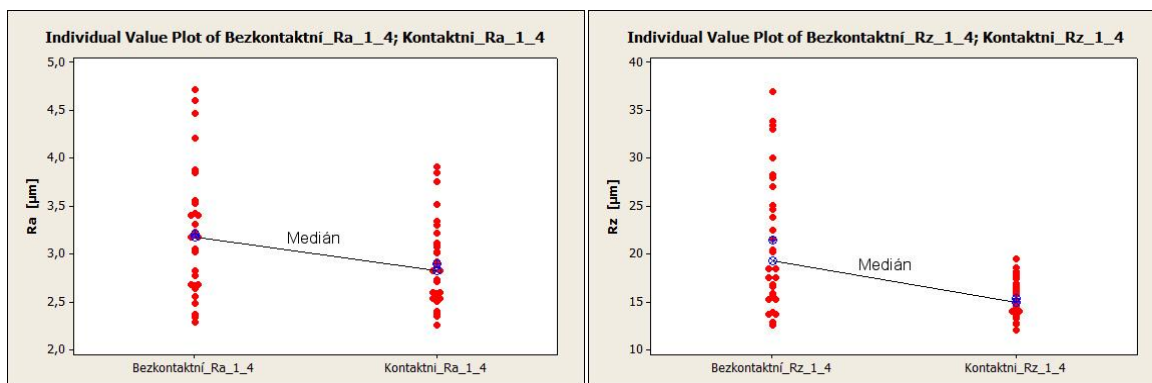
Ocel 11373_1_4

Tabulka 16. Naměřené hodnoty ocel 11373_1_4 kontaktní metodou

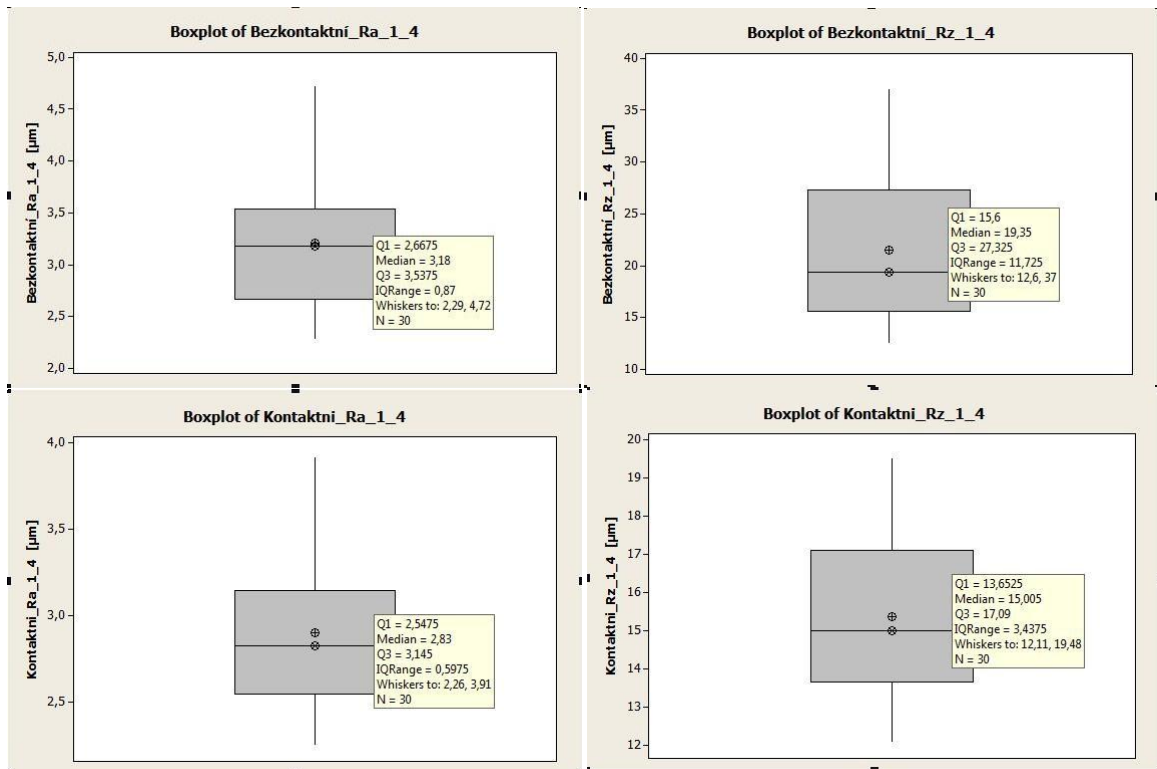
Ocel 11373_1_4	Ra [μm]	Rz [μm]	Ocel 11373_1_4	Ra [μm]	Rz [μm]
1	2,71	14,56	16	3,12	16,50
2	2,41	12,11	17	3,11	17,84
3	3,22	16,19	18	3,85	17,70
4	2,92	16,73	19	3,30	16,98
5	2,55	13,32	20	2,26	12,73
6	2,35	13,60	21	2,60	12,80
7	3,08	17,42	22	2,54	13,37
8	2,38	14,07	23	3,91	19,48
9	3,02	16,07	24	2,83	15,05
10	2,89	14,96	25	3,01	15,83
11	2,56	13,79	26	3,34	18,63
12	2,54	13,29	27	2,60	14,61
13	2,59	14,07	28	3,76	18,20
14	2,74	13,85	29	2,51	13,67
15	2,83	15,81	30	3,52	17,99

Tabulka 17. Naměřené hodnoty ocel 11373_1_4 bezkontaktní metodou

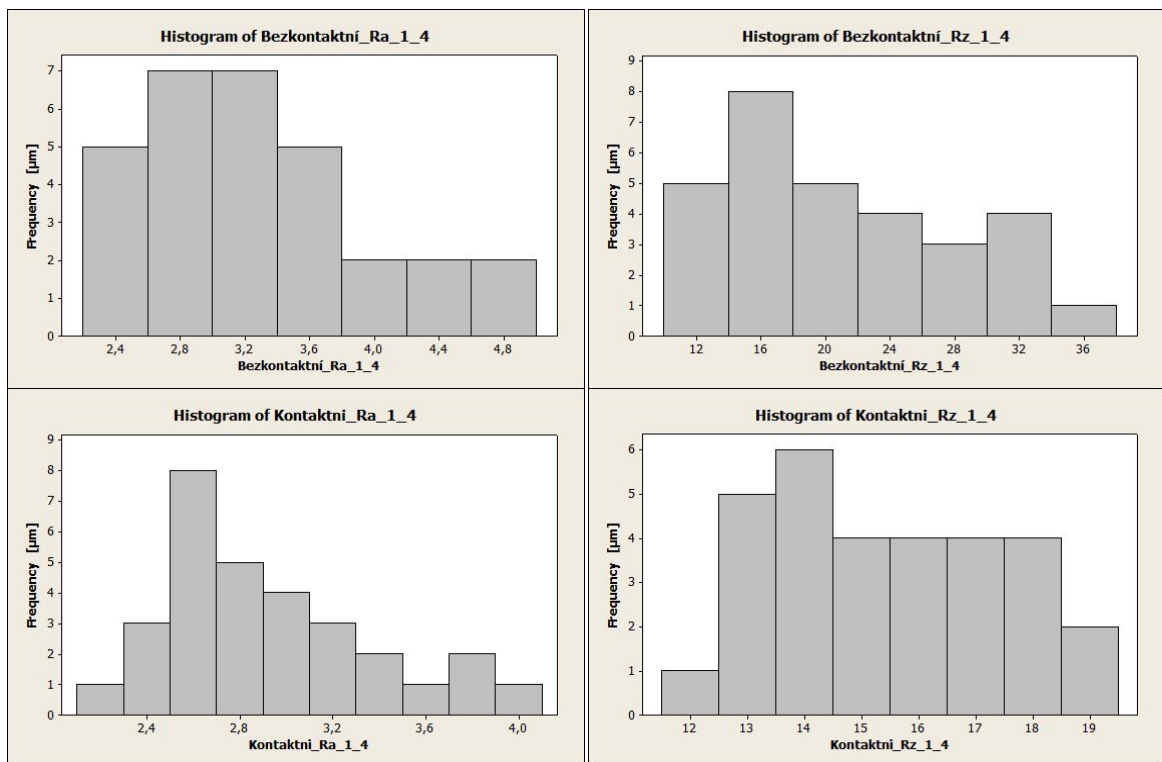
Ocel 11373_1_4	Ra [μm]	Rz [μm]	Ocel 11373_1_4	Ra [μm]	Rz [μm]
1	2,64	13,70	16	3,18	18,50
2	2,34	13,70	17	2,78	16,60
3	2,29	12,60	18	4,21	22,50
4	2,66	20,20	19	3,06	16,80
5	3,41	30,10	20	3,23	17,60
6	3,31	28,30	21	2,83	18,50
7	3,85	33,90	22	2,68	12,90
8	3,43	28,00	23	3,22	17,60
9	3,56	27,10	24	2,67	15,30
10	3,88	23,90	25	2,49	13,90
11	3,02	24,70	26	3,18	21,60
12	2,68	15,90	27	2,56	15,70
13	4,60	37,00	28	3,41	25,10
14	4,72	33,50	29	4,47	33,10
15	3,53	20,50	30	2,37	15,30



Obrázek 30. Rozptyl kontaktního a bezkontaktního měření ocel 11373_1_4



Obrázek 31. Boxplotové diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u oceli 11373_1_4



Obrázek 32. Histogramické diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u oceli 11373_1_4

Tabulka 18. Výsledné hodnoty ocel 11373_1_4

Měření	Aritmetický průměr [μm]	Nejistota měření [μm]	Směrodatná odchylka [μm]	Minimum [μm]	Q1 [μm]	Median [μm]	Q3 [μm]
Bezkontaktní_Ra_1_4	3,2	0,1	0,7	2,3	2,7	3,2	3,5
Bezkontaktní_Rz_1_4	21,5	1,3	7,1	12,6	15,6	19,4	27,3
Kontaktní_Ra_1_4	2,9	0,1	0,5	2,3	2,5	2,8	3,1
Kontaktní_Rz_1_4	15,4	0,4	2,0	12,1	13,7	15,0	17,1

Měření	Maximální hodnota [μm]	Variační rozpětí [μm]	Interkvartilové rozpětí [μm]	Šikmost [μm]	Špičatost [μm]
Bezkontaktní_Ra_1_4	4,7	2,4	0,9	0,8	-0,1
Bezkontaktní_Rz_1_4	37,0	24,4	11,7	0,7	-0,7
Kontaktní_Ra_1_4	3,9	1,7	0,6	0,8	-0,1
Kontaktní_Rz_1_4	19,5	7,4	3,4	0,3	-1,0

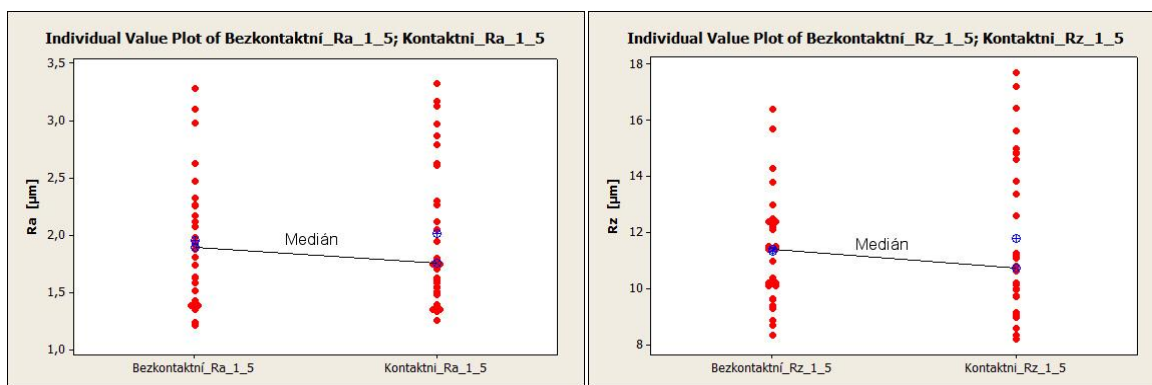
Ocel 11373_1_5

Tabulka 19. Naměřené hodnoty ocel 11373_1_5 kontaktní metodou

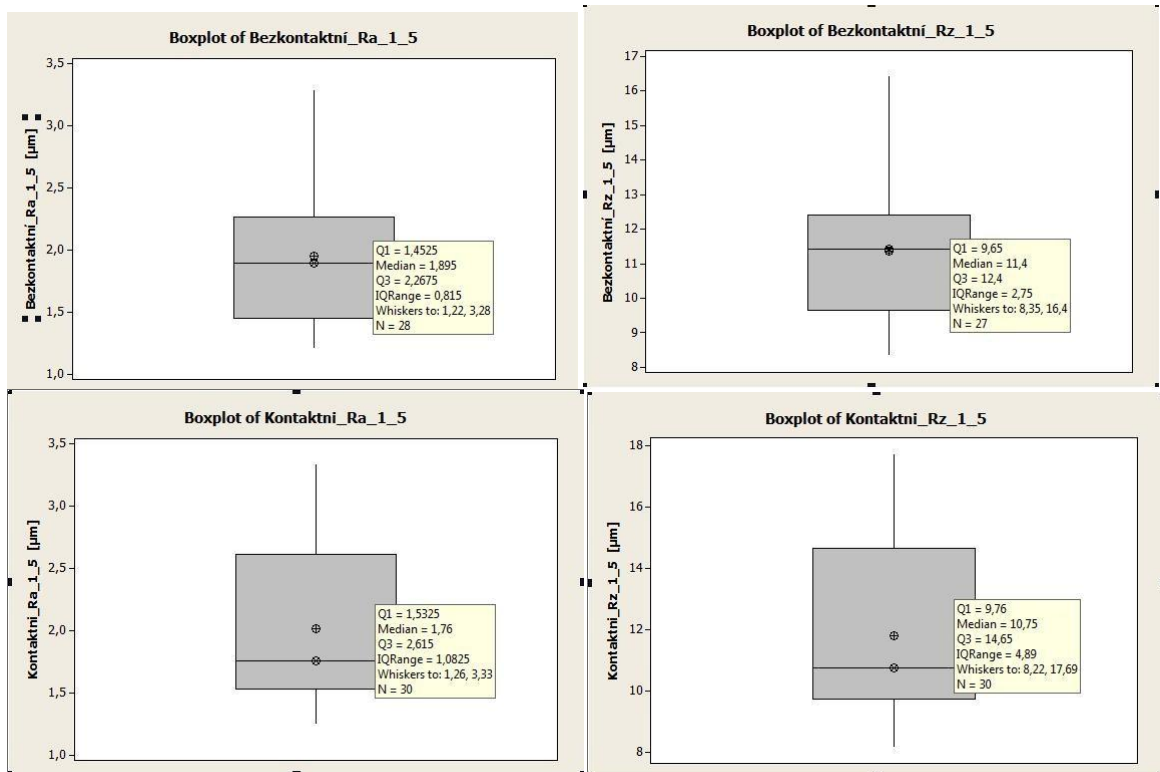
Ocel 11373_1_5	Ra [μm]	Rz [μm]	Ocel 11373_1_5	Ra [μm]	Rz [μm]
1	1,54	10,00	16	1,80	10,63
2	1,51	10,15	17	1,63	9,04
3	3,33	17,69	18	1,35	8,34
4	1,77	9,97	19	1,95	10,83
5	1,55	10,23	20	2,61	13,39
6	1,40	8,99	21	1,71	9,15
7	3,17	17,21	22	2,87	14,59
8	3,13	15,64	23	1,48	11,10
9	1,34	9,73	24	2,30	12,59
10	1,60	9,99	25	2,05	11,16
11	1,35	8,59	26	2,27	15,00
12	2,97	14,83	27	1,59	9,77
13	1,26	8,22	28	2,79	16,42
14	2,63	13,83	29	1,75	11,26
15	1,75	10,67	30	2,12	14,85

Tabulka 20. Naměřené hodnoty ocel 11373_1_5 bezkontaktní metodou

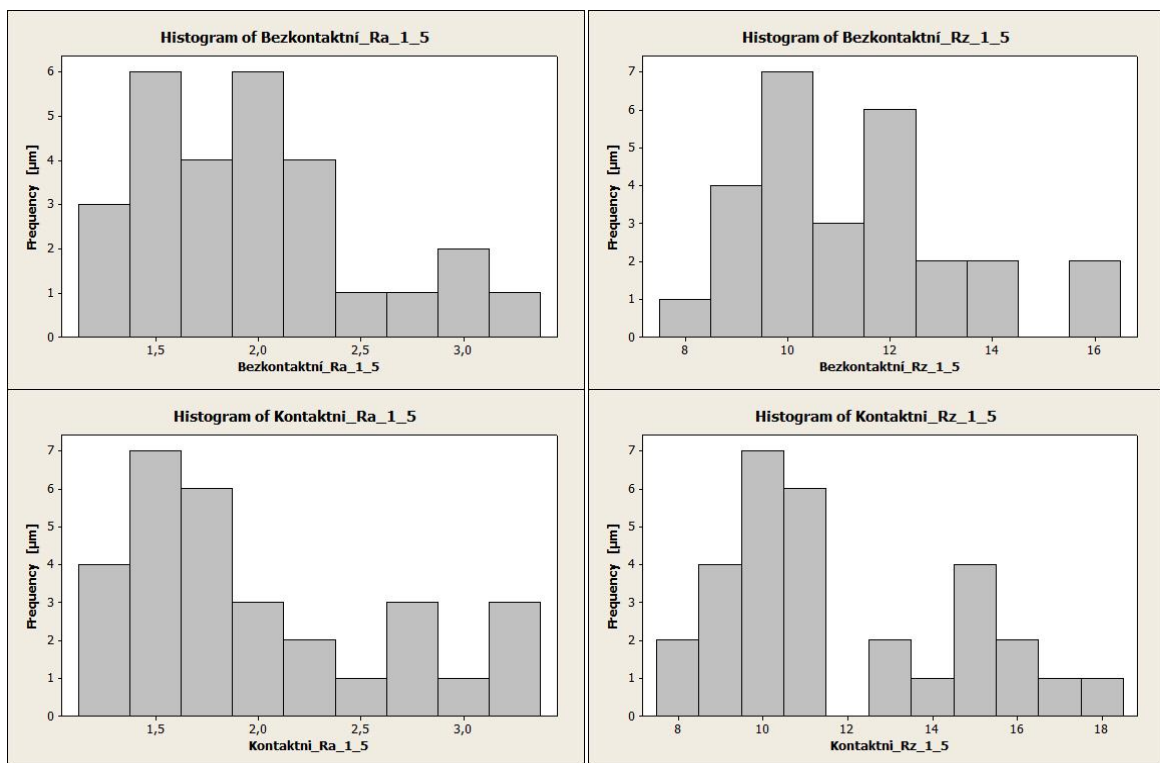
Ocel 11373_1_5	Ra [μm]	Rz [μm]	Ocel 11373_1_5	Ra [μm]	Rz [μm]
1	1,39	9,29	16	1,52	10,20
2	1,81	12,10	17	3,10	16,40
3	2,27	13,00	18	3,69	19,20
4	2,98	15,70	19	3,64	17,20
5	2,63	14,30	20	3,28	16,80
6	2,33	12,40	21	2,47	13,80
7	2,17	11,40	22	2,12	12,50
8	1,95	10,10	23	1,91	11,40
9	1,43	10,20	24	1,35	8,72
10	1,24	9,40	25	1,98	12,20
11	1,38	10,40	26	1,74	9,63
12	1,64	9,65	27	1,63	11,00
13	1,59	10,10	28	2,08	11,50
14	1,39	8,87	29	1,88	11,50
15	1,22	8,35	30	2,26	12,40



Obrázek 33. Rozptyl kontaktního a bezkontaktního měření ocel 11373_1_5



Obrázek 34. Boxplotové diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u oceli 11373_1_5



Obrázek 35. Histogramické diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u oceli 11373_1_5

Tabulka 21. Výsledné hodnoty ocel 11373_1_5

Měření	Aritmetický průměr [μm]	Nejistota měření [μm]	Směrodatná odchylka [μm]	Minimum [μm]	Q1 [μm]	Median [μm]	Q3 [μm]
Bezkontaktní_Ra_1_5	2,0	0,1	0,6	1,2	1,5	1,9	2,3
Bezkontaktní_Rz_1_5	11,4	0,4	2,1	8,4	9,7	11,4	12,4
Kontaktní_Ra_1_5	2,0	0,1	0,6	1,3	1,5	1,8	2,6
Kontaktní_Rz_1_5	11,8	0,5	2,8	8,2	9,8	10,8	14,7

Měření	Maximální hodnota [μm]	Variační rozpětí [μm]	Interkvartilové rozpětí [μm]	Šikmost [μm]	Špičatost [μm]
Bezkontaktní_Ra_1_5	3,3	2,1	0,8	0,8	0,1
Bezkontaktní_Rz_1_5	16,4	8,1	2,8	0,8	0,3
Kontaktní_Ra_1_5	3,3	2,1	1,1	0,8	-0,8
Kontaktní_Rz_1_5	17,7	9,5	4,9	0,7	-0,8

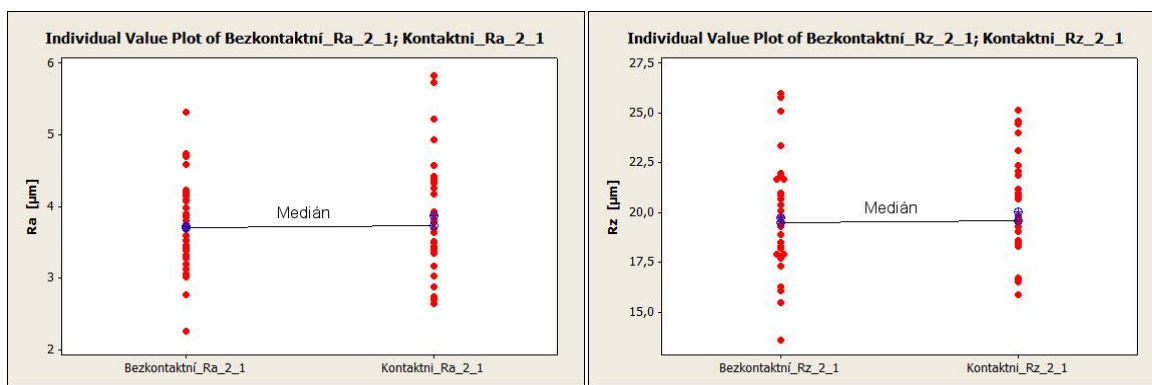
Ocel 11373_2_1

Tabulka 22. Naměřené hodnoty ocel 11373_2_1 kontaktní metodou

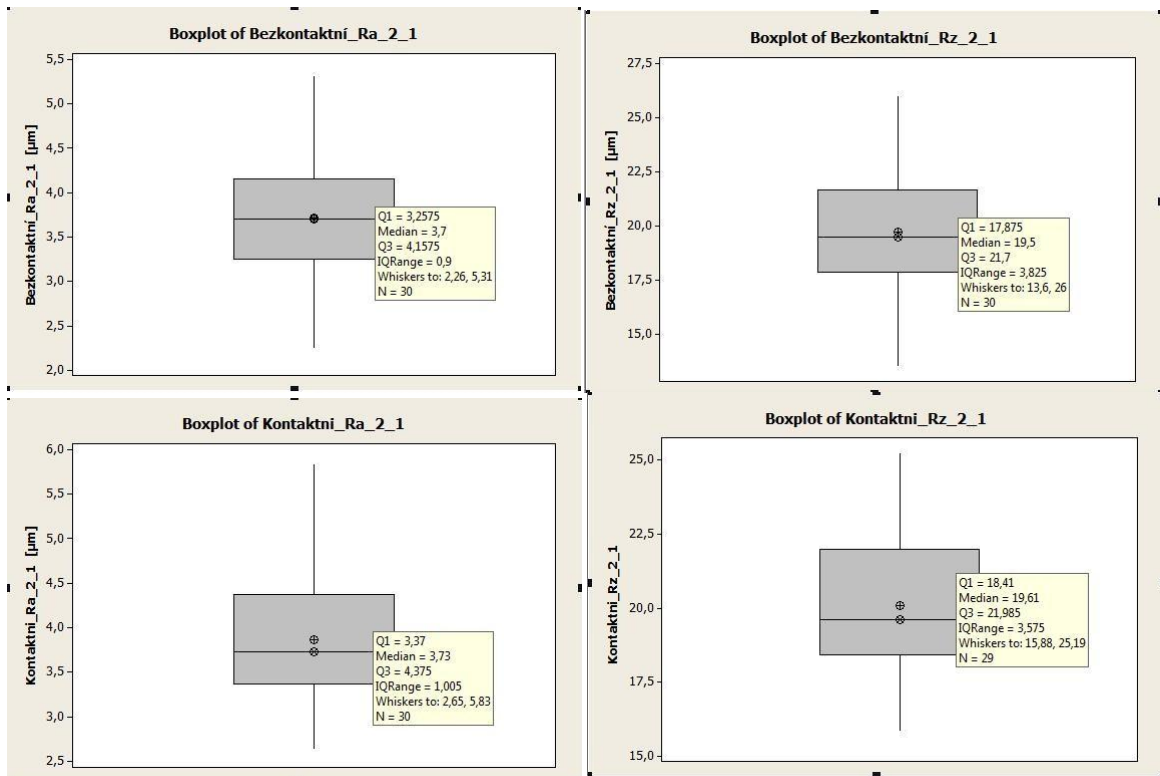
Ocel 11373_2_1	Ra [μm]	Rz [μm]	Ocel 11373_2_1	Ra [μm]	Rz [μm]
1	3,69	19,78	16	3,17	19,30
2	4,17	22,08	17	3,39	18,45
3	3,88	20,68	18	5,22	24,46
4	4,57	24,01	19	3,77	18,60
5	4,39	22,37	20	2,70	16,74
6	3,34	21,22	21	2,88	16,55
7	5,83	27,95	22	4,93	21,89
8	3,03	18,46	23	3,50	18,52
9	4,42	23,13	24	3,63	19,61
10	5,73	25,19	25	2,74	16,68
11	3,40	16,73	26	3,92	20,98
12	3,38	20,85	27	4,37	19,86
13	4,25	19,49	28	2,65	15,88
14	3,51	19,07	29	3,44	18,37
15	4,32	24,64	30	3,81	18,31

