

Hodnocení kvality povrchu pomocí povrchových replik

Bc. Jan Vaclach

Diplomová práce
2015



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jan Vaclach**
Osobní číslo: **T13516**
Studijní program: **N3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Řízení jakosti**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Hodnocení kvality povrchu pomocí povrchových replik**

Zásady pro vypracování:

1. Provedení rešerše v oblasti replik povrchů
2. Teoretické zpracování principů hodnocení jakosti povrchů a jejich replik
3. Volba vhodných matematických postupů a metod
4. Praktické ověření na zvoleném dílu
5. Diskuze a závěry, včetně nastínění dalších možností řešení

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. WHITEHOUSE, David. Handbook of surface and nanometrology 2. ČSN EN ISO 4287. Geometrické požadavky na výrobky (GPS) – Struktura povrchu: Profilová metoda – Termíny, definice a parametry struktury povrchu. 1999. vyd. 3. ČSN EN ISO 4288. Geometrické požadavky na výrobky (GPS) – Struktura povrchu: Profilová metoda – Pravidla a postupy pro posuzování struktury povrchu. 1999. vyd.

Vedoucí diplomové práce:

doc. Dr. Ing. Vladimír Pata

Ústav výrobního inženýrství

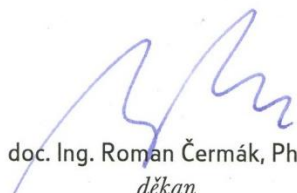
Datum zadání diplomové práce:

30. ledna 2015

Termín odevzdání diplomové práce:

13. května 2015

Ve Zlíně dne 30. ledna 2015


doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan




prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D.
ředitel ústavu

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 4.5.2015


.....

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 nevdělečně 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). Odpírá-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

Diplomová práce se zaměřuje na hodnocení drsnosti povrchu s využitím povrchových replik. Teoretická část se zaměřuje na všeobecné termíny, definice a principy hodnocení drsnosti povrchu. Část praktická se zaměřuje na porovnání různých parametrů drsnosti povrchu zadaného vzorku a jeho repliky. Výsledky jsou následně vyhodnoceny vhodnými matematickými metodami s využitím parametrických metod teorie hypotéz a porovnány za účelem posouzení vhodnosti použití dané otiskové hmoty.

Klíčová slova:

Jakost povrchu, teorie hypotéz, replika, bezkontaktní měření.

ABSTRACT

The thesis is focuses on the evaluation of surface roughness with the help of replicas. The theoretical part is aimed to the general terms, definitions and principles for evaluation of surface roughness. The practical part is focused on comparing various parameters of surface roughness of the sample and replica. Results are analyzed by suitable mathematical methods using parametric methods of theories of hypotheses and they are compared to assess the suitability of using impression materials.

Keywords:

Surface quality, the theory of hypotheses, replica, non-contact measurement.

Tímto bych chtěl poděkovat panu doc. Dr. Ing Vladimíru Patovi za jeho čas, ochotu, cenné rady a pomoc při řešení diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Mileně Kubišové za pomoc a seznámením s obsluhou při měření na přístroji Talysurf CLI 500 a Ing. Andree Zapletalové za pomoc a nalezení vhodného postupu při výrobě otisků. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat za podporu ve studiu rodičům a své přítelkyni.

Motto:

„Žádné množství pokusů nikdy nemůže dokázat, že jsem měl pravdu. Jediný pokus však kdykoliv může dokázat, že jsem se mýlil.“

Albert Einstein

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronicky nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 ZÁKLADNÍ PARAMETRY HODNOCENÍ JAKOSTI POVRCHU VHODNÉ PRO SLEDOVÁNÍ MEZI REPLIKOU A ORIGINÁLEM	12
1.1 HISTORICKÝ POHLED NA HODNOCENÍ DRSNOSTI POVRCHU.....	12
1.2 PROFIL POVRCHU.....	14
1.2.1 Drsnost povrchu	16
1.2.2 Vlnitost povrchu.....	16
1.2.3 Tvar povrchu	17
1.3 FILTRACE	17
1.4 MĚŘÍCÍ DRÁHY SNÍMAČE	18
1.5 STŘEDNÍ ČÁRA	18
1.5.1.1 Střední čára profilu drsnosti.....	18
1.5.1.2 Střední čára profilu vlnitosti	18
1.5.1.3 Střední čára základního profilu.....	19
1.6 ZÁKLADNÍ PARAMETRY TEXTURY POVRCHU	19
1.6.1 Výškové parametry (výstupky a prohlubně)	19
1.6.1.1 Největší výška výstupky profilu Pp, Rp, Wp.....	19
1.6.1.2 Největší hloubka prohlubní profilu Pv, Rv, Wv	20
1.6.1.3 Největší výška profilu Pz, Rz, Wz.....	21
1.6.1.4 Průměrná výška prvků profilu Pc, Rc, Wc	21
1.6.1.5 Celková výška profilu Pt, Rt, Wt.....	22
1.6.1.6 Průměrná aritmetická úchylna posuzovaného profilu Pa, Ra, Wa	22
1.6.1.7 Průměrná kvadratická úchylna posuzovaného profilu Pq, Rq, Wq	23
1.6.1.8 Šikmost posuzovaného profilu Psk, Rsk, Wsk	23
1.6.1.9 Špičatost posuzovaného profilu Pku, Rku, Wku	23
1.6.2 Délkové parametry	24
1.6.2.1 Průměrná šířka prvků profilu PSm, RSm, WSm	24
1.6.3 Tvarové parametry	24
1.6.3.1 Materiálový poměr profilu (nosný podíl) Pmr, Rmr, Wmr	24
1.6.3.2 Křivka materiálového poměru profilu (nosná křivka)	24
2 POUŽITÍ REPLIK PRO MĚŘENÍ DRSNOSTI POVRCHŮ	26
2.1 ROZDĚLENÍ REPLIK Z HLEDISKA POUŽITÉHO MATERIÁLU	26
2.1.1 Otisky z roztoků celulózy nebo na změkčených celulóзовých fóliích	27
2.1.2 Otisky povrchů z termoplastů	27
2.1.3 Chemickými reakcemi tvrditelné hmoty, případně hmoty tvrditelné teplem a světlem.....	28
2.1.3.1 Dentacryl.....	28
2.1.3.2 Sádra	28
2.1.3.3 Dentální hmoty (silikonové otiskovací hmoty)	29
3 VHODNÉ MATEMATICKO-STATISTICKÉ METODY VEDOUcí K MOŽNOSTEM POSOUZENÍ MEZI REPLIKOU A ORIGINÁLEM	30
3.1 TESTOVÁNÍ STATISTICKÝCH HYPOTÉZ.....	30
3.1.1 Chyby I. druhu a II. druhu.....	30

3.1.2	Postup testování statistické hypotézy	32
3.2	F-TEST	32
3.3	TESTY SHODY STŘEDNÍCH HODNOT („TESTY SPRÁVNOSTI“)	33
3.3.1	100 (1 - α)% interval spolehlivosti	33
3.3.2	Studentův t-test	33
4	VHODNÉ PŘÍSTROJOVÉ VYBAVENÍ PRO POROVNÁNÍ OREGINÁLU S REPLIKOU	36
4.1	TALYSURF CLI	36
4.1.1	Základní části Talysurf CLI 500	37
	ABY BYLO ZAŘÍZENÍ TALYSURF CLI KOMPLETNÍ, JE NUTNÉ SESTAVIT HO Z NÁSLEDUJÍCÍCH JEDNOTLIVÝCH SOUČÁSTÍ:	37
4.1.2	Druhy snímačů	37
4.1.3	Podmínky pro měření	37
II	PRAKTICKÁ ČÁST	39
5	PŘÍPRAVA OTISKŮ	40
5.1	VZORKOVNICE	40
5.2	STOMAFLEX LIGHT	41
5.3	PŘÍPRAVA OTISKU	43
5.4	KONTROLA POVRCHU NA MIKROSKOPU S OKULÁROVOU KAMEROU AM423B	45
5.5	MĚŘENÍ DRSNOSTI POVRCHU	47
5.6	TALYMAP	50
5.7	ZPRACOVÁNÍ NAMĚŘENÝCH DAT – MINITAB 14	52
5.7.1	Kontrola vychýlených hodnot – boxplot	54
5.7.2	Grafické shrnutí	55
ZÁVĚR		67
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY		68
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK		69
SEZNAM OBRÁZKŮ		71
SEZNAM TABULEK		73
SEZNAM PŘÍLOH		74

ÚVOD

Diplomová práce se zabývá metodou hodnocení drsnosti povrchu pomocí replik (otisků). Je rozdělená do dvou částí. Části teoretické a praktické.

Teoretická část diplomové práce je rozdělená do čtyř kapitol. První kapitola se zabývá informacemi o profilu povrchu, z čeho se profil skládá, jaká je jeho struktura a dále se první kapitola zabývá základními parametry drsnosti povrchu. Kapitola druhá informuje o použití replik, jejich rozdělení, vývoji v použití otiskových hmot a seznámením se základními druhy. Kapitola třetí je zaměřená na popis vhodných matematicko-statistických metod srovnání dvou výběrových souborů dat. A v poslední části teoretické práce je popsáno přístrojové vybavení, na kterém probíhalo měření, tedy pár slov o Talysurf CLI 500.

V praktické části je popsán průběh experimentu, průběh zpracování dat a příklad jak byla data zpracovávána.

Cílem diplomové práce bylo zjistit vhodnost použití dentální otiskovací hmoty Stomaflex Light na povrchy opracované různými třískovými technologiemi s různými hodnotami drsnosti parametru Ra.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ZÁKLADNÍ PARAMETRY HODNOCENÍ JAKOSTI POVRCHU VHODNÉ PRO SLEDOVÁNÍ MEZI REPLIKOU A ORIGINÁLEM

Vztah mezi funkcí a jakostí povrchu plochy, která je vytvořena jistou technologickou metodou, můžeme hodnotit ze dvou různých hledisek:

- Prostorové uspořádání (textura, morfologie) povrchu, které je reprezentováno především drsností povrchu
- Fyzikální a chemické vlastnosti povrchové vrstvy součásti

Jejich ovlivnění metodami výroby ve vztahu k funkci lze vyjádřit pojmem integrita povrchu (zahrnuje podmínky, za kterých funkční povrch vzniká, účinky technologických metod a jejich vliv na vlastnosti nově vytvořené plochy)

1.1 Historický pohled na hodnocení drsnosti povrchu

Již ve třicátých letech minulého století se v technicky vyspělých státech začala projevovat snaha o vytvoření spolehlivého systému kontroly drsnosti obrobených povrchů pomocí měřících přístrojů a vyjadřovat jejich kvalitu mezinárodně srovnatelnou jednotkou. Příčinou těchto snah byly požadavky na vyměnitelnost součástí a také snaha nahradit dosud využívanou zrakovou a hmatovou kontrolu drsnosti kvantitativním (číselným) měřením. To však vyžadovalo dokonalou znalost všech vlivů ovlivňujících jakost povrchu a stanovit stupnici drsnosti s ohledem na technologické metody používané při výrobě.

V roce 1936 byla publikována G. Schmaltzem kniha, která byla prvním pokusem vědecky definovat nový obor významný pro inženýrskou praxi. Podle této knihy byly roku 1938 v Praze, na konferenci Mezinárodní normalizační organizace ISA, stanoveny definice charakteristik drsnosti podle návrhu G. Schmlze.

Ve čtyřicátých letech 20. století byla na řadě pracovišť prováděna provozní statistická měření, na jejichž základě se zjišťoval stav povrchu dostatečného počtu součástí, u kterých se předpokládalo, že stupeň drsnosti povrchu je z hlediska jejich funkce velice významný.

V padesátých letech byly v Sovětském svazu organizovány výzkumné skupiny a laboratoře se zaměřením na studium kvality povrchu. Výsledkem byl vznik sovětské normy GOST 2789-45 Klasifikace jakosti povrchu, která zavedla kvantitativní údaje o povrchu opracované plochy a která se stala důležitým podnětem pro zvyšování technické úrovně výrobků

a jakosti povrchů při obrábění. V Československu na podnět N. N. Savina, pracovníka bývalých Škodových závodů, vznikají první závodní normy a pomůcky pro hodnocení drsnosti povrchu. V této době vyvolaly velký zájem o tvar a povrch nerovností, které vznikají po technologických operacích a o jejich měření práce autorů Schmaltze, Abbotta a Linnika. V dalších letech se potvrdilo, že nelze jen zpracovávat obecné pojmy metrologie drsnosti povrchu, ale je nutné se zaměřit i na jiné aspekty jako jsou: tvar snímacího hrotu, zvětšení, přitlačná síla, minimální hystereze pro číselné vyjádření a vyhodnocení veškerých nerovností, které budou měřeny. Drsnost byla vyjadřována v pojmech a hodnotách, které byly získávány přejížděním snímacího hrotu v kolmém směru na směr stop na obrobeném povrchu.

V této době vznikají první profilometry provádějící zpočátku jen integrační odečítání hodnoty R_q , později byly doplněny zapisovacím zařízením (Abbottův profiloměr). Dále měřicí přístroj firmy Taylor-Hobson (Talysurf), který byl vybaven zapisovacím zařízením, měřil průměrné hodnoty drsnosti a umožňoval záznam křivky profilu.

Velmi vyhledávaným přístrojem pro optická měření, především pro laboratorní účely, se stal interferenční mikroskop. Optické porovnávání vzorku a předmětu se užívalo dost dlouho, ale dále se již nevyvíjelo. Pouze bylo zdokonaleno přímé optické odečítání nosného podílu vývojem přístrojů Mechau (Zeiss) a a Nicolau.

Jednou z nejdůležitějších částí zařízení pro měření drsnosti povrchu je snímač. Kombinace malého zdvihu s velmi malou přitlačnou silou a velmi velkým zvětšením (r.1940 – 40 000, r.1960 – 100 000 až po 1 000 000 v roce 1965) byly důsledkem vývoje velmi citlivých zařízení, která musela splňovat všechny požadavky pro tyto účely.

V devadesátých letech dochází k vývoji měřicích zařízení a metod měření kvality povrchu. Začalo se využívat nových měřicích zařízení s digitálním odečítáním a vyhodnocováním. Koncem 20. století se klade důraz na rozvoj trojrozměrného snímání povrchu, stejně tak přichází na řadu otázka bezkontaktního snímání drsnosti povrchu. V této době dochází k velkým pokrokům v tomto směru.[1]

Začátkem 21. století dochází k výraznému kvalitativnímu technickému pokroku. Přední výrobci měřicí techniky aktivně reagovali na nové požadavky na kvalitu funkčních povrchů součástí spojenou s vysokou přesností rozměrů, tvarů a vzájemné polohy funkčních ploch. Technické potřeby a ekonomické možnosti uživatelů výrazně ovlivňují vývoj měřicí

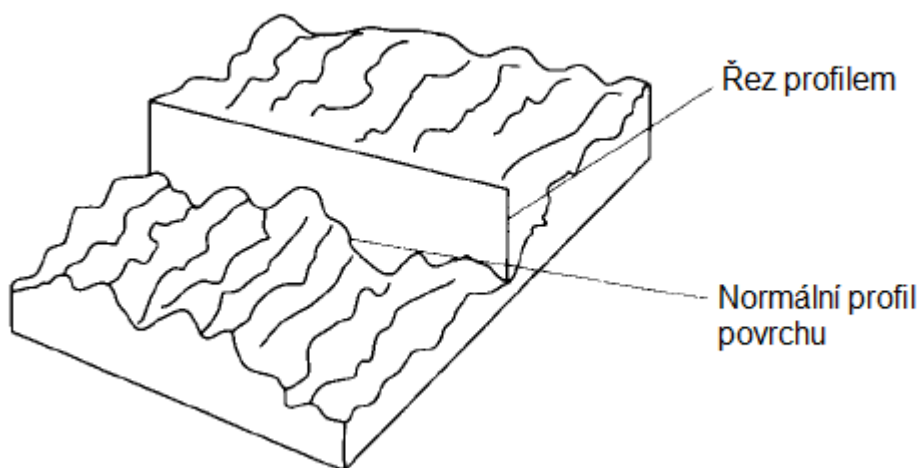
techniky. Výsledkem vývoje měřicí techniky a vyhodnocovacích zařízení není jen zvyšování technické úrovně, ale i příprava nových metodik a měřicích systémů.[2]

Technické parametry měřicích přístrojů na současném trhu představují výsledky vývoje zaměřeného na řešení následujících aspektů měření a hodnocení struktury povrchu.[2]

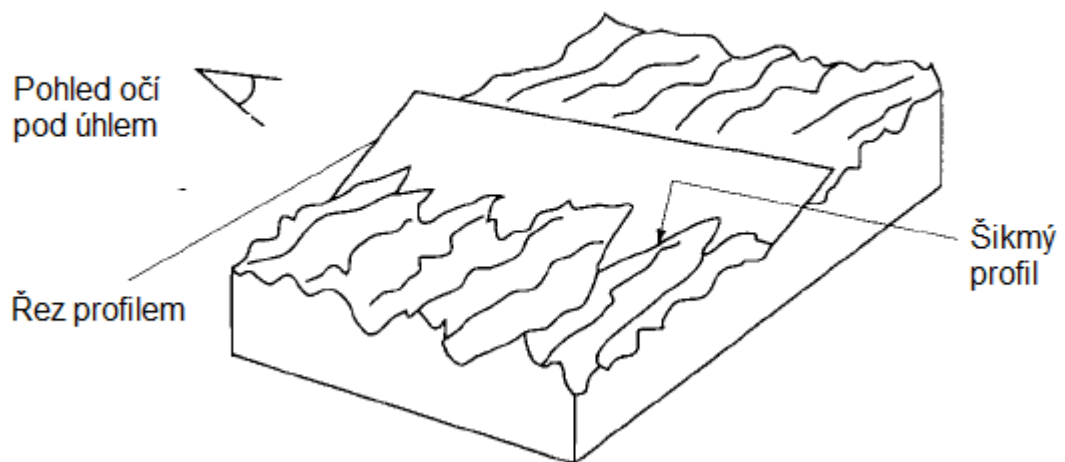
1.2 Profil povrchu

Aby bylo možné provést dobře odhady drsnosti pomocí dotykového hrotu anebo optickými metodami, je třeba definovat všechny etapy postupu měření.

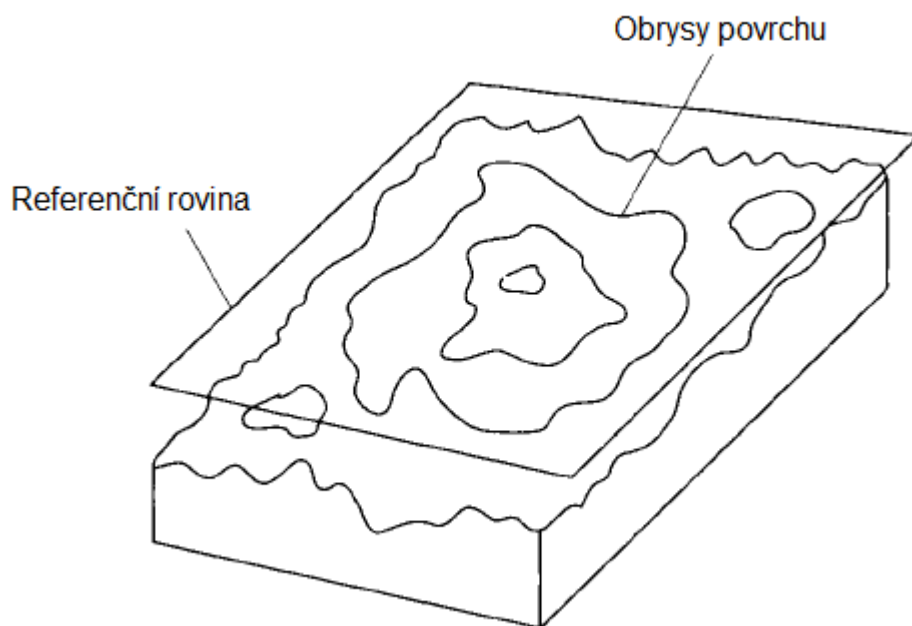
První požadavek je dohodnout se na charakteru měření. Nejjednodušším výchozím bodem je profil povrchové textury. Bohužel, toto není jednoduché, jelikož existuje řada způsobů, jak vytvořit profil. [6]



Obrázek 1 – Profil referenční roviny: Rovina kolmo k povrchu [6]



Obrázek 2 - Profil referenční roviny: Rovina pod úhlem [6]

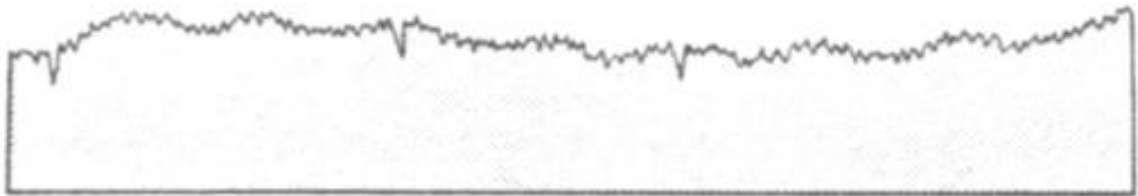


Obrázek 3 – Profil referenční roviny: Rovina rovnoběžná s povrchem [6]

Na obrázku 1, je referenční rovina kolmá k povrchu. Na obrázku 2 je referenční rovina pod úhlem a na obrázku 3 je rovina rovnoběžná s měřeným povrchem. Šikmé profily jsou vyráběny v případě, že je referenční rovina nakloněna. Z obrázků je zřejmé, že náklon referenční roviny na obr. 2 nám dá zvětšený pohled výšky povrchu než je toho u obr. 1. [6]

Obecný povrch lze rozdělit na tři komponenty, které odlišuje vlnová délka:

- Drsnost
- Vlnitost
- Tvar



Obrázek 4 – Profil povrchu

1.2.1 Drsnost povrchu

Drsnost povrchu jsou jemné nerovnosti, které můžeme také nazývat mikronerovnosti. Hovoříme-li o drsnosti povrchu, hovoříme vlastně o stopách, které zanechal nástroj na obrobku. Může být ovlivněna mechanismem tvoření třísky. Při vytváření třísky dochází k vytrhávání částíček materiálu, což ovlivňuje její náhodný charakter. [6]



Obrázek 5 – Drsnost povrchu [6]

1.2.2 Vlnitost povrchu

Drsnost je nevyhnutelná – je to známka procesu, ale vlnitost je důsledek problému s obráběcím strojem a v zásadě by bylo možné se jí vyhnout. Je často periodické povahy, obvykle ji zapříčiní vibrace způsobené nedostatkem tuhosti stroje. [6]



Obrázek 6 – Vlnitost povrchu [6]

1.2.3 Tvar povrchu

Kromě drsnosti nebo vlnitosti může geometrie povrchu zahrnovat ještě tvar (jedná se o nerovnosti o větších vlnových délkách než je vlnitost). Mohou být způsobeny nedostatečnou tuhostí, špatnou přímostí vodících ploch anebo může dojít k deformacím povrchu působením tepelných účinků.

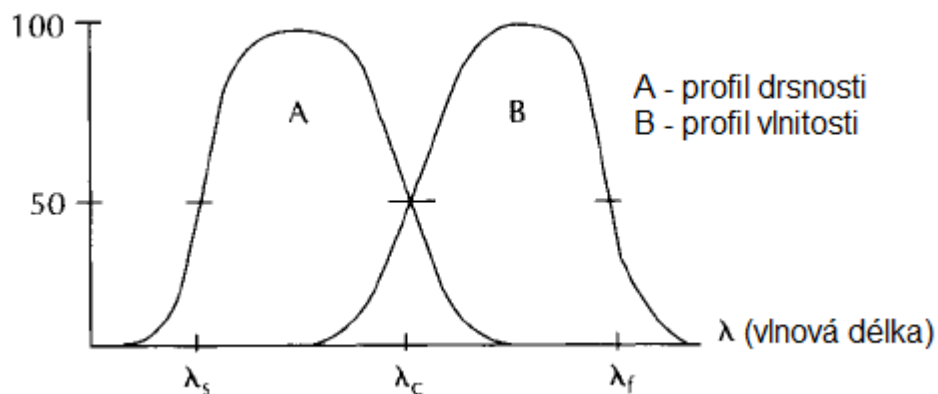


Obrázek 7 – Tvar povrchu [6]

1.3 Filtrace

Abychom mohli vhodně vyhodnotit drsnost povrchu, musíme nasnímaná data filtrovat tj. oddělit drsnost od dlouhovlnných a krátkovlnných složek profilu. Hodnota, jejíž pomocí tyto složky oddělujeme od profilu, se nazývá vlnová délka filtru.

Základní profil je základem pro hodnocení základních parametrů profilu a není filtrován. Profil vlnitosti se získá ze základního profilu potlačením vlnových délek delších než λ_f a kratších vlnových délek než λ_c . Profil drsnosti získáme ze základního profilu potlačením vlnitosti a delší vlnové délky než λ_c . [6]



Obrázek 8 – Přenosová charakteristika profilu drsnosti a vlnitosti. [6]

Filtr λ_s – definuje rozhraní mezi drsnostmi a mikrostrukturou profilu

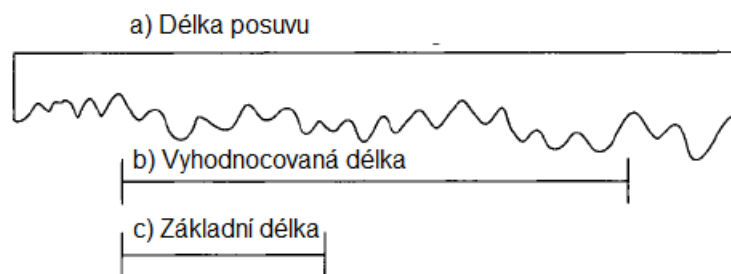
Filtr λ_c – definuje rozhraní mezi složkami vlnitosti a drsnosti.

Filtr λ_f – definuje rozhraní mezi vlnitostí a dalšími složkami na povrchu.[6]

1.4 Měřicí dráhy snímače

K dispozici jsou tři vzdálenosti na povrchu, které jsou definovány takto (viz obr. 9):

- Měření nebo také délka posuvu - je dráha, po kterou dotykový hrot / snímač pohybuje po povrchu. Údaje se obvykle nezaznamenávají z celé této délky. Např.: musí být dosažena konstantní rychlost posuvu, než se spustí záznam dat.
- Vyhodnocovací délka – je obvykle kratší než délka posuvu. Vzdálenost na povrchu, po kterou získáváme a vyhodnocujeme data.
- Délka odběru vzorků (základní délka) – je vzdálenost, na které se daný parametr drsnosti hodnotí. Není-li uvedeno jinak uvedené povrchové parametry se vždy vztahují k této délce.



Obrázek 9 – Dráhy snímače [6]

1.5 Střední čára

1.5.1.1 Střední čára profilu drsnosti

Je čára, která odpovídá dlouhovlnné složce profilu, která je potlačena filtrem profilu λ_c

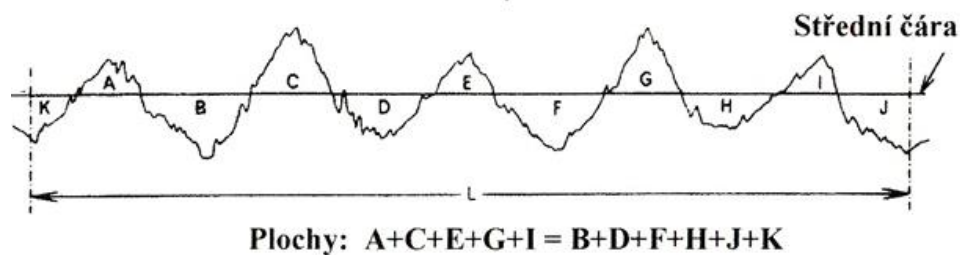
1.5.1.2 Střední čára profilu vlnitosti

Je čára, která odpovídá dlouhovlnné složce profilu, která je potlačena filtrem profilu λ_f

1.5.1.3 Střední čára základního profilu

Tato čára rozděljuje profil na soustavu ploch takovým způsobem, že součet ploch nad střední čarou je roven součtu ploch pod střední čarou. [11]

„Pro přesnější určení střední čáry se používá výpočet pomocí metody nejmenších čtverců. Poloha vztahné čáry je určena tak, že součet čtverců úchylek této čáry je minimální; její poloha je jiná než poloha střední čáry podle plochy – je totiž jednoznačně určena.“ [11]



Obrázek 10 – Střední čára [11]

1.6 Základní parametry textury povrchu

Základní parametry textury povrchu se dělí dle ČSN EN ISO 4287 na tři základní skupiny:

- Výškové
- Tvarové
- Délkové

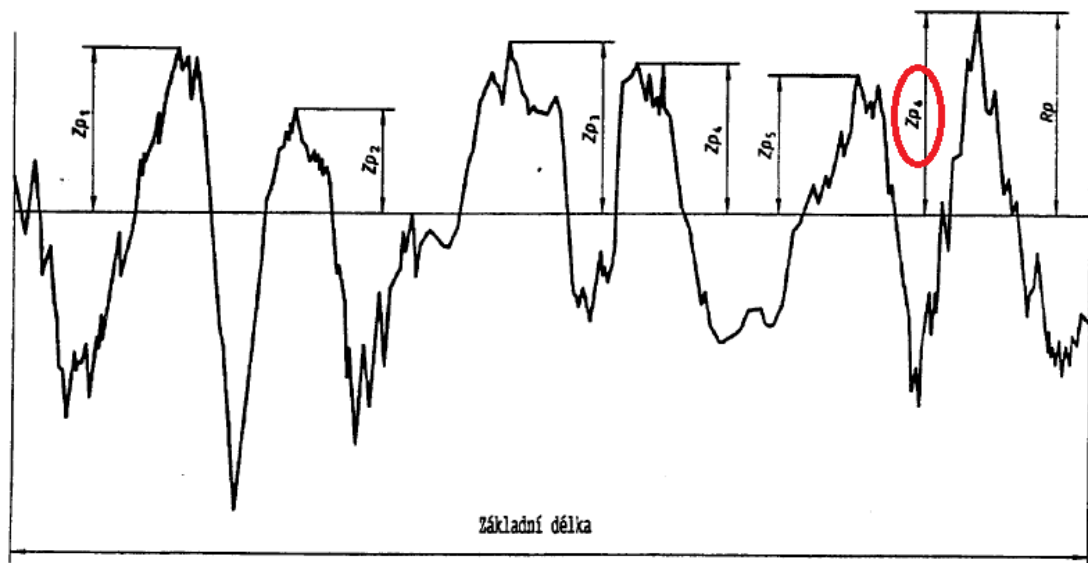
Geometrické parametry se označují velkými písmeny P, R a W v závislosti na tom, jsou-li vypočítány ze základního profilu (P-parametr), z profilu drsnosti (R-parametr) a nebo z profilu vlnitosti (W-parametr)

1.6.1 Výškové parametry (výstupky a prohlubně)

Pojmem výškové parametry profilu rozumíme výstupky a prohlubně, které jsou výsledkem technologického procesu, jímž výsledná plocha vznikala (stopy, které po sobě zanechává nástroj)

1.6.1.1 Největší výška výstupky profilu P_p , R_p , W_p

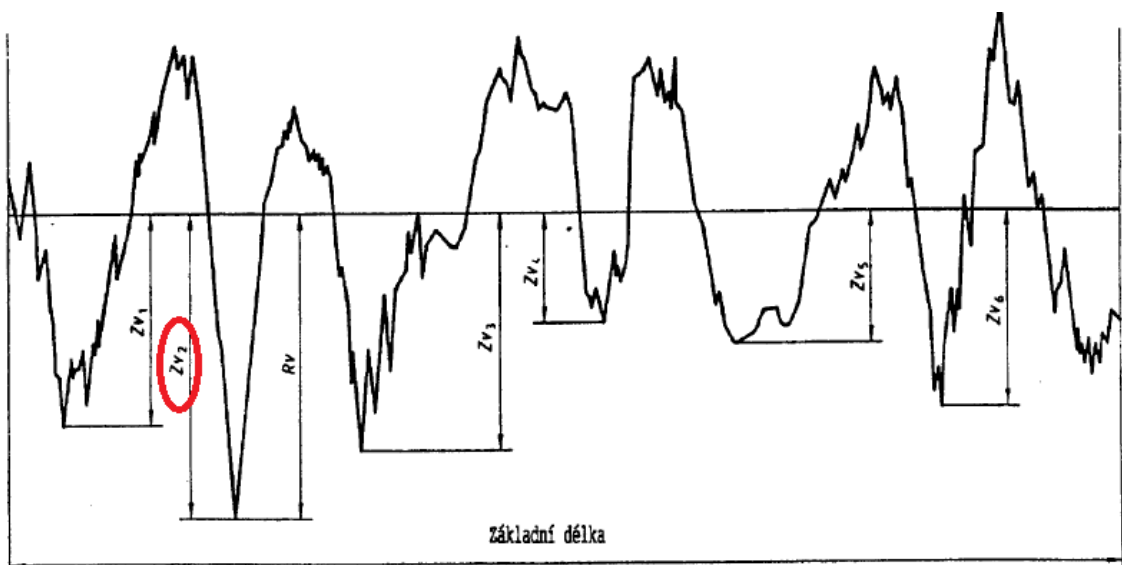
Jedná se o nejvyšší naměřenou výšku výstupku profilu Z_p v rozsahu základní délky. [10]



Obrázek 11 – Největší výška výstupky profilu (příklad měření profilu drsnosti) [10]

1.6.1.2 Největší hloubka prohlubní profilu P_v , R_v , W_v

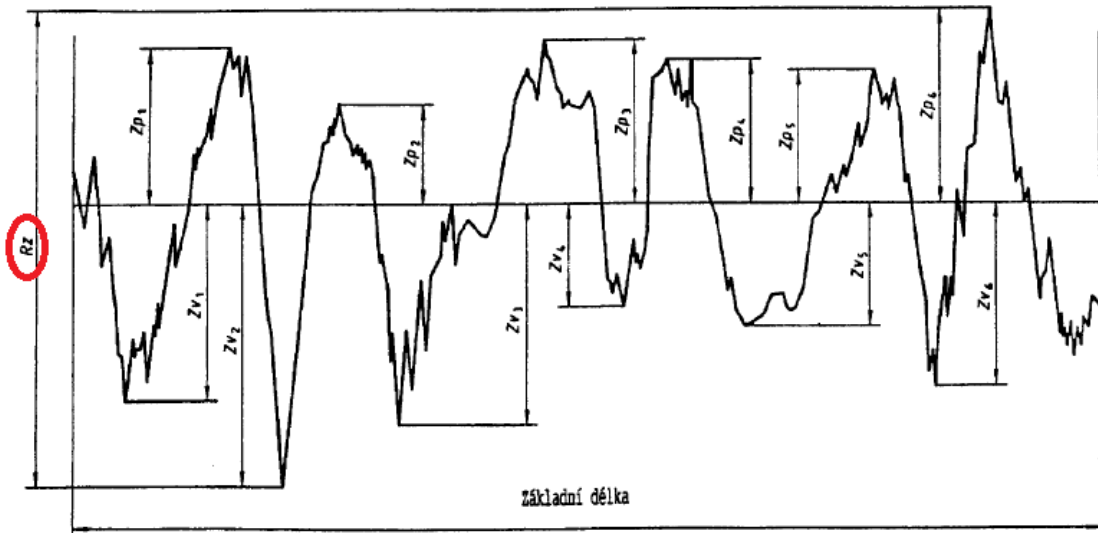
Jedná se nejnižší prohlubeň profilu Z_v naměřenou v rozsahu základní délky.[10]



Obrázek 12 – největší hloubka prohlubně profilu (příklad měření profilu drsnosti) [10]

1.6.1.3 Největší výška profilu P_z , R_z , W_z

Jedná se o součet výšek Z_p a Z_v (nejvyšší výstupek profilu a nejnižší prohlubně profilu) v rozsahu základní délky. [10]

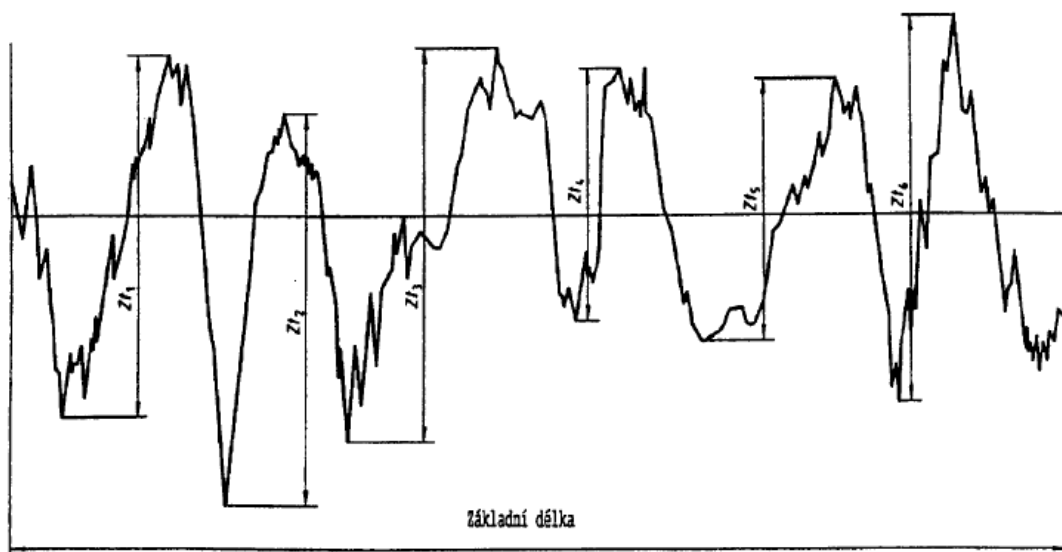


Obrázek 13 – nejvyšší výška profilu (příklad měření profilu drsnosti) [10]

1.6.1.4 Průměrná výška prvků profilu P_c , R_c , W_c

Jedná se o průměrnou hodnotu výšek Z_t prvků profilu v rozsahu základní délky

$$P_c, R_c, W_c = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m Z_{ti} \quad (1)$$



Obrázek 14 – Průměrná výška prvků profilu [10]

1.6.1.5 Celková výška profilu P_t , R_t , W_t

Součet výšek Z_p a hloubky Z_v (výška nejvyššího výstupku profilu a hloubky nejnížší prohlubně profilu) v rozsahu vyhodnocované délky.