Tabulka 23. Naměřené hodnoty ocel 11373_2_1 bezkontaktní metodou

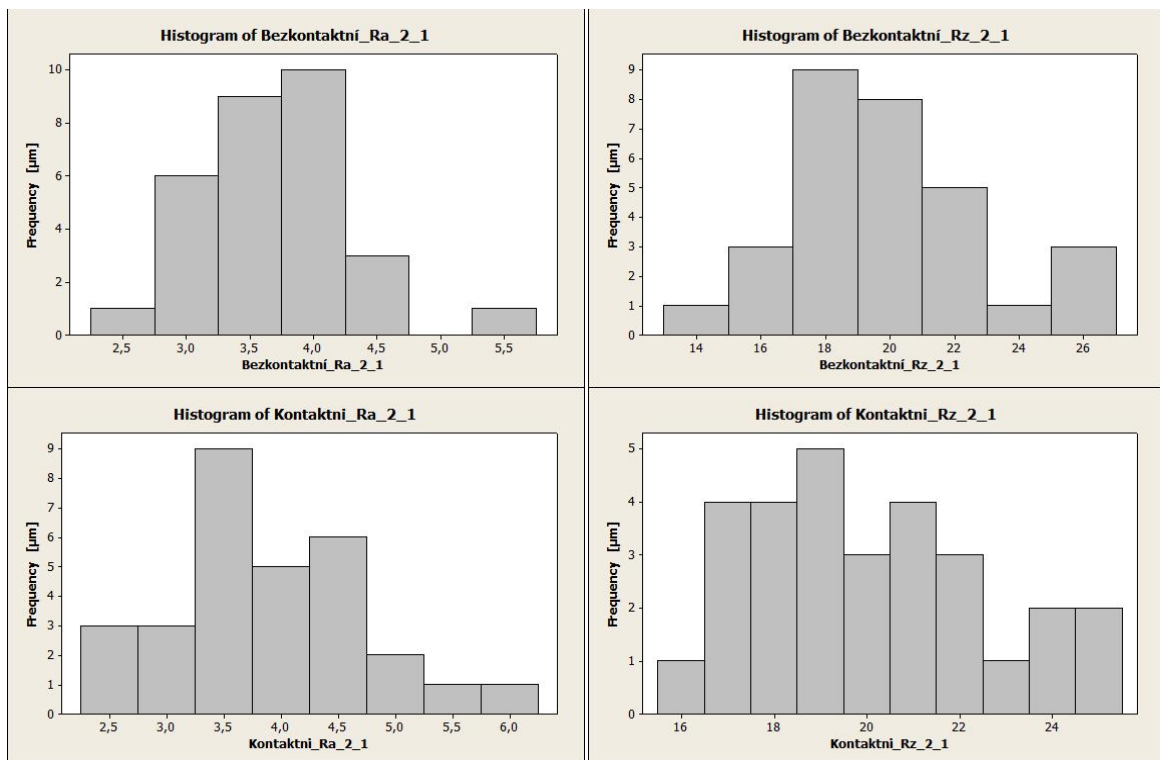
Ocel 11373_2_1	Ra [μm]	Rz [μm]	Ocel 11373_2_1	Ra [μm]	Rz [μm]
1	3,12	16,10	16	2,26	13,60
2	3,86	20,70	17	4,20	22,00
3	2,77	15,50	18	3,01	16,30
4	3,80	19,60	19	5,31	25,10
5	3,72	17,90	20	4,18	21,90
6	3,98	19,80	21	4,09	21,70
7	4,59	23,40	22	3,32	17,90
8	3,53	20,90	23	4,07	20,10
9	4,23	21,70	24	3,04	18,50
10	17,80	3,39	25	3,45	20,40
11	3,06	19,40	26	3,43	17,70
12	3,28	18,30	27	4,70	26,00
13	4,15	21,00	28	3,90	18,20
14	3,68	18,90	29	3,59	19,30
15	3,19	17,30	30	4,73	25,80



Obrázek 36. Rozptyl kontaktního a bezkontaktního měření ocel 11373_2_1



Obrázek 37. Boxplotové diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u oceli 11373_2_1



Obrázek 38. Histogramické diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u oceli 11373_2_1

Tabulka 24. Výsledné hodnoty ocel 11373_2_1

Měření	Aritmetický průměr [μm]	Nejistota měření [μm]	Směrodatná odchylka [μm]	Minimum [μm]	Q1 [μm]	Median [μm]	Q3 [μm]
Bezkontaktní_Ra_2_1	3,7	0,1	0,7	2,3	3,3	3,7	4,2
Bezkontaktní_Rz_2_1	19,8	0,5	2,9	13,6	17,9	19,5	21,7
Kontaktní_Ra_2_1	3,9	0,2	0,8	2,7	3,4	3,7	4,4
Kontaktní_Rz_2_1	20,1	0,5	2,6	15,9	18,4	19,6	22,0

Měření	Maximální hodnota [μm]	Variační rozpětí [μm]	Interkvartilové rozpětí [μm]	Šikmost [μm]	Špičatost [μm]
Bezkontaktní_Ra_2_1	5,3	3,1	0,9	0,2	0,3
Bezkontaktní_Rz_2_1	26,0	12,4	3,8	0,4	0,2
Kontaktní_Ra_2_1	5,8	3,2	1,0	0,7	0,3
Kontaktní_Rz_2_1	25,2	9,3	3,6	0,4	-0,7

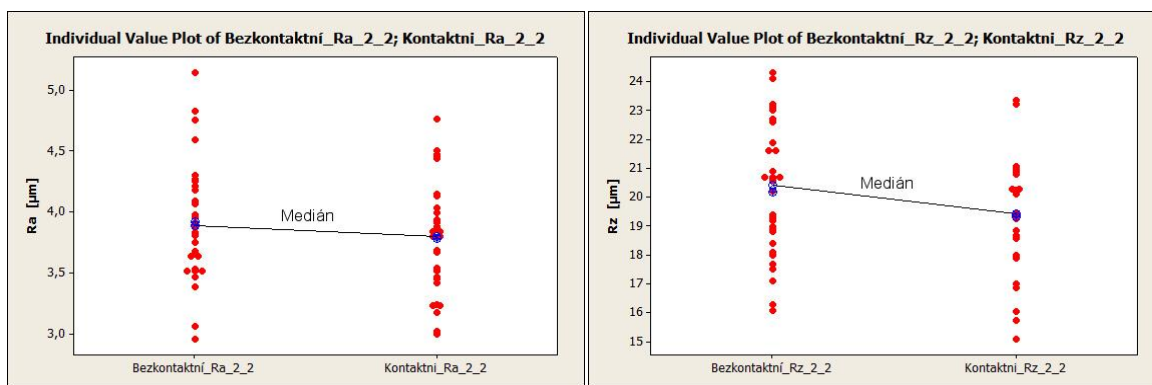
Ocel 11373_2_2

Tabulka 25. Naměřené hodnoty ocel 11373_2_2 kontaktní metodou

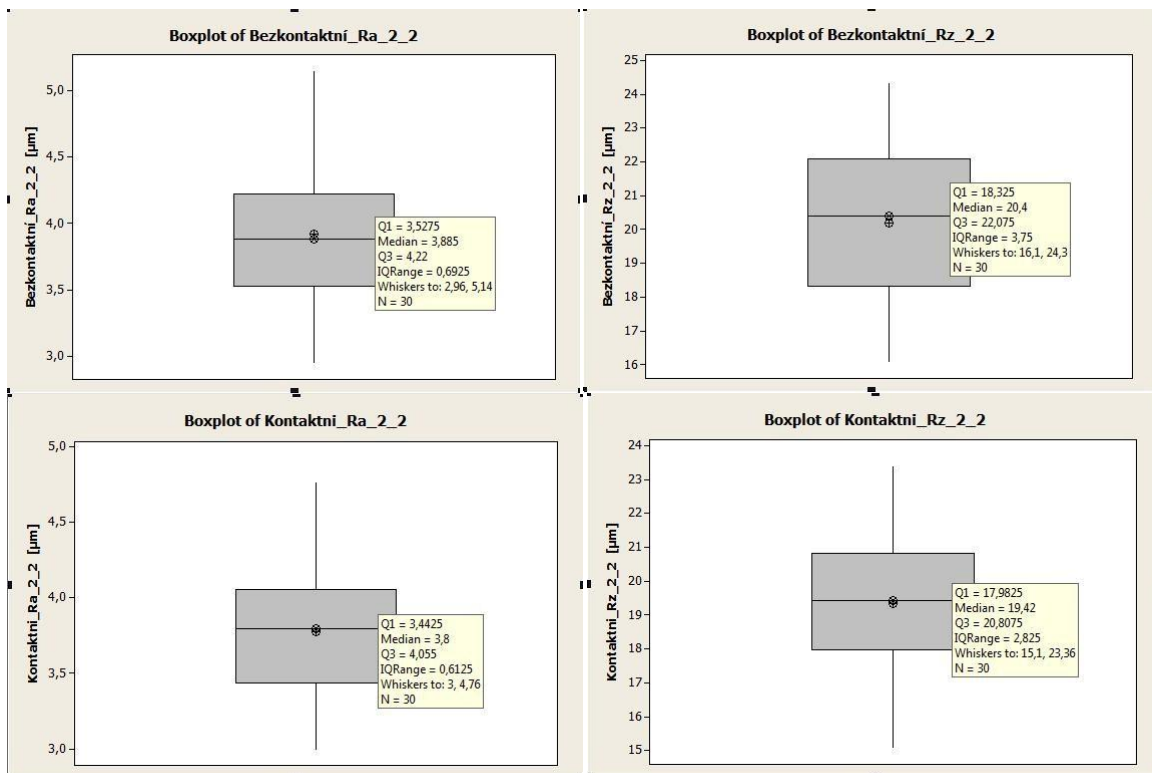
Ocel 11373_2_2	Ra [μm]	Rz [μm]	Ocel 11373_2_2	Ra [μm]	Rz [μm]
1	4,76	23,36	16	3,42	18,62
2	4,45	23,23	17	3,02	15,73
3	3,84	20,78	18	3,69	20,10
4	3,94	20,25	19	3,18	16,05
5	3,80	17,93	20	4,44	21,06
6	4,50	20,29	21	3,23	16,88
7	4,13	20,95	22	3,54	19,25
8	4,47	20,29	23	3,00	15,10
9	3,80	20,17	24	3,99	20,20
10	3,84	19,41	25	3,24	17,02
11	4,15	20,89	26	3,52	18,67
12	4,03	20,92	27	3,91	18,84
13	3,23	18,00	28	3,79	19,38
14	3,45	17,88	29	3,67	20,93
15	3,47	19,43	30	3,88	18,58

Tabulka 26. Naměřené hodnoty ocel 11373_2_2 bezkontaktní metodou

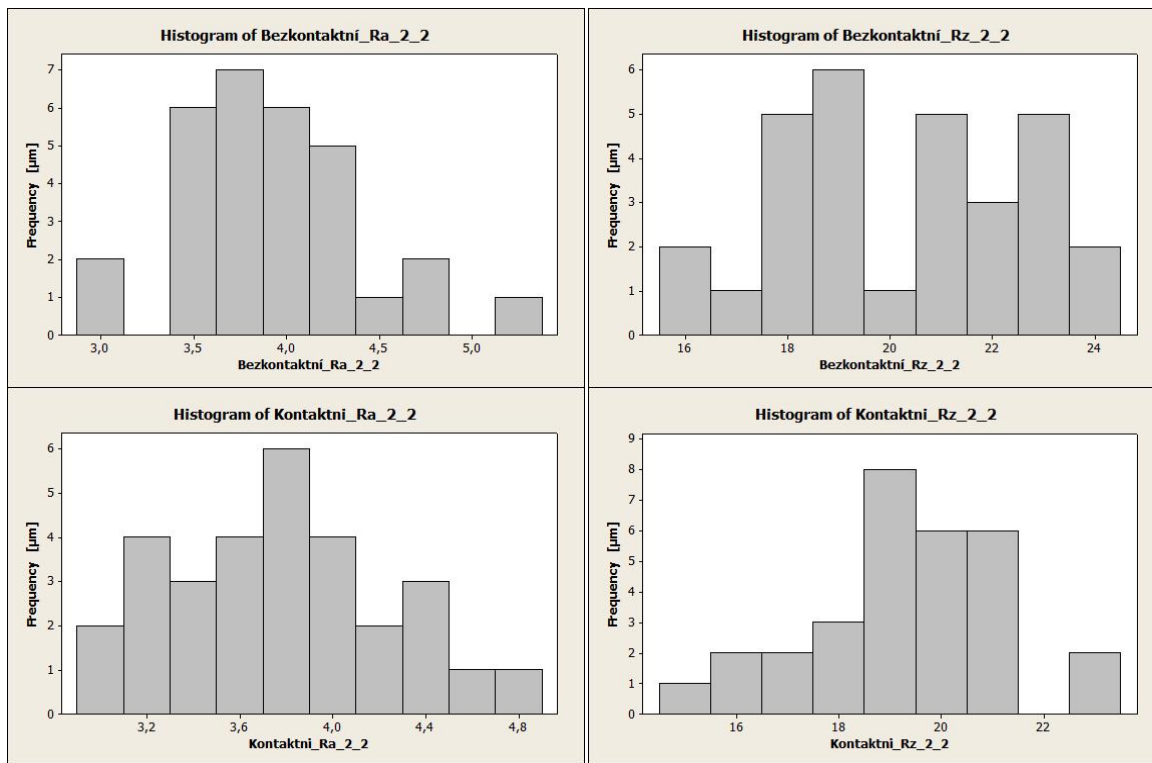
Ocel 11373_2_2	Ra [μm]	Rz [μm]	Ocel 11373_2_2	Ra [μm]	Rz [μm]
1	4,27	20,20	16	3,52	17,50
2	3,90	24,30	17	3,68	18,90
3	4,30	21,60	18	3,87	18,10
4	4,25	21,60	19	3,64	20,70
5	3,06	16,10	20	4,07	20,90
6	2,96	16,30	21	3,98	20,70
7	3,53	18,40	22	3,64	19,30
8	3,52	19,40	23	4,18	22,60
9	3,91	17,10	24	4,09	19,20
10	4,21	20,70	25	3,83	21,90
11	3,47	19,00	26	3,81	18,80
12	4,59	23,20	27	3,75	17,70
13	5,14	23,10	28	3,96	22,70
14	4,83	23,00	29	3,39	20,60
15	4,75	24,10	30	3,52	18,00



Obrázek 39. Rozptyl kontaktního a bezkontaktního měření ocel 11373_2_2



Obrázek 40. Boxplotové diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u oceli 11373_2_2



Obrázek 41. Histogramické diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u oceli 11373_2_2

Tabulka 27. Výsledné hodnoty ocel 11373_2_2

Měření	Aritmetický průměr [μm]	Nejistota měření [μm]	Směrodatná odchylka [μm]	Minimum [μm]	Q1 [μm]	Median [μm]	Q3 [μm]
Bezkontaktní_Ra_2_2	3,9	0,1	0,5	3,0	3,5	3,9	4,2
Bezkontaktní_Rz_2_2	20,2	0,4	2,3	16,1	18,3	20,4	22,1
Kontaktní_Ra_2_2	3,8	0,1	0,5	3,0	3,4	3,8	4,1
Kontaktní_Rz_2_2	19,3	0,4	2,0	15,1	18,0	19,4	20,8

Měření	Maximální hodnota [μm]	Variační rozpětí [μm]	Interkvartilové rozpětí [μm]	Šikmost [μm]	Špičatost [μm]
Bezkontaktní_Ra_2_2	5,1	2,2	0,7	0,5	0,4
Bezkontaktní_Rz_2_2	24,3	8,2	3,8	0,1	-0,9
Kontaktní_Ra_2_2	4,8	1,8	0,6	0,2	-0,5
Kontaktní_Rz_2_2	23,4	8,3	2,8	-0,2	0,1

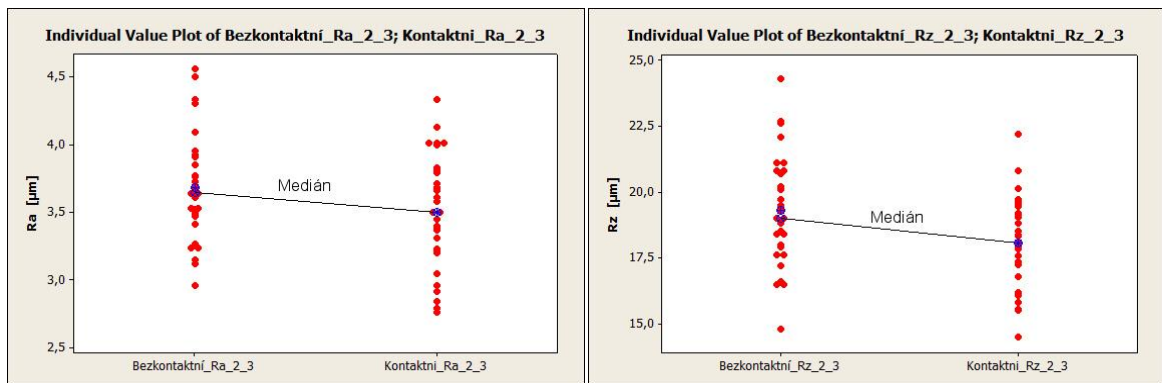
Ocel 11373_2_3

Tabulka 28. Naměřené hodnoty ocel 11373_2_3 kontaktní metodou

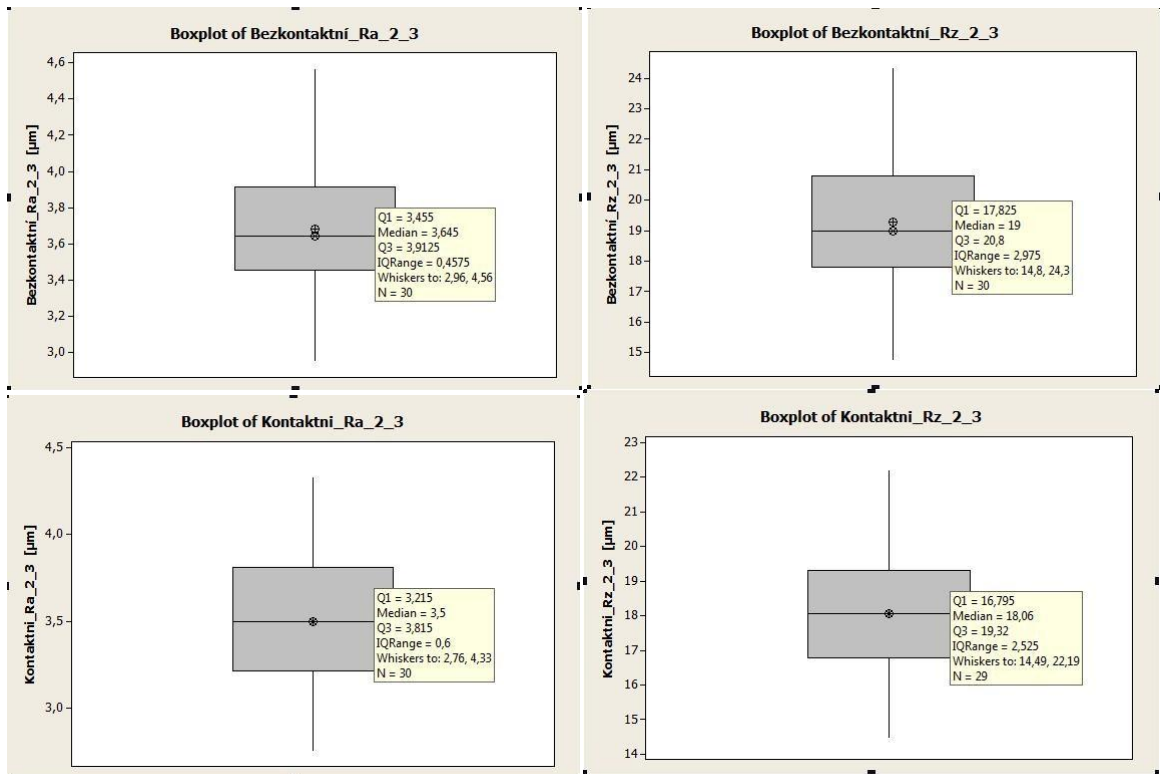
Ocel 11373_2_3	Ra [μm]	Rz [μm]	Ocel 11373_2_3	Ra [μm]	Rz [μm]
1	4,13	20,80	16	3,71	19,03
2	3,81	18,33	17	4,00	23,91
3	3,40	19,69	18	3,61	18,37
4	4,01	19,46	19	3,45	16,80
5	2,84	14,49	20	3,58	18,83
6	4,33	22,19	21	3,23	16,09
7	3,66	20,13	22	2,96	17,87
8	2,76	16,79	23	4,01	18,06
9	3,68	19,08	24	3,22	17,85
10	3,50	18,52	25	2,79	15,54
11	3,37	16,20	26	3,50	17,97
12	3,83	19,73	27	4,01	19,57
13	3,05	17,25	28	2,92	15,50
14	3,38	19,18	29	3,31	17,36
15	3,20	15,82	30	3,79	17,58

Tabulka 29. Naměřené hodnoty ocel 11373_2_3 bezkontaktní metodou

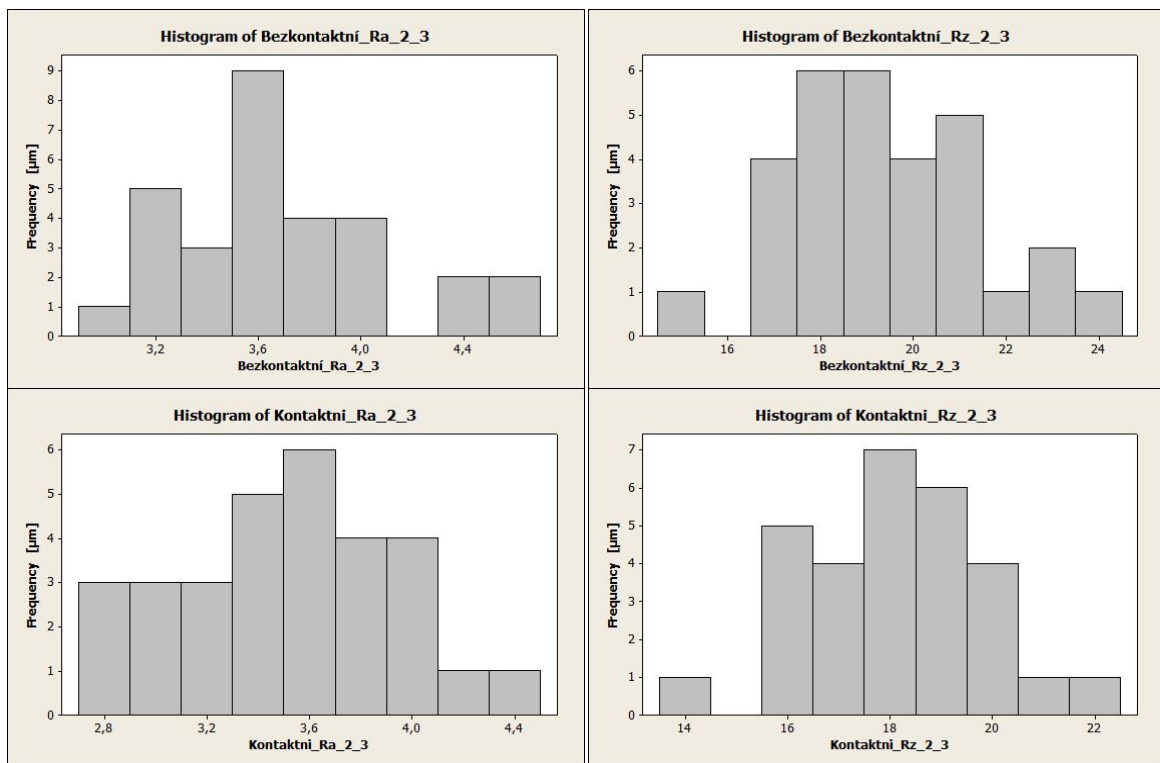
Ocel 11373_2_3	Ra [μm]	Rz [μm]	Ocel 11373_2_3	Ra [μm]	Rz [μm]
1	4,30	22,70	16	3,73	20,10
2	3,85	20,20	17	3,27	16,50
3	4,50	24,30	18	3,52	18,50
4	3,49	19,30	19	4,09	21,10
5	3,95	20,70	20	3,41	17,60
6	3,12	14,80	21	4,33	22,60
7	3,24	17,60	22	3,15	17,20
8	3,53	16,50	23	3,53	18,40
9	3,91	20,80	24	3,64	19,00
10	4,56	22,10	25	3,92	19,70
11	3,47	16,60	26	3,76	19,00
12	2,96	18,00	27	3,67	20,80
13	3,61	17,90	28	3,77	19,50
14	3,64	18,80	29	3,24	18,40
15	3,65	21,10	30	3,68	18,90



Obrázek 42. Rozptyl kontaktního a bezkontaktního měření ocel 11373_2_3



Obrázek 43. Boxplotové diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u oceli 11373_2_3



Obrázek 44. Histogramické diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u oceli 11373_2_3

Tabulka 30. Výsledné hodnoty ocel 11373_2_3

Měření	Aritmetický průměr [μm]	Nejistota měření [μm]	Směrodatná odchylka [μm]	Minimum [μm]	Q1 [μm]	Median [μm]	Q3 [μm]
Bezkontaktní_Ra_2_3	3,7	0,1	0,4	3,0	3,5	3,6	3,9
Bezkontaktní_Rz_2_3	19,3	0,4	2,1	14,8	17,8	19,0	20,8
Kontaktní_Ra_2_3	3,5	0,1	0,4	2,8	3,2	3,5	3,8
Kontaktní_Rz_2_3	18,1	0,3	1,7	14,5	16,8	18,1	19,3

Měření	Maximální hodnota [μm]	Variační rozpětí [μm]	Interkvartilové rozpětí [μm]	Šikmost [μm]	Špičatost [μm]
Bezkontaktní_Ra_2_3	4,6	1,6	0,5	0,5	0,1
Bezkontaktní_Rz_2_3	24,3	9,5	3,0	0,3	0,1
Kontaktní_Ra_2_3	4,3	1,6	0,6	-0,1	-0,8
Kontaktní_Rz_2_3	22,2	7,7	2,5	0,1	0,0

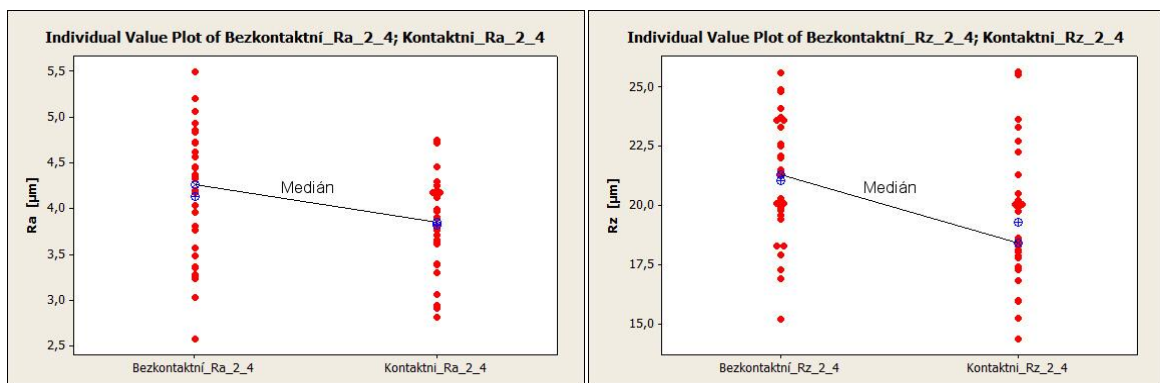
Ocel 11373_2_4

Tabulka 31. Naměřené hodnoty ocel 11373_2_4 kontaktní metodou

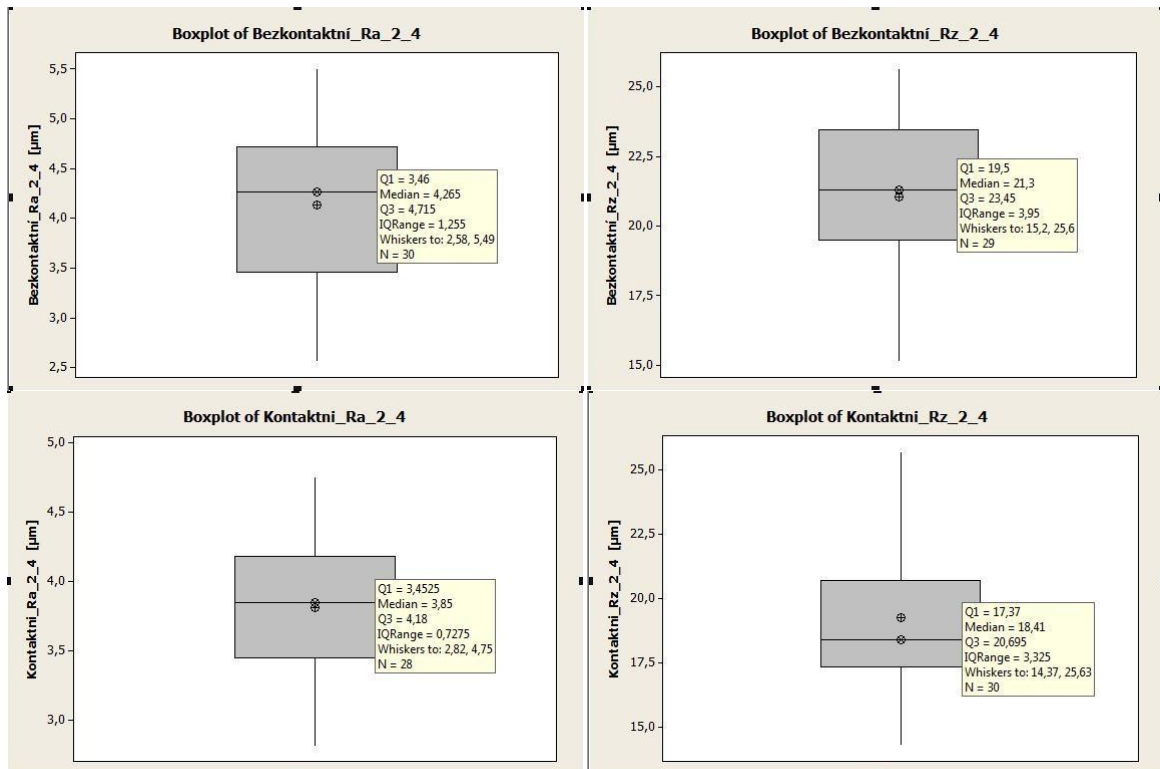
Ocel 11373_2_4	Ra [μm]	Rz [μm]	Ocel 11373_2_4	Ra [μm]	Rz [μm]
1	4,12	18,30	16	4,20	21,31
2	4,25	22,71	17	2,95	15,96
3	4,15	20,49	18	4,46	22,24
4	2,91	15,99	19	3,40	17,89
5	4,29	20,21	20	3,66	18,62
6	4,75	23,32	21	3,97	18,03
7	4,18	17,77	22	5,62	25,53
8	3,76	19,92	23	3,81	18,47
9	4,72	23,62	24	3,30	16,81
10	3,99	17,34	25	4,18	20,06
11	3,71	18,13	26	3,39	17,42
12	3,65	20,06	27	3,61	17,38
13	2,82	14,37	28	3,06	15,23
14	3,91	18,35	29	5,27	25,63
15	3,77	19,74	30	3,89	17,29

Tabulka 32. Naměřené hodnoty ocel 11373_2_4 bezkontaktní metodou

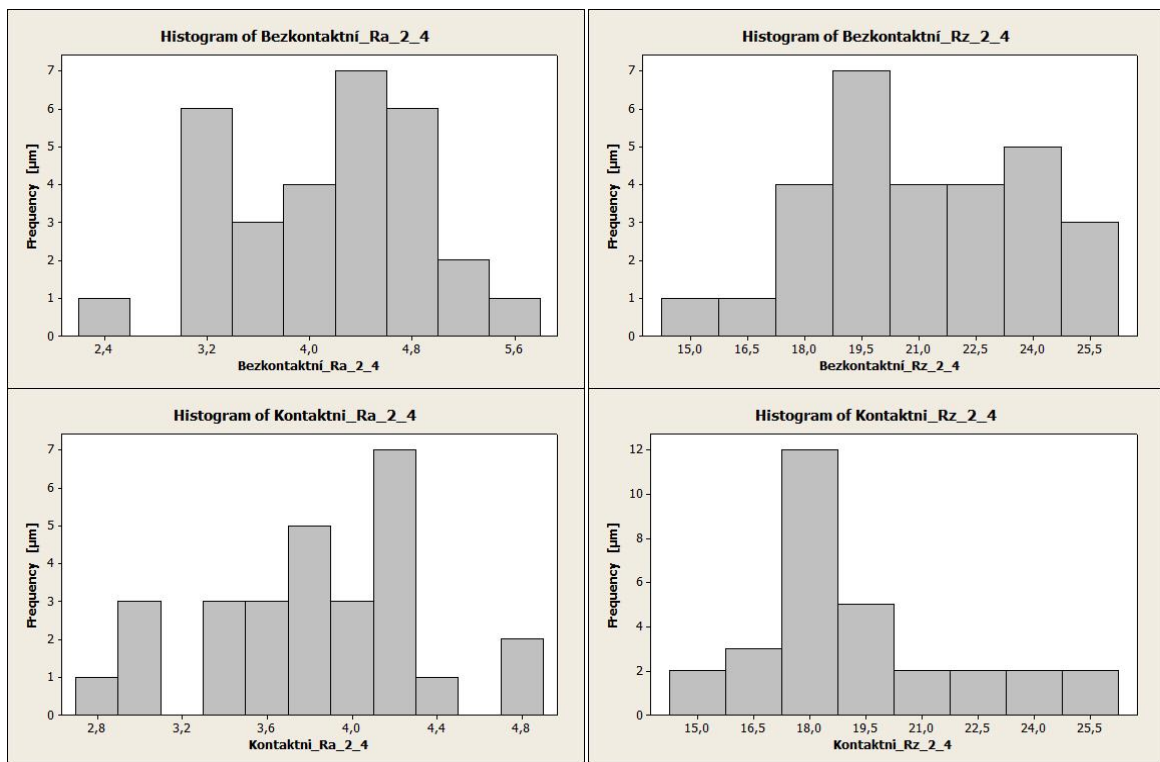
Ocel 11373_2_4	Ra [μm]	Rz [μm]	Ocel 11373_2_4	Ra [μm]	Rz [μm]
1	4,36	21,40	16	3,57	18,30
2	4,56	24,80	17	4,20	21,50
3	4,62	24,10	18	3,96	20,00
4	5,20	25,60	19	4,17	20,10
5	4,71	23,60	20	4,33	19,80
6	3,76	20,10	21	2,58	12,40
7	4,44	22,00	22	3,03	15,20
8	3,26	17,30	23	3,37	17,90
9	4,04	19,90	24	4,83	22,10
10	4,86	23,60	25	4,73	23,70
11	4,46	21,30	26	3,49	20,30
12	5,49	24,90	27	3,81	19,40
13	4,93	23,30	28	3,36	16,90
14	5,06	22,50	29	4,37	22,60
15	3,28	19,60	30	3,24	18,30



Obrázek 45. Rozptyl kontaktního a bezkontaktního měření ocel 11373_2_4



Obrázek 46. Boxplotové diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u oceli 11373_2_4



Obrázek 47. Histogramické diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u oceli 11373_2_4

Tabulka 33. Výsledné hodnoty ocel 11373_2_4

Měření	Aritmetický průměr [μm]	Nejistota měření [μm]	Směrodatná odchylka [μm]	Minimum [μm]	Q1 [μm]	Median [μm]	Q3 [μm]
Bezkontaktní_Ra_2_4	4,1	0,1	0,7	2,6	3,5	4,3	4,7
Bezkontaktní_Rz_2_4	21,0	0,5	2,6	15,2	19,5	21,3	23,5
Kontaktní_Ra_2_4	3,8	0,1	0,5	2,8	3,5	3,9	4,2
Kontaktní_Rz_2_4	19,3	0,5	2,9	14,4	17,4	18,4	20,7

Měření	Maximální hodnota [μm]	Variační rozpětí [μm]	Interkvartilové rozpětí [μm]	Šikmost [μm]	Špičatost [μm]
Bezkontaktní_Ra_2_4	5,5	2,9	1,3	-0,2	-0,7
Bezkontaktní_Rz_2_4	25,6	10,4	4,0	-0,2	-0,6
Kontaktní_Ra_2_4	4,8	1,9	0,7	-0,3	-0,4
Kontaktní_Rz_2_4	25,6	11,3	3,3	0,7	0,0

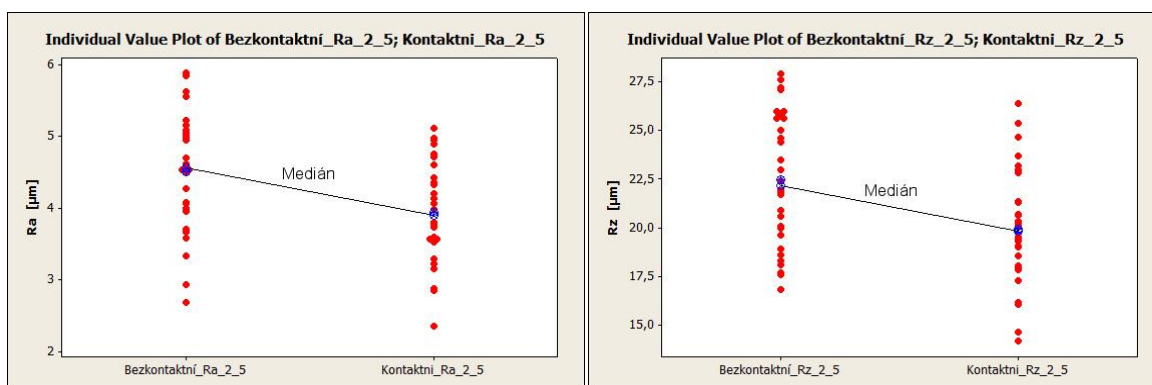
Ocel 11373_2_5

Tabulka 34. Naměřené hodnoty ocel 11373_2_5 kontaktní metodou

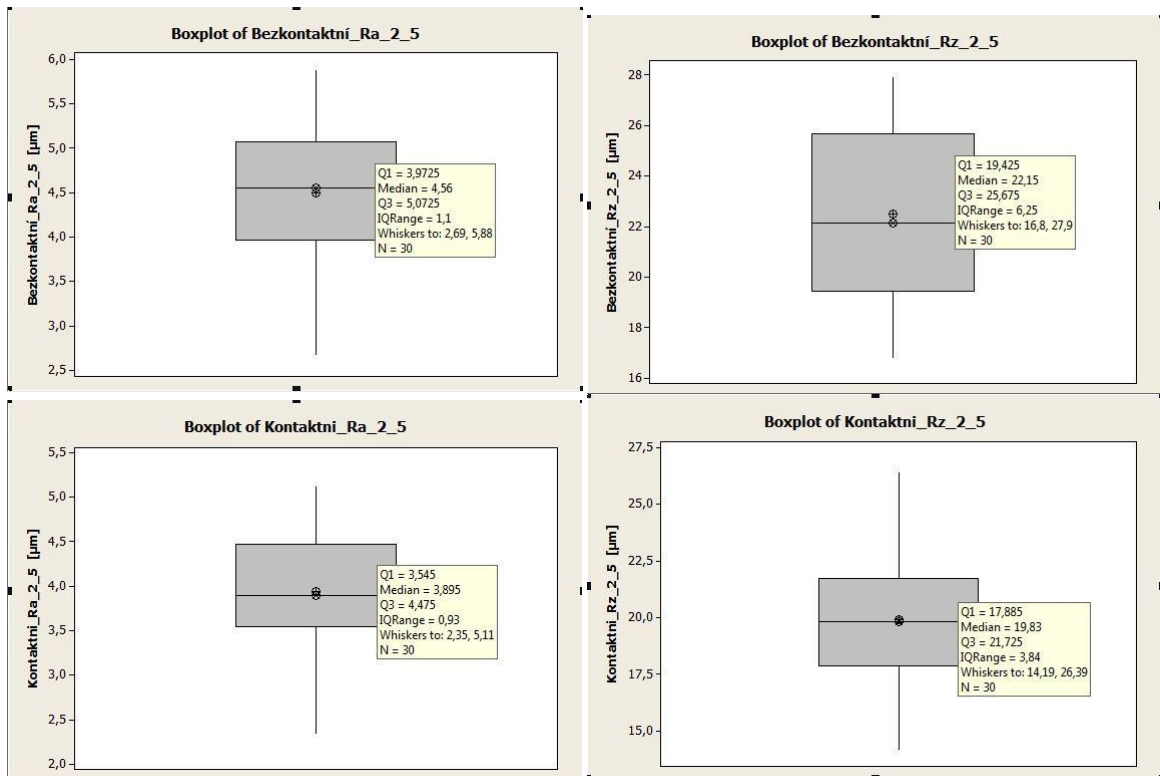
Ocel 11373_2_5	Ra [μm]	Rz [μm]	Ocel 11373_2_5	Ra [μm]	Rz [μm]
1	5,11	24,64	16	4,76	22,82
2	3,57	19,05	17	3,56	19,41
3	3,98	19,54	18	3,60	19,03
4	3,81	21,31	19	3,55	18,02
5	4,97	23,00	20	4,06	20,12
6	2,88	14,63	21	2,35	14,19
7	4,34	20,27	22	4,95	25,36
8	3,16	16,15	23	3,53	17,26
9	2,85	16,05	24	3,23	16,14
10	4,61	23,68	25	4,14	21,36
11	3,57	17,84	26	3,74	18,54
12	4,36	20,62	27	4,89	23,18
13	4,43	20,24	28	3,76	19,33
14	4,21	20,31	29	3,29	17,90
15	4,72	26,39	30	4,33	20,67

Tabulka 35. Naměřené hodnoty ocel 11373_2_5 bezkontaktní metodou

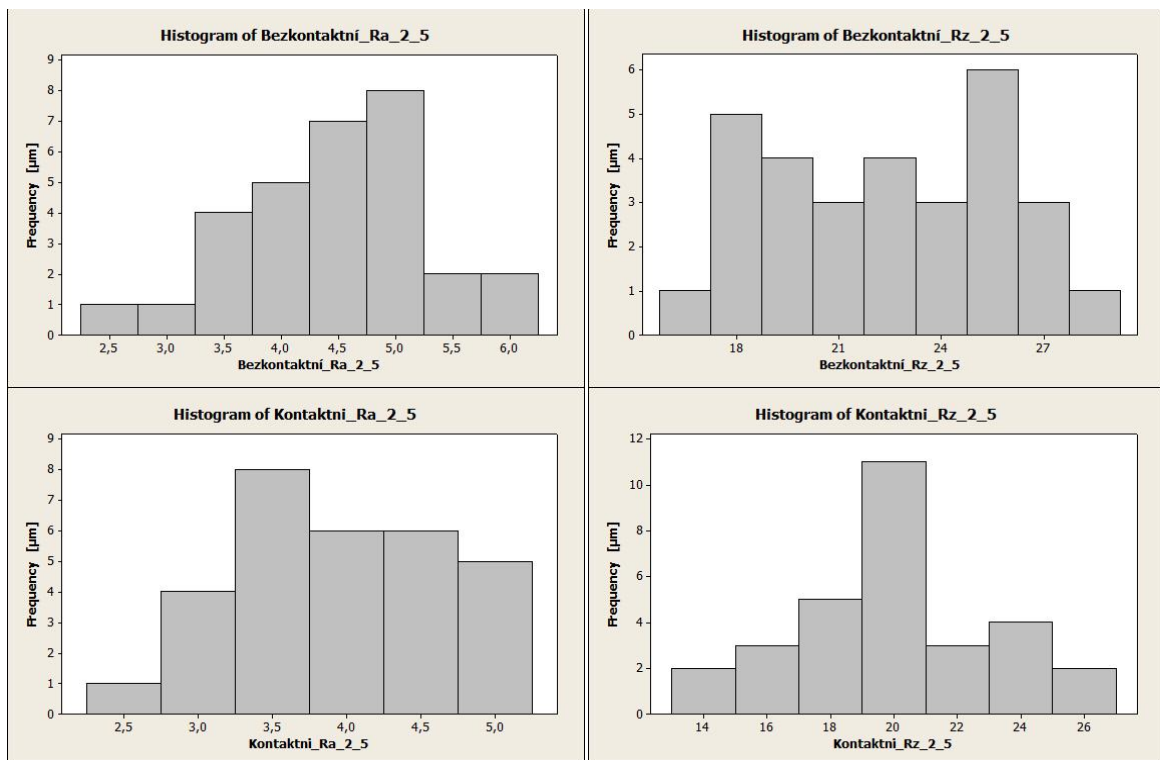
Ocel 11373_2_5	Ra [μm]	Rz [μm]	Ocel 11373_2_5	Ra [μm]	Rz [μm]
1	4,70	21,80	16	4,07	19,60
2	3,34	17,60	17	5,56	27,90
3	3,67	18,60	18	5,88	26,00
4	4,53	23,50	19	5,05	26,00
5	4,62	27,10	20	5,63	27,60
6	3,71	20,00	21	5,85	24,40
7	5,22	27,20	22	5,08	24,60
8	4,27	20,90	23	4,59	21,70
9	4,51	25,60	24	3,58	17,70
10	5,00	25,00	25	5,07	22,40
11	3,98	20,60	26	4,53	21,90
12	3,95	18,30	27	5,15	23,00
13	2,69	18,10	28	4,96	25,60
14	2,94	16,80	29	4,95	25,90
15	3,99	18,90	30	4,08	20,10



Obrázek 48. Rozptyl kontaktního a bezkontaktního měření ocel 11373_2_5



Obrázek 49. Boxplotové diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u oceli 11373_2_5



Obrázek 50. Histogramické diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u oceli 11373_2_5

Tabulka 36. Výsledné hodnoty ocel 11373_2_5

Měření	Aritmetický průměr [μm]	Nejistota měření [μm]	Směrodatná odchylka [μm]	Minimum [μm]	Q1 [μm]	Median [μm]	Q3 [μm]
Bezkontaktní_Ra_2_5	4,5	0,1	0,8	2,7	4,0	4,6	5,1
Bezkontaktní_Rz_2_5	22,5	0,6	3,4	16,8	19,4	22,2	25,7
Kontaktní_Ra_2_5	3,9	0,1	0,7	2,4	3,5	3,9	4,5
Kontaktní_Rz_2_5	19,9	0,6	3,0	14,2	17,9	19,8	21,7

Měření	Maximální hodnota [μm]	Variační rozpětí [μm]	Interkvartilové rozpětí [μm]	Šikmost [μm]	Špičatost [μm]
Bezkontaktní_Ra_2_5	5,9	3,2	1,1	-0,3	-0,3
Bezkontaktní_Rz_2_5	27,9	11,1	6,3	0,0	-1,3
Kontaktní_Ra_2_5	5,1	2,8	0,9	-0,2	-0,5
Kontaktní_Rz_2_5	26,4	12,2	3,8	0,2	-0,3

PVC

Na polymerní materiál se použil hrot s označením SR10. Přístroj nemohl být kalibrován, protože nebyla kalibrační podložka na polymerní materiály.