Pozn.: Jsou-li definovány P_t , R_t a W_t na vyhodnocované délce spíše než na základní délce, budou pro jakýkoliv profil platit následující vztahy:

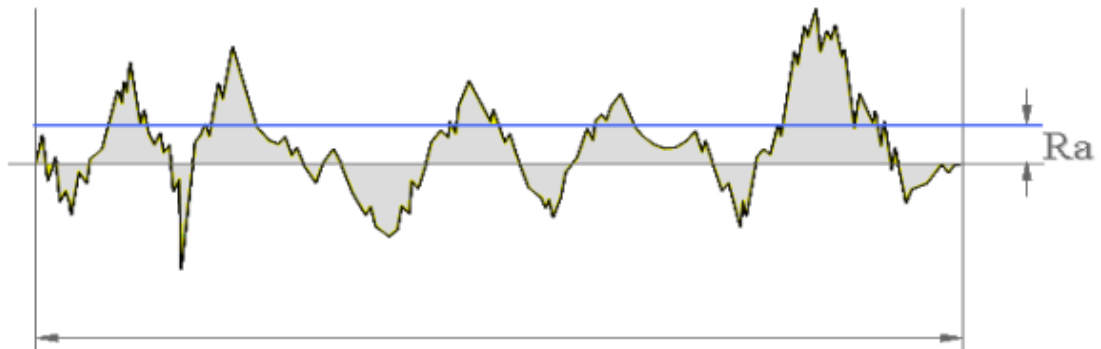
$$P_t \geq P_z; R_t \geq R_z; W_t \geq W_z \quad [10] \quad (2)$$

1.6.1.6 Průměrná aritmetická úchylka posuzovaného profilu P_a , R_a , W_a

Jedná se o aritmetický průměr absolutních hodnot pořadnic $Z(x)$, které jsou zaznamenány v rozsahu základní délky:

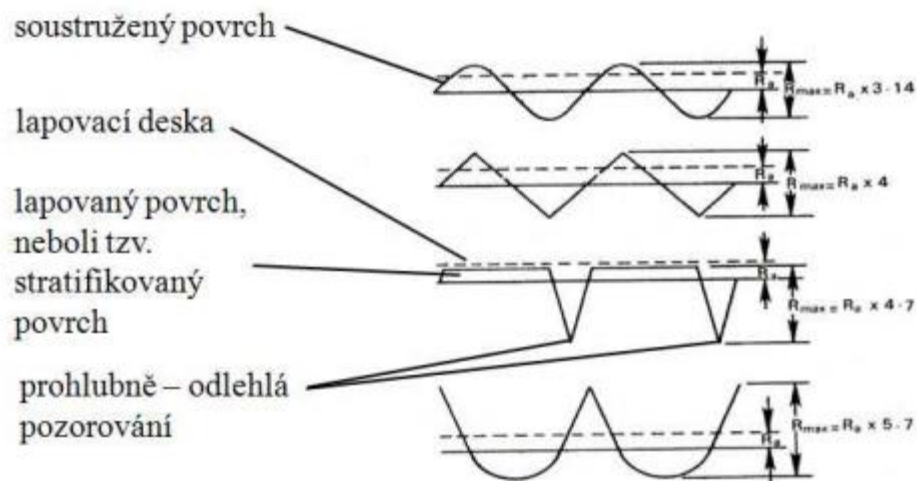
$$P_a, R_a, W_a = \frac{1}{l} \int_0^l |Z(x)| dx \quad (3)$$

Kde $l = l_p, l_r$, popřípadě l_w



Obrázek 15 – Průměrná aritmetická úchylka posuzovaného profilu R_a [11]

Jeden z nejčastěji měřených parametrů v praxi je právě parametr R_a . Tento parametr ovšem není příliš vhodný pro interpretaci výsledků v praxi, jelikož jeho hodnota nedává 100% informace o tvaru a nepravidelnosti povrchu, což můžeme vidět na obrázku 16, kdy pro stejnou hodnotu aritmetické úchylky posuzovaného profilu R_a dosahujeme různých hodnot celkové výšky profilu R_t . [11]



Obrázek 16 – Porovnání různých povrchů pro stejnou hodnotu Ra

1.6.1.7 Průměrná kvadratická úchylka posuzovaného profilu Pq , Rq , Wq

Jedná se o kvadratický průměr pořadnic $Z(x)$, které jsou zaznamenány v rozsahu základní délky.

$$Pq, Rq, Wq = \sqrt{\frac{1}{l} \int_0^l |Z^2(x)| dx} \quad (4)$$

1.6.1.8 Šikmost posuzovaného profilu Psk , Rsk , Wsk

Jedná se o podíl průměrné hodnoty třetích mocnin pořadnic $Z(x)$ a třetí mocniny Pq , Rq nebo Wq v rozsahu základní délky. [10]

$$Rsk = \frac{1}{Rq^3} \left[\frac{1}{lr} \int_0^{lr} |Z^3 x| dx \right] \quad (5)$$

1.6.1.9 Špičatost posuzovaného profilu Pku , Rku , Wku

Jedná se o podíl průměrné hodnoty čtvrtých mocnin pořadnic $Z(x)$ a čtvrté mocniny hodnoty Pq , Rq nebo Wq v rozsahu základní délky. [10]

$$Rku = \frac{1}{Rq^4} \left[\frac{1}{lr} \int_0^{lr} |Z^4 x| dx \right] \quad (6)$$

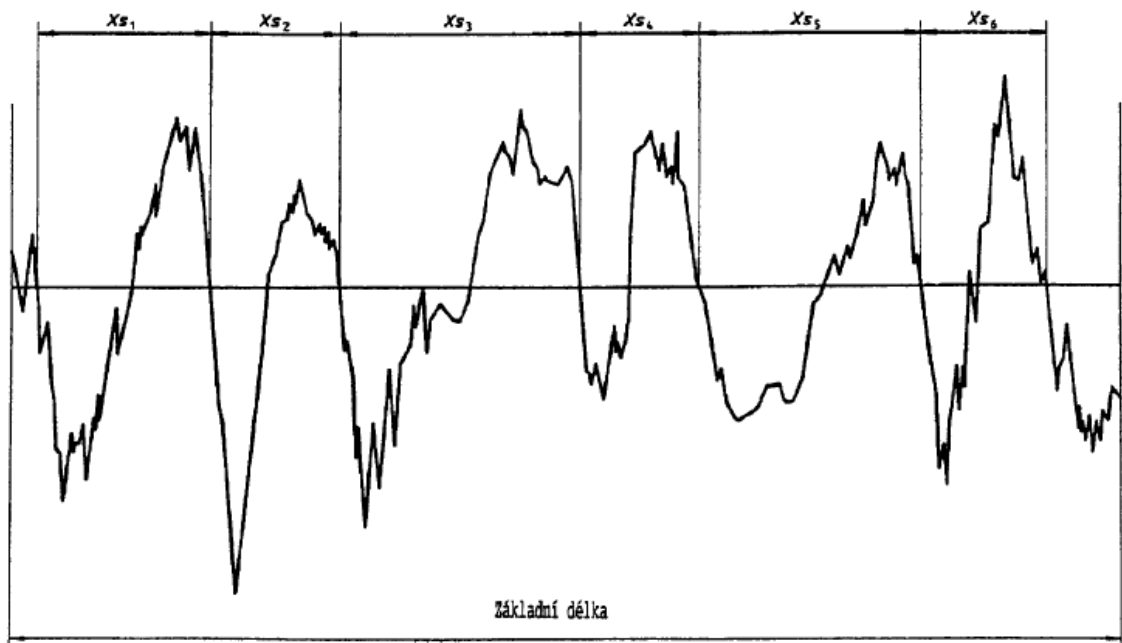
1.6.2 Délkové parametry

Jedná se o parametry určované v délkovém směru (ve směru měření), jsou také nazývány jako šířkové parametry. [11]

1.6.2.1 Průměrná šířka prvků profilu PSm , RSm , WSm

Jedná se o aritmetický průměr šířek Xs prvků profilu jež jsou zaznamenány v rozsahu základní délky. [10]

$$PSm, RSm, WSm = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m Xs_i \quad (7)$$



Obrázek 17 – Šířka prvků profilu [10]

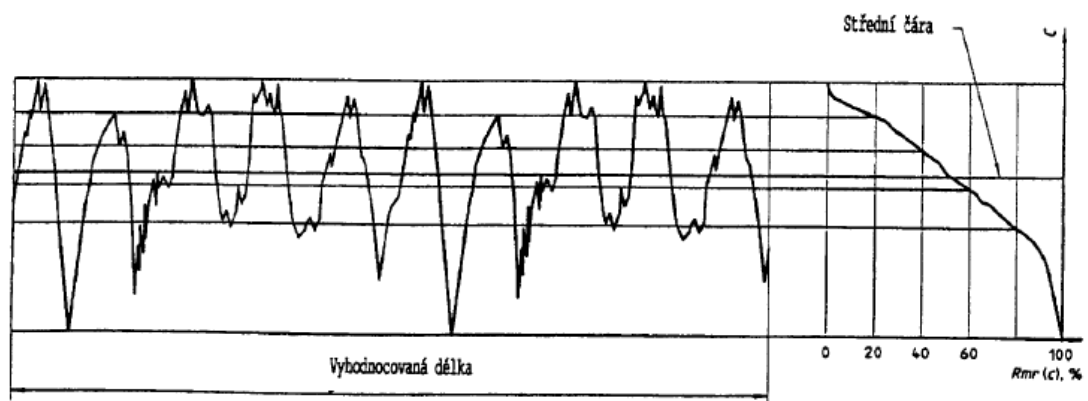
1.6.3 Tvarové parametry

1.6.3.1 Materiálový poměr profilu (nosný podíl) Pmr , Rmr , Wmr

Jedná se o poměr délky materiálu elementů profilu MI na dané úrovni c , k vyhodnocované délce. [10]

1.6.3.2 Křivka materiálového poměru profilu (nosná křivka)

Známa také jako křivka Abbott Firestoneova. Udává podíl materiálu jako funkci hladiny (výšky) řezu.



Obrázek 18 – Abbott Firestoneova křivka [10]

2 POUŽITÍ REPLIK PRO MĚŘENÍ DRSNOSTI POVRCHŮ

Měření drsnosti povrchu dotykovými profiloměry i optickými měřicími metodami nemůže být z různých příčin uskutečněno anebo je znemožněno celou řadou důvodů. Například příliš velká hmotnost a rozměry součástí, obrobek je upnut na stroji a mají na něm být provedeny ještě další operace, ale pro výzkumné účely je nutné zachytit stav povrchu a provést měření drsnosti povrchu, nebo porovnat změny povrchu po funkčních zkouškách atd. Z těchto důvodů se tedy začal hledat nepřímý způsob hodnocení kvality povrchu. Začalo se tedy používat nepřímého určení kvality povrchu pomocí povrchových replik neboli otisků. Začalo se tedy používat různých otiskových hmot, u nichž byl předpoklad pro splnění následujících požadavků na ideální otiskovou hmotu:

- otisky reliéfů povrchu musí být věrné až do zlomku mikrometrů
- musí být dostatečně silné, aby se při oddělování od povrchu nedeformovaly
- musí být dostatečně tvrdé, aby při kontaktním měření měřící hrot nepoškodil měřenou strukturu
- postup zhotovení otisků musí být jednoduchý, časově nenáročný a kdekoliv proveditelný
- otisky se musí snadno oddělovat od povrchu bez použití separátorů (ty by mohly zkreslit věrnost otisku)
- nežádoucí je také ohřev součásti pro možnost místní směny struktury

2.1 Rozdělení replik z hlediska použitého materiálu

Otiskové hmoty lze zařadit do těchto skupin:

- repliky z roztoků celulózy nebo na změkčených celulózových fóliích
- teplem změkčitelné a tavitelné hmoty (termoplasty)
- chemickými reakcemi tvrditelné hmoty (reaktoplasty), případně hmoty tvrditelné teplem a světlem [1]

2.1.1 Otisky z roztoků celulózy nebo na změkčených celulóзовých fóliích

Otisky z celulózy lze zhotovit z roztoku celulózy v těkavém rozpouštědle (např. roztok ethylcelulózy v čistém acetonu). Na plochu, kterou musíme nejdříve řádně očistit a odmastit nanese se nejtenčí vrstva připraveného celulóзовého roztoku. Nanesený roztok necháme 5 až 10 minut zaschnout a přelepíme jej transparentní lepenkou (izolepou) a opatrně sejmem. Takto vyhotovené repliky používáme pro pozorování na mikroskopech v procházejícím světle. Nejčastěji volíme reliéfový obraz nebo strukturální obraz. Transparentní celulóзовé otisky můžeme také promítat a porovnávat s otisky vzorových ploch. [2]

Pro vytvoření replik z celulóзовých fólií nebo destiček je postup následující: Povrch folie nebo destičky musíme prvně z jedné strany změkčit pár kapkami acetonu (případně roztokem celulózy v acetonu) a následně přitisknout na očištěný a odmaštěný povrch. Po uplynutí přibližně deseti minut můžeme repliku sejmut.

Tento způsob otisků byl využíván především ve výrobě valivých ložisek pro kontrolu tvaru profilu oběžných drah vnějších kroužků ložisek, zde se používaly předem tvarované celulóзовé destičky. [2]

Celulóza (buničina) – jedná se o nejrozšířenější organickou, přírodní vysokomolekulární látku se vzorcem $(C_6H_{10}O_5)_n$. Je to velmi důležitý zdroj obnovitelného organického materiálu. Používá se především na výrobu papírů, viskóзовého hedvábí, celofánu, nitrátu celulózy atd. [3]

2.1.2 Otisky povrchů z termoplastů

Termoplasty jsou nejrozšířenější skupinou plastů. Jedná se o makromolekulární sloučeniny ať už lineárních nebo rozvětvených struktur polymerů.

Z hlediska vnitřní struktury se termoplasty dělí na amorfní a semikrystalické.

Amorfní – jejich řetězce nejsou pravidelně prostorově uspořádány.

Semikrystalické – podstatná část jejich řetězců je pravidelně a těsně uspořádána do krystalických útvarů. Zbytek tvoří část amorfní. [4]

U amorfních termoplastů rozeznáváme dvě důležité teploty: Teplotu skelného přechodu T_g a teplotu tečení T_f . U semikrystalických polymerů je to pak teplota tání T_m . Pro výrobu repliky musíme připravený polymer přivést do kapalného stavu a následně metodou gravi-

tačního odlévání na součást zhotovit její otisk. Ochlazením taveniny pod teplotu tání (resp. tečení) polymeru se zafixuje tvar a replika se může sejmut.

Pro hodnocení kvality povrchu elektronovou mikroskopií se používalo velmi přesných otisků zhotovených z polystirolu při teplotě součástí 110 až 120°C nebo z polymethylmetacrylátu zahřátého na 170°C, který se aplikoval na součásti ohřáté až na teplotu 140°C. Ovšem tato metoda není pro běžnou strojírenskou praxi vhodná. [1]

2.1.3 Chemickými reakcemi tvrditelné hmoty, případně hmoty tvrditelné teplem a světlem

2.1.3.1 Dentacryl

Mezi osvědčené otiskové hmoty, jež využívají nevratných chemických reakcí, se řadí metylmetakrylátová licí pryskyřice Dentacryl, který je využíván také ve stomatologické praxi. Pro výrobu replik je vhodnější Dentacryl technický s monomerem Ultrarapid. Dentacryl je dvousložková metylmetakrylátová pryskyřice. Dentacryl polymeruje samovolně tzv. chemickou iniciací po smísení obou složek. Příprava otiskové hmoty je jednoduchá. Vzniká smísením obou složek (prášek a kapalina) v hmotnostním poměru 1:1, ze kterých je vymíchána řídká sirupovitá hmota. Tvrdně již při teplotě 20°C. [1]

Předpokladem pro zhotovení kvalitních otisků je její dobré promíchání. Směs dentacrylu se leje do otevřených forem na očištěný a odmaštěný povrch. Vytvrzování dentacrylu je exotermickou reakcí, při které vzniká velké množství tepla. Při plném rozvinutí chemické reakce je teplota tak vysoká, že se otisk značně zahřeje a zbělá, dokonce může na horní straně i zpěnit. Při výrobě repliky z Dentacrylu musíme dbát na to, abychom neoddělovali otisk od kontrolované plochy před dokončením polymerace. Na povrchu repliky by se nám mohli vytvořit mikroskopické krupičky, které by nám zkreslili daný otisk. V některých případech mohou repliky obsahovat bubliny, ale otisk kontrolované plochy je většinou bez vady. Repliky Dentacrylu jsou velmi věrné, dostatečně tvrdé a mohou být přeměřovány dotykovými profiloměry bez porušení reliéfu otisku. [1]

2.1.3.2 Sádra

Sádrrou označujeme výrobek, který získáme zahřátím přírodního nebo umělého sádrovce na takovou teplotu, při které ztrácí vodu. Sádrovec je dihydrát síranu vápenatého $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Pro zhotovování otisků je nejvhodnější tzv. otiskovací sádra. Směs se připravuje vmícháváním prášku do vody. Otisk se vytvrzuje rehydratací sádry. Rehydratace

sádry je exotermická reakce a sádra se při ní zahřívá. Po vytvrzení sádry můžeme opatrně sejmut model. Při tuhnutí sádra zvětšuje svůj objem. Při míchání, až do úplného zatuhnutí se sádra roztahuje, poté se smršťuje, když se ze sádry vypařuje voda. Čím menší množství vody použijeme, tím bude výsledný model tvrdší. [5]

2.1.3.3 Dentální hmoty (silikonové otiskovací hmoty)

Pro vytváření replik mohou být použity dentální hmoty, které se používají ve stomatologii pro výrobu otisků zubů.

Požadavky na tyto hmoty jsou:

- Jednoduchá příprava
- Dlouhá skladovací doba
- Vhodná konzistence (možnost proniknout do všech míst)
- Přijatelná doba tuhnutí
- Dostatečná pevnost a elasticita
- Vysoká objemová přesnost (nesmí nastat expanze ani kontrakce otiskovací hmoty)
- Dobrá reprodukční schopnost, přesná reprodukce neboli otiskovací ostrost[5]

Jedná se o syntetické hmoty, které se vyrábí především z kaučuku vulkanizujícího za studena. Elastomery se vyrábějí v různých konzistencích. Mají výborné elastické vlastnosti s vysokou hodnotou pružné deformace, výborné reprodukční schopnosti a velmi dobrou objemovou stabilitu. Vyrábějí se různé typy elastomerů: silikony, polysulfidy a polyétery. Odlišují se pouze chemickým složením, ale ne vlastnostmi a použitím. Silikonové hmoty se dodávají ve formě dvou past, z nichž jedna slouží jako přídavný vulkanizační systém k urychlení vulkanizace. Obě pasty mísíme v poměru daným výrobcem. Pro lepší kontrolu míchání mají pasty různé barvy. Míchací proces musí být dostatečně rychlý, jelikož doba zpracování takto připravených hmot je v řádech desítek vteřin. Po dokonalém promíchání nanese hmotu na očištěný a odmaštěný povrch, který chceme kontrolovat, a necháme dostatečně dlouho ztuhnout (zvulkanizovat), poté otisk opatrně sejmeme. [5]

3 VHODNÉ MATEMATICKO-STATISTICKÉ METODY VEDOUCÍ K MOŽNOSTEM POSOUZENÍ MEZI REPLIKOU A ORIGINÁLEM

3.1 Testování statistických hypotéz

Testování statistických hypotéz nám umožňuje posoudit, zda experimentálně získaná data vyhovují předpokladu, který jsme před provedením testování učinili.

Statistickou hypotézou rozumíme jakékoliv tvrzení, které se může týkat neznámých parametrů, daných funkcí parametrů, ale také tvaru rozdělení a dalších vlastností základního souboru. Statistickou hypotézou může být např. tvrzení:

- daný výběrový soubor pochází z normálního rozdělení
- 2 náhodné výběrové soubory pochází ze stejného rozdělení
- 2 náhodné výběrové soubory jsou z rozdělení se stejnou střední hodnotou μ a rozptylem σ^2 [9]

3.1.1 Chyby I. druhu a II. druhu

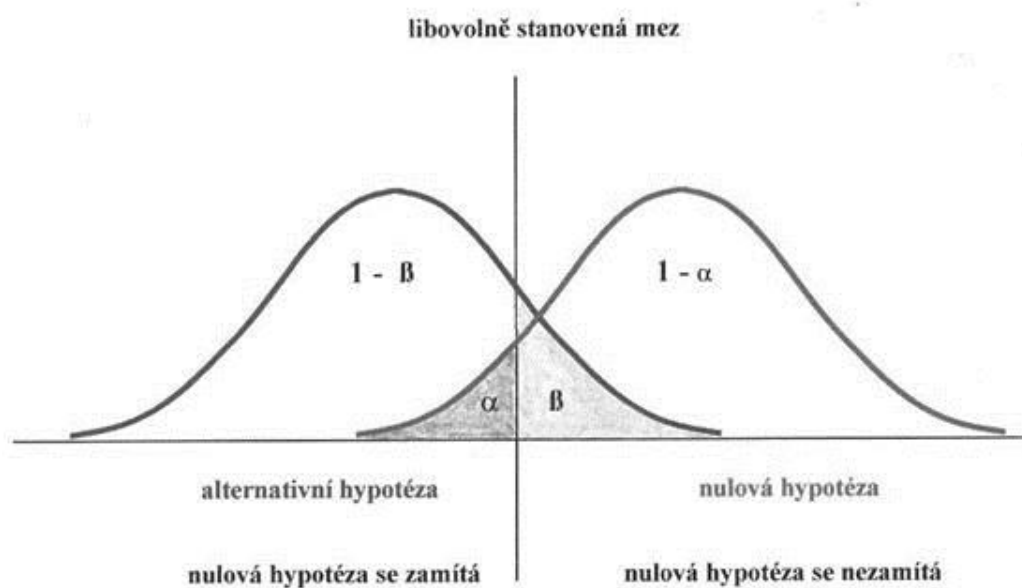
Při testování hypotéz mohou nastat dva případy chybného rozhodnutí:

- a) Chyba I. druhu nastává, padne-li testační statistika mimo obor přijetí nulové hypotézy oboru O_p (tj. mimo interval $u_{\alpha/2} \leq u_s \leq u_{1-\alpha/2}$) a hypotéza H_0 přitom platí. Pokud platí H_0 , je pravděpodobnost, že u_s padne mimo obor O_p , rovna hladině významnosti α . Hladina významnosti α se vždy volí před testováním. [7]
- b) Chyba II. druhu nastává: padne-li testační statistika do oboru přijetí nulové hypotézy oboru O_p (tj. mimo interval $u_s < u_{\alpha/2}$, resp. $u_s > u_{1-\alpha/2}$) a přitom alternativní hypotéza H_A platí. Velikost této chyby označujeme jako síla testu β [7]

Tabulka 1 - chyba I. a II. druhu [9]

		Výsledek testu	
		Nezamítám H_0	Zamítám H_0
Skutečnost	Platí H_0	Správné rozhodnutí Pravděpodobnost rozhodnutí: $1-\alpha$ (spolehlivost)	Chyba I. druhu Pravděpodobnost rozhodnutí: α (hladina významnosti)
	Platí H_A	Chyba II. druhu Pravděpodobnost rozhodnutí: β	Správné rozhodnutí: Pravděpodobnost rozhodnutí: $1-\beta$ (Síla testu)

Pravděpodobnost $1-\beta$ je definována také jako síla testu nebo rozlišovací schopnost testu. Představuje tedy pravděpodobnost, že pokud nulová hypotéza H_0 neplatí, tak dojde k jejímu správnému zamítnutí. Síla testu závisí na předem zvolené hladině významnosti testu α to tak, že když klesá hladina významnosti, klesá i síla testu. [9]

Obrázek 19 – Hypotézy H_0 a H_A , chyby I. a II. druhu [8]

3.1.2 Postup testování statistické hypotézy

1. Formulování hypotézy nulové H_0 a hypotézy alternativní H_A
2. Zvolení hladiny významnosti α .
3. Volba testační statistiky, např. t .
4. Určení kritického oboru testované charakteristiky
5. Vyčíslení testační statistiky a jejich kvantilů.
6. Rozhodnutí, zda:
 - a. Zamítnout hypotézu H_0 a přijmout H_A , jestliže testační statistika padne do kritického oboru
 - b. Nezamítnout H_0 , jestliže testační statistika nepadne do kritického oboru. [7]

Výsledek testování:

- a) Zamítneme-li hypotézu nulovou H_0 neznamená to, že tato hypotéza neplatí. Znamená to, že platnosti nulové hypotézy nevěříme, jelikož výsledek testu nám dal objektivní důvod jí nevěřit.
- b) Jestliže hypotézu H_0 nezamítneme, neznamená to, že jsme ji přijali, ale výsledek testu neukázal tak velkou neshodu mezi zjištěnou skutečností a testovanou hypotézou, jež by nám dala dostatečný důvod k tomu, abychom danou hypotézu zamítnuli.

3.2 F-test

Klasický F-test se používá k určení shody rozptylů dvou výběrových souborů. F-testem ověřujeme platnost nulové hypotézy $H_0: \sigma_x^2 = \sigma_y^2$, proti alternativní hypotéze $\sigma_x^2 \neq \sigma_y^2$. Předpokladem pro položení F-testu je, že oba výběry jsou nezávislé a pocházejí z normálního rozdělení. Testovací kritérium má tvar:

$$F = \max\left(\frac{s_x^2}{s_y^2}; \frac{s_y^2}{s_x^2}\right) \quad (8)$$

Je-li platná nulová hypotéza H_0 a $s_x^2 > s_y^2$, má F-kritérium F-rozdělení se stupni $\nu_1 = n_1 - 1$ a $\nu_2 = n_2 - 1$. Je-li tomu obráceně, pořadí stupňů volnosti se zamění. Je-li $F > F_{1-\alpha}(\nu_1, \nu_2)$, v takovém případě nulová hypotéza H_0 o shodnosti rozptylů zamítnuta. [7]

Pro jiné než normální rozdělení naměřených dat se použije Modifikovaný F-test popřípadě Robustní Jackknife test, který je užitečný, obsahují-li data odlehlé hodnoty. [7]

3.3 Testy shody středních hodnot („testy správnosti“)

3.3.1 100 (1 - α)% interval spolehlivosti.

Provedeme výpočet intervalového odhadu parametru μ (tj. polohy či rozptýlení). Jestliže zadaná hodnota μ_0 parametru μ padne do tohoto intervalu, nezamítá se hypotéza $H_0: \mu = \mu_0$. Pokud μ_0 padne mimo tento interval H_0 se zamítá. [7]

3.3.2 Studentův t-test.

Ze základního souboru, který má rozdělení $N(\mu, \sigma^2)$, provedeme náhodný výběr o rozsahu n a vypočítáme jeho výběrový průměr \bar{x} a směrodatnou odchylku s . Jako testovou statistiku zvolíme náhodnou veličinu [7]

Testovací kritérium t vypočteme ze vztahu:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s} \sqrt{n} \quad (9)$$

\bar{x} – průměr výběrového souboru

μ_0 – střední hodnota základního souboru

s^2 – rozptyl výběrového souboru

n – počet členů výběrového souboru

Kritické obory testů polohy hypotézy $H_0: \mu = \mu_0$ proti různým alternativám H_A pro hladinu významnosti α jsou uvedeny v následující tabulce. Hraničící body kritického oboru představují 100 α % kvantily známých rozdělení. Místo formálního testování, zda jsou tyto kvantily větší než testové statistiky, je možné přímo vyčíslit velikost pravděpodobnosti $(1 - \alpha)$. U oboustranného testu $(1 - \alpha/2)$. [7]

Tabulka 2 - Kritické obory testů polohy hypotézy $H_0: \mu = \mu_0$ proti různým alternativám H_A pro hladinu významnosti α

Nulová hypotéza H_0	Alternativní hypotéza H_A	Testační charakteristika	Kritický obor
$\mu = \mu_0$	$\mu > \mu_0$ $\mu < \mu_0$ $\mu \neq \mu_0$	$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s} \sqrt{n}$	$t \geq t_{(1-\alpha)}(n-1)$ $t \leq t_{\alpha}(n-1)$ $ t \geq t_{(1-\frac{\alpha}{2})}(n-1)$

Kritické hodnoty pro porovnání s testační charakteristikou nalezneme ve statistických tabulkách.

Studentův T-test umožňuje testování hypotézy $H_0: \mu_x = \mu_y$, proti alternativní $H_A: \mu_x \neq \mu_y$. Vykazují-li oba základní soubory rovnost rozptylů $\sigma_x^2 = \sigma_y^2$ (dokázáno F-testem) a normální Gaussovo rozdělení, použijeme Klasický Studentův t-test T_1 pro shodné rozptyly. Testovací kritérium má potom tvar:

$$T_1 = \frac{|\bar{x} - \bar{y}|}{\sqrt{(n_1-1)s_x^2 + (n_2-1)s_y^2}} \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 - 2)}{n_1 + n_2}} \quad (10)$$

Pakliže platí $T_1 > t_{1-\alpha/2}(n_1 + n_2 - 2)$, je hypotéza H_0 o shodě středních hodnot na hladině významnosti α zamítnuta. [7]

Není-li však F-testem dokázána rovnost rozptylů a platí, že $\sigma_x^2 \neq \sigma_y^2$ a je splněno, že oba soubory pochází z normálního Gaussova rozdělení. Použijeme Klasický Studentův t-test T_2 pro různé rozptyly. Testovací kritérium má tvar: [7]

$$T_2 = \frac{|\bar{x} - \bar{y}|}{\sqrt{\frac{s_x^2}{n_1} + \frac{s_y^2}{n_2}}} [7] \quad (11)$$

Pokud platí H_0 , má tato testová statistika studentovo rozdělení s „ekvivalentními“ stupni volnosti v:

$$\nu = \frac{\frac{s_x^2}{n_1} + \frac{s_y^2}{n_2}}{\frac{s_x^4}{n_1^2(n_1-1)} + \frac{s_y^4}{n_2^2(n_2-1)}} \quad (12)$$

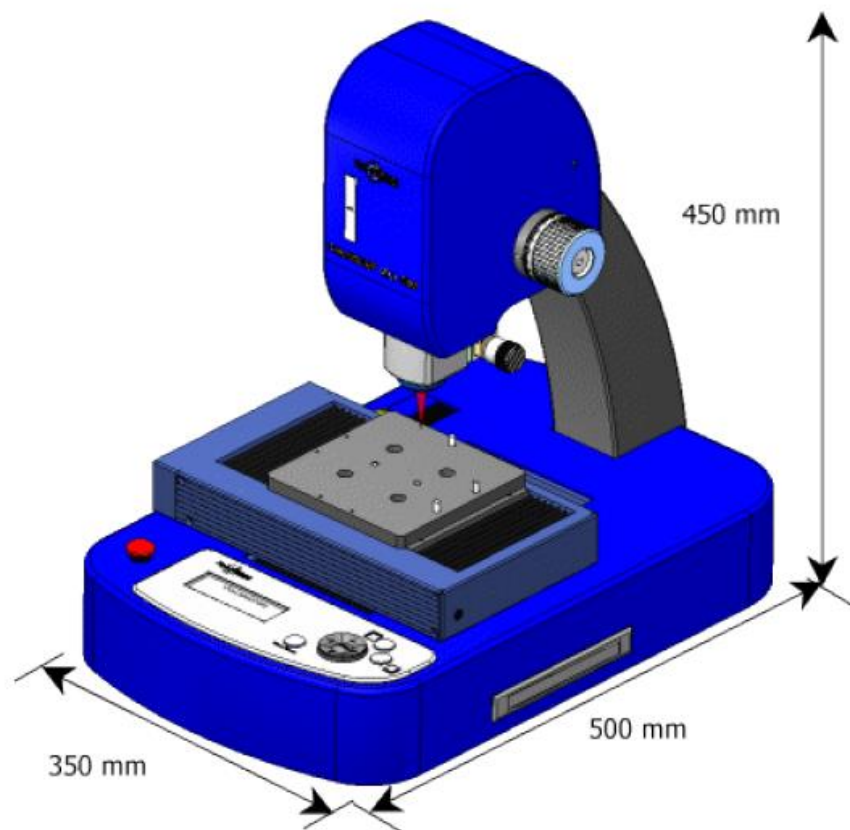
Je-li $T_2 > t_{1-\alpha/2}(\nu)$, je hypotéza H_0 o shodě středních hodnot na hladině významnosti α zamítnuta.

Testovací kritérium T_1 není robustní vůči heteroskedasticitě, tj. případu, kdy data jsou ve výběrech měřena s různou přesností. V této situaci je správnější užít testovacího kritéria T_2 , které je vůči heteroskedasticitě robustnější. Na druhé straně však ekvivalentní stupně volnosti vycházejí menší než $n_1 + n_2 - 2$, takže síla testu T_2 je nižší než síla T_1 . [7]

4 VHODNÉ PŘÍSTROJOVÉ VYBAVENÍ PRO POROVNÁNÍ OREGINÁLU S REPLIKOU

4.1 Talysurf CLI

Přístroje Talysurf CLI jsou vysoce účinné měřicí prostředky, na kterých můžeme provádět rychlé prostorové měření a hodnocení povrchu s vysokým rozlišením. Tento systém nabízí možnost měření a analýzu povrchu ve třech osách (X, Y, Z), s využitím dotykové nebo bezdotykové techniky. Jedná se o snadno ovladatelné a výkonné měřicí přístroje. Analýzu dat, při hodnocení struktury povrchu, lze provádět z profilu plochy povrchu (3D) i z jednoho profilu řezu (2D). [11]



Obrázek 20 – Talysurf CLI 500 [12]

Rozměry přístroje: Délka 350mm, hloubka 500mm a výška 450mm

Váha 18kg.

Tabulka 3 – možnosti rozsahu měřících os Talysurf CLI 500 [12]

Osa X	Motorizovaný posuv s délkou 50mm. Pozn.: Je-li potřeba, přístroj může být vybaven posuvem 100mm nebo 200mm
Osa Y	Motorizovaný posuv s délkou 50mm. Pozn.: Talysurf 500 může pořídít také v levnější verzi pro měření struktury povrchu 2D. V tomto případě přístroj nemá posuv v ose Y
Osa Z	Manuální posuv v ose Z o délce 50mm

4.1.1 Základní části Talysurf CLI 500

Aby bylo zařízení Talysurf CLI kompletní, je nutné sestavit ho z následujících jednotlivých součástí:

- Samotný přístroj Talysurf CLI 500
- Možnosti měření (rozsah os)
- Počítač
- Software pro analýzu TalyMap [12]

Pozn.: Za normálních okolností je přístroj vybaven 1 snímačem.

4.1.2 Druhy snímačů

- CLA konfokální snímač - k dispozici je sada konfokálních bodových snímačů s rozsahy 300 μ m až 3mm
- Laserový snímač - k dispozici jsou dva triangulační laserové snímače s příslušnými rozsahy 10mm a 30mm)
- Indukční snímač – standartní diamantový indukční snímač Form Talysurf Series (FTSS) nastaven na rozsah 2,5mm [12]

4.1.3 Podmínky pro měření

Přístroj Talysurf CLI 500 by měl být používán v místnosti se stabilní teplotou (doporučená provozní teplota 18°C – 22°C). Zároveň je třeba se vyhýbat přímému slunečnímu záření a také intenzivnímu osvětlení dílů při měření optickými snímači (Laser a CLA), jelikož to

může mít vliv na kvalitu měření. Talysurf CLI 500 by měl být používán v místnosti s 80% vlhkostí nebo méně (bez kondenzace). Měřicí přístroj by měl být uložen na antivibrační desce v kontrolovaném prostředí. [12]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

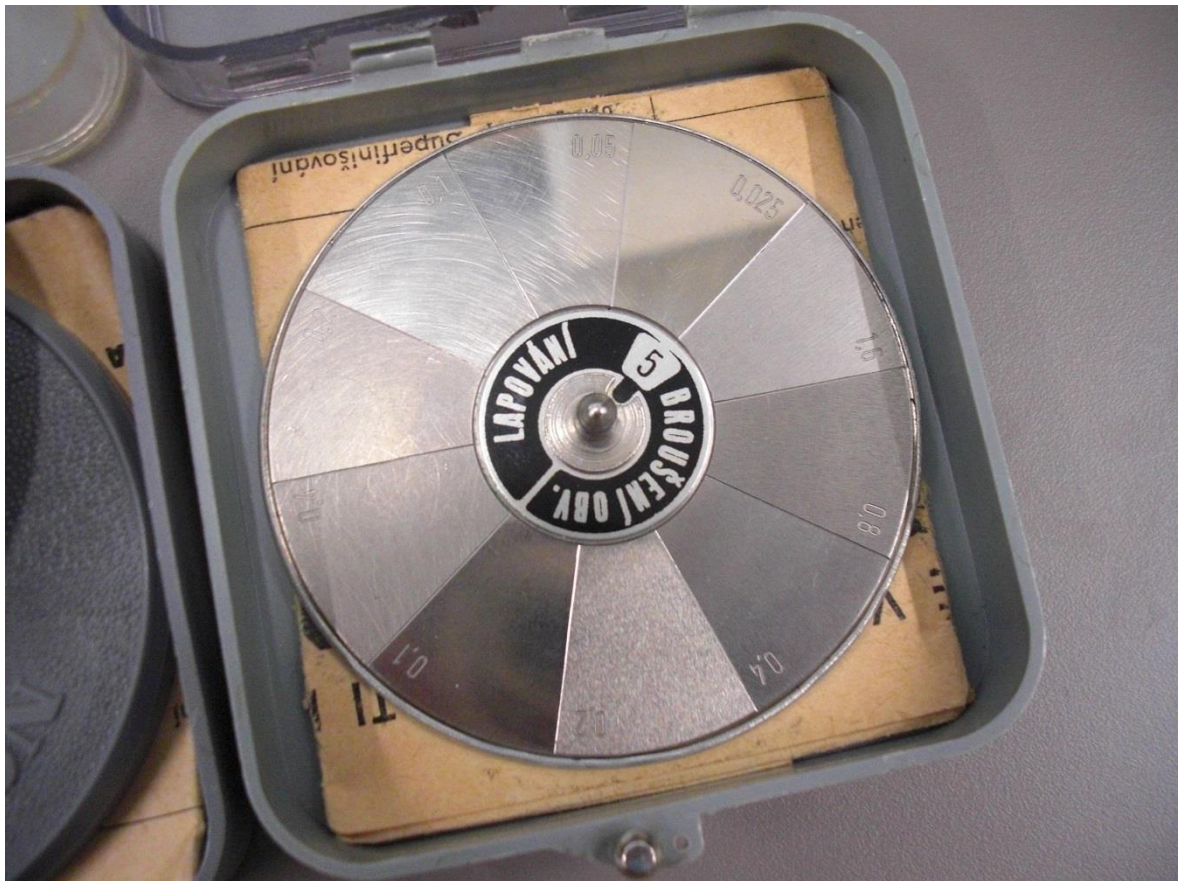
5 PŘÍPRAVA OTISKŮ

Cílem praktické části diplomové práce bylo vytvořit obtisky daných vzorových ploch pomocí dentální obtiskové hmoty Stomaflex_Ligh. Jednalo se o plochy vytvořené různými technologiemi třískového obrábění (obvodové broušení a čelní frézování). Úkolem bylo sledovat do jaké míry a s jakou přesností je možné pomocí těchto otisků hodnotit dané parametry drsnosti povrchu (R_a , R_p , R_v , R_z a R_{Sm}).