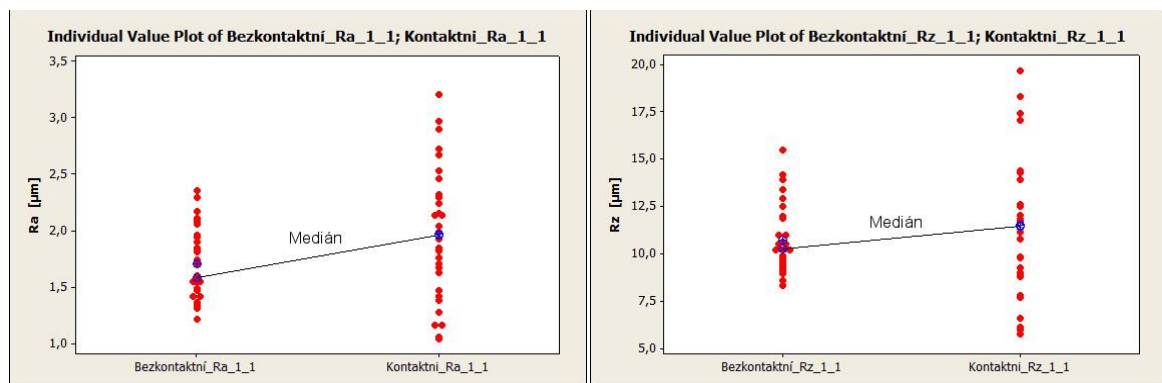
PVC_1_1

Tabulka 37. Naměřené hodnoty PVC_1_1 kontaktní metodou

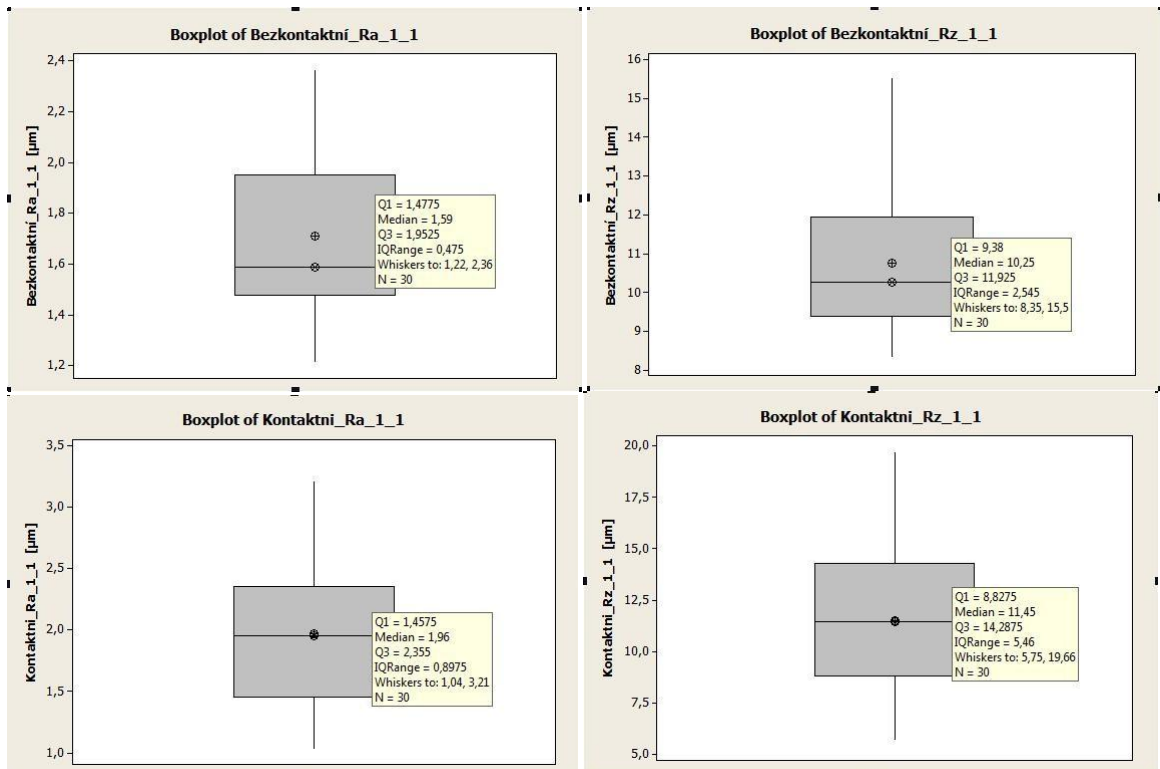
PVC_1_1	Ra [μm]	Rz [μm]	PVC_1_1	Ra [μm]	Rz [μm]
1	1,85	10,78	16	1,67	8,99
2	1,16	6,00	17	2,04	12,60
3	2,14	13,93	18	1,82	11,82
4	1,47	8,83	19	1,99	10,77
5	2,97	18,30	20	2,53	14,37
6	1,16	6,58	21	1,63	9,25
7	3,21	19,66	22	2,73	17,07
8	1,71	9,77	23	1,04	5,75
9	2,16	12,53	24	2,32	12,04
10	1,76	9,84	25	1,28	7,79
11	2,24	14,38	26	2,90	17,40
12	2,14	12,49	27	1,93	11,12
13	2,46	14,26	28	2,67	14,39
14	1,42	8,82	29	1,38	7,70
15	2,30	11,78	30	1,06	6,12

Tabulka 38. Naměřené hodnoty PVC_1_1 bezkontaktní metodou

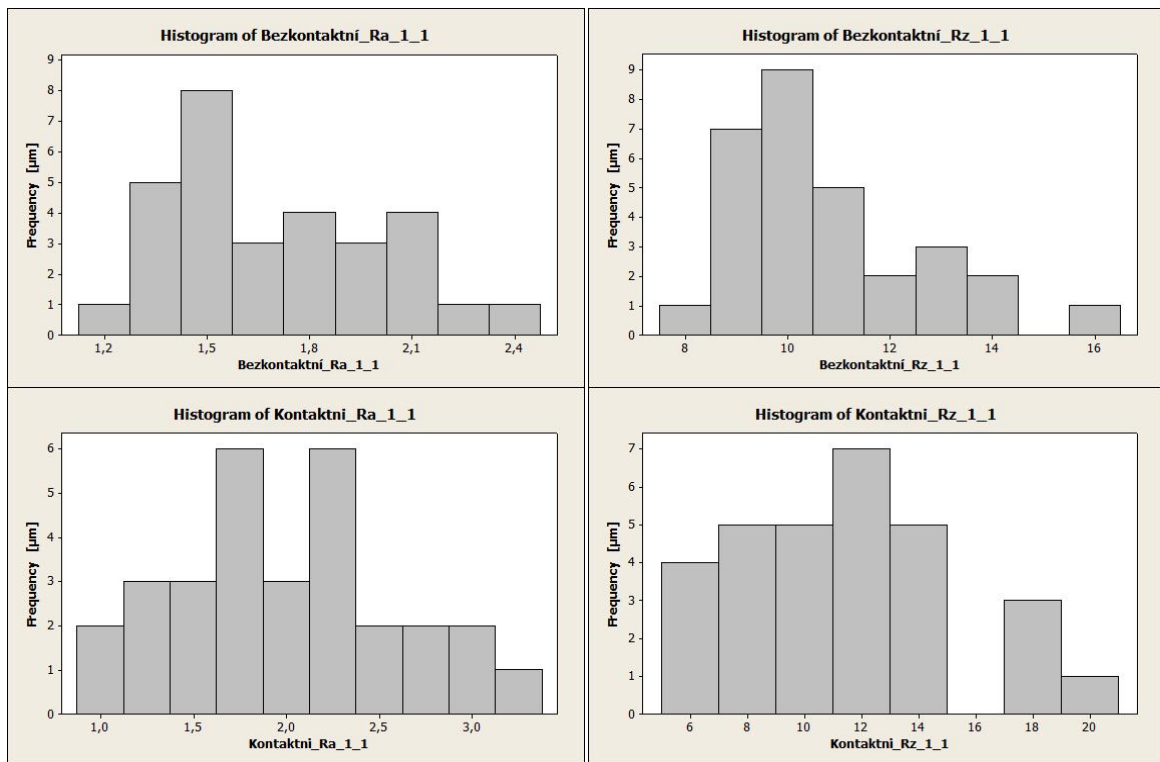
PVC_1_1	Ra [μm]	Rz [μm]	PVC_1_1	Ra [μm]	Rz [μm]
1	1,60	10,50	16	1,47	8,35
2	1,85	14,20	17	1,48	9,21
3	1,54	10,20	18	1,95	11,90
4	1,58	9,25	19	1,71	10,20
5	1,56	9,59	20	1,22	8,93
6	2,17	13,90	21	1,81	10,60
7	2,36	13,40	22	1,83	10,20
8	1,55	10,50	23	1,74	9,65
9	1,42	9,72	24	2,09	12,90
10	1,57	10,30	25	1,49	9,09
11	2,11	12,50	26	1,42	9,41
12	2,30	15,50	27	1,55	10,30
13	2,06	12,00	28	1,90	11,00
14	1,37	9,89	29	1,96	11,00
15	1,34	8,58	30	1,31	9,29



Obrázek 51. Rozptyl kontaktního a bezkontaktního měření PVC_1_1



Obrázek 52. Boxplotové diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u PVC_1_1



Obrázek 53. Histogramické diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u PVC_1_1

Tabulka 39. Výsledné hodnoty PVC_1_1

Měření	Aritmetický průměr [μm]	Nejistota měření [μm]	Směrodatná odchylka [μm]	Minimum [μm]	Q1 [μm]	Median [μm]	Q3 [μm]
Bezkontaktní_Ra_1_1	1,7	0,1	0,3	1,2	1,5	1,6	2,0
Bezkontaktní_Rz_1_1	10,7	0,3	1,8	8,4	9,4	10,3	11,9
Kontaktní_Ra_1_1	2,0	0,1	0,6	1,0	1,5	2,0	2,4
Kontaktní_Rz_1_1	11,5	0,7	3,7	5,8	8,8	11,5	14,3

Měření	Maximální hodnota [μm]	Variační rozpětí [μm]	Interkvartilové rozpětí [μm]	Šikmost [μm]	Špičatost [μm]
Bezkontaktní_Ra_1_1	2,4	1,1	0,5	0,5	-0,7
Bezkontaktní_Rz_1_1	15,5	7,2	2,5	1,1	0,5
Kontaktní_Ra_1_1	3,2	2,2	0,9	0,2	-0,7
Kontaktní_Rz_1_1	19,7	13,9	5,5	0,4	-0,4

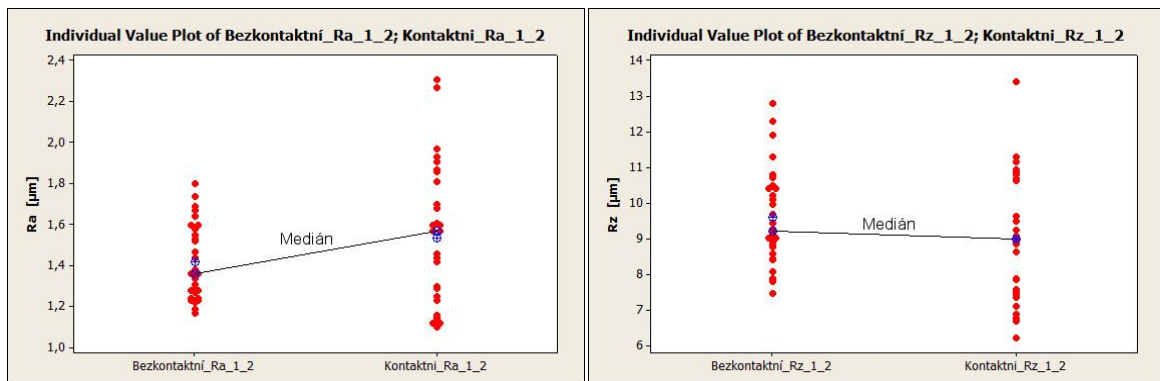
PVC_1_2

Tabulka 40. Naměřené hodnoty PVC_1_2 kontaktní metodou

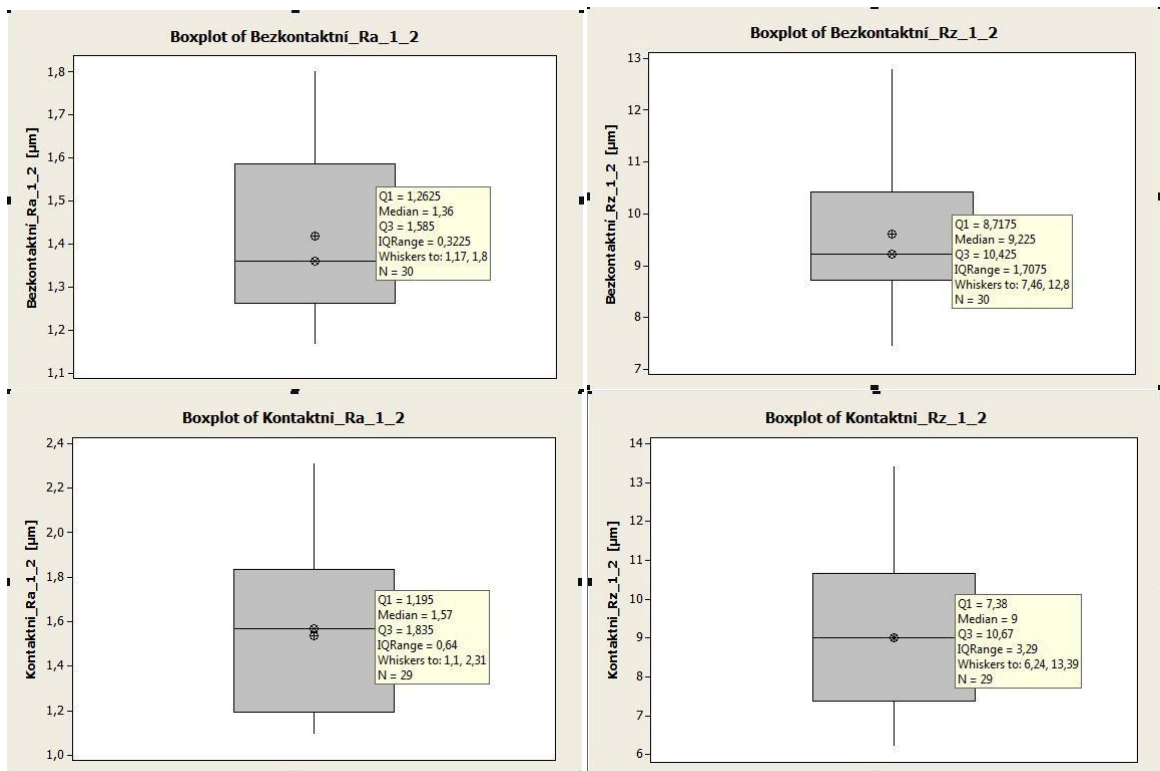
PVC_1_2	Ra [μm]	Rz [μm]	PVC_1_2	Ra [μm]	Rz [μm]
1	1,91	10,62	16	1,10	7,12
2	1,42	7,85	17	1,57	9,09
3	1,68	11,28	18	1,12	6,70
4	1,14	6,88	19	1,87	10,88
5	1,60	9,50	20	1,29	7,88
6	1,86	10,65	21	2,87	16,20
7	2,27	10,93	22	1,16	7,41
8	1,93	10,68	23	1,25	7,51
9	1,12	6,78	24	1,44	9,00
10	1,81	11,15	25	1,97	10,78
11	1,70	10,66	26	1,30	7,58
12	1,60	9,63	27	1,57	8,64
13	2,31	13,39	28	1,15	6,89
14	1,61	8,85	29	1,46	9,25
15	1,23	7,35	30	1,13	6,24

Tabulka 41. Naměřené hodnoty PVC_1_2 bezkontaktní metodou

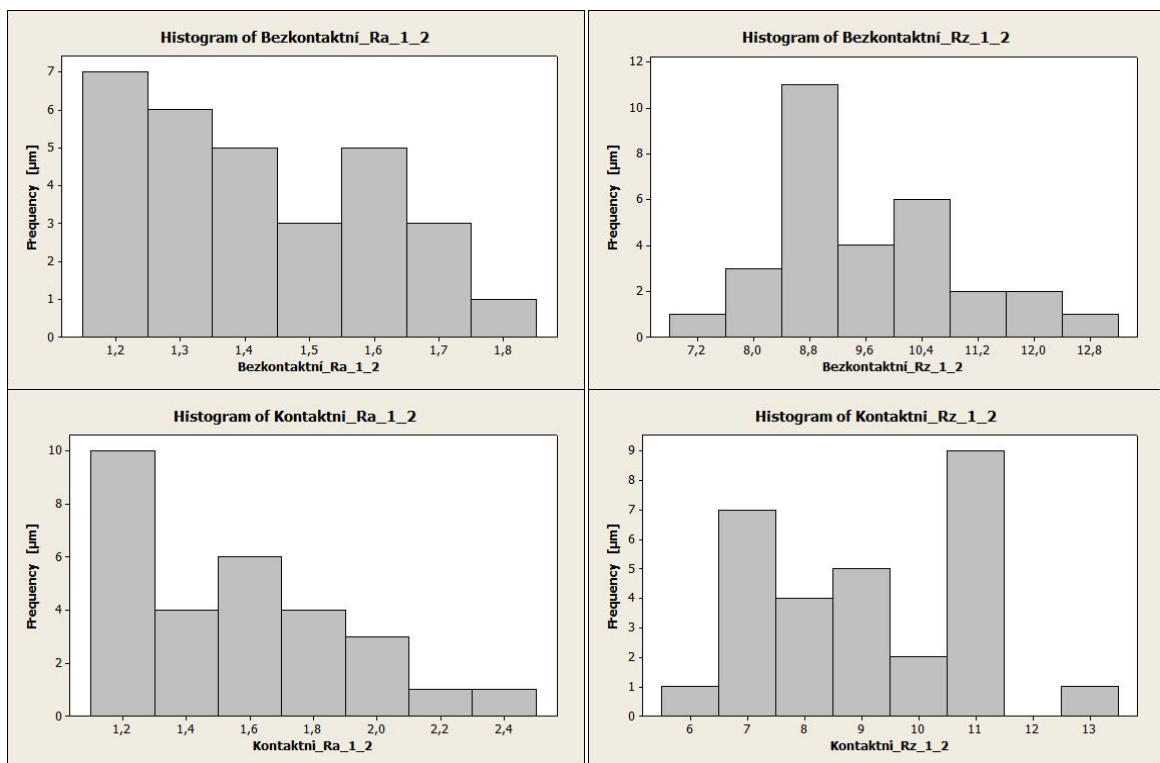
PVC_1_2	Ra [μm]	Rz [μm]	PVC_1_2	Ra [μm]	Rz [μm]
1	1,36	8,43	16	1,67	10,80
2	1,34	9,19	17	1,60	10,10
3	1,35	9,69	18	1,27	9,26
4	1,19	7,46	19	1,38	8,94
5	1,31	9,01	20	1,47	10,20
6	1,28	8,76	21	1,58	10,40
7	1,23	7,80	22	1,69	12,30
8	1,23	8,08	23	1,74	11,30
9	1,17	7,90	24	1,28	8,41
10	1,24	9,01	25	1,36	8,82
11	1,29	9,07	26	1,60	11,90
12	1,80	12,80	27	1,53	9,96
13	1,24	8,59	28	1,44	10,40
14	1,55	10,70	29	1,22	8,92
15	1,52	10,50	30	1,64	9,43



Obrázek 54. Rozptyl kontaktního a bezkontaktního měření PVC_1_2



Obrázek 55. Boxplotové diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u PVC_1_2



Obrázek 56. Histogramické diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u PVC_1_2

Tabulka 42. Výsledné hodnoty PVC_1_2

Měření	Aritmetický průměr [μm]	Nejistota měření [μm]	Směrodatná odchylka [μm]	Minimum [μm]	Q1 [μm]	Median [μm]	Q3 [μm]
Bezkontaktní_Ra_1_2	1,4	0,0	0,2	1,2	1,3	1,4	1,6
Bezkontaktní_Rz_1_2	9,6	0,2	1,3	7,5	8,7	9,2	10,4
Kontaktní_Ra_1_2	1,5	0,1	0,4	1,1	1,2	1,6	1,8
Kontaktní_Rz_1_2	9,0	0,3	1,8	6,2	7,4	9,0	10,7

Měření	Maximální hodnota [μm]	Variační rozpětí [μm]	Interkvartilové rozpětí [μm]	Šikmost [μm]	Špičatost [μm]
Bezkontaktní_Ra_1_2	1,8	0,6	0,3	0,5	-1,0
Bezkontaktní_Rz_1_2	12,8	5,3	1,7	0,7	0,0
Kontaktní_Ra_1_2	2,3	1,2	0,6	0,5	-0,5
Kontaktní_Rz_1_2	13,4	7,2	3,3	0,4	-0,7

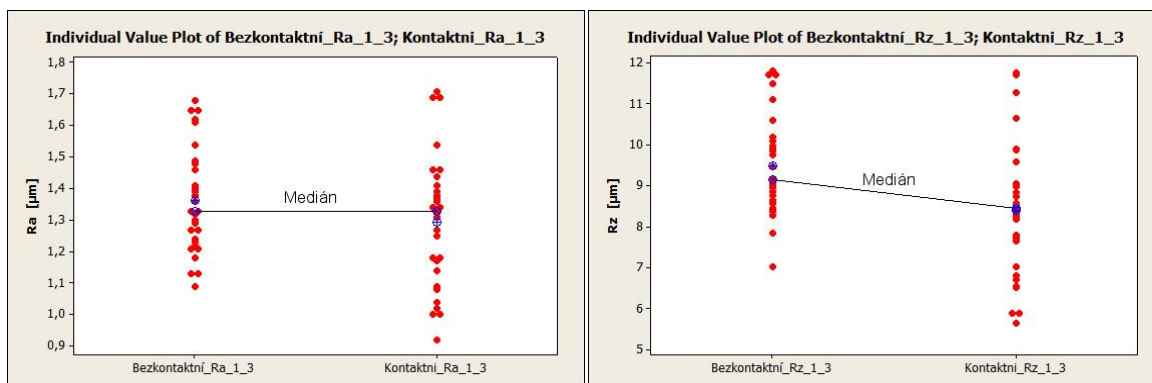
PVC_1_3

Tabulka 43. Naměřené hodnoty PVC_1_3 kontaktní metodou

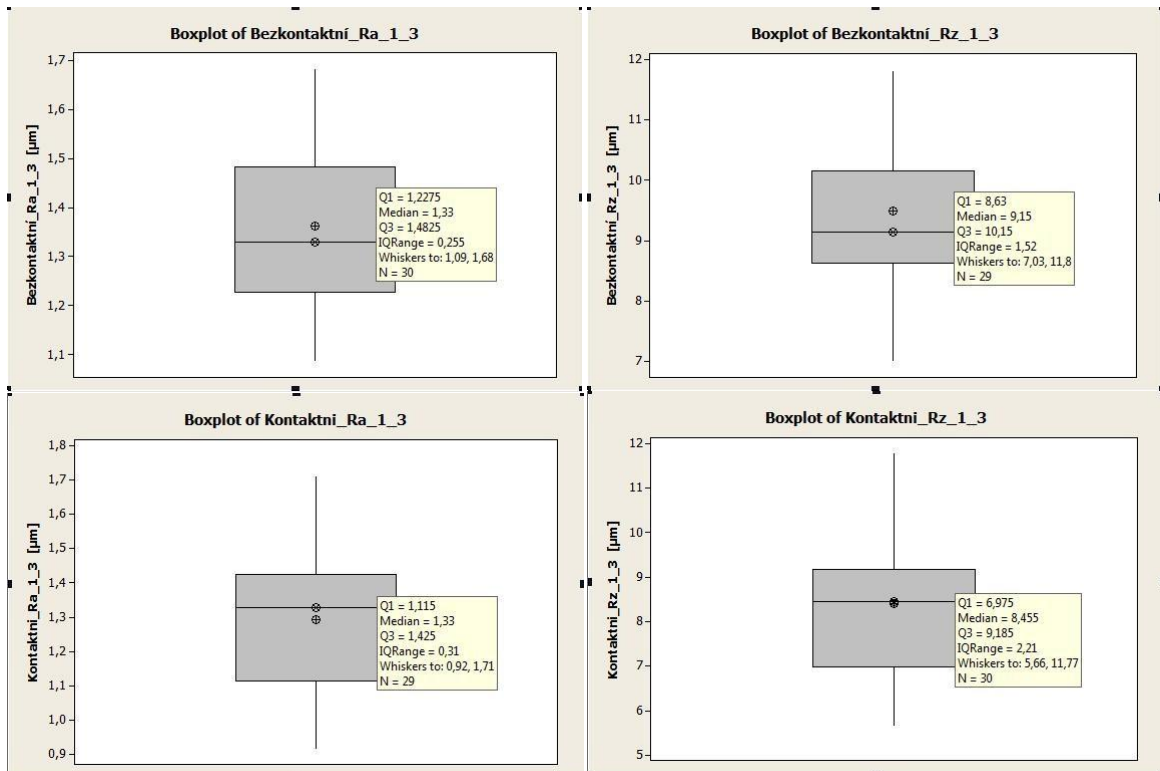
PVC_1_3	Ra [μm]	Rz [μm]	PVC_1_3	Ra [μm]	Rz [μm]
1	1,41	8,56	16	1,18	8,83
2	1,36	8,52	17	1,46	8,73
3	1,00	5,90	18	1,33	9,05
4	1,25	8,45	19	1,18	7,66
5	1,34	8,49	20	1,39	7,81
6	1,69	11,77	21	1,00	5,66
7	1,37	8,26	22	1,54	9,91
8	1,31	7,73	23	1,02	6,51
9	1,09	6,71	24	1,08	7,03
10	1,46	8,46	25	1,71	11,27
11	1,14	6,81	26	1,44	9,59
12	1,69	10,64	27	1,34	8,32
13	1,04	6,54	28	1,27	8,97
14	1,38	9,88	29	2,02	11,72
15	0,92	5,90	30	1,17	8,19