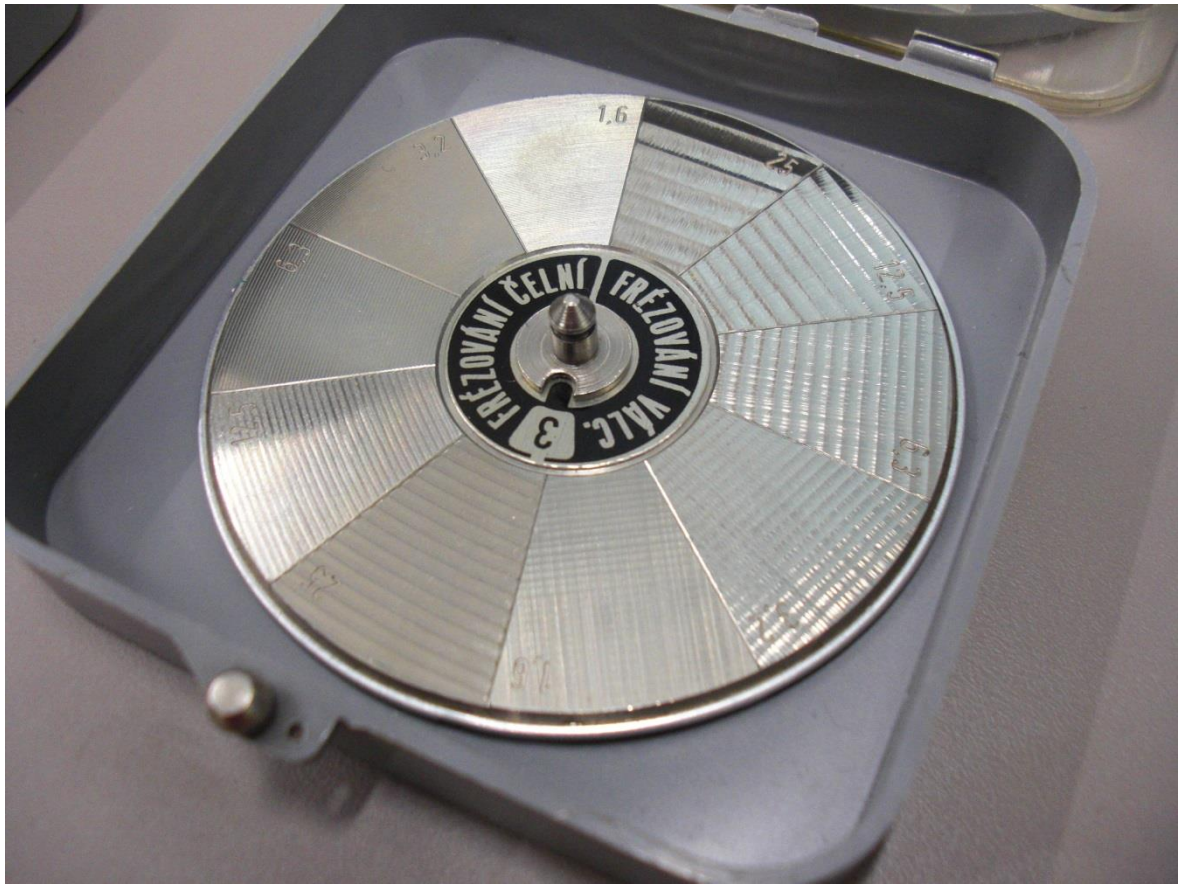
5.1 Vzorkovnice

Jako předloha pro výrobu otisků (vzorkovnice) byly použity kruhové vzorky drsnosti povrchu od firmy SUPRAPHON. Konkrétně se jednalo o kruhové vzorky drsnosti povrchu s použitou technologií třískového obrábění:

- Obvodové broušení (drsnosti povrchu $R_a = 0,1; 0,2; 0,4; 0,8$ a $1,6 \mu\text{m}$)
- Čelní frézování (drsnosti povrchu $R_a = 1,6; 3,2; 6,3; 12,5$ a $25 \mu\text{m}$ – plochy s drsností $12,5$ a $25 \mu\text{m}$ byly následně z pozorování vyřazeny pro nemožnost vhodně filtrovat drsnost povrchu v softwaru TalyMap)



Obrázek 21 – kruhové vzorky drsnosti povrchu (obvodové broušení)



Obrázek 22 – kruhové vzorky drsnosti povrchu (čelní frézování)

Před zahájením tvorby otisků byly tyto plochy řádně očištěny a odmaštěny. Očištění od prachu bylo zabezpečeno pomocí stlačeného vzduchu a odmaštění proběhlo pomocí technického lihu.

5.2 Stomaflex Light

Jako testovaná otisková hmota byla použita dentální hmota Stomaflex Light.



Obrázek 23 – Stomaflex Light

Stomaflex Light je kondenzační silikonová otiskovací hmota. Pro přípravu otisků se hmota mísí s pastovým katalyzátorem Gel Catalyst v daném poměru.



Obrázek 24 – Katalyzátor - Gel Catalyst

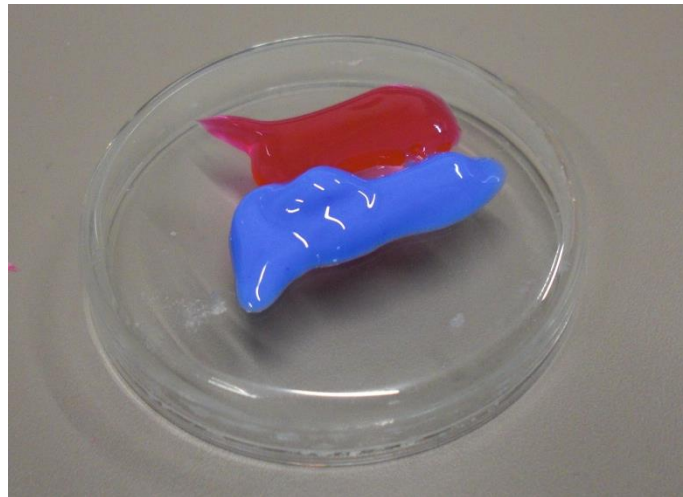
Na mísící podložku bylo odměřeno přímo z tuby potřebné množství základní silikonové pasty a přidán pruh katalyzátorové pasty přibližně stejné délky. Obě pasty byly smíchány důkladným roztíráním třecí lopatkou a to takovým způsobem, abychom zamezili vmíchávání vzduchu do směsi a vzniku vzduchových bublinek. Míchání probíhalo do doby, než směs dosáhla homogenního zbarvení (maximálně 30 sekund). Množstvím přidaného katalyzátoru lze řídit rychlost reakce. Vyšší teploty a vyšší obsah katalyzátoru zkracují dobu zpracovatelnosti a dobu tuhnutí v případě nižších teplot a nižšího množství katalyzátoru se naopak tyto doby prodlužují.

Balení:

- Stomaflex Light – pasta v tubě 130g (modrá řídká pasta)
- Gel Catalyst – pasta v tubě 60g (červená pasta matného povrchu, bez mechanických nečistot, mírně transparentní)

Tabulka 4 – parametry Stomaflex Light udané výrobcem (teplota 23°C; vlhkost 50%)

Zkoušená vlastnost:	Teorie
Mísící poměr	7% Liquid Catalyst 9% Gel Catalyst
Konzistence s katalyzátorem	38,0 – 45,0 mm
Doba mísení	30s (40s pro Liquid)
Doba tuhnutí	4:15 – 5:00 min
Zotavení po deformaci	min. 99 %
Lineární rozměrová změna	max. -1,3 %
Doba použitelnosti	2 roky



Obrázek 25 – Stomaflex Light (modrá) + Gel Catalyst - příprava na smíchání

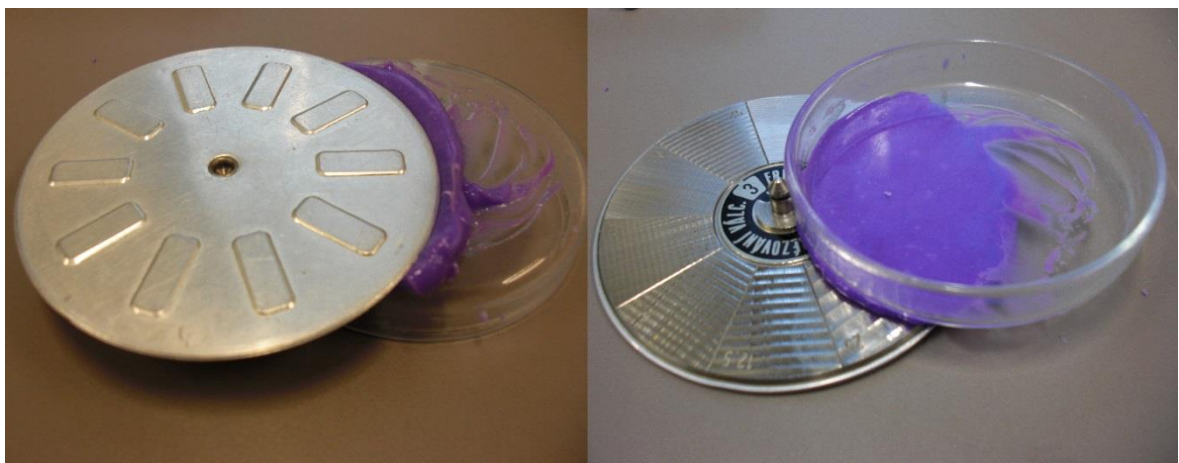
5.3 Příprava otisku

Po očištění a odmaštění povrchu vzorkovnice a po dokonalém promíchání obou složek obtiskové hmoty přichází na řadu samotná tvorba otisku. Zprvu byl otisk vytvářen tak, že otisková hmota byla na vzorkovnici natírána pomocí třecí lopatky. Výsledkem této metody byl nekvalitní otisk s velkým množstvím prasklin a vzduchových bublinek.

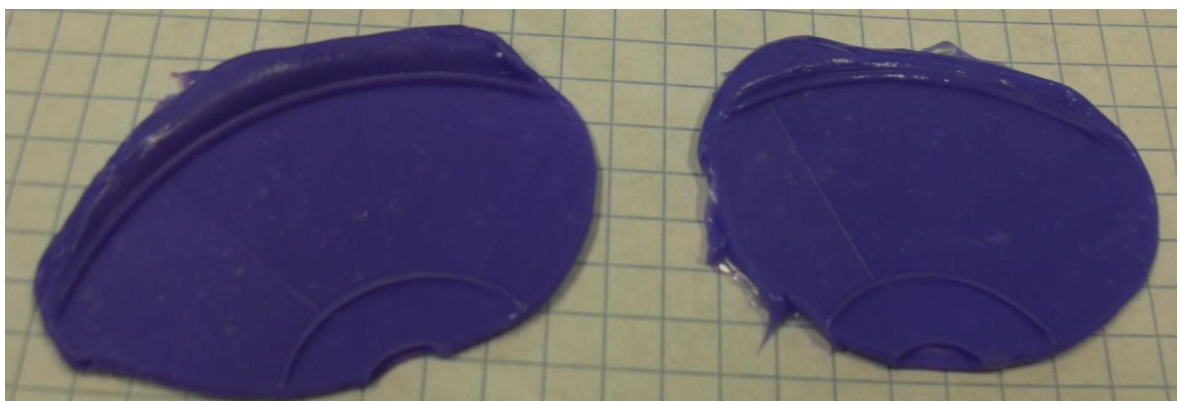


Obrázek 26 – otisk vytvořením natíráním hmoty na vzorkovnici

Metoda natírání hmoty na vzorek tedy nebyla vhodná a nevznikal díky ní kvalitní otisk. Další z možností bylo vzít danou vzorkovnici a otisknout ji do připravené hmoty. Po několika pokusech se podařilo vyrobit takové otisky, na kterých byly dostatečně velké plochy bez zjevných vad (bublinky, trhliny). Otisk vznikal přitlačením vzorkovnice na skleněnou laboratorní misku s připravenou směsí. Síla, kterou jsme působili při stlačení vzorkovnice a misky musela být dostatečně veliká, aby vytlačila maximum vzduchových bublin a zároveň tak velká, aby nebyla veškerá hmota vytlačena a otisk se dal dobře a bez poškození sejmut se vzorkovnice i misky. Po přitlačení jsme nechali hmotu dostatečně zatuhnout a následně otisk sejmuli.



Obrázek 27 – obtiskování přitlačením vzorkovnice na misku s otiskovou hmotou



Obrázek 28 – otisky vznikuté metodou přitlačení na misku s otiskovou hmotou

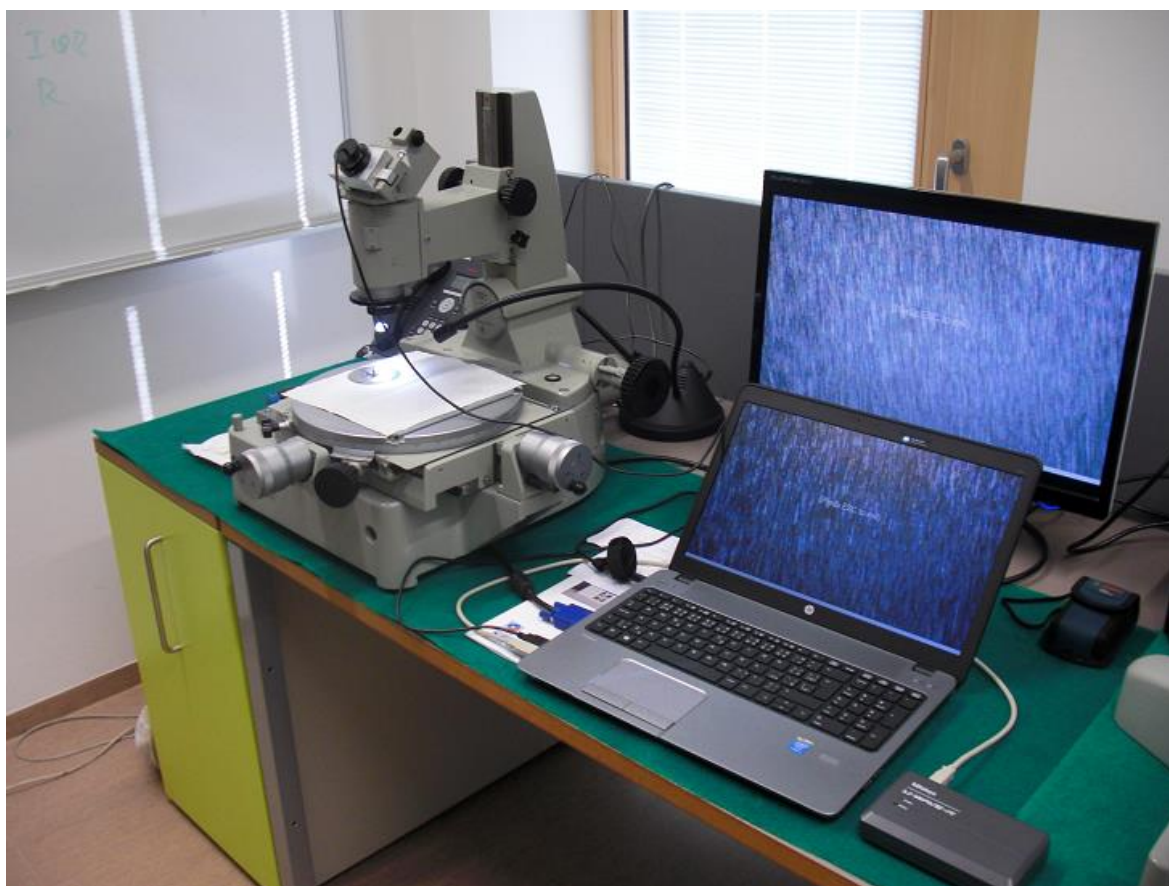
Světlé místa na vzniknutém obtisku jsou bubliny. Tyto bubliny jsou uvnitř otisku nikoliv na jeho povrchu, tudíž by neměli zkreslit měření. Přesto pro skenování drsnosti povrchu byla hledána místa, kde se tyto bubliny nevyskytují.

5.4 Kontrola povrchu na mikroskopu s okulárovou kamerou AM423B

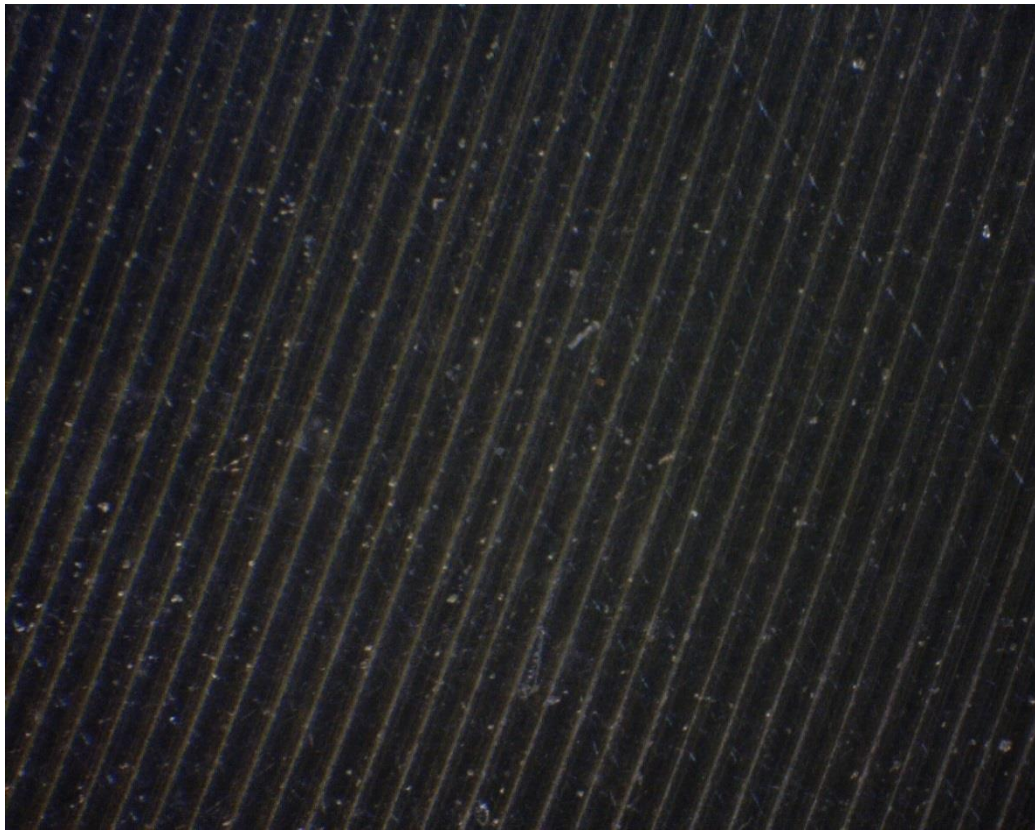
Ještě než přišlo na řadu měření, bylo třeba zkontrolovat povrch vzorků, zdali neobsahuje nečistoty a rýhy, které by mohly ovlivnit měření drsnosti povrchu.

Kontrolovaný vzorek byl umístěn na stůl mikroskopu a dle potřeby nasvícen. Mikroskop je opatřen příčným a podélným posuvem což usnadnilo kontrolu, jelikož vzorkovnice měla větší plochu, než bylo možno zobrazit. Postupně proběhla kontrola všech měřených ploch jak u vzorkovnic, tak u vyrobených otisků.

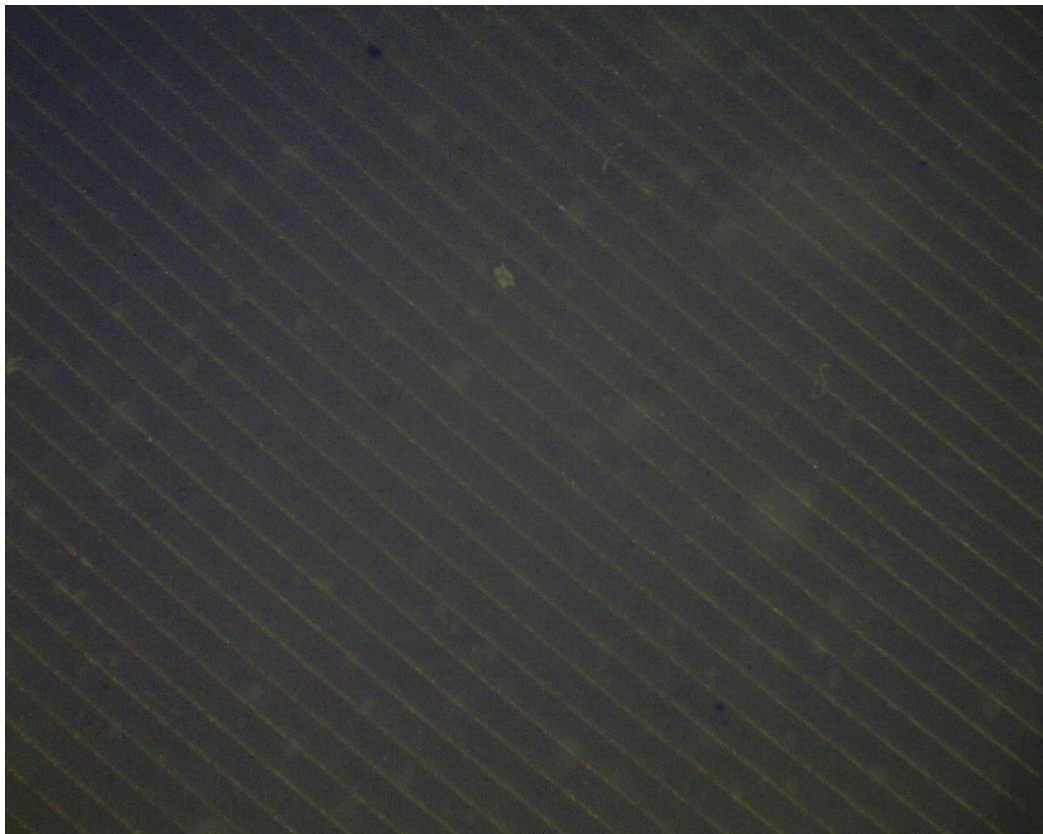
Pro nasnímání byl vzorek zvětšen 50x a snímán kamerou, která byla propojená s počítačem pro lepší pozorování a možnost záznamu.



Obrázek 29 – Mikroskop s okulárovou kamerou AM423B



Obrázek 30 – Povrch vzorkovnice čelní frézování ($R_a = 3,2 \mu\text{m}$) 50x zvětšeno



Obrázek 31 – Povrch otisku čelní frézování ($R_a = 3,2\mu\text{m}$) 50x zvětšeno

5.5 Měření drsnosti povrchu

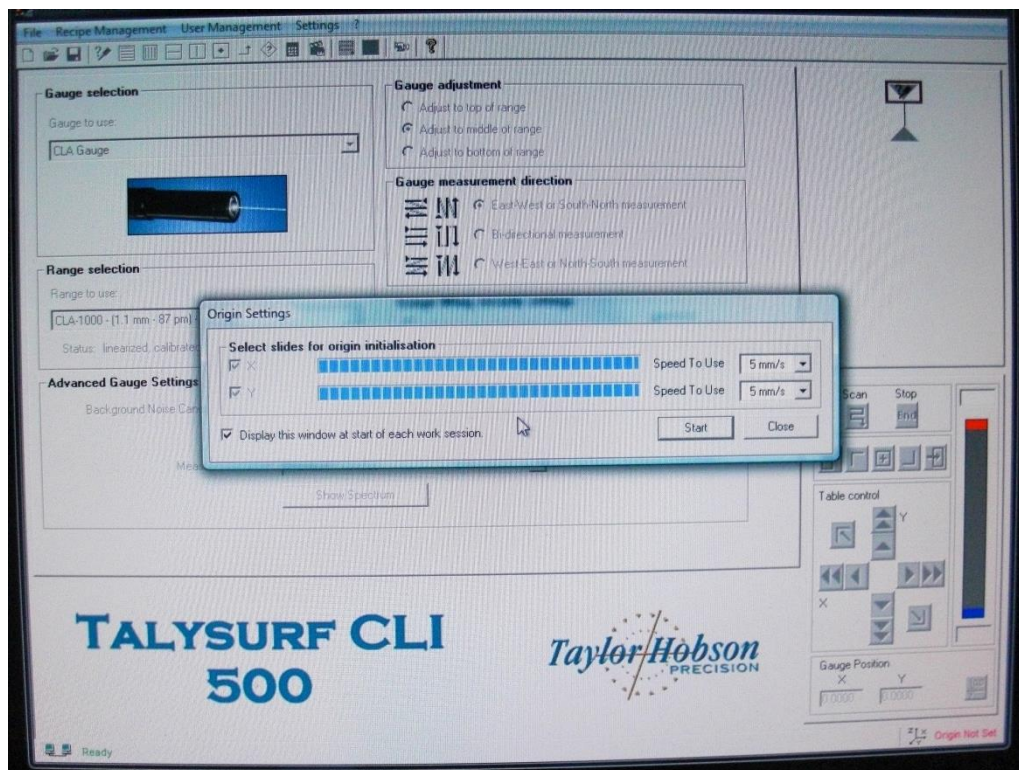
Měření probíhalo bezdotykovým způsobem na přístroji firmy Taylor & Hobson - Talysurf CLI 500.



Obrázek 32 – Taylor & Hobson - Talysurf CLI 500

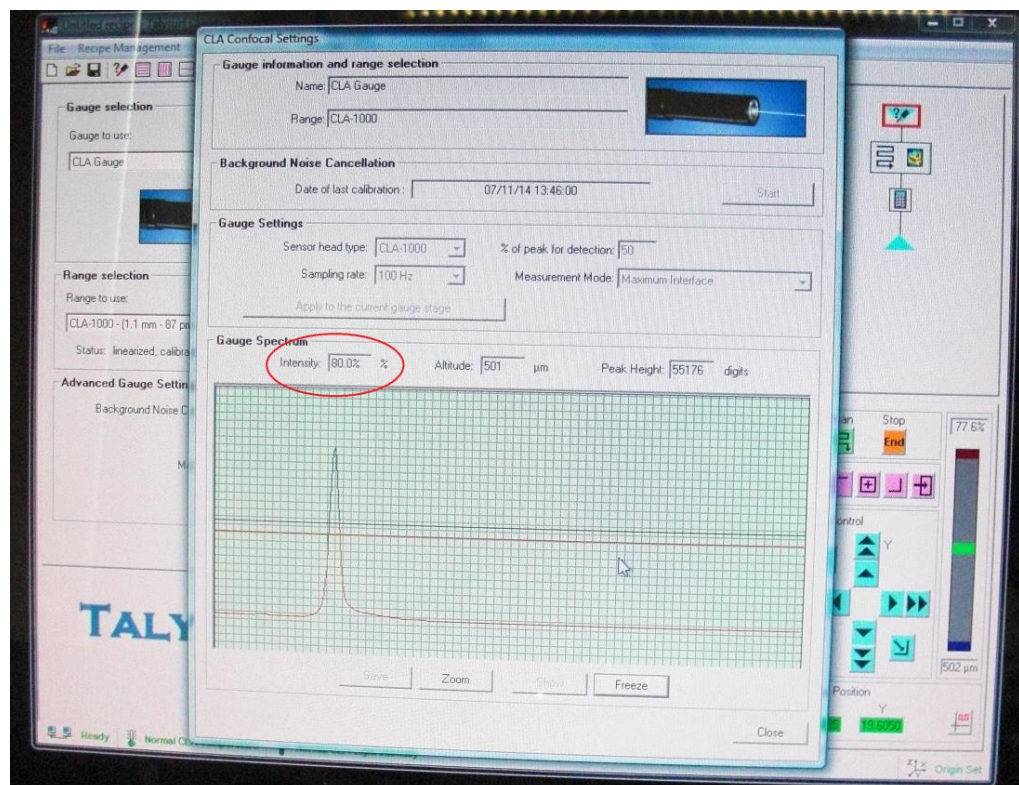
Měřené vzorky bylo díky jejich plošnému charakteru jednoduché upevnit na pracovní stůl přístroje. Měřená plocha musí být ve vodorovném směru s měřicí čočkou. Zafixování měřeného vzorku proti posunutí nebo ustavení do správné polohy se využívá modelovací hmoty (plastelíny).

Po upevnění vzorku se spustí software. Prvním krokem celého měření je automatická kalibrace přístroje (můžeme vidět na obrázku č. 33)



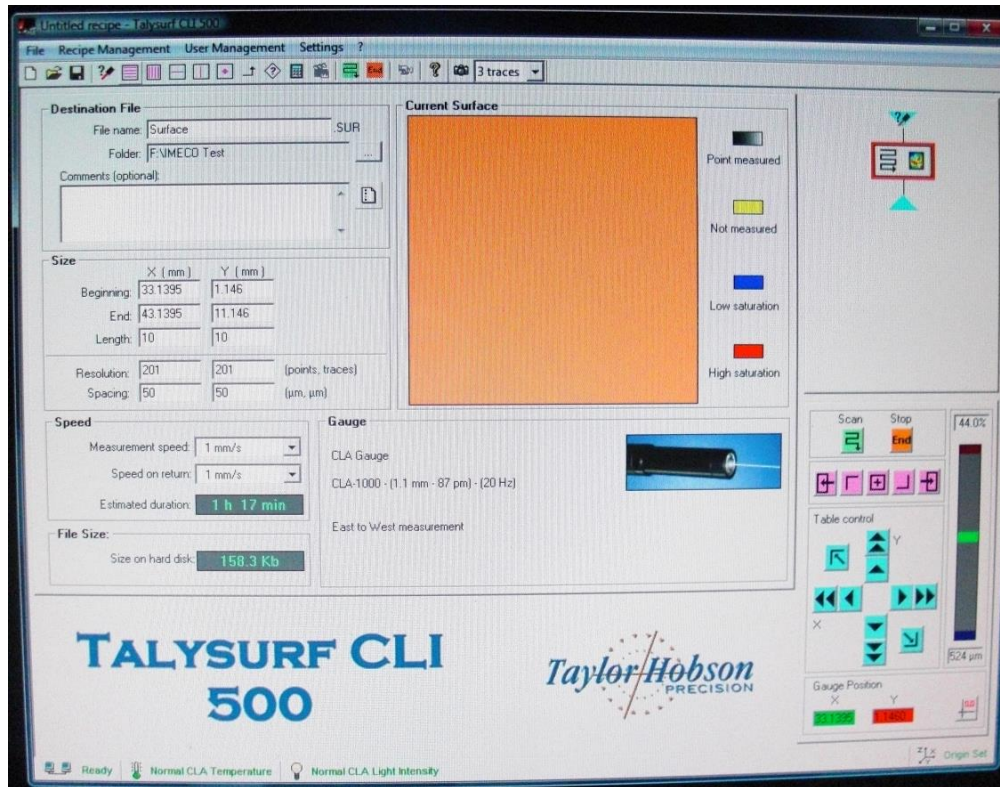
Obrázek 33 – Automatická kalibrace přístroje Taylor & Hobson

Dalším krokem bylo nastavení odrazivosti přístroje. Odrazivost se nastavuje ustavením snímací čočky přístroje do správné vzdálenosti od snímané plochy.



Obrázek 34 – Nastavení odrazivosti

Posledním krokem před započítím měření je nastavení parametrů pro samotné měření:



Obrázek 35 – Talysurf CLI 500 - nastavení parametrů pro snímání

Nastavujeme tyto parametry:

- Velikost snímané plochy (4 x 4 mm)
- Počet příčných a podélných řezů na dané ploše (201 x 201)
- Počáteční a koncový bod snímání
- Rychlost posuvu při snímání a při návratu

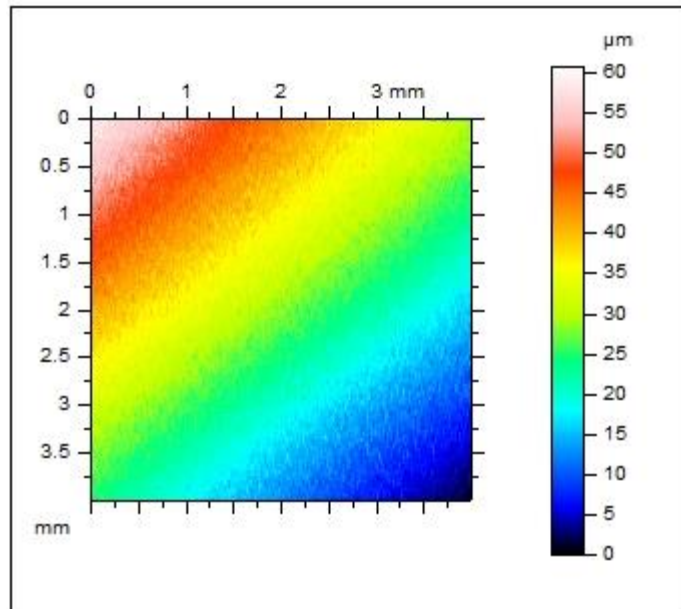
Doba snímání jednoho vzorku odhadnuta na 1 hodinu a 17 minut.

Naměřená data byla následně zpracována v programu TalyMap.

5.6 TalyMap

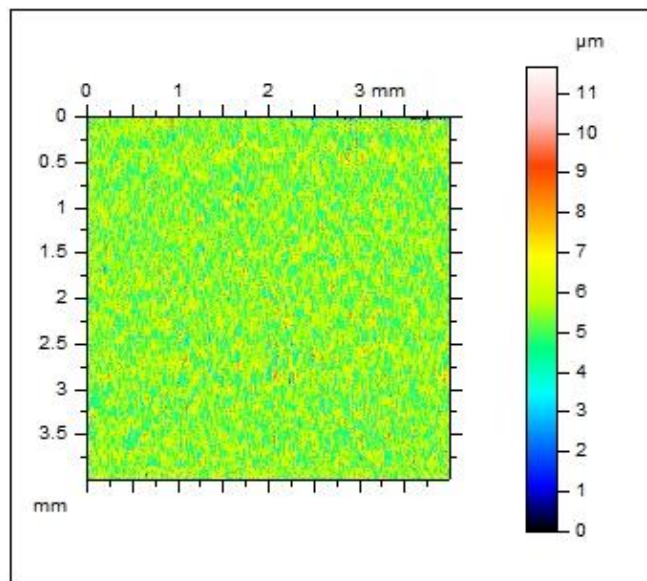
Nasnímaný soubor se uložil do programu TalyMap a zde se s ním dále pracovalo.

Příklad postupu zpracování uveden pro vzorek Vzorkovnice obvodové broušení $Ra=0,1\mu\text{m}$



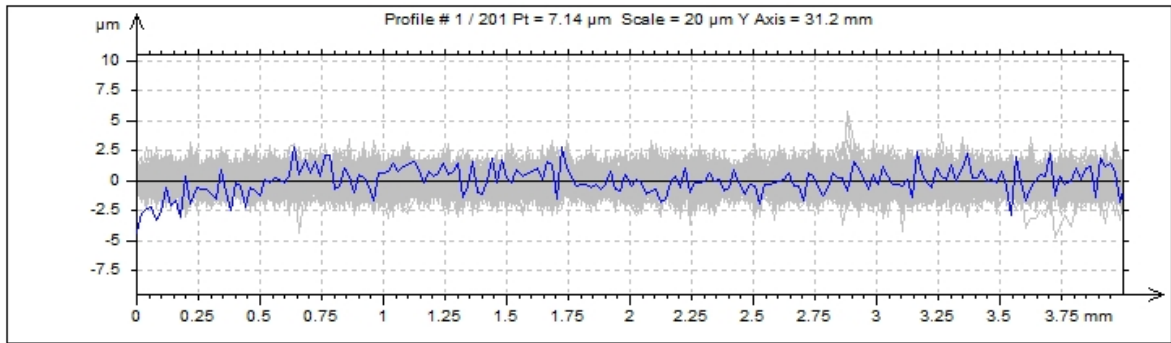
Obrázek 36 – naskenovaný povrch obsahuje tvar, vlnitost a drsnost

Pro hodnocení drsnosti povrchu bylo zapotřebí odfiltrovat tvar a vlnitost. Tato filtrace proběhla v souladu s normami ČSN ISO 4287 a ČSN ISO 4288.



Obrázek 37 – Drsnost + Vlnitost – tvar vypuštěn polynomem 3. stupně

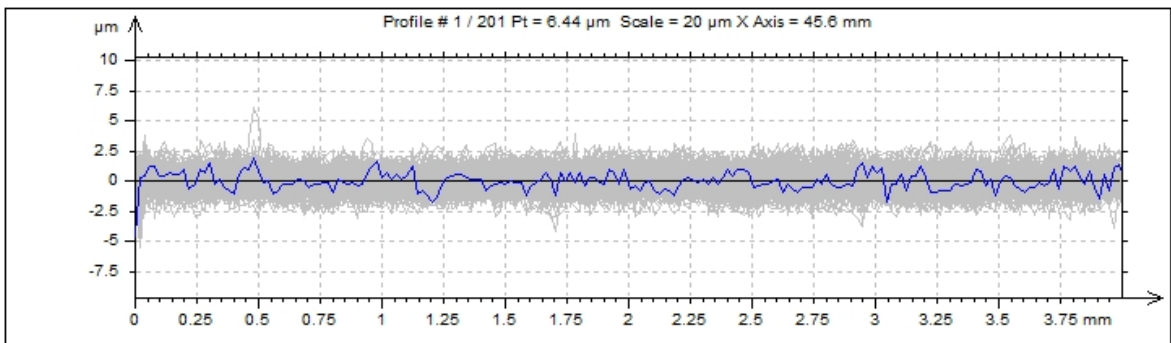
Takto vzniklá plocha byla pak rozdělena na 201 příčných řezů a 201 podélných řezů ve směrech N-S (sever – jih) a W-E (západ – východ). Ty pak byly dále vyhodnocovány.



Obrázek 38 – Zobrazení 201 řezů ve směru W-E

ISO 4287					
		Mean	Std dev	Min	Max
Amplitude parameters - Roughness profile					
Rp	µm	1.48	0.215	1.03	2.13
Rv	µm	1.4	0.176	0.97	1.99
Rz	µm	2.87	0.305	2.19	3.65
Rc	µm	1.5	0.131	1.19	1.86
Rt	µm	3.75	0.522	2.73	5.64
Ra	µm	0.498	0.0378	0.416	0.612
Rsk		0.102	0.28	-0.745	1.22
Rku		3.52	0.815	2.31	9.52
Material Ratio parameters - Roughness profile					
Rmr	%	9.52	6.82	0.498	28.4
Spacing parameters - Roughness profile					
RSm	mm	0.114	0.0111	0.0914	0.155

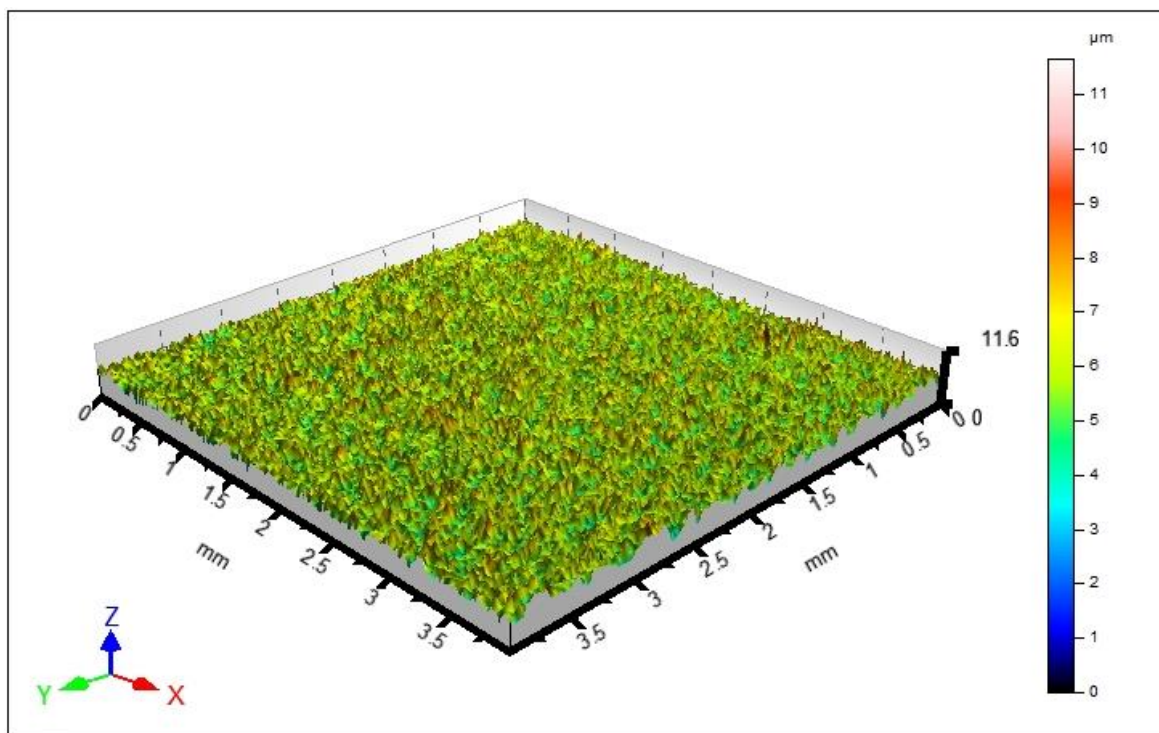
Obrázek 39 – Naměřená data z programu TalyMap (směr W-E)