Tabulka 44. Naměřené hodnoty PVC_1_3 bezkontaktní metodou

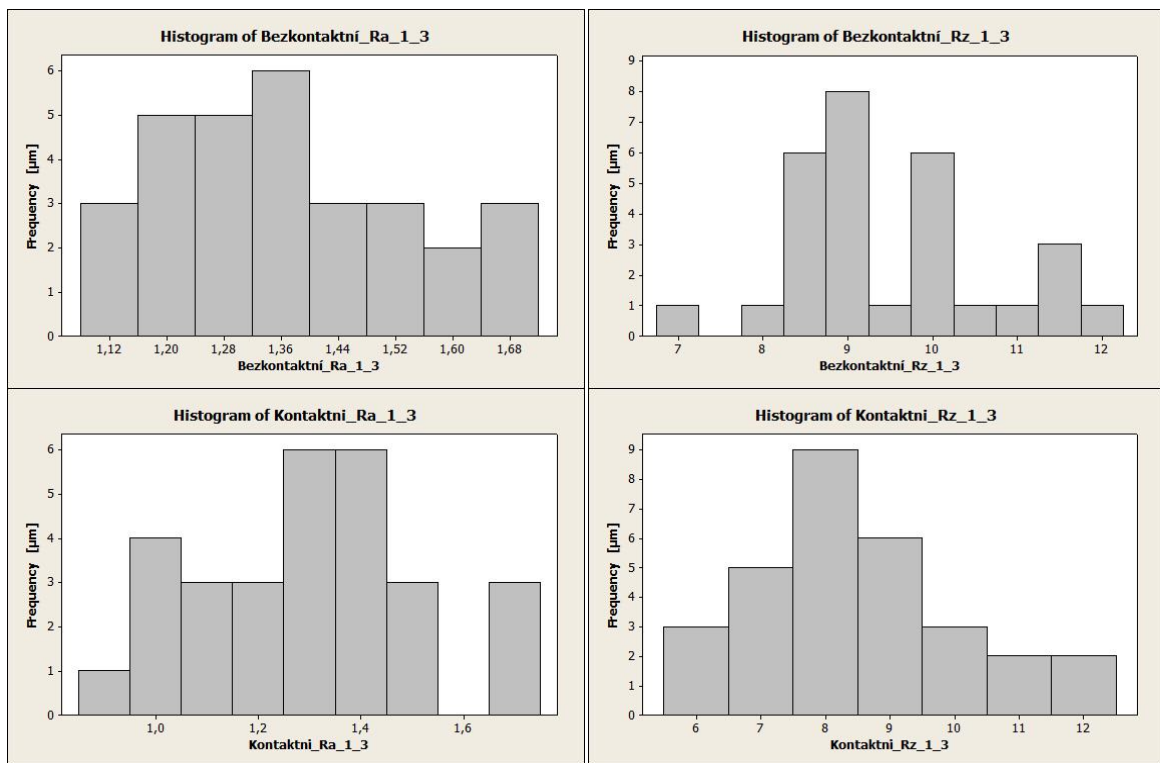
PVC_1_3	Ra [μm]	Rz [μm]	PVC_1_3	Ra [μm]	Rz [μm]
1	1,30	8,86	16	1,36	9,16
2	1,13	8,44	17	1,39	8,95
3	1,21	8,27	18	1,41	10,10
4	1,65	10,60	19	1,46	8,98
5	1,40	8,62	20	1,27	9,09
6	1,24	9,85	21	1,09	7,85
7	1,13	7,03	22	1,21	8,37
8	1,33	9,05	23	1,62	11,10
9	1,29	9,46	24	1,23	8,64
10	1,38	8,77	25	1,22	8,58
11	1,68	11,70	26	1,18	6,21
12	1,27	9,15	27	1,54	11,50
13	1,61	11,80	28	1,65	11,70
14	1,32	9,90	29	1,48	9,98
15	1,33	10,20	30	1,49	9,75



Obrázek 57. Rozptyl kontaktního a bezkontaktního měření PVC_1_3



Obrázek 58. Boxplotové diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u PVC_1_3



Obrázek 59. Histogramické diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u PVC_1_3

Tabulka 45. Výsledné hodnoty PVC_1_3

Měření	Aritmetický průměr [μm]	Nejistota měření [μm]	Směrodatná odchylka [μm]	Minimum [μm]	Q1 [μm]	Median [μm]	Q3 [μm]
Bezkontaktní_Ra_1_3	1,4	0,0	0,2	1,1	1,2	1,3	1,5
Bezkontaktní_Rz_1_3	9,5	0,2	1,2	7,0	8,6	9,2	10,2
Kontaktní_Ra_1_3	1,3	0,0	0,2	0,9	1,1	1,3	1,4
Kontaktní_Rz_1_3	8,4	0,3	1,6	5,7	7,0	8,5	9,2

Měření	Maximální hodnota [μm]	Variační rozpětí [μm]	Interkvartilové rozpětí [μm]	Šikmost [μm]	Špičatost [μm]
Bezkontaktní_Ra_1_3	1,7	0,6	0,3	0,4	-0,7
Bezkontaktní_Rz_1_3	11,8	4,8	1,5	0,4	-0,3
Kontaktní_Ra_1_3	1,7	0,8	0,3	0,2	-0,5
Kontaktní_Rz_1_3	11,8	6,1	2,2	0,4	-0,2

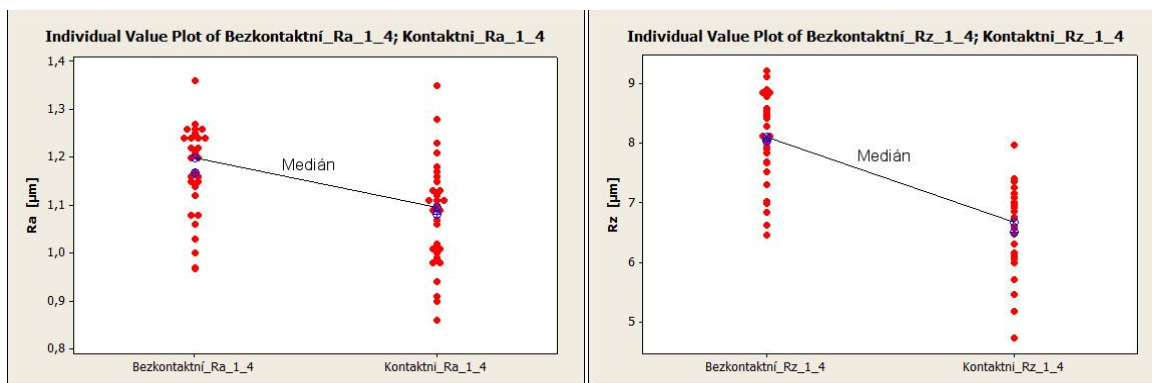
PVC_1_4

Tabulka 46. Naměřené hodnoty PVC_1_4 kontaktní metodou

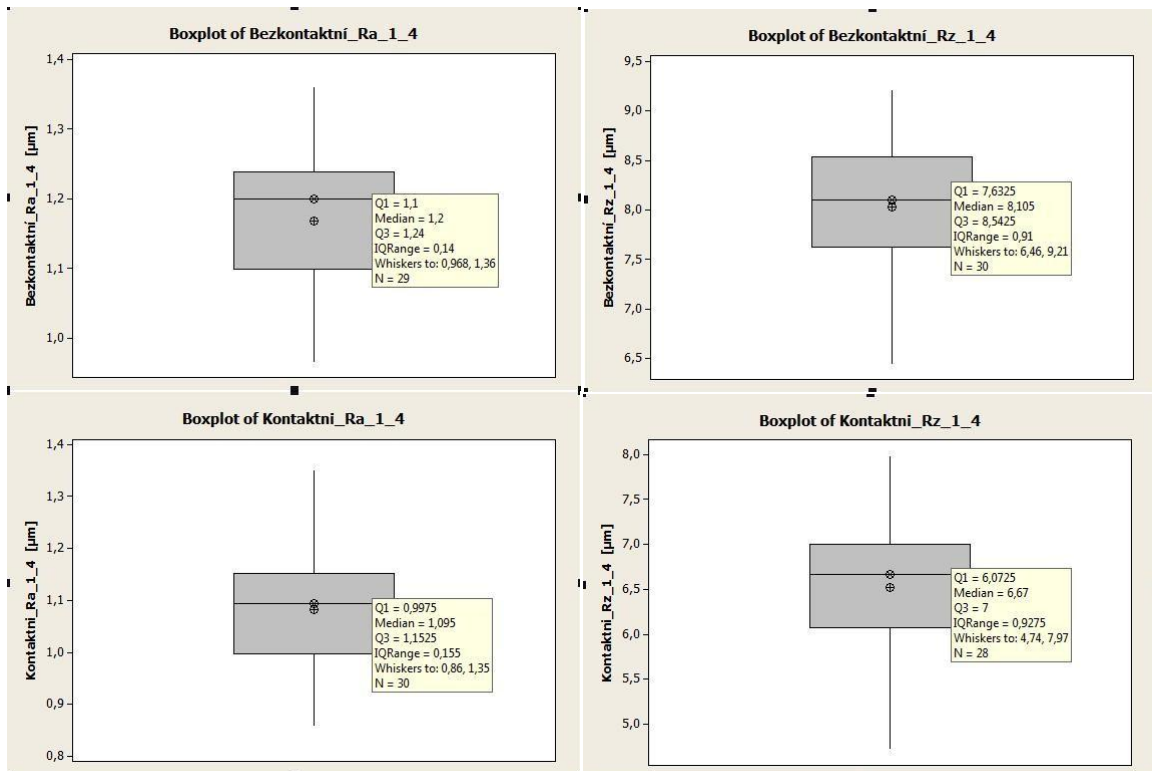
PVC_1_4	Ra [μm]	Rz [μm]	PVC_1_4	Ra [μm]	Rz [μm]
1	1,23	7,40	16	1,07	6,32
2	1,13	7,01	17	1,13	7,97
3	1,11	6,48	18	0,91	5,18
4	0,99	6,74	19	1,17	7,26
5	1,35	8,72	20	1,06	6,58
6	1,09	7,16	21	0,90	5,72
7	0,86	4,74	22	1,12	6,76
8	0,98	6,11	23	1,28	11,36
9	0,94	5,47	24	1,16	6,95
10	0,98	5,71	25	1,11	6,93
11	1,21	6,75	26	1,11	6,97
12	1,09	6,86	27	1,10	6,06
13	1,01	6,17	28	1,01	6,00
14	1,00	6,60	29	1,02	6,14
15	1,18	7,36	30	1,15	7,09

Tabulka 47. Naměřené hodnoty PVC_1_4 bezkontaktní metodou

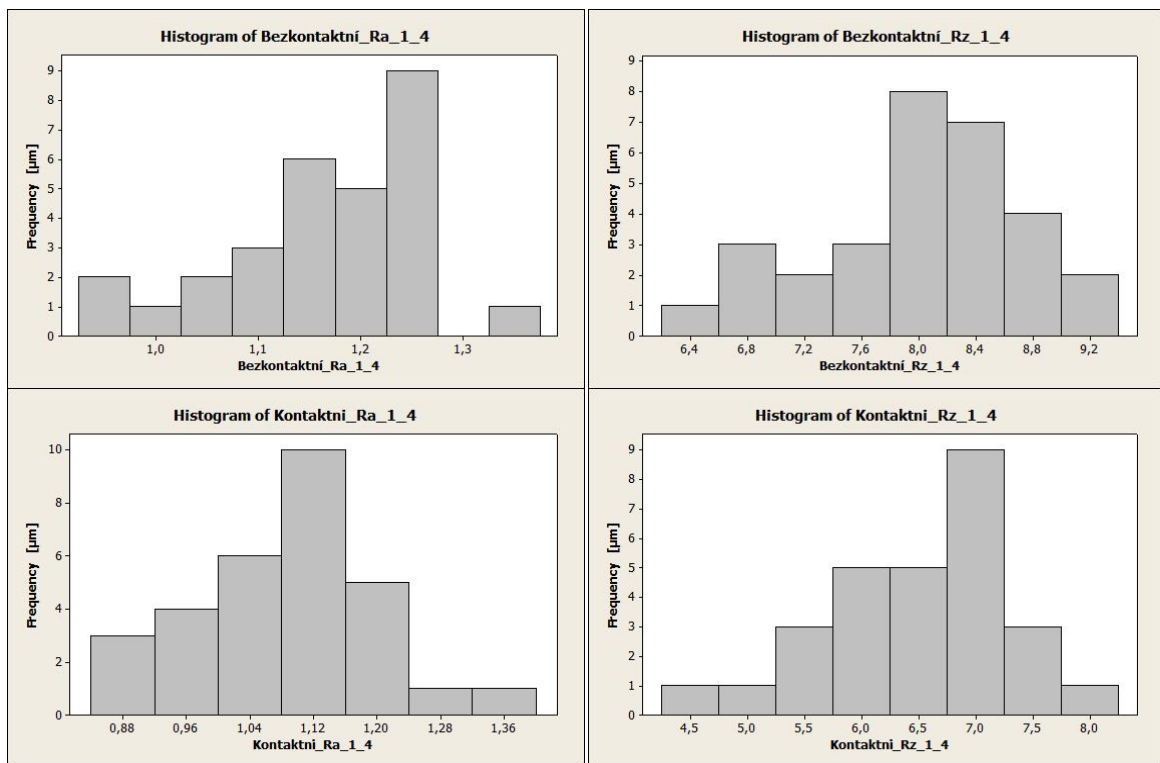
PVC_1_4	Ra [μm]	Rz [μm]	PVC_1_4	Ra [μm]	Rz [μm]
1	1,16	8,12	16	1,15	8,00
2	1,24	8,09	17	1,17	8,85
3	1,24	8,41	18	1,21	8,89
4	1,26	8,43	19	0,97	6,46
5	1,12	7,31	20	0,97	6,62
6	1,06	6,84	21	1,00	6,99
7	1,26	8,42	22	1,24	7,84
8	1,03	7,03	23	1,45	9,21
9	1,08	8,53	24	1,20	8,78
10	1,24	7,93	25	1,16	7,52
11	1,25	8,85	26	1,15	7,68
12	1,36	9,11	27	1,20	8,12
13	1,22	7,90	28	1,27	8,29
14	1,22	8,48	29	1,26	7,67
15	1,14	8,04	30	1,08	8,58



Obrázek 60. Rozptyl kontaktního a bezkontaktního měření PVC_1_4



Obrázek 61. Boxplotové diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u PVC_1_4



Obrázek 62. Histogramické diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u PVC_1_4

Tabulka 48. Výsledné hodnoty PVC_1_4

Měření	Aritmetický průměr [μm]	Nejistota měření [μm]	Směrodatná odchylka [μm]	Minimum [μm]	Q1 [μm]	Median [μm]	Q3 [μm]
Bezkontaktní_Ra_1_4	1,2	0,0	0,1	1,0	1,1	1,2	1,2
Bezkontaktní_Rz_1_4	8,0	0,1	0,7	6,5	7,6	8,1	8,5
Kontaktní_Ra_1_4	1,1	0,0	0,1	0,9	1,0	1,1	1,2
Kontaktní_Rz_1_4	6,5	0,1	0,7	4,7	6,1	6,7	7,0

Měření	Maximální hodnota [μm]	Variační rozpětí [μm]	Interkvartilové rozpětí [μm]	Šikmost [μm]	Špičatost [μm]
Bezkontaktní_Ra_1_4	1,4	0,4	0,1	-0,6	-0,2
Bezkontaktní_Rz_1_4	9,2	2,8	0,9	-0,5	-0,4
Kontaktní_Ra_1_4	1,4	0,5	0,2	0,2	0,0
Kontaktní_Rz_1_4	8,0	3,2	0,9	-0,5	0,2

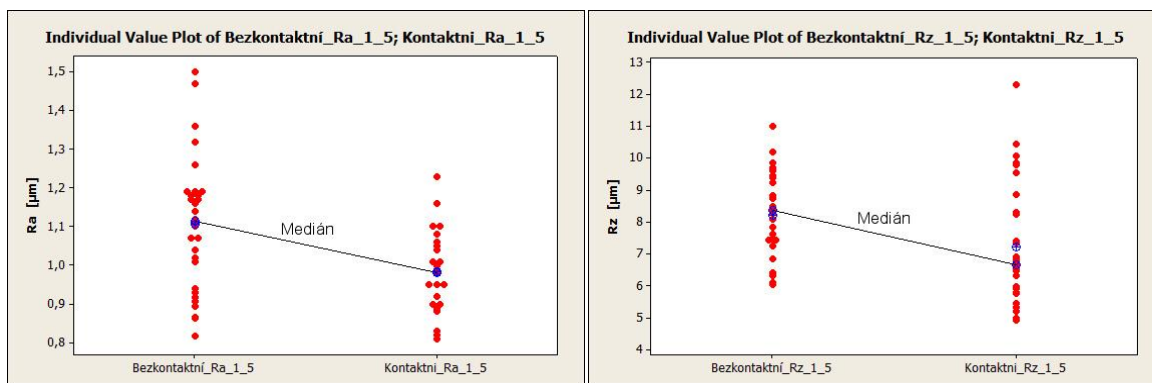
PVC_1_5

Tabulka 49. Naměřené hodnoty PVC_1_5 kontaktní metodou

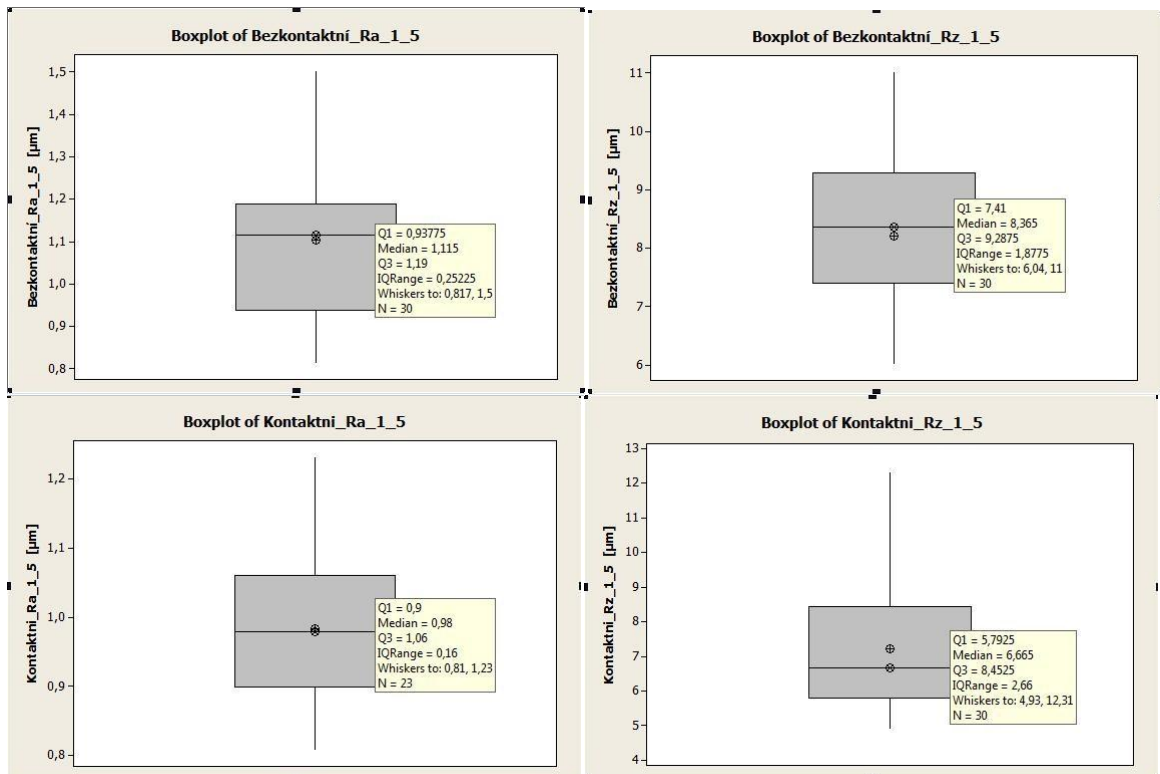
PVC_1_5	Ra [μm]	Rz [μm]	PVC_1_5	Ra [μm]	Rz [μm]
1	0,98	6,61	16	1,10	6,68
2	0,95	7,41	17	1,08	5,93
3	2,20	12,31	18	1,04	6,59
4	0,88	5,23	19	1,61	9,79
5	1,16	7,35	20	0,90	5,99
6	1,06	6,92	21	1,01	6,65
7	0,92	5,80	22	0,89	5,35
8	1,00	6,85	23	1,50	9,87
9	1,56	8,88	24	1,10	8,31
10	1,51	9,54	25	1,71	10,46
11	0,95	6,48	26	1,05	6,34
12	1,23	8,25	27	0,95	5,77
13	1,99	10,09	28	0,83	5,47
14	0,81	4,96	29	1,01	6,77
15	0,90	5,01	30	0,82	4,93

Tabulka 50. Naměřené hodnoty PVC_1_5 bezkontaktní metodou

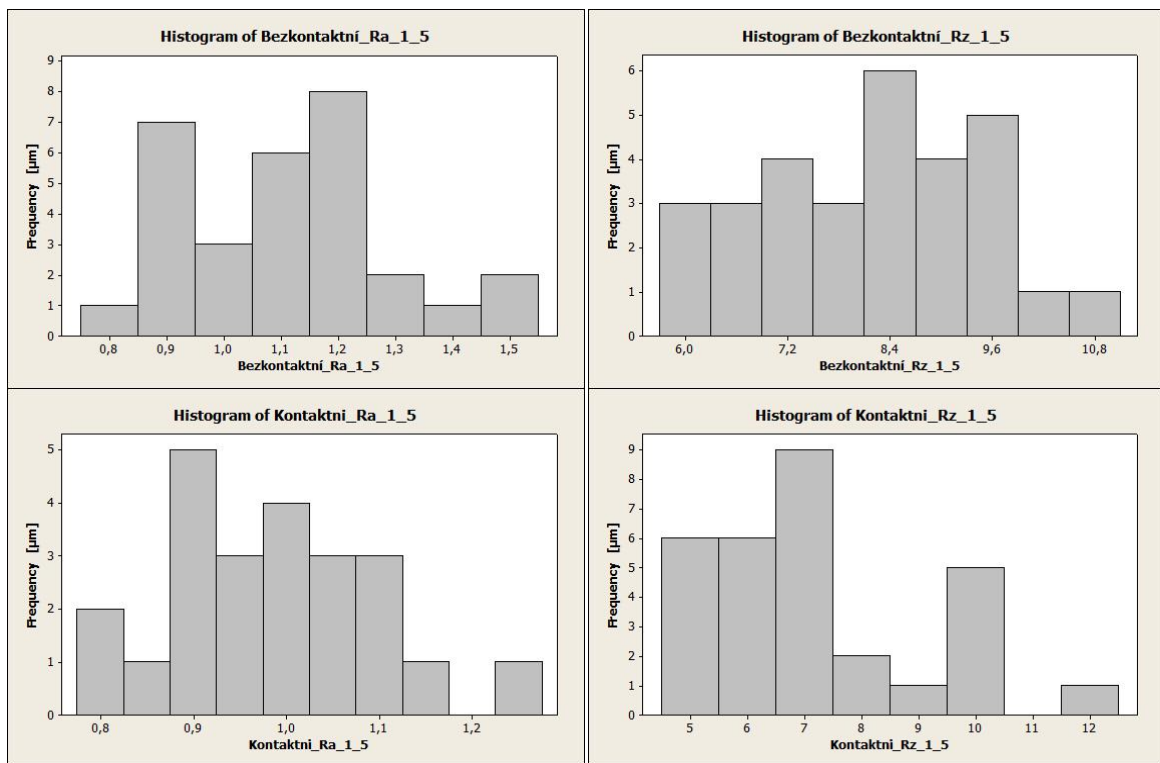
PVC_1_5	Ra [μm]	Rz [μm]	PVC_1_5	Ra [μm]	Rz [μm]
1	1,07	7,26	16	0,94	7,46
2	1,14	8,74	17	0,89	6,42
3	1,17	7,85	18	1,47	9,87
4	1,19	9,25	19	1,50	9,46
5	1,32	11,00	20	1,16	7,64
6	1,26	9,40	21	1,12	8,49
7	1,01	8,38	22	0,87	6,34
8	1,19	9,63	23	1,19	8,29
9	0,92	6,86	24	1,18	10,20
10	1,18	9,72	25	1,04	7,49
11	1,17	8,41	26	1,07	8,48
12	1,02	8,09	27	0,93	7,46
13	1,10	8,35	28	1,36	8,83
14	0,86	6,07	29	0,91	6,04
15	0,82	6,12	30	1,11	8,85



Obrázek 63. Rozptyl kontaktního a bezkontaktního měření PVC_1_5



Obrázek 64. Boxplotové diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u PVC_1_5



Obrázek 65. Histogramické diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u PVC_1_5

Tabulka 51. Výsledné hodnoty PVC_1_5

Měření	Aritmetický průměr [μm]	Nejistota měření [μm]	Směrodatná odchylka [μm]	Minimum [μm]	Q1 [μm]	Median [μm]	Q3 [μm]
Bezkontaktní_Ra_1_5	1,1	0,0	0,2	0,8	0,9	1,1	1,2
Bezkontaktní_Rz_1_5	8,2	0,2	1,3	6,0	7,4	8,4	9,3
Kontaktní_Ra_1_5	1,0	0,0	0,1	0,8	0,9	1,0	1,1
Kontaktní_Rz_1_5	7,2	0,3	1,9	4,9	5,8	6,7	8,5

Měření	Maximální hodnota [μm]	Variační rozpětí [μm]	Interkvartilové rozpětí [μm]	Šikmost [μm]	Špičatost [μm]
Bezkontaktní_Ra_1_5	1,5	0,7	0,3	0,4	-0,1
Bezkontaktní_Rz_1_5	11,0	5,0	1,9	0,0	-0,6
Kontaktní_Ra_1_5	1,2	0,4	0,2	0,3	-0,3
Kontaktní_Rz_1_5	12,3	7,4	2,7	1,0	0,3

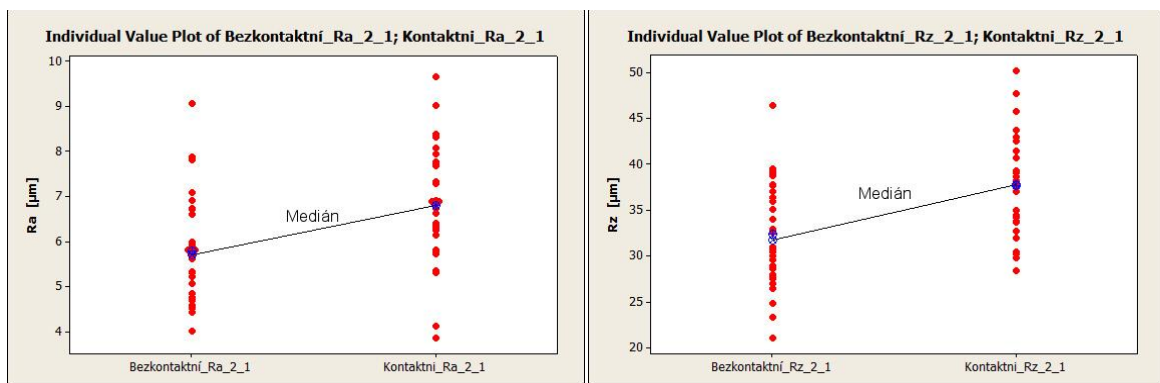
PVC_2_1

Tabulka 52. Naměřené hodnoty PVC_2_1 kontaktní metodou

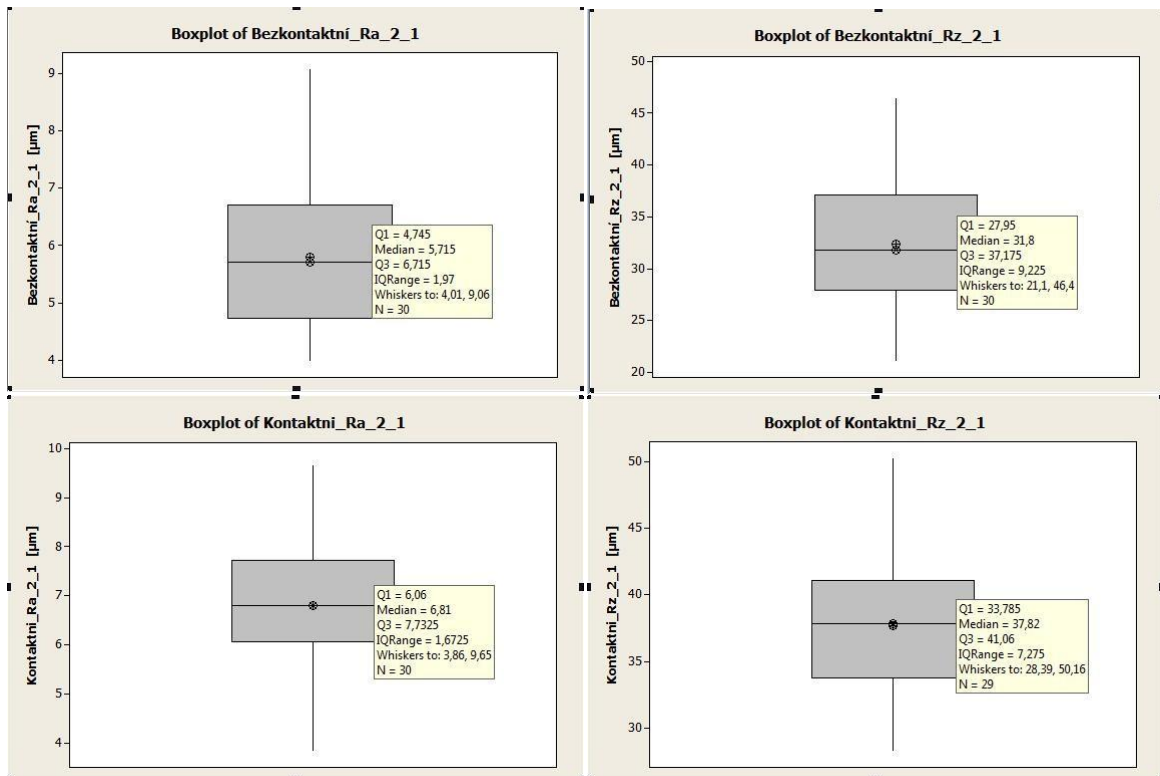
PVC_2_1	Ra [μm]	Rz [μm]	PVC_2_1	Ra [μm]	Rz [μm]
1	6,88	33,84	16	5,31	28,39
2	6,90	38,65	17	4,12	29,83
3	5,73	30,23	18	9,01	50,16
4	5,36	30,42	19	6,92	39,07
5	8,31	42,92	20	6,38	34,41
6	6,31	37,07	21	7,29	42,55
7	6,25	35,03	22	6,90	33,73
8	7,77	37,74	23	8,07	45,74
9	3,86	22,19	24	7,68	40,67
10	8,38	43,66	25	7,33	37,95
11	6,14	37,82	26	7,72	41,45
12	5,75	32,76	27	6,40	39,30
13	9,65	47,73	28	5,82	31,93
14	7,94	37,48	29	6,62	39,08
15	6,32	38,22	30	6,74	34,28

Tabulka 53. Naměřené hodnoty PVC_2_1 bezkontaktní metodou

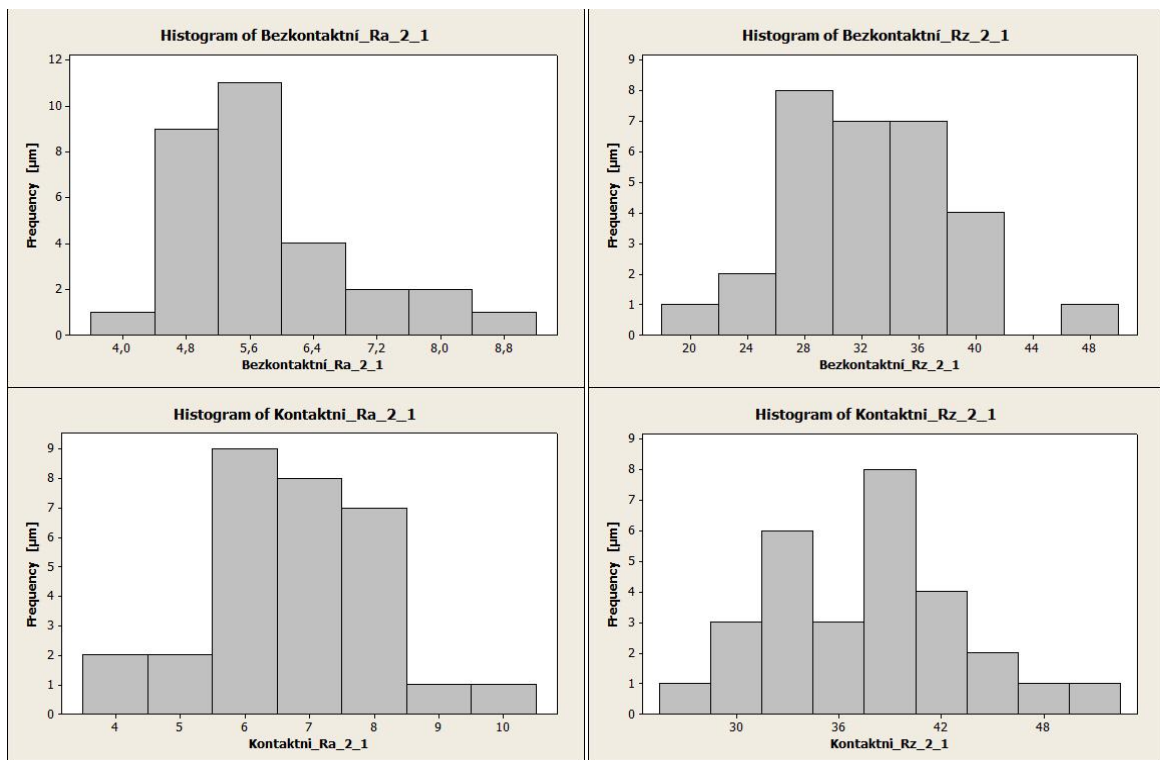
PVC_2_1	Ra [μm]	Rz [μm]	PVC_2_1	Ra [μm]	Rz [μm]
1	5,99	34,00	16	4,52	24,80
2	6,74	39,40	17	5,74	28,90
3	5,33	36,40	18	5,82	36,00
4	7,87	37,70	19	4,70	27,00
5	9,06	46,40	20	4,86	27,60
6	5,92	30,50	21	5,69	39,10
7	5,23	31,00	22	4,56	27,80
8	5,31	28,60	23	6,73	37,80
9	4,01	21,10	24	7,08	39,50
10	5,61	32,60	25	5,08	29,60
11	6,91	37,00	26	7,82	35,10
12	5,93	30,00	27	4,43	23,30
13	4,57	32,70	28	4,58	26,50
14	5,82	30,70	29	4,76	28,00
15	6,71	32,90	30	6,60	38,80



Obrázek 66. Rozptyl kontaktního a bezkontaktního měření PVC_2_1



Obrázek 67. Boxplotové diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u PVC_2_1



Obrázek 68. Histogramické diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u PVC_2_1

Tabulka 54. Výsledné hodnoty PVC_2_1

Měření	Aritmetický průměr [μm]	Nejistota měření [μm]	Směrodatná odchylka [μm]	Minimum [μm]	Q1 [μm]	Median [μm]	Q3 [μm]
Bezkontaktní_Ra_2_1	5,8	0,2	1,2	4,0	4,7	5,7	6,7
Bezkontaktní_Rz_2_1	32,4	1,0	5,7	21,1	28,0	31,8	37,2
Kontaktní_Ra_2_1	6,8	0,2	1,3	3,9	6,1	6,8	7,7
Kontaktní_Rz_2_1	37,7	1,0	5,4	28,4	33,8	37,8	41,1

Měření	Maximální hodnota [μm]	Variační rozpětí [μm]	Interkvartilové rozpětí [μm]	Šikmost [μm]	Špičatost [μm]
Bezkontaktní_Ra_2_1	9,1	5,1	2,0	0,8	0,5
Bezkontaktní_Rz_2_1	46,4	25,3	9,2	0,2	-0,1
Kontaktní_Ra_2_1	9,7	5,8	1,7	-0,1	0,4
Kontaktní_Rz_2_1	50,2	21,8	7,3	0,4	-0,1

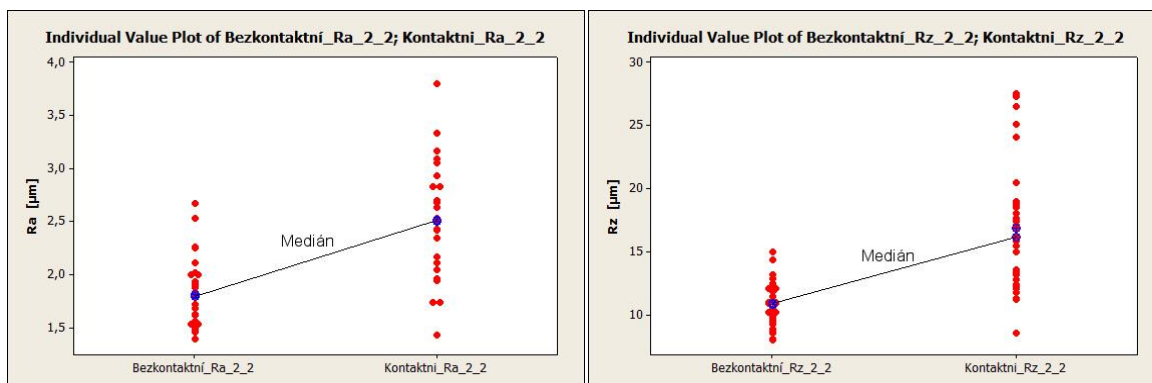
PVC_2_2

Tabulka 55. Naměřené hodnoty PVC_2_2 kontaktní metodou

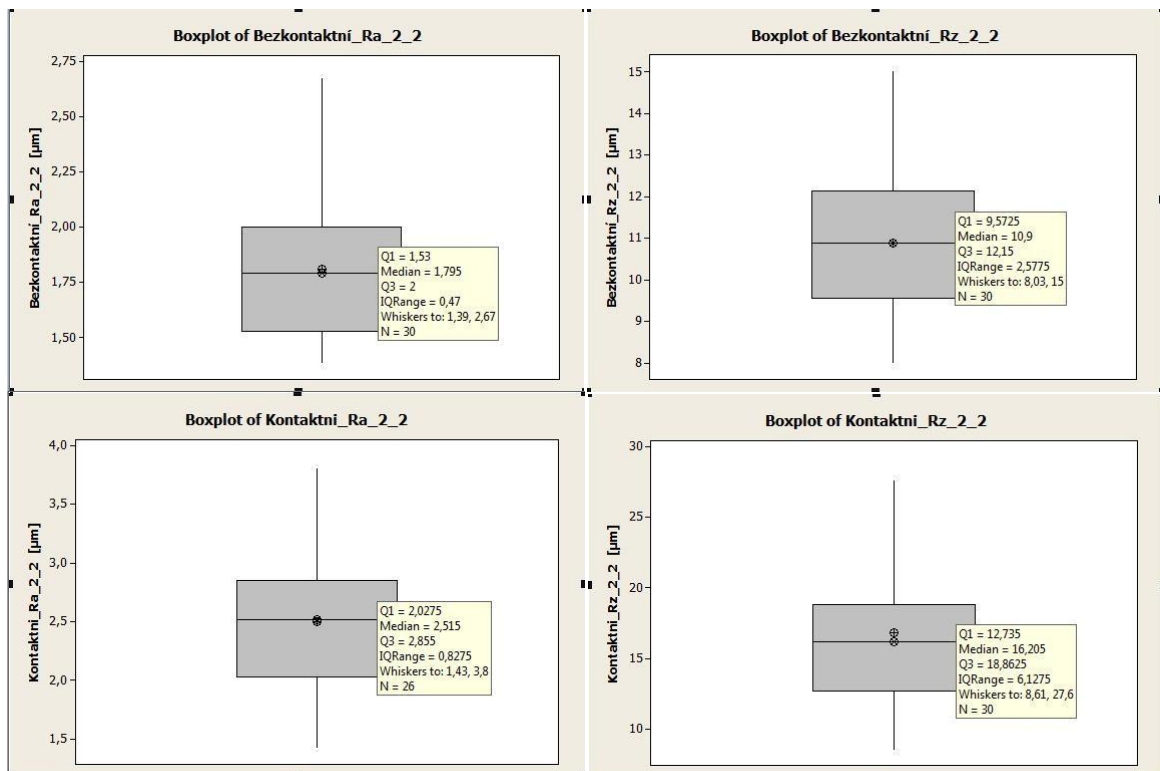
PVC_2_2	Ra [μm]	Rz [μm]	PVC_2_2	Ra [μm]	Rz [μm]
1	2,93	19,05	16	1,43	8,61
2	2,70	15,85	17	1,94	12,12
3	3,09	17,72	18	2,34	13,60
4	4,64	26,55	19	2,63	16,88
5	1,95	13,23	20	3,05	20,53
6	2,83	16,22	21	2,53	17,48
7	2,05	11,79	22	1,74	11,28
8	4,96	27,31	23	2,69	18,57
9	2,50	15,50	24	3,80	24,13
10	3,33	18,05	25	4,84	25,15
11	2,43	12,20	26	1,74	11,31
12	2,42	15,02	27	1,96	12,83
13	2,17	13,42	28	3,16	18,80
14	5,06	27,60	29	2,11	12,45
15	2,68	17,10	30	2,83	16,19

Tabulka 56. Naměřené hodnoty PVC_2_2 bezkontaktní metodou

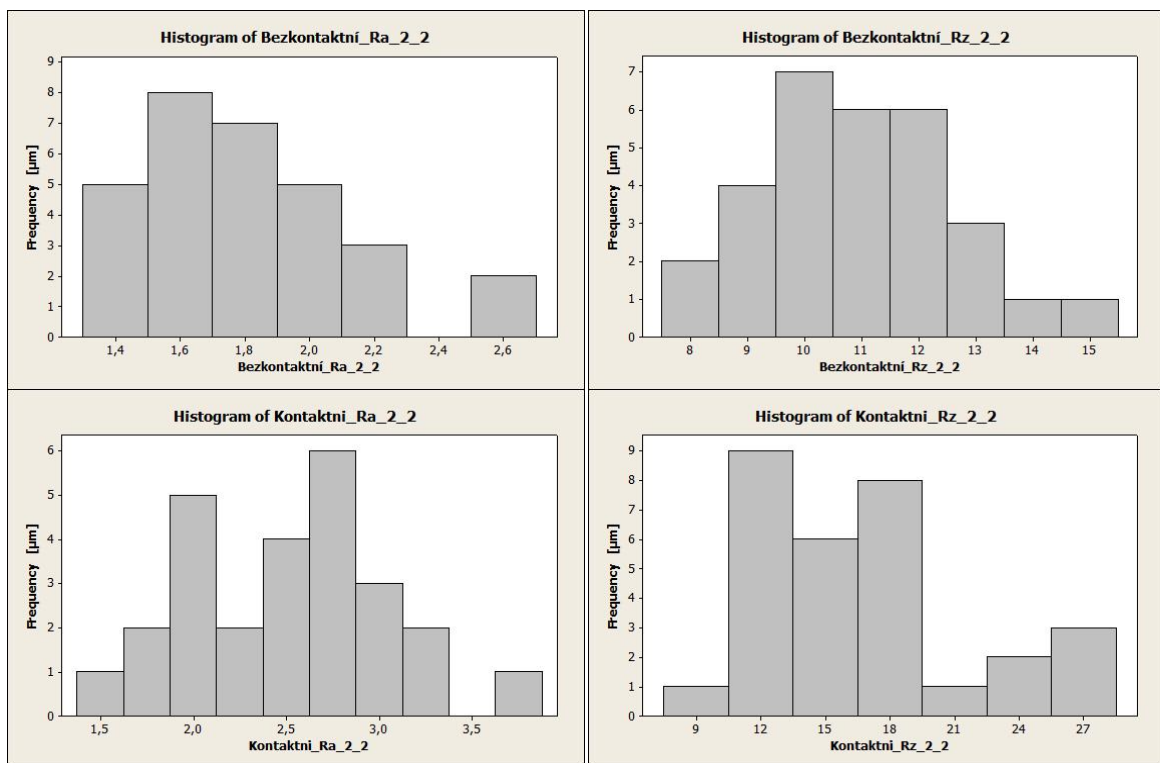
PVC_2_2	Ra [μm]	Rz [μm]	PVC_2_2	Ra [μm]	Rz [μm]
1	2,53	15,00	16	1,48	10,20
2	1,80	10,90	17	2,02	11,00
3	2,11	11,90	18	1,93	11,50
4	1,92	11,20	19	1,56	10,50
5	2,00	12,10	20	1,89	10,90
6	1,53	10,20	21	2,26	12,50
7	1,39	8,14	22	1,63	9,58
8	1,51	8,64	23	1,62	8,90
9	2,67	13,20	24	1,53	8,61
10	1,46	11,00	25	1,82	9,59
11	1,79	12,30	26	1,47	8,03
12	1,54	9,55	27	1,72	12,40
13	1,83	12,90	28	2,00	12,10
14	1,88	10,40	29	1,68	9,27
15	1,49	9,80	30	2,25	14,40



Obrázek 69. Rozptyl kontaktního a bezkontaktního měření PVC_2_2



Obrázek 70. Boxplotové diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u PVC_2_2



Obrázek 71. Histogramické diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u PVC_2_2

Tabulka 57. Výsledné hodnoty PVC_2_2

Měření	Aritmetický průměr [μm]	Nejistota měření [μm]	Směrodatná odchylka [μm]	Minimum [μm]	Q1 [μm]	Median [μm]	Q3 [μm]
Bezkontaktní_Ra_2_2	1,8	0,1	0,3	1,4	1,5	1,8	2,0
Bezkontaktní_Rz_2_2	10,9	0,3	1,8	8,0	9,6	10,9	12,2
Kontaktní_Ra_2_2	2,5	0,1	0,6	1,4	2,0	2,5	2,9
Kontaktní_Rz_2_2	16,9	0,9	5,1	8,6	12,7	16,2	18,9

Měření	Maximální hodnota [μm]	Variační rozpětí [μm]	Interkvartilové rozpětí [μm]	Šikmost [μm]	Špičatost [μm]
Bezkontaktní_Ra_2_2	2,7	1,3	0,5	1,0	0,7
Bezkontaktní_Rz_2_2	15,0	7,0	2,6	0,4	-0,2
Kontaktní_Ra_2_2	3,8	2,4	0,8	0,2	-0,1
Kontaktní_Rz_2_2	27,6	19,0	6,1	0,8	-0,1

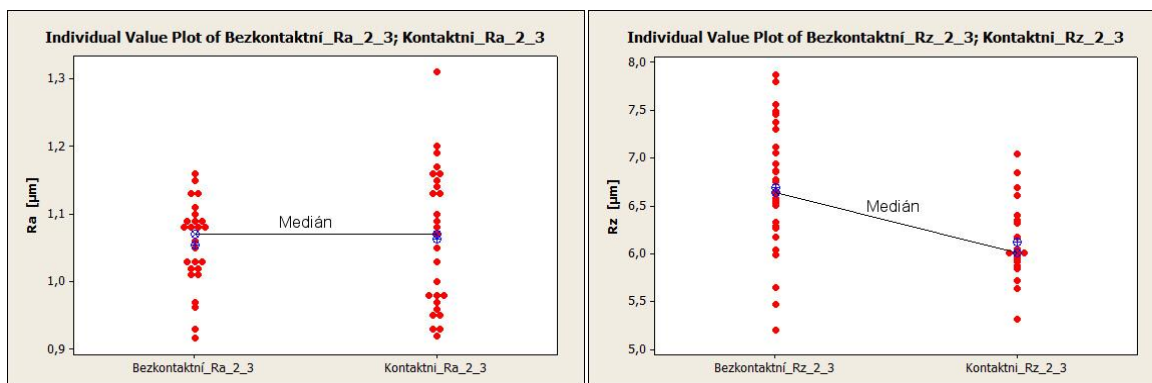
PVC_2_3

Tabulka 58. Naměřené hodnoty PVC_2_3 kontaktní metodou

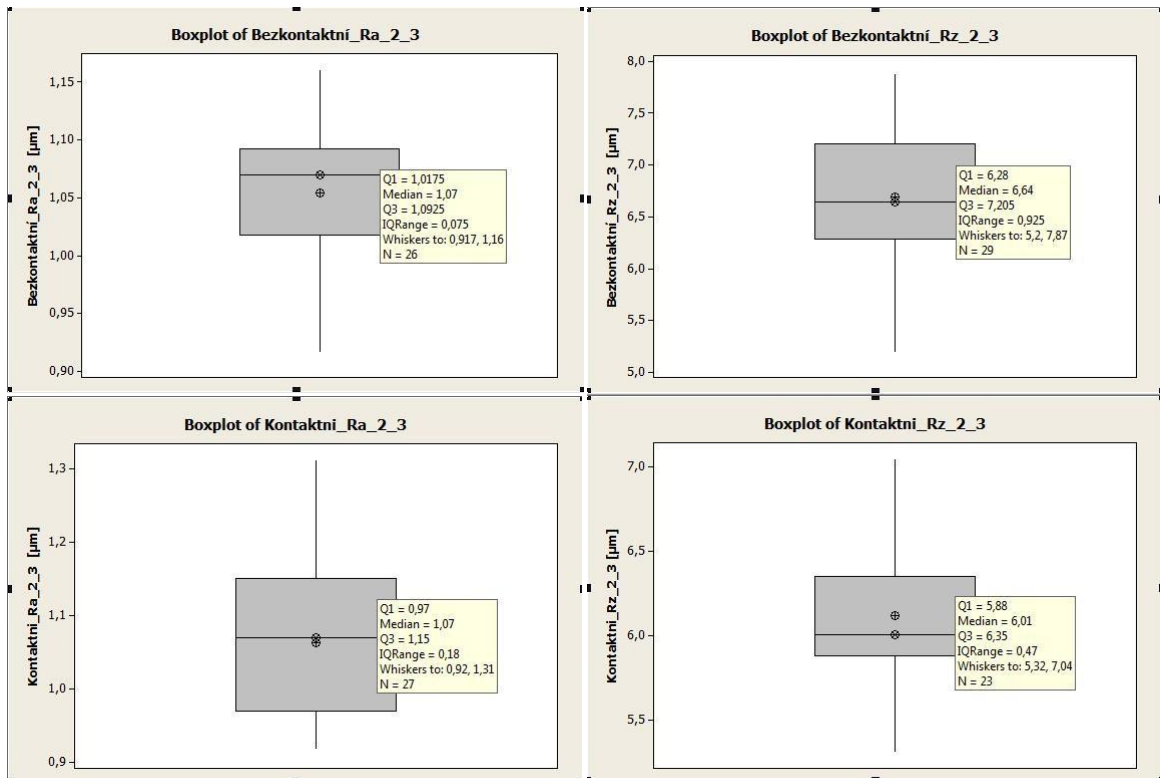
PVC_2_3	Ra [μm]	Rz [μm]	PVC_2_3	Ra [μm]	Rz [μm]
1	0,97	6,40	16	1,31	8,55
2	0,98	5,86	17	0,98	5,72
3	1,09	5,96	18	0,92	5,93
4	1,05	6,35	19	1,17	6,00
5	0,96	5,04	20	1,16	6,01
6	1,03	5,32	21	1,13	5,88
7	1,45	7,85	22	1,20	7,04
8	1,00	6,18	23	1,15	5,92
9	1,14	6,17	24	0,93	6,69
10	0,95	5,64	25	0,93	4,78
11	1,19	6,32	26	1,13	6,85
12	1,66	9,71	27	1,16	6,01
13	1,60	7,97	28	0,98	5,84
14	1,10	6,61	29	0,95	4,90
15	1,08	6,01	30	1,07	6,05