Obrázek 40 – Zobrazení 201 řezů ve směru N-S

ISO 4287					
		Mean	Std dev	Min	Max
Amplitude parameters - Roughness profile					
Rp	μm	1.5	0.242	0.936	2.43
Rv	μm	1.44	0.228	0.943	1.97
Rz	μm	2.93	0.399	1.9	4.26
Rc	μm	1.73	0.284	0.983	2.44
Rt	μm	3.96	0.622	2.64	6.71
Ra	μm	0.572	0.0819	0.349	0.792
Rsk		0.0755	0.329	-1.01	1.84
Rku		3.42	0.921	2.16	11
Material Ratio parameters - Roughness profile					
Rmr	%	10.5	7.3	0.995	44
Spacing parameters - Roughness profile					
RSm	mm	0.181	0.0268	0.118	0.263

Obrázek 41 – Naměřená data z programu TalyMap (směr N-S)



Obrázek 42 – Výsledná plocha po odfiltrování tvaru

5.7 Zpracování naměřených dat – Minitab 14

Z programu byly získány nejen hodnoty průměrů, směrodatných odchylek, minim a maxim, ale také hodnoty daných parametrů pro každý řez danou plochou. Tato data byla exportována do textového souboru a po nahrazení desetinných teček desetinnými čárkami

byla importována do programu Minitab14. Kde byly hodnoty vloženy do řádků a následně byly transponovány do sloupců.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
	Br_vz_Ra0,1_N-S_Rp	Br_vz_Ra0,1_N-S_Rv	Br_vz_Ra0,1_N-S_Rz	Br_vz_Ra0,1_N-S_Ra	Br_vz_Ra0,1_N-S_RSm	Br_ot_Ra0,1_N-S_Rp	Br_ot_Ra0,1_N-S_Rv	Br_ot_Ra0,1_N-S_Rz	Br_ot_Ra0,1_N-S_Ra	Br_ot_Ra0,1_N-S_RSm
1	1,130	1,710	2,85	0,453	167	2,170	1,700	3,87	0,499	113,0
2	1,130	1,310	2,45	0,480	165	1,550	1,300	2,85	0,389	129,0
3	1,520	1,280	2,80	0,565	173	1,070	1,230	2,30	0,389	109,0
4	1,190	1,140	2,32	0,389	144	1,890	1,610	3,50	0,405	128,0
5	1,340	1,650	2,99	0,574	177	1,160	1,370	2,53	0,360	120,0
6	1,460	1,720	3,18	0,525	187	1,100	0,807	1,90	0,353	113,0
7	1,750	1,520	3,26	0,656	196	1,810	1,140	2,84	0,402	121,0
8	1,600	1,110	2,71	0,539	189	1,410	1,490	2,90	0,389	135,0
9	1,320	1,250	2,57	0,478	163	1,670	1,260	2,93	0,395	103,0
10	1,270	1,750	3,02	0,574	142	1,490	0,878	2,37	0,384	158,0
11	1,690	1,490	3,19	0,650	167	1,630	1,570	3,21	0,431	113,0
12	1,760	1,590	3,35	0,722	166	2,780	1,130	3,90	0,447	146,0
13	1,440	1,490	2,93	0,578	172	1,400	1,230	2,64	0,400	111,0
14	1,350	1,360	2,70	0,536	157	1,570	1,200	2,78	0,412	122,0
15	1,230	1,470	2,71	0,596	241	1,100	1,490	2,59	0,375	90,7
16	1,630	1,820	3,45	0,633	187	0,990	1,280	2,27	0,356	96,6
17	1,270	1,380	2,65	0,524	223	1,090	1,250	2,34	0,378	113,0
18	1,590	1,470	3,06	0,630	212	1,180	1,620	2,80	0,435	109,0
19	1,830	1,330	3,16	0,604	219	1,140	1,140	2,28	0,366	117,0
20	1,010	1,180	2,19	0,459	132	3,000	1,230	4,23	0,542	128,0
21	1,440	0,957	2,39	0,479	168	1,430	1,210	2,64	0,413	115,0
22	1,040	1,000	2,04	0,354	147	1,440	1,270	2,71	0,351	126,0
23	1,330	1,220	2,55	0,563	156	1,720	1,350	3,07	0,388	106,0
24	1,520	1,400	2,92	0,601	174	1,160	1,170	2,33	0,389	91,8
25	1,730	1,550	3,28	0,655	199	1,170	1,040	2,20	0,371	114,0
26	1,190	1,420	2,61	0,525	160	1,400	2,010	3,41	0,458	101,0
27	1,330	1,280	2,60	0,528	198	1,990	1,770	3,76	0,501	112,0
28	1,330	1,090	2,42	0,409	118	1,180	1,320	2,50	0,376	154,0
29	1,160	1,540	2,70	0,527	193	1,110	1,400	2,51	0,383	104,0

Obrázek 43 – Ukázka dat - obvodové broušení směr N-S

Značení:

Br **vz** **Ra0,1** **N-S** **Rp**

Br – broušení (pro frézování **Fr**)

vz – vzorkovnice (pro otisk **ot**)

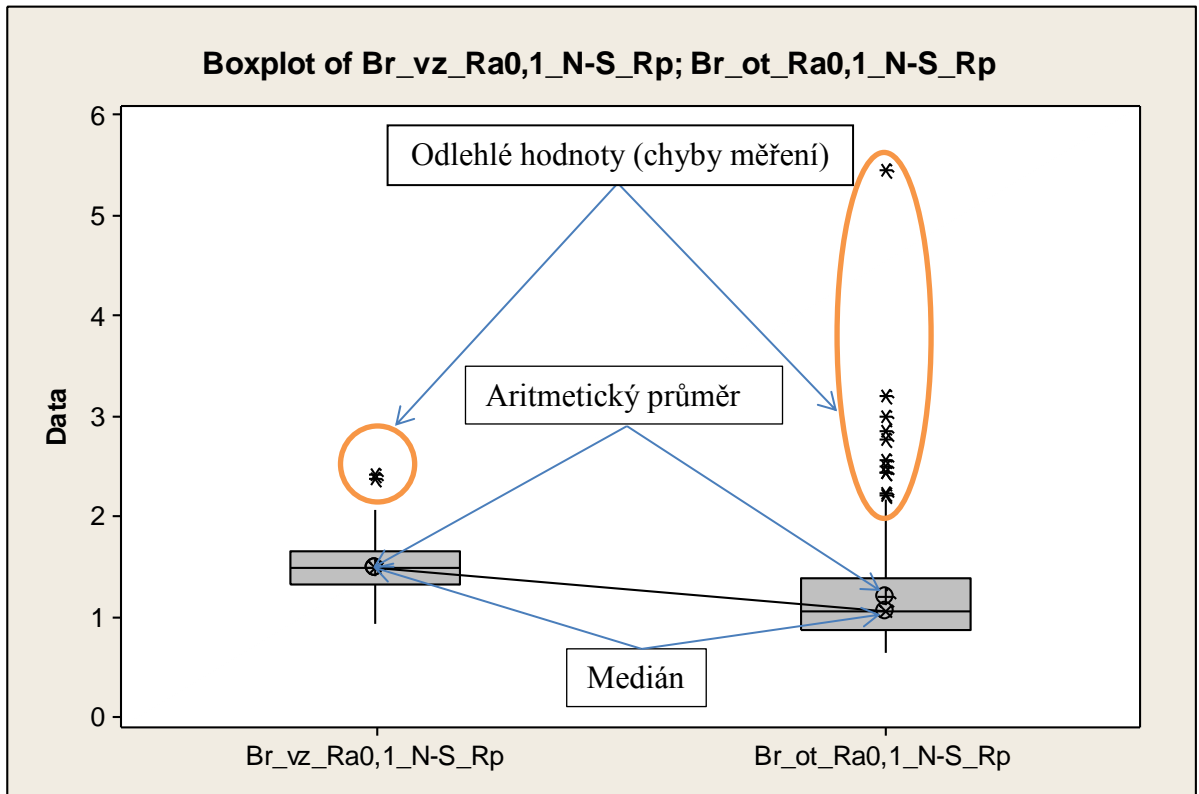
Ra0,1 – výrobcem vzorkovnice udaná hodnota parametru drsnosti Ra

N-S – směr sever – jih (**W-E** směr západ – východ)

Rp – pozorovaný parametr drsnosti povrchu (**Ra, Rv, Rz, RSm**)

Postup zpracování naměřených dat bude demonstrován na datech získaných z měření obvodového broušení ve směru Sever – Jih parametru Rp. Všechny výsledky ze zpracování dat budou součástí této práce jako příloha.

5.7.1 Kontrola vychýlených hodnot – boxplot

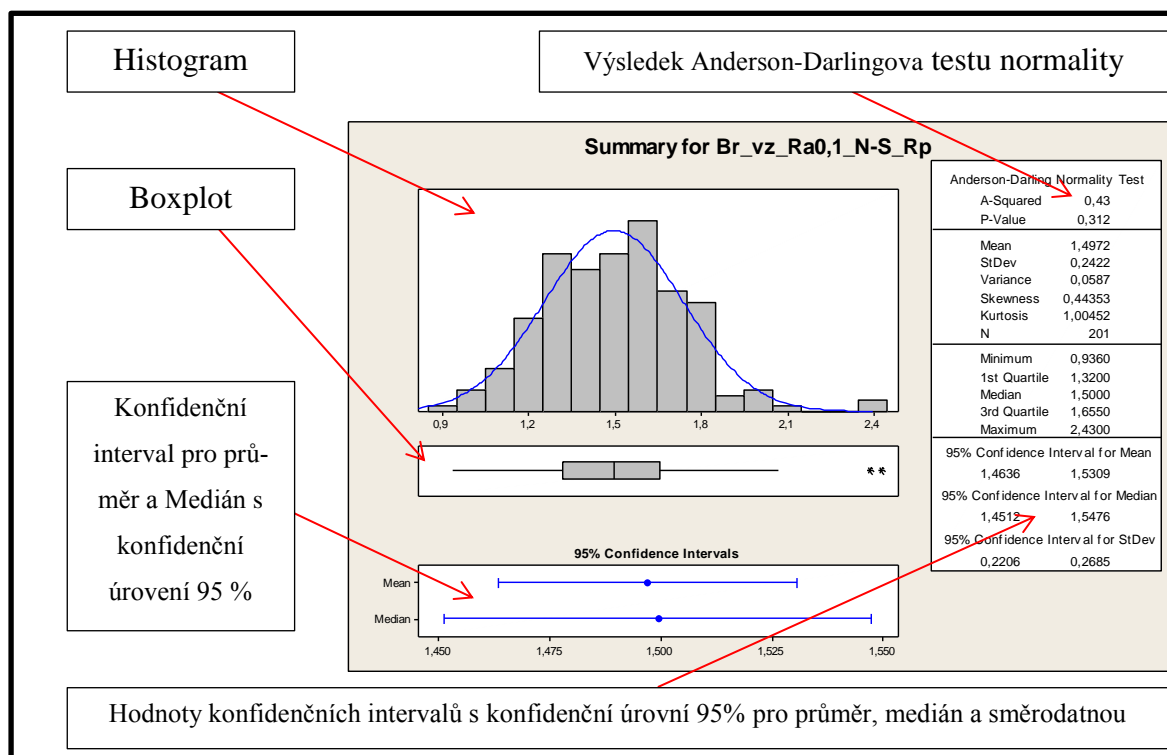


Obrázek 44 – Boxplotový diagram pro vzorkovnici a její otisk pro parametr Rp

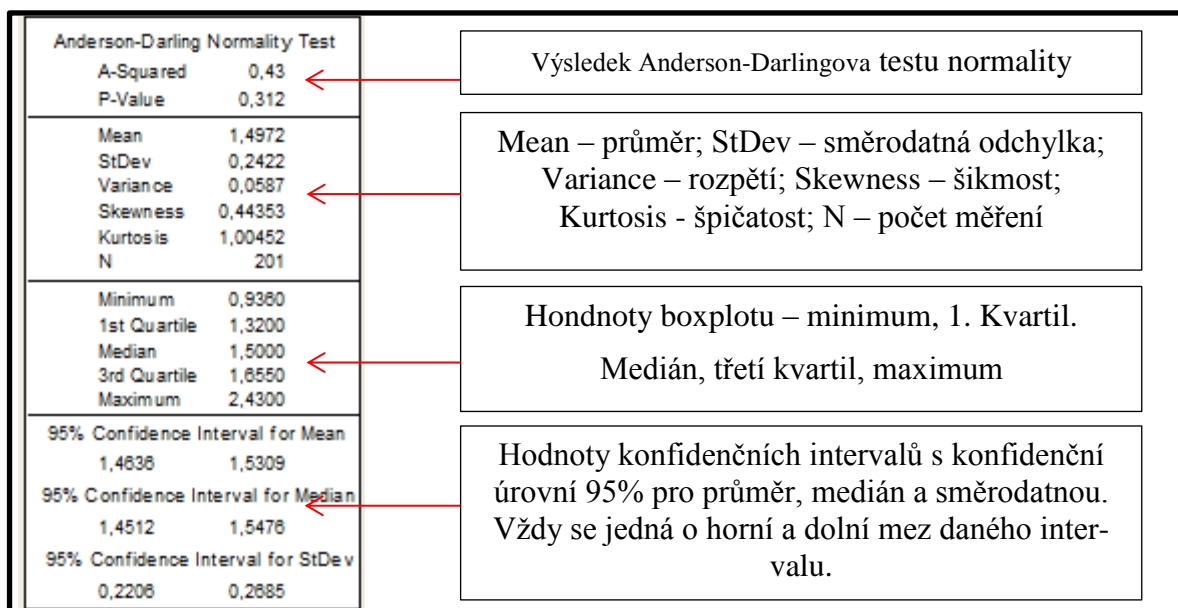
Na obrázku 44 vidíme rozdíl na boxplotových grafech pro vzorkovnici a pro otisk. V obou případech můžeme pozorovat odlehlé hodnoty (chyby měření). Tato data nemůžeme vyřadit z měření a musíme pracovat i s nimi. Na boxplotu $Br_{ot_Ra0,1_N-S_Rp}$ vidíme, že aritmetický průměr je vlivem odlehlých hodnot vychýlený. Dál tedy budeme pracovat s hodnotami mediánů. Medián je robustnější než aritmetický průměr jak můžeme z grafu názorně vidět. Z porovnání obou boxplotů jednoznačně vidíme, že naměřená hodnota daného parametru Rp (jeho medián) je nižší. Což dokazuje i trend spojovací čáry mediánů obou grafů. Dále je zjevný i rozdíl na boxech interkvartilového rozpětí což svědčí a větším variačním rozpětí naměřených dat u otisku než u vzorkovnice (lze pozorovat z výšky jednotlivých boxů).

5.7.2 Grafické shrnutí

Na obrázku 45 Můžeme vidět grafické shrnutí pro parametr Rp z naměřených hodnot získaných měření vzorkovnice s výrobcem udanou hodnotou Ra = 0,1μm pro technologii obvodové broušení pro měření ve směru Sever – Jih.

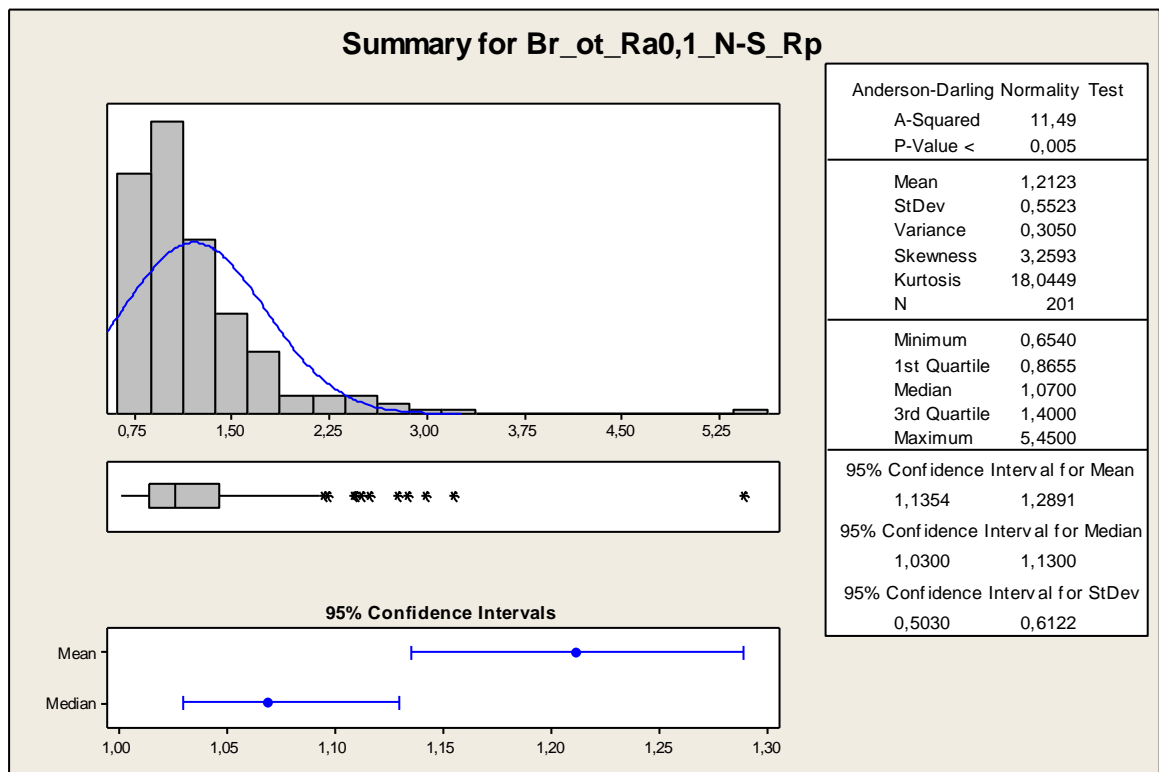


Obrázek 45 – Grafické shrnutí Br_vz_Ra0,1_N-S_Rp – popis



Obrázek 46 – popis statických hodnot grafického shrnutí z obr. 45

Na obrázku 47 vidíme stejné grafické shrnutí jako na obrázku 45, ale s rozdílem, že tento obrázek se týká obtisku.



Obrázek 47 - Grafické shrnutí Br_ot_Ra0,1_N-S_Rp

Z hodnot, které obsahovalo grafické shrnutí, byla sestavena tabulka popisné statistiky daného parametru pro dané vzorky.

Tabulka 5 – Popisná statistika parametru Rp (Ra0,1) (uvedené hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra0,1_N-S_Rp	201	1,50	0,02	0,24	16,18	1,50
Br_ot_Ra0,1_N-S_Rp	201	1,21	0,04	0,55	45,56	1,07

Naměřené hodnoty byly testovány Anderson-Darlingovým testem normality pomocí teorie hypotéz, kdy byly položeny tyto hypotézy:

Nulová : H_0 : Br_vt_Ra0,1_N-S_Rp pochází ze základního souboru $N(\mu; \sigma^2)$

Alternativní: H_A : Br_vt_Ra0,1_N-S_Rp nepochází ze základního souboru $N(\mu; \sigma^2)$

s konfidenční úrovní $1-\alpha = 0,95$ (tj. 5%).

Hodnota testovacího kritéria je 0,05 je-li p-hodnota menší než toto testovací kritérium nulová hypotéza se zamítá ve prospěch alternativní

Z obrázku 45 vidíme, že P-hodnota pro vzorkovnici je 0,312, tudíž nulovou hypotézu H_0 , že data pochází z normálního rozdělení, nezamítáme s pravděpodobností $1-\alpha = 0,95$ a tedy možností omylu 5%.

Z obrázku 47 vidíme, že P- hodnota pro otisk je $<0,005$, tudíž nulovou hypotézu H_0 zamítáme ve prospěch alternativní hypotézy H_A , že data nepochází z normálního rozdělení a to s pravděpodobností $1-\alpha = 0,95$ a možností omylu 5%.

Jelikož naměřená data pro oba soubory nepochází z normálního rozdělení, testování hypotéz o shodě mediánů nebude probíhat klasickým T-testem, ale musíme přejít na neparametrický Mann-Whitneyův test. Konfidenční úroveň Mann-Whitneyova testu byla nastavena na 95%.