Tabulka 59. Naměřené hodnoty PVC_2_3 bezkontaktní metodou

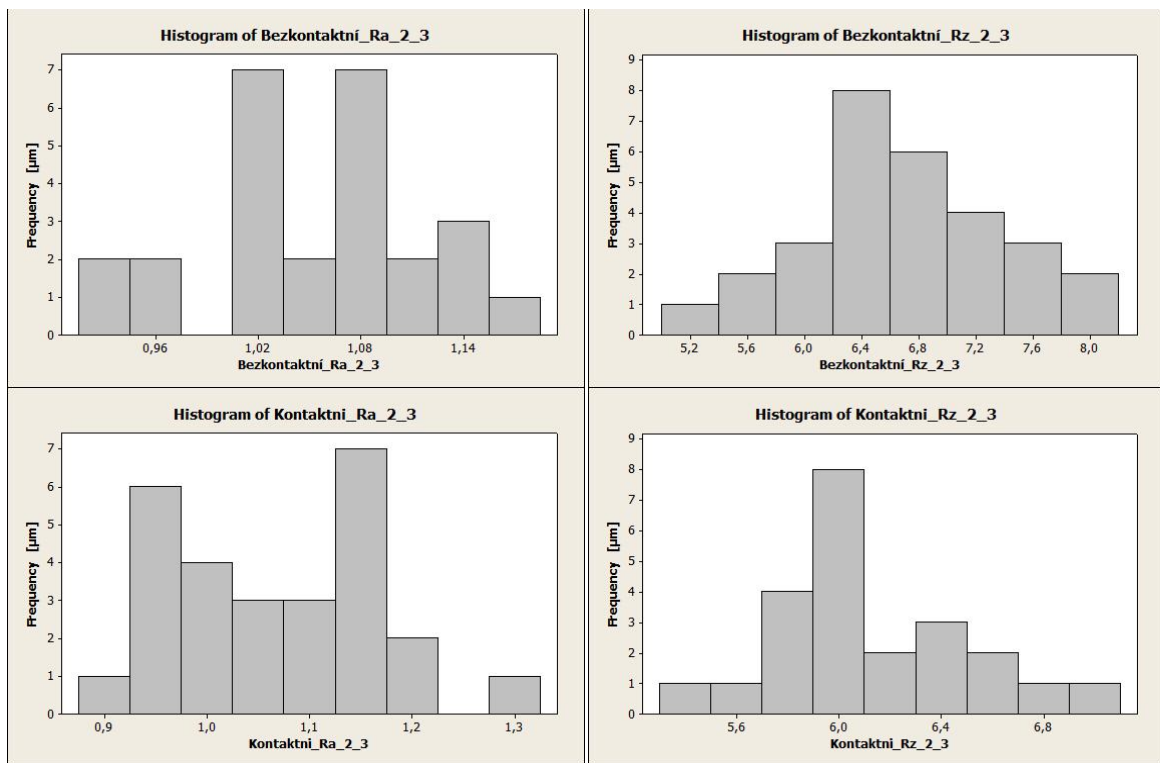
PVC_2_3	Ra [μm]	Rz [μm]	PVC_2_3	Ra [μm]	Rz [μm]
1	0,88	6,33	16	1,13	6,64
2	0,96	5,99	17	1,13	7,11
3	1,15	7,80	18	1,16	6,55
4	1,09	6,86	19	1,09	6,94
5	0,92	5,65	20	1,11	7,05
6	1,08	6,52	21	1,10	6,54
7	1,08	7,56	22	0,85	5,20
8	1,01	6,77	23	1,02	7,49
9	0,93	5,47	24	1,01	6,58
10	0,89	6,29	25	1,08	7,87
11	1,08	7,45	26	0,97	6,51
12	1,03	6,75	27	1,02	6,04
13	1,09	7,30	28	1,03	7,37
14	1,68	10,40	29	1,03	6,87
15	1,06	6,27	30	1,05	6,17



Obrázek 72. Rozptyl kontaktního a bezkontaktního měření PVC_2_3



Obrázek 73. Boxplotové diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u PVC_2_3



Obrázek 74. Histogramické diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u PVC_2_3

Tabulka 60. Výsledné hodnoty PVC_2_3

Měření	Aritmetický průměr [μm]	Nejistota měření [μm]	Směrodatná odchylka [μm]	Minimum [μm]	Q1 [μm]	Median [μm]	Q3 [μm]
Bezkontaktní_Ra_2_3	1,1	0,0	0,1	0,9	1,0	1,1	1,1
Bezkontaktní_Rz_2_3	6,7	0,1	0,7	5,2	6,3	6,6	7,2
Kontaktní_Ra_2_3	1,1	0,0	0,1	0,9	1,0	1,1	1,2
Kontaktní_Rz_2_3	6,1	0,1	0,4	5,3	5,9	6,0	6,4

Měření	Maximální hodnota [μm]	Variační rozpětí [μm]	Interkvartilové rozpětí [μm]	Šikmost [μm]	Špičatost [μm]
Bezkontaktní_Ra_2_3	1,2	0,2	0,1	-0,5	-0,2
Bezkontaktní_Rz_2_3	7,9	2,7	0,9	-0,2	-0,2
Kontaktní_Ra_2_3	1,3	0,4	0,2	0,4	-0,6
Kontaktní_Rz_2_3	7,0	1,7	0,5	0,6	0,5

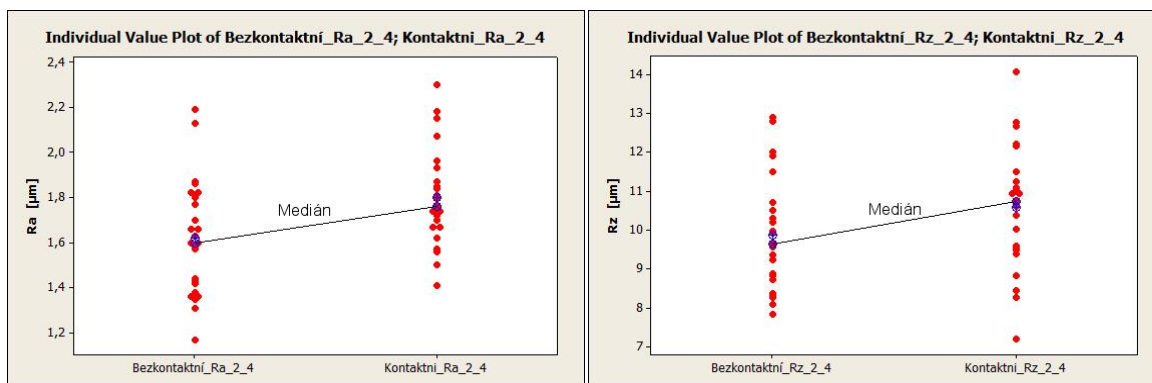
PVC_2_4

Tabulka 61. Naměřené hodnoty PVC_2_4 kontaktní metodou

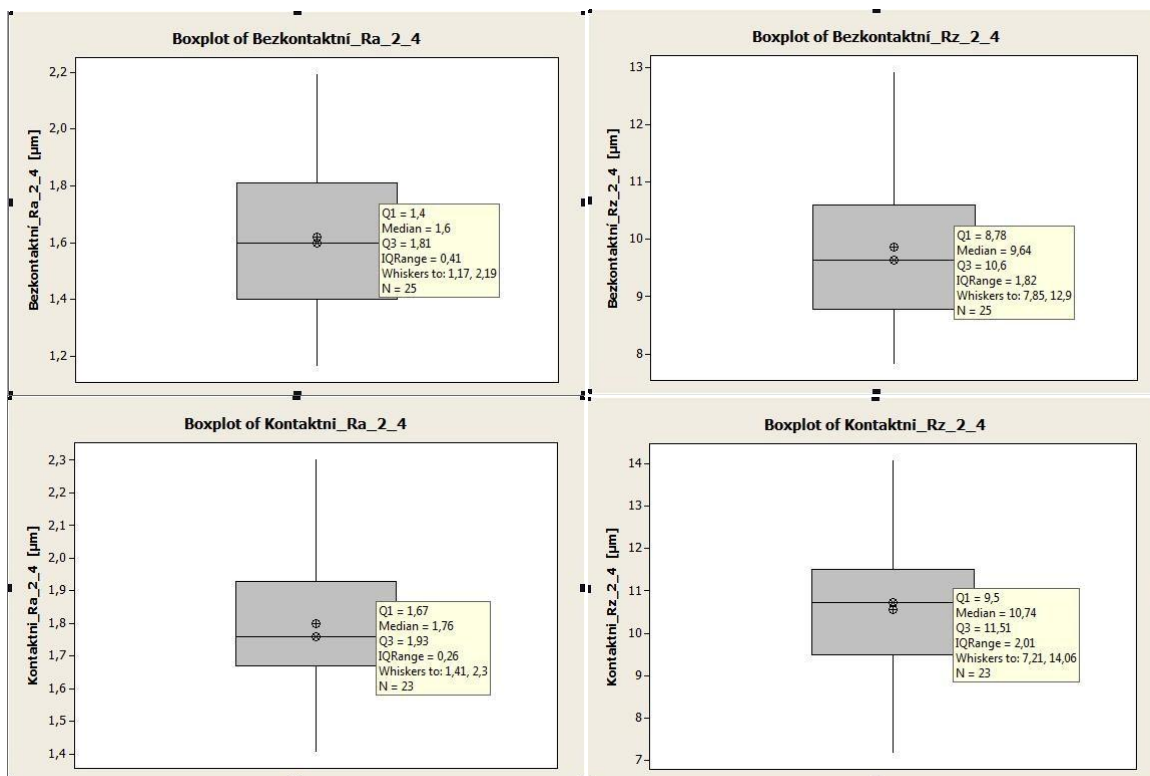
PVC_2_4	Ra [μm]	Rz [μm]	PVC_2_4	Ra [μm]	Rz [μm]
1	2,07	11,51	16	1,80	10,62
2	3,49	23,16	17	1,87	12,78
3	2,18	12,22	18	1,62	10,39
4	3,14	18,08	19	1,41	8,44
5	3,93	25,23	20	1,67	9,60
6	1,57	8,28	21	1,93	10,93
7	2,47	15,82	22	1,85	10,93
8	2,30	12,15	23	2,15	14,06
9	3,18	18,38	24	1,81	9,50
10	1,84	10,02	25	1,74	11,10
11	2,81	21,43	26	1,67	11,04
12	1,74	11,24	27	1,56	9,55
13	1,72	10,74	28	1,70	8,82
14	1,76	9,38	29	2,63	16,93
15	1,50	7,21	30	1,96	12,67

Tabulka 62. Naměřené hodnoty PVC_2_4 bezkontaktní metodou

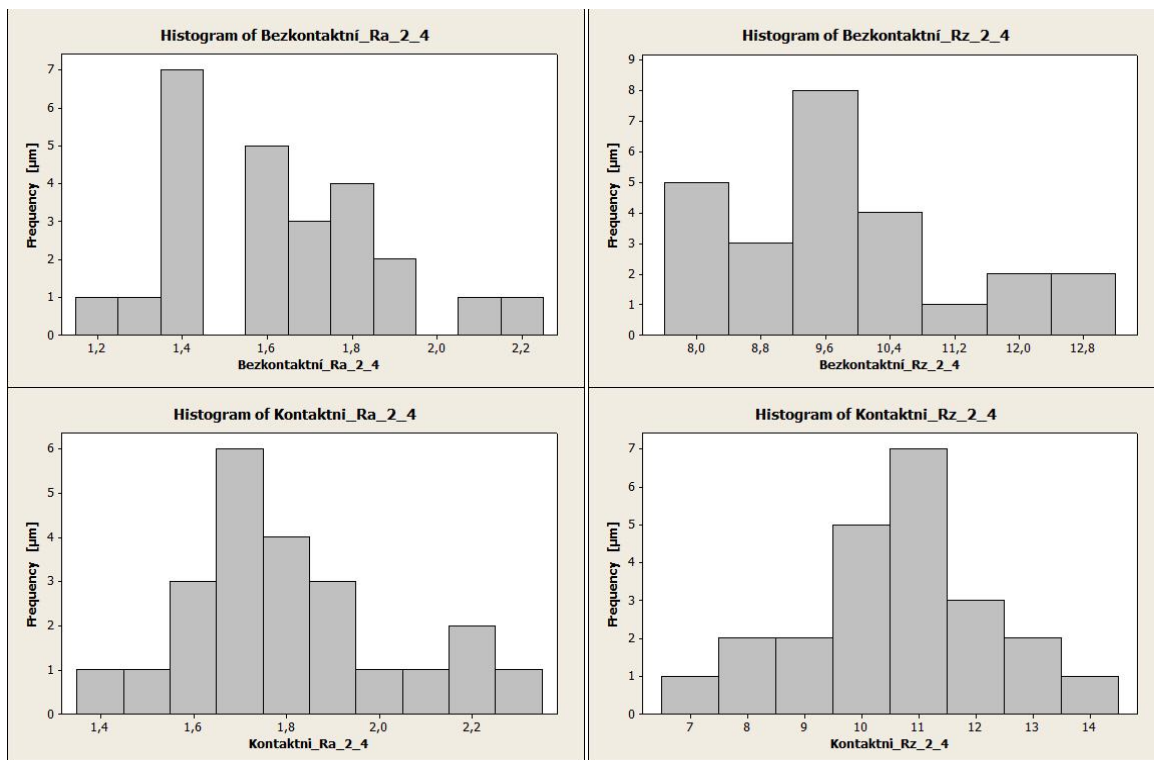
PVC_2_4	Ra [μm]	Rz [μm]	PVC_2_4	Ra [μm]	Rz [μm]
1	5,43	37,20	16	1,57	10,70
2	6,87	42,30	17	1,31	8,28
3	5,54	38,70	18	1,58	9,36
4	4,31	41,60	19	1,60	9,66
5	3,99	33,40	20	1,42	8,36
6	1,87	10,30	21	1,38	8,37
7	1,70	10,20	22	1,44	8,74
8	2,13	11,90	23	1,43	8,82
9	1,82	11,50	24	1,36	9,57
10	1,77	12,90	25	1,63	9,64
11	1,82	10,50	26	1,66	8,89
12	2,19	12,80	27	1,66	9,92
13	1,80	9,98	28	1,86	12,00
14	1,60	9,24	29	1,17	7,85
15	1,36	9,23	30	1,35	8,09



Obrázek 75. Rozptyl kontaktního a bezkontaktního měření PVC_2_4



Obrázek 76. Boxplotové diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u PVC_2_4



Obrázek 77. Histogramické diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u PVC_2_4

Tabulka 63. Výsledné hodnoty PVC_2_4

Měření	Aritmetický průměr [μm]	Nejistota měření [μm]	Směrodatná odchylka [μm]	Minimum [μm]	Q1 [μm]	Median [μm]	Q3 [μm]
Bezkontaktní_Ra_2_4	1,6	0,1	0,3	1,2	1,4	1,6	1,8
Bezkontaktní_Rz_2_4	9,9	0,3	1,4	7,9	8,8	9,6	10,6
Kontaktní_Ra_2_4	1,8	0,0	0,2	1,4	1,7	1,8	1,9
Kontaktní_Rz_2_4	10,6	0,3	1,6	7,2	9,5	10,7	11,5

Měření	Maximální hodnota [μm]	Variační rozpětí [μm]	Interkvartilové rozpětí [μm]	Šikmost [μm]	Špičatost [μm]
Bezkontaktní_Ra_2_4	2,2	1,0	0,4	0,5	0,0
Bezkontaktní_Rz_2_4	12,9	5,1	1,8	0,7	-0,3
Kontaktní_Ra_2_4	2,3	0,9	0,3	0,6	0,1
Kontaktní_Rz_2_4	14,1	6,9	2,0	0,0	0,0

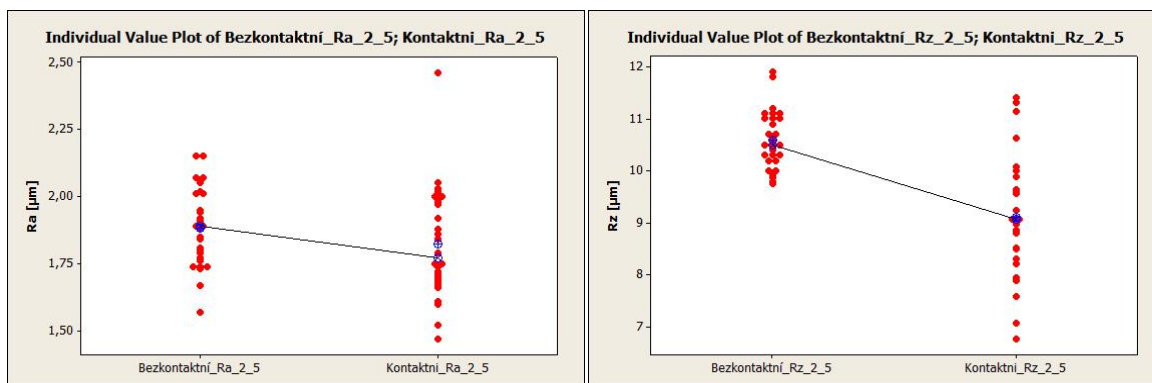
PVC_2_5

Tabulka 64. Naměřené hodnoty PVC_2_5 kontaktní metodou

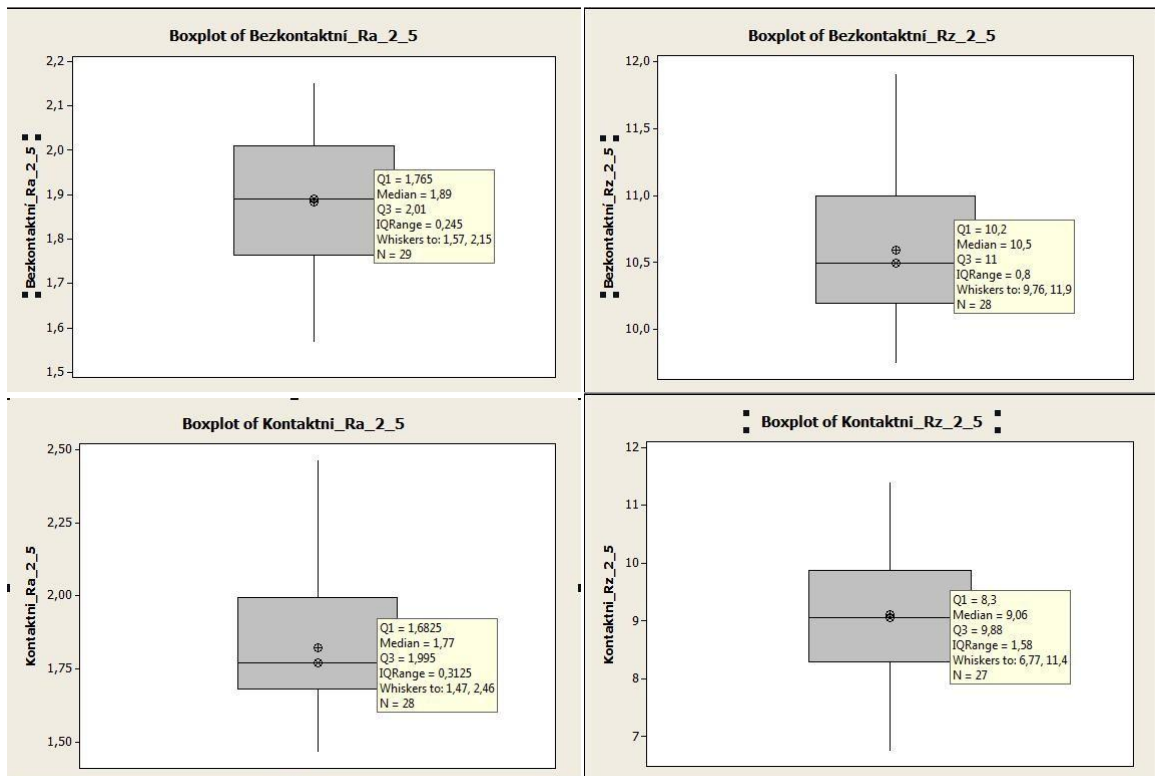
PVC_2_5	Ra [μm]	Rz [μm]	PVC_2_5	Ra [μm]	Rz [μm]
1	1,66	9,06	16	1,70	8,22
2	1,98	8,86	17	1,47	6,77
3	1,69	8,83	18	1,75	8,30
4	1,86	11,14	19	2,46	14,19
5	2,69	19,89	20	1,52	7,59
6	1,79	10,00	21	2,02	8,98
7	1,67	7,94	22	1,61	7,08
8	1,72	10,63	23	1,68	9,61
9	2,00	8,80	24	1,97	9,09
10	1,75	9,24	25	2,00	9,88
11	2,03	8,52	26	1,92	10,08
12	2,05	11,31	27	2,01	11,40
13	2,63	16,28	28	1,74	9,06
14	1,84	9,64	29	1,60	7,89
15	1,71	8,50	30	1,88	9,56

Tabulka 65. Naměřené hodnoty PVC_2_5 bezkontaktní metodou

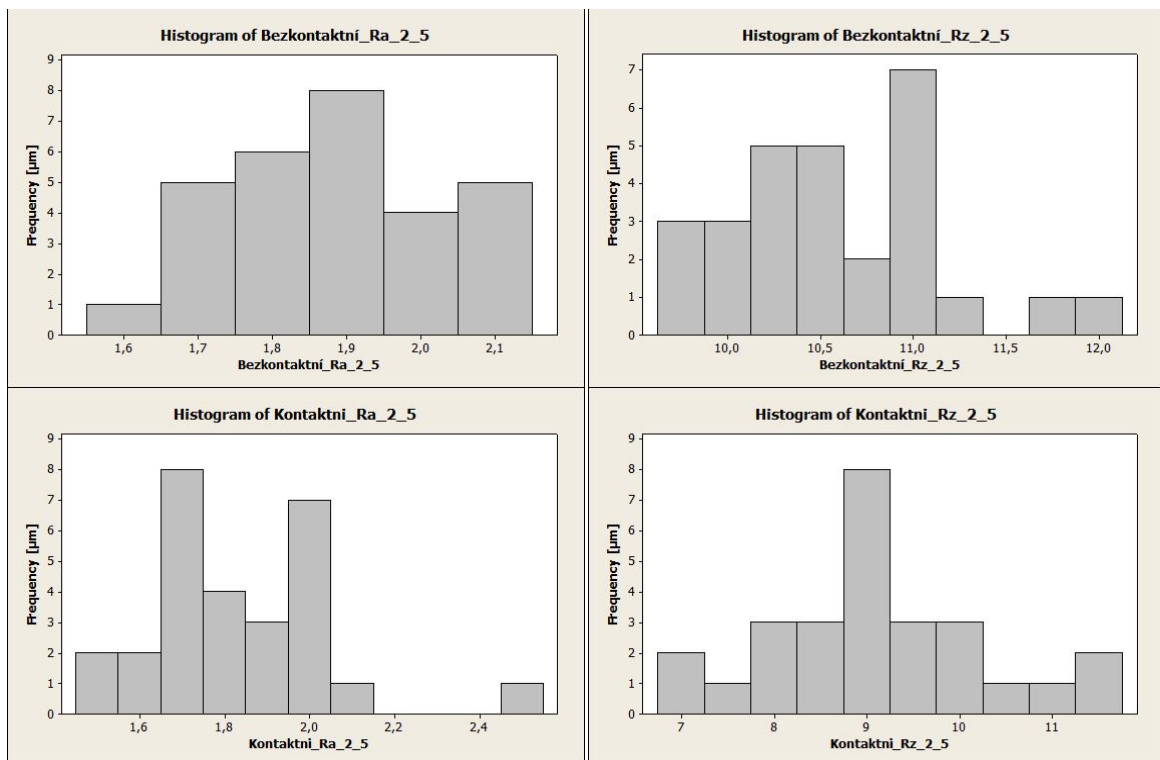
PVC_2_5	Ra [μm]	Rz [μm]	PVC_2_5	Ra [μm]	Rz [μm]
1	1,66	9,06	16	1,88	11,00
2	1,98	8,86	17	2,15	10,50
3	1,69	8,83	18	1,95	10,70
4	1,86	11,14	19	1,90	10,50
5	2,69	19,89	20	2,02	10,20
6	1,79	10,00	21	1,91	11,00
7	1,67	7,94	22	1,74	10,00
8	1,72	10,63	23	1,76	9,80
9	2,00	8,80	24	2,01	10,60
10	1,75	9,24	25	1,80	10,50
11	2,03	8,52	26	2,15	10,30
12	2,05	11,31	27	1,34	7,69
13	2,63	16,28	28	1,92	10,90
14	1,84	9,64	29	1,84	10,20
15	1,71	8,50	30	1,73	10,30



Obrázek 78. Rozptyl kontaktního a bezkontaktního měření PVC_2_5



Obrázek 79. Boxplotové diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u PVC_2_5



Obrázek 80. Histogramické diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u PVC_2_5

Tabulka 66. Výsledné hodnoty PVC_2_5

Měření	Aritmetický průměr [μm]	Nejistota měření [μm]	Směrodatná odchylka [μm]	Minimum [μm]	Q1 [μm]	Median [μm]	Q3 [μm]
Bezkontaktní_Ra_2_5	1,9	0,0	0,1	1,6	1,8	1,9	2,0
Bezkontaktní_Rz_2_5	10,6	0,1	0,6	9,8	10,2	10,5	11,0
Kontaktní_Ra_2_5	1,8	0,0	0,2	1,5	1,7	1,8	2,0
Kontaktní_Rz_2_5	9,1	0,2	1,2	6,8	8,3	9,1	9,9

Měření	Maximální hodnota [μm]	Variační rozpětí [μm]	Interkvartilové rozpětí [μm]	Šikmost [μm]	Špičatost [μm]
Bezkontaktní_Ra_2_5	2,2	0,6	0,2	0,1	-0,5
Bezkontaktní_Rz_2_5	11,9	2,1	0,8	0,5	-0,1
Kontaktní_Ra_2_5	2,5	1,0	0,3	0,9	1,8
Kontaktní_Rz_2_5	11,4	4,6	1,6	0,2	-0,2

9 VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ

9.1 Ocel 11373

Tabulka 67. Vyhodnocení Ra u oceli 11373_1

Ocel 11373_1, čelní válcová fréza Ø 10 mm, n = mění., s = konst.										
Bezkontaktní	Ra_1_1	3,3	Ra_1_2	3,2	Ra_1_3	3,4	Ra_1_4	3,2	Ra_1_5	2,0
Kontaktní	Ra_1_1	3,4	Ra_1_2	3,0	Ra_1_3	3,3	Ra_1_4	2,9	Ra_1_5	2,0
Diference		0,1		0,2		0,1		0,3		0,0

Tabulka 68. Vyhodnocení Ra u oceli 11373_2

Ocel 11373_2, čelní válcová fréza Ø 10 mm, n = konst., s = mění										
Bezkontaktní	Ra_2_1	3,7	Ra_2_2	3,9	Ra_2_3	3,7	Ra_2_4	4,1	Ra_2_5	4,5
Kontaktní	Ra_2_1	3,9	Ra_2_2	3,8	Ra_2_3	3,5	Ra_2_4	3,8	Ra_2_5	3,9
Diference		0,2		0,1		0,2		0,3		0,6

Tabulka 69. Vyhodnocení Rz u oceli 11373_1

Ocel 11373_1, čelní válcová fréza Ø 10 mm, n = mění., s = konst.										
Bezkontaktní	Rz_1_1	18,0	Rz_1_2	16,5	Rz_1_3	17,6	Rz_1_4	21,5	Rz_1_5	11,4
Kontaktní	Rz_1_1	17,6	Rz_1_2	16,0	Rz_1_3	16,9	Rz_1_4	15,4	Rz_1_5	11,8
Diference		0,4		0,5		0,7		6,1		0,4

Tabulka 70. Vyhodnocení Rz u oceli 11373_2

Ocel 11373_2, čelní válcová fréza Ø 10 mm, n = konst., s = mění										
Bezkontaktní	Rz_2_1	19,8	Rz_2_2	20,2	Rz_2_3	19,3	Rz_2_4	21	Rz_2_5	22,5
Kontaktní	Rz_2_1	20,1	Rz_2_2	19,3	Rz_2_3	18,1	Rz_2_4	19,3	Rz_2_5	19,9
Diference		0,3		0,9		1,2		1,7		2,6

9.2 PVC

Tabulka 71. Vyhodnocení Rz u PVC_1

PVC_1, čelní válcová fréza Ø 10 mm, n = mění., s = konst.										
Bezkontaktní	Ra_1_1	1,7	Ra_1_2	1,4	Ra_1_3	1,4	Ra_1_4	1,2	Ra_1_5	1,1
Kontaktní	Ra_1_1	2,0	Ra_1_2	1,5	Ra_1_3	1,3	Ra_1_4	1,1	Ra_1_5	1,0
Diference		0,3		0,1		0,1		0,1		0,1

Tabulka 72. Vyhodnocení Ra u PVC_2

PVC_2, čelní válcová fréza Ø 10 mm, n = konst., s = mění										
Bezkontaktní	Ra_2_1	5,8	Ra_2_2	1,8	Ra_2_3	1,1	Ra_2_4	1,6	Ra_2_5	1,9
Kontaktní	Ra_2_1	6,8	Ra_2_2	2,5	Ra_2_3	1,1	Ra_2_4	1,8	Ra_2_5	1,8
Diference		1,0		0,7		0,0		0,2		0,1

Tabulka 73. Vyhodnocení Rz u PVC_1

PVC_1, čelní válcová fréza Ø 10 mm, n = mění., s = konst.										
Bezkontaktní	Rz_1_1	10,7	Rz_1_2	9,6	Rz_1_3	9,5	Rz_1_4	8,0	Rz_1_5	8,2
Kontaktní	Rz_1_1	11,5	Rz_1_2	9,0	Rz_1_3	8,4	Rz_1_4	6,5	Rz_1_5	7,2
Diference		0,8		0,6		1,1		1,5		1,0

Tabulka 74. Vyhodnocení Rz u PVC_2

PVC_2, čelní válcová fréza Ø 10 mm, n = konst., s = mění										
Bezkontaktní	Rz_2_1	32,4	Rz_2_2	10,9	Rz_2_3	6,7	Rz_2_4	9,9	Rz_2_5	10,6
Kontaktní	Rz_2_1	37,7	Rz_2_2	16,9	Rz_2_3	6,1	Rz_2_4	10,6	Rz_2_5	9,1
Diference		5,3		6,0		0,6		0,7		1,5

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo zjištění jakosti povrchů vzorků vyrobených frézováním z dvou různých materiálů (ocel 11373 a PVC) čelním frézováním s různými podmínkami obrábění kontaktním a bezkontaktním způsobem snímání.

Je zde zkoumána přesnost kontaktního snímání jakosti povrchu oproti bezkontaktnímu snímání jakosti povrchu. Toto srovnání bylo provedeno z toho důvodu, aby pro méně přesné technologické operace jako je třeba frézování, soustružení apod. nebyl využíván pouze vědecký přístroj Talysurf CLI 500 a byl použit dílenský přístroj Mitutoyo SJ – 301.

Na dvou materiálech bylo provedeno 300 snímání bezkontaktní metodou a 300 snímání kontaktní metodou. U bezkontaktního snímání jakosti povrchu se výsledky zpracovávali v programu Talymap. Všechny zpracované výsledky z programu jsou přiloženy na CD disku.

Výsledky se zapisovaly do statistického programu Minitab 15 a pomocí programu se výhodnocoval rozptyl kontaktního snímání a bezkontaktního snímání, boxplotové diagramy a histogramické diagramy. Nakonec se pomocí programu vygenerovaly tabulky s hodnotami (aritmetický průměr, medián, směrodatná odchylka atd.)

Z aritmetických průměrů se udělala absolutní difference a porovnaly se kontaktní a bezkontaktní snímání (viz. Tabulky 67 – 74).

Z celkového hlediska porovnání přesnosti lze říci, že porovnávané parametry Ra a Rz u oceli 11373 si parametr Ra u kontaktního snímání jakosti povrchu se odchylka pohybuje od 0 do 0,6 μm . U parametru Rz se odchylka pohybuje od 0,4 do 2,6 μm . U měření parametru Rz u oceli 11373_1_4 se odchylka rovná 6,1 μm (viz. Tabulka 69.) je zapříčiněno tvořící se korozi, která se na vzorku objevila. Jelikož nebylo možné kalibrovat kontaktní přístroj na snímání jakosti povrchu u PVC, tak výsledky nejsou tak přesné jako u oceli 11373 kdy přístroj byl kalibrován na každou s technologických podmínek. Odchylky měření u parametru Ra u PVC se pohybují od 0 do 0,7 μm . U parametru Rz se odchylky pohybují od 0,6 do 1,5 μm . Parametru Rz u PVC_2_1 a PVC_2_2 je odchylka 5,3 a 6 μm (viz. Tabulka 74.) z důvodu zvolených špatných technologických podmínek.

Z výsledku lze poznat, že dílenský přístroj Mitutoyo SJ – 301 je dostatečně přesný na snímání jakosti povrchu méně přesných technologických operací (frézování) a nemusí se využívat vědecký přístroj Talysurf CLI 500.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [4] PEŠIČKA, L.: Geometrická specifikace výrobků strojírenské výroby (GPS) – Textura povrchu – Požadavky na drsnost, vlnitost a základní profil povrchu, Praha, ČNI 2006
- [2] NOVÁK, Jiří. Funkční plochy a struktura povrchu. Brno, 2007. 84 s. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně.
- [3] CHACHULA, Petr. Charakteristiky pro popis struktury třecích povrchů. Brno, 2007. 34 s. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně.
- [4] PERNÍKÁŘ, J.; TYKAL, M.; VAČKÁŘ, J. Jakost a metrologie, část: Metrologie. Brno : Cerm, 2001. ISBN 80-214-1997-0.
- [5] HLUCHÝ, Miroslav; KOLOUCH, Jan. Strojírenská technologie 1 - 1. díl. Praha : Scientia, 2002. 266 s.
- [6] ČSN EN ISO 4287. Geometrické požadavky na výrobky (GPS) – Struktura povrchu: Profilová metoda – Termíny, definice a parametry struktury povrchu. 1999
- [7] ČSN EN ISO 4288. Geometrické požadavky na výrobky (GPS) – Struktura povrchu: Profilová metoda – Pravidla a postupy pro posuzování struktury povrchu. 1999
- [8] NOVÁK, Z. Prostorové měření a hodnocení textury povrchu přístroji Taylor Hobson Ltd. [online]. Brno, Dostupný z WWW:
<http://gps.fme.vutbr.cz/STAH_INFO/2_Novak_3D_mereni_textury.pdf>.
- [9] IMECO TH [online]. 2007. Dostupné z WWW:
<[http://www.imeco-th.cz/Download/Prospekty/CLI%20\(CZ\).pdf](http://www.imeco-th.cz/Download/Prospekty/CLI%20(CZ).pdf)>.
- [10] ADÁMEK, Tomáš. Dokončovací obrábění termoplastů. Zlín, 2008. 100 s. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Ra	Průměrná aritmetická úchylka posuzovaného profilu [μm]
Rz	Největší výška profilu [μm]
n	Otáčky [ot/min]
s_m	Posuv [mm/min]
PVC	Polyvinylchlorid
2D	Dvourozměrný prostor
3D	Třírozměrný prostor
ČSN	Česká státní norma
DIN	Německý ustav pro průmyslovou normalizaci
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1. <i>Profil povrchu</i>	13
Obrázek 2. <i>Profil povrchů</i>	14
Obrázek 3. <i>Prvek profilu</i>	15
Obrázek 4. <i>Největší výška výstupku profilu</i>	15
Obrázek 5. <i>Přenosová charakteristika drsnosti a vlnitosti</i> [6]	17
Obrázek 6. <i>Blokové schéma vyhodnocování profilu povrchu</i> [6]	18
Obrázek 7. <i>Materiálová délka</i>	18
Obrázek 8. <i>Vyhodnocená délka ln</i>	19
Obrázek 9. <i>CLA snímač</i> [9]	27
Obrázek 10. <i>Indukční snímač</i> [9]	28
Obrázek 11. <i>3D model</i>	34
Obrázek 12. <i>Univerzální frézky FHV – 50PD</i>	34
Obrázek 13. <i>Válcová čelní fréza $\varnothing D = 10\text{ mm}$</i>	36
Obrázek 14. <i>Drsnoměr MITUTOYO SJ – 301</i>	38
Obrázek 15. <i>Nastavení přístroje ke kalibraci</i>	39
Obrázek 16. <i>Kalibrační podložka</i>	39
Obrázek 17. <i>Kalibrace Ocel 11373_1_1_1</i>	40
Obrázek 18. <i>Talysurf CLI 500</i>	41
Obrázek 19. <i>Příprava kalibrace</i>	42
Obrázek 20. <i>Vlastní kalibrace</i>	42
Obrázek 21. <i>Rozptyl kontaktního a bezkontaktního měření ocel 11373_1_1</i>	43
Obrázek 22. <i>Boxplotové diagramy R_a a R_z kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u oceli 11373_1_1</i>	44
Obrázek 23. <i>Histogramické diagramy R_a a R_z kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u oceli 11373_1_1</i>	44
Obrázek 24. <i>Rozptyl kontaktního a bezkontaktního měření ocel 11373_1_2</i>	46
Obrázek 25. <i>Boxplotové diagramy R_a a R_z kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u oceli 11373_1_2</i>	47
Obrázek 26. <i>Histogramické diagramy R_a a R_z kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u oceli 11373_1_2</i>	47
Obrázek 27. <i>Rozptyl kontaktního a bezkontaktního měření ocel 11373_1_3</i>	49

Obrázek 28. <i>Boxplotové diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u oceli 11373_1_3</i>	50
Obrázek 29. <i>Histogramické diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u oceli 11373_1_3</i>	50
Obrázek 30. <i>Rozptyl kontaktního a bezkontaktního měření ocel 11373_1_4</i>	52
Obrázek 31. <i>Boxplotové diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u oceli 11373_1_4</i>	53
Obrázek 32. <i>Histogramické diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u oceli 11373_1_4</i>	53
Obrázek 33. <i>Rozptyl kontaktního a bezkontaktního měření ocel 11373_1_5</i>	55
Obrázek 34. <i>Boxplotové diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u oceli 11373_1_5</i>	56
Obrázek 35. <i>Histogramické diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u oceli 11373_1_5</i>	56
Obrázek 36. <i>Rozptyl kontaktního a bezkontaktního měření ocel 11373_2_1</i>	58
Obrázek 37. <i>Boxplotové diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u oceli 11373_2_1</i>	59
Obrázek 38. <i>Histogramické diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u oceli 11373_2_1</i>	59
Obrázek 39. <i>Rozptyl kontaktního a bezkontaktního měření ocel 11373_2_2</i>	61
Obrázek 40. <i>Boxplotové diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u oceli 11373_2_2</i>	62
Obrázek 41. <i>Histogramické diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u oceli 11373_2_2</i>	62
Obrázek 42. <i>Rozptyl kontaktního a bezkontaktního měření ocel 11373_2_3</i>	64
Obrázek 43. <i>Boxplotové diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u oceli 11373_2_3</i>	65
Obrázek 44. <i>Histogramické diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u oceli 11373_2_3</i>	65
Obrázek 45. <i>Rozptyl kontaktního a bezkontaktního měření ocel 11373_2_4</i>	67
Obrázek 46. <i>Boxplotové diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u oceli 11373_2_4</i>	68

Obrázek 47. Histogramické diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u oceli 11373_2_4	68
Obrázek 48. Rozptyl kontaktního a bezkontaktního měření ocel 11373_2_5	70
Obrázek 49. Boxplotové diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u oceli 11373_2_5	71
Obrázek 50. Histogramické diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u oceli 11373_2_5	71
Obrázek 51. Rozptyl kontaktního a bezkontaktního měření PVC_1_1	73
Obrázek 52. Boxplotové diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u PVC_1_1	74
Obrázek 53. Histogramické diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u PVC_1_1	74
Obrázek 54. Rozptyl kontaktního a bezkontaktního měření PVC_1_2	76
Obrázek 55. Boxplotové diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u PVC_1_2	77
Obrázek 56. Histogramické diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u PVC_1_2	77
Obrázek 57. Rozptyl kontaktního a bezkontaktního měření PVC_1_3	79
Obrázek 58. Boxplotové diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u PVC_1_3	80
Obrázek 59. Histogramické diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u PVC_1_3	80
Obrázek 60. Rozptyl kontaktního a bezkontaktního měření PVC_1_4	82
Obrázek 61. Boxplotové diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u PVC_1_4	83
Obrázek 62. Histogramické diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u PVC_1_4	83
Obrázek 63. Rozptyl kontaktního a bezkontaktního měření PVC_1_5	85
Obrázek 64. Boxplotové diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u PVC_1_5	86
Obrázek 65. Histogramické diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u PVC_1_5	86
Obrázek 66. Rozptyl kontaktního a bezkontaktního měření PVC_2_1	88

Obrázek 67. <i>Boxplotové diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u PVC_2_1</i>	89
Obrázek 68. <i>Histogramické diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u PVC_2_1</i>	89
Obrázek 69. <i>Rozptyl kontaktního a bezkontaktního měření PVC_2_2</i>	91
Obrázek 70. <i>Boxplotové diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u PVC_2_2</i>	92
Obrázek 71. <i>Histogramické diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u PVC_2_2</i>	92
Obrázek 72. <i>Rozptyl kontaktního a bezkontaktního měření PVC_2_3</i>	94
Obrázek 73. <i>Boxplotové diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u PVC_2_3</i>	95
Obrázek 74. <i>Histogramické diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u PVC_2_3</i>	95
Obrázek 75. <i>Rozptyl kontaktního a bezkontaktního měření PVC_2_4</i>	97
Obrázek 76. <i>Boxplotové diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u PVC_2_4</i>	98
Obrázek 77. <i>Histogramické diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u PVC_2_4</i>	98
Obrázek 78. <i>Rozptyl kontaktního a bezkontaktního měření PVC_2_5</i>	100
Obrázek 79. <i>Boxplotové diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u PVC_2_5</i>	101
Obrázek 80. <i>Histogramické diagramy Ra a Rz kontaktního a bezkontaktního snímání povrchů u PVC_2_5</i>	101

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1. Základní délky drsnosti pro měření R_a , R_q , R_{sk} , R_{ku} , $R_{\Delta q}$ a křivek odpovídající parametry pro neperiodické profily	23
Tabulka 2. Základní délky drsnosti pro měření R_z , R_v , R_p , R_c a R_t neperiodických profilů	24
Tabulka 3. Základní délka drsnosti pro měření R -parametrů periodických profilů s R_{Sm} periodických a neperiodických profilů	24
Tabulka 4. Řezné podmínky při frézování prvního vzorku	35
Tabulka 5. Řezné podmínky při frézování druhého vzorku	36
Tabulka 6. Fréza válcová čelní – krátká, DIN 844 ISO 1641, ČSN 222132	36
Tabulka 7. Naměřené hodnoty ocel 11373_1_1 kontaktní metodou	40
Tabulka 8. Naměřené hodnoty ocel 11373_1_1 bezkontaktní metodou	43
Tabulka 9. Výsledné hodnoty ocel 11373_1_1	45
Tabulka 10. Naměřené hodnoty ocel 11373_1_2 kontaktní metodou	45
Tabulka 11. Naměřené hodnoty ocel 11373_1_2 bezkontaktní metodou	46
Tabulka 12. Výsledné hodnoty ocel 11373_1_2	48
Tabulka 13. Naměřené hodnoty ocel 11373_1_3 kontaktní metodou	48
Tabulka 14. Naměřené hodnoty ocel 11373_1_3 bezkontaktní metodou	49
Tabulka 15. Výsledné hodnoty ocel 11373_1_3	51
Tabulka 16. Naměřené hodnoty ocel 11373_1_4 kontaktní metodou	51
Tabulka 17. Naměřené hodnoty ocel 11373_1_4 bezkontaktní metodou	52
Tabulka 18. Výsledné hodnoty ocel 11373_1_4	54
Tabulka 19. Naměřené hodnoty ocel 11373_1_5 kontaktní metodou	54
Tabulka 20. Naměřené hodnoty ocel 11373_1_5 bezkontaktní metodou	55
Tabulka 21. Výsledné hodnoty ocel 11373_1_5	57
Tabulka 22. Naměřené hodnoty ocel 11373_2_1 kontaktní metodou	57
Tabulka 23. Naměřené hodnoty ocel 11373_2_1 bezkontaktní metodou	58
Tabulka 24. Výsledné hodnoty ocel 11373_2_1	60
Tabulka 25. Naměřené hodnoty ocel 11373_2_2 kontaktní metodou	60
Tabulka 26. Naměřené hodnoty ocel 11373_2_2 bezkontaktní metodou	61
Tabulka 27. Výsledné hodnoty ocel 11373_2_2	63
Tabulka 28. Naměřené hodnoty ocel 11373_2_3 kontaktní metodou	63
Tabulka 29. Naměřené hodnoty ocel 11373_2_3 bezkontaktní metodou	64

Tabulka 30. <i>Výsledné hodnoty ocel 11373_2_3</i>	66
Tabulka 31. <i>Naměřené hodnoty ocel 11373_2_4 kontaktní metodou</i>	66
Tabulka 32. <i>Naměřené hodnoty ocel 11373_2_4 bezkontaktní metodou</i>	67
Tabulka 33. <i>Výsledné hodnoty ocel 11373_2_4</i>	69
Tabulka 34. <i>Naměřené hodnoty ocel 11373_2_5 kontaktní metodou</i>	69
Tabulka 35. <i>Naměřené hodnoty ocel 11373_2_5 bezkontaktní metodou</i>	70
Tabulka 36. <i>Výsledné hodnoty ocel 11373_2_5</i>	72
Tabulka 37. <i>Naměřené hodnoty PVC_1_1 kontaktní metodou</i>	72
Tabulka 38. <i>Naměřené hodnoty PVC_1_1 bezkontaktní metodou</i>	73
Tabulka 39. <i>Výsledné hodnoty PVC_1_1</i>	75
Tabulka 40. <i>Naměřené hodnoty PVC_1_2 kontaktní metodou</i>	75
Tabulka 41. <i>Naměřené hodnoty PVC_1_2 bezkontaktní metodou</i>	76
Tabulka 42. <i>Výsledné hodnoty PVC_1_2</i>	78
Tabulka 43. <i>Naměřené hodnoty PVC_1_3 kontaktní metodou</i>	78
Tabulka 44. <i>Naměřené hodnoty PVC_1_3 bezkontaktní metodou</i>	79
Tabulka 45. <i>Výsledné hodnoty PVC_1_3</i>	81
Tabulka 46. <i>Naměřené hodnoty PVC_1_4 kontaktní metodou</i>	81
Tabulka 47. <i>Naměřené hodnoty PVC_1_4 bezkontaktní metodou</i>	82
Tabulka 48. <i>Výsledné hodnoty PVC_1_4</i>	84
Tabulka 49. <i>Naměřené hodnoty PVC_1_5 kontaktní metodou</i>	84
Tabulka 50. <i>Naměřené hodnoty PVC_1_5 bezkontaktní metodou</i>	85
Tabulka 51. <i>Výsledné hodnoty PVC_1_5</i>	87
Tabulka 52. <i>Naměřené hodnoty PVC_2_1 kontaktní metodou</i>	87
Tabulka 53. <i>Naměřené hodnoty PVC_2_1 bezkontaktní metodou</i>	88
Tabulka 54. <i>Výsledné hodnoty PVC_2_1</i>	90
Tabulka 55. <i>Naměřené hodnoty PVC_2_2 kontaktní metodou</i>	90
Tabulka 56. <i>Naměřené hodnoty PVC_2_2 bezkontaktní metodou</i>	91
Tabulka 57. <i>Výsledné hodnoty PVC_2_2</i>	93
Tabulka 58. <i>Naměřené hodnoty PVC_2_3 kontaktní metodou</i>	93
Tabulka 59. <i>Naměřené hodnoty PVC_2_3 bezkontaktní metodou</i>	94
Tabulka 60. <i>Výsledné hodnoty PVC_2_3</i>	96
Tabulka 61. <i>Naměřené hodnoty PVC_2_4 kontaktní metodou</i>	96
Tabulka 62. <i>Naměřené hodnoty PVC_2_4 bezkontaktní metodou</i>	97

Tabulka 63. <i>Výsledné hodnoty PVC_2_4</i>	99
Tabulka 64. <i>Naměřené hodnoty PVC_2_5 kontaktní metodou</i>	99
Tabulka 65. <i>Naměřené hodnoty PVC_2_5 bezkontaktní metodou</i>	100
Tabulka 66. <i>Výsledné hodnoty PVC_2_5</i>	102
Tabulka 67. <i>Vyhodnocení Ra u oceli 11373_1</i>	103
Tabulka 68. <i>Vyhodnocení Ra u oceli 11373_2</i>	103
Tabulka 69. <i>Vyhodnocení Rz u oceli 11373_1</i>	103
Tabulka 70. <i>Vyhodnocení Rz u oceli 11373_2</i>	103
Tabulka 71. <i>Vyhodnocení Rz u PVC_1</i>	104
Tabulka 72. <i>Vyhodnocení Ra u PVC_2</i>	104
Tabulka 73. <i>Vyhodnocení Rz u PVC_1</i>	104
Tabulka 74. <i>Vyhodnocení Rz u PVC_2</i>	104