Tabulka 6 – hodnoty mediánů a horních a dolních mezí pro parametr R_p (uvedené hodnoty jsou v μm)

	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	1,5	1,45	1,55
otisk	1,07	1,03	1,13

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 1,5 - 1,07 = 0,43 \mu m$$

Opět proti sobě byly postaveny dvě hypotézy. Hypotéza nulová H_0 tvrdící, že se mediány jsou si rovny (tedy, že se neliší významně) a hypotéza alternativní H_A , která byla negací hypotézy nulové (tedy, že mediány se liší významně).

$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

Výsledek Mann-Whitneyova testu:

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra0,1_N-S_Rp; Br_ot_Ra0,1_N-S_Rp

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

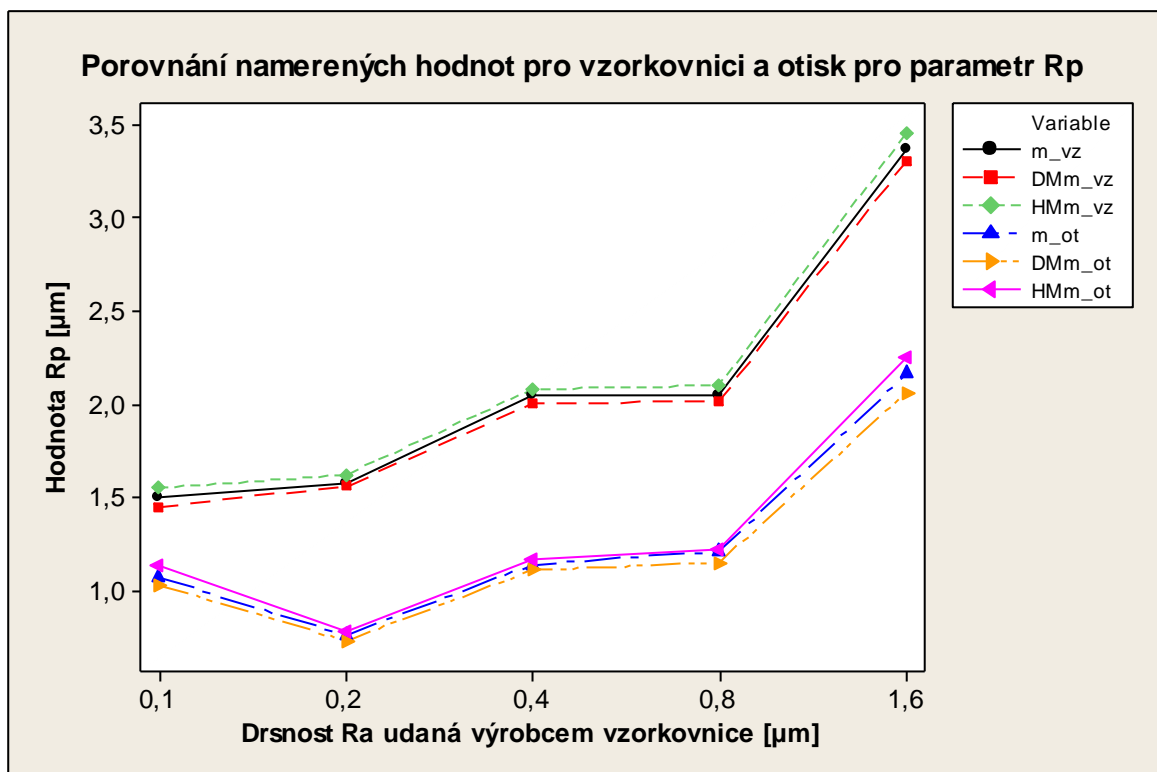
$p = 0,000 \rightarrow$ p-hodnota je menší než 0,05 zamítáme tedy nulovou hypotézu H_0 o rovnosti mediánů ve prospěch hypotézy alternativní H_A . Mediány pro parametr R_p se tedy liší významně.

Postup byl pro další vzorky pro vyhodnocení daného parametru stejný pro vzorky s drsností $R_a = 0,2; 0,4; 0,8$ a $1,6\mu\text{m}$ udanou výrobcem vzorkovnice.

Po zpracování všech dat pro daný parametr byl sestaven graf zahrnující mediány a jejich konfidenční intervaly. Tyto hodnoty můžeme vidět v tabulce číslo 7.

Tabulka 7 – hodnoty mediánů a mezí konfidenčních intervalů pro obvodové broušení pro parametr R_p (uvedené hodnoty jsou v μm)

	vzorkovnice			otisk		
	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
Rp_Ra0,1	1,5	1,45	1,55	1,07	1,03	1,13
Rp_Ra0,2	1,58	1,56	1,62	0,76	0,73	0,78
Rp_Ra0,4	2,05	2	2,08	1,14	1,11	1,17
Rp_Ra0,8	2,05	2,02	2,1	1,21	1,15	1,22
Rp_Ra1,6	3,37	3,3	3,45	2,16	2,06	2,25



Obrázek 48 – Porovnání naměřených hodnot pro vzorkovnici a otisk pro parametr Rp

Z obrázku 48 můžeme pozorovat, že průběhy mediánů a jejich konfidenčních intervalů pro vzorkovnici jsou velice podobné průběhům mediánů a jejich konfidenčních intervalů pro otisk pro daný parametr. Rozdíl pozorujeme akorát mezi drsnostmi Ra = 0,1 µm a Ra = 0,2 µm. Zde pozorujeme u vzorkovnice rostoucí trend na rozdíl od klesajícího trendu u obtisku. V tabulce 8 můžeme vidět absolutní a procentuální rozdíl naměřených hodnot pro daný parametr a dané drsnosti povrchu.

Tabulka 8 – Obvodové broušení, směr N-S, parametr Rp - Vyjádření rozdílu mezi vzorkovnicí a otiskem

Obvodové broušení - směr N-S				
Parametr	Vzorkovnice [µm]	Otisk[µm]	rozdíl[µm]	% vyjádření
Rp_Ra0,1	1,50	1,07	0,43	28,67
Rp_Ra0,2	1,58	0,76	0,82	51,90
Rp_Ra0,4	2,05	1,14	0,91	44,39
Rp_Ra0,8	2,05	1,21	0,84	40,98
Rp_Ra1,6	3,37	2,16	1,21	35,91

Tento postup se opakoval pro všechny zbývající parametry.

Všechny výsledky Anderson-Darlingových testů normality byly zaznamenány do tabulek. Výsledné P-hodnoty pro dané parametry drsnosti a směr Sever-Jih můžeme vidět v tabulce č. 9

Tabulka 9 – Anderson-Darlingův test normality - P-hodnoty obvodové broušení směr N-S

Broušení obvodové - směr N-S		P-value	
Parametr	Drsnost Ra	Vzorkovnice	Otisk
Ra	0,1	0,804	0,106
	0,2	0,27	<0,005
	0,4	0,128	<0,005
	0,8	0,052	<0,005
	1,6	0,37	<0,005
Rp	0,1	0,312	<0,005
	0,2	0,338	<0,005
	0,4	0,71	<0,005
	0,8	0,681	<0,005
	1,6	0,044	<0,005
RSm	0,1	0,017	<0,005
	0,2	<0,005	<0,005
	0,4	<0,005	<0,005
	0,8	0,029	<0,005
	1,6	<0,005	<0,005
Rv	0,1	0,09	<0,005
	0,2	0,061	<0,005
	0,4	0,012	<0,005
	0,8	0,093	<0,005
	1,6	0,007	<0,005
Rz	0,1	0,561	<0,005
	0,2	0,638	<0,005
	0,4	0,496	<0,005
	0,8	0,906	<0,005
	1,6	0,193	<0,005

Hodnoty označeny červenou barvou jsou $<0,05$. Jsou to hodnoty, u kterých jsme zamítnuli pomocí Anderson-Darlingova testu normality nulovou hypotézu, tvrdící, že rozdělení naměřených dat je normální. Tato naměřená data tedy pochází z jiného než normálního rozdělení.

Hodnoty označeny zelenou barvou jsou $>0,05$. Jsou to hodnoty, u kterých jsme nezamítnuli pomocí Anderson-Darlingova testu normality nulovou hypotézu, tvrdící, že rozdělení naměřených dat je normální. Tato naměřená data tedy pochází tedy z normálního rozdělení s pravděpodobností $1-\alpha = 0,95$ a tedy možností omylu 5%

Stejným postupem jako tabulka č. 9, vznikla tabulka č. 10, ve které jsou zaznamenány výsledné P-hodnoty Anderson-Darlingova testu normality.

Tabulka 10 – Anderson-Darlingův test normality P-hodnoty obvodové broušení směr W-E

Broušení obvodové - směr W-E		P-value	
Parametr	Drsnost Ra	Vzorkovnice	Otisk
Ra	0,1	0,286	<0,005
	0,2	0,518	0,077
	0,4	0,948	0,007
	0,8	0,583	<0,005
	1,6	0,011	0,005
Rp	0,1	0,021	<0,005
	0,2	0,043	<0,005
	0,4	0,049	<0,005
	0,8	0,018	<0,005
	1,6	<0,005	<0,005
RSm	0,1	<0,005	<0,005
	0,2	0,467	<0,005
	0,4	0,117	<0,005
	0,8	<0,005	<0,005
	1,6	0,009	<0,005
Rv	0,1	0,146	<0,005
	0,2	<0,005	<0,005
	0,4	0,022	<0,005
	0,8	0,173	<0,005
	1,6	<0,005	<0,005
Rz	0,1	0,146	<0,005
	0,2	0,829	<0,005
	0,4	0,486	<0,005
	0,8	0,326	<0,005
	1,6	0,012	0,006

Ten samý postup se opakoval i pro čelní frézování. U čelního frézování byly vyhodnoceny pouze data řezů kolmých na směr nástroje v našem případě tedy Sever – Jih nebylo tedy třeba uvádět.

Tabulka 11 - Anderson-Darlingův test normality P-hodnoty čelní frézování

Frézování čelní		P-value	
Parametr	Drsnost Ra	Vzorkovnice	Otisk
Ra	1,6	0,115	<0,005
	3,2	<0,005	0,006
	6,3	<0,005	0,008
Rp	1,6	<0,005	<0,005
	3,2	<0,005	<0,005
	6,3	0,124	<0,005
RSm	1,6	0,103	<0,005
	3,2	<0,005	<0,005
	6,3	<0,005	<0,005
Rv	1,6	0,271	<0,005
	3,2	<0,005	<0,005
	6,3	0,016	0,005
Rz	1,6	0,395	<0,005
	3,2	0,192	0,009
	6,3	<0,005	<0,005

Tabulka 12 – Obvodové broušení, směr Sever-Jih - vyjádření rozdílu mezi vzorkovnicí a otiskem

Obvodové broušení - směr N-S				
Parametr	Vzorkovnice [μm]	Otisk [μm]	rozdíl [μm]	% vyjádření
Ra_Ra0,1	0,57	0,35	0,22	38,60
Ra_Ra0,2	0,56	0,27	0,29	51,79
Ra_Ra0,4	0,76	0,39	0,37	48,68
Ra_Ra0,8	0,80	0,42	0,38	47,50
Ra_Ra1,6	1,27	0,83	0,44	34,65
Rp_Ra0,1	1,50	1,07	0,43	28,67
Rp_Ra0,2	1,58	0,76	0,82	51,90
Rp_Ra0,4	2,05	1,14	0,91	44,39
Rp_Ra0,8	2,05	1,21	0,84	40,98
Rp_Ra1,6	3,37	2,16	1,21	35,91
RSm_Ra0,1	178,00	114,00	64,00	35,96
RSm_Ra0,2	108,00	123,00	-15,00	-13,89
RSm_Ra0,4	131,00	123,00	8,00	6,11
RSm_Ra0,8	151,00	147,00	4,00	2,65
RSm_Ra1,6	147,00	201,00	-54,00	-36,73
Rv_Ra0,1	1,42	1,21	0,21	14,79
Rv_Ra0,2	1,60	0,85	0,75	46,88
Rv_Ra0,4	2,00	1,12	0,88	44,00
Rv_Ra0,8	2,11	1,21	0,90	42,65
Rv_Ra1,6	3,47	2,14	1,33	38,33
Rz_Ra0,1	2,93	2,28	0,65	22,18
Rz_Ra0,2	3,22	1,60	1,62	50,31
Rz_Ra0,4	4,06	2,28	1,78	43,84
Rz_Ra0,8	4,17	2,46	1,71	41,01
Rz_Ra1,6	6,96	4,32	2,64	37,93

V tabulce č. 12 vidíme označen **zeleně** parametr RSm_Ra0,8 u tohoto parametru jsme nezamítli nulovou hypotézu o rovnosti mediánů. U všech ostatních byla tato hypotéza zamítnuta ve prospěch alternativní hypotézy, která tvrdí, že mediány naměřených hodnot si navzájem nejsou rovny, což bylo dokázáno pomocí neparametrického Mann-Whitneyova testu. Můžeme tedy pozorovat, že relativní hodnota vyjádřena v procentech osciluje kolem 40%.

Např. pro parametr Ra_Ra0,1 38,60% je ve skutečnosti 0,22 μm .

Tabulka 13 - Obvodové broušení, směr Západ - Východ - vyjádření rozdílu mezi vzorkovnicí a otiskem

Obvodové broušení - směr W-E				
Parametr	Vzorkovnice [μm]	Otisk [μm]	rozdíl [μm]	% vyjádření
Ra_Ra0,1	0,5	0,35	0,15	30,00
Ra_Ra0,2	0,57	0,28	0,29	50,88
Ra_Ra0,4	0,71	0,4	0,31	43,66
Ra_Ra0,8	0,85	0,62	0,23	27,06
Ra_Ra1,6	1,7	1,2	0,50	29,41
Rp_Ra0,1	1,46	1,08	0,38	26,03
Rp_Ra0,2	1,61	0,8	0,81	50,31
Rp_Ra0,4	1,94	1,14	0,80	41,24
Rp_Ra0,8	2,16	1,97	0,19	8,80
Rp_Ra1,6	4,57	3,1	1,47	32,17
RSm_Ra0,1	112	114	-2,00	-1,79
RSm_Ra0,2	114	116	-2,00	-1,75
RSm_Ra0,4	116	123	-7,00	-6,03
RSm_Ra0,8	131	142	-11,00	-8,40
RSm_Ra1,6	131	174	-43,00	-32,82
Rv_Ra0,1	1,4	1,14	0,26	18,57
Rv_Ra0,2	1,66	0,83	0,83	50,00
Rv_Ra0,4	1,98	1,15	0,83	41,92
Rv_Ra0,8	2,64	1,58	1,06	40,15
Rv_Ra1,6	4,89	3,1	1,79	36,61
Rz_Ra0,1	2,85	2,28	0,57	20,00
Rz_Ra0,2	3,26	1,66	1,60	49,08
Rz_Ra0,4	3,97	2,34	1,63	41,06
Rz_Ra0,8	4,84	3,56	1,28	26,45
Rz_Ra1,6	9,44	6,29	3,15	33,37

V tabulce č. 13 vidíme označen **zeleně** parametr RSm_Ra0,1 u tohoto parametru jsme nezamítli nulovou hypotézu o rovnosti mediánů. U všech ostatních byla tato hypotéza zamítnuta ve prospěch alternativní hypotézy, která tvrdí, že mediány naměřených hodnot si navzájem nejsou rovny, což bylo dokázáno pomocí neparametrického Mann-Whitneyova testu. Můžeme tedy pozorovat, že relativní hodnota vyjádřena v procentech osciluje kolem 30%. Zároveň můžeme pozorovat výborné výsledky pro délkový parametr RSm kde hodnoty nabývají -1,75 % až -32,82 %.

Tabulka 14 – Čelní frézování - vyjádření rozdílu mezi vzorkovnicí a otiskem

Čelní frézování				
Parametr	Vzorkovnice [μm]	Otisk [μm]	rozdíl [μm]	% vyjádření
Ra_Ra1,6	1,52	0,97	0,55	36,18
Ra_Ra3,2	3,84	2,77	1,07	27,86
Ra_Ra6,3	5,04	5,13	-0,09	-1,79
Rp_Ra1,6	4,18	2,91	1,27	30,38
Rp_Ra3,2	8,47	5,66	2,81	33,18
Rp_Ra6,3	10,3	10,1	0,20	1,94
RSm_Ra1,6	124	110	14,00	11,29
RSm_Ra3,2	207	230	-23,00	-11,11
RSm_Ra6,3	335	322	13,00	3,88
Rv_Ra1,6	4,42	2,83	1,59	35,97
Rv_Ra3,2	9,38	6,18	3,20	34,12
Rv_Ra6,3	10,8	10,9	-0,10	-0,93
Rz_Ra1,6	8,61	5,57	3,04	35,31
Rz_Ra3,2	18	11,9	6,10	33,89
Rz_Ra6,3	20,9	21	-0,10	-0,48

V tabulce č. 14 vidíme zeleně označeny parametry, u kterých jsme nezamítli nulovou hypotézu o rovnosti mediánů. U všech ostatních byla tato hypotéza zamítnuta ve prospěch alternativní hypotézy, která tvrdí, že mediány naměřených hodnot si navzájem nejsou rovny, což bylo dokázáno pomocí neparametrického Mann-Whitneyova testu. Dále můžeme pozorovat, že se zvyšující se hodnotou drsnosti povrchu klesá relativní velikost rozdílu mezi vzorkovnicí a originálem.

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo posoudit vhodnost použití dentální otiskové hmoty Stomaflex Light na tvorbu otisků kovových dílů po opracování různými technologiemi. Pro toto zjištění byly použity kruhové vzorky drsnosti povrchu. Provedli se jejich otisky a následné porovnání vzorkovnice s otisky měřením na bezkontaktním měřidle Talysurf CLI 500 od firmy Taylor & Hobson. Tato data byla následně zpracována v programu Talymap a Minitab 14.

Hmota byla testovaná na vzorcích pro technologie obvodové broušení a čelní frézování. Pro technologii obvodové broušení se shodovala pouze 1 hodnota z 25 pro směr Sever – Jih a 1 z 25 pro směr Západ – Východ.

Pro technologii čelní frézování bylo dosaženo lepších výsledků schodu (tedy nezamítnutí hypotézy o rovnosti mediánů) prokazovaly 4 hodnoty z celkových 15 testovaných a to vždy pro drsnost vzorkovnice udanou výrobcem $Ra=6,3$.

Z toho tedy můžeme posoudit, že s rostoucí drsností se zlepšuje kvalita otisku pro námi použitou hmotu. Nicméně ani výsledek pro nižší hodnoty drsnosti profilu nelze zatracovat a minimálně lze tuto hmotu používat pro orientační, jelikož víme, že při měření jsme se dopustili největší chyby 52%.

Výsledek by se dal zlepšit výrobou nějakého zařízení (mechanismu), které by se dalo naplnit otiskovací hmotou a které by zajistilo konstantní přítlak při tunutí směsi. Mohlo by se jednat o nějaký systém válec-píst s okrajem z nějakého měkkého materiálu, který by zajistil přilnutí k otiskovanému povrchu a zároveň by nechal dostatečně uniknout vzduch z otiskovaného místa.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BUMBÁLEK, Bohumil, Vladimír ODVODY a Bohuslav OŠTÁDAL. *Drsnost povrchu*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1989, 338 s.
- [2] Pokrok v měření a hodnocení struktury povrchu. [online]. 2004, č. 6 [cit. 2014-10-24]. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/pokrok-v-mereni-a-hodnoceni-struktury-povrchu-2.html>
- [3] ŠVACHOVÁ. *Modifikace celulózy pro medicínální účely* [online]. 2010 [cit. 2014-11-12]. Dostupné z: http://is.muni.cz/th/270274/prif_b/zkracena_bakalarska_prace.pdf. Bakalářská práce. MASARYKOVA UNIVERZITA V BRNĚ.
- [4] BOBČÍK, L. a kol. *Formy pro zpracování plastů I.díl - Vstřikování termoplastů. 2.upr. vyd.* Brno: UNIPLAST, 1999. 133 s.
- [5] JORDA, David. *Protetická technologie: Upravená učebnice pro studenty se sluchovou vadou* [online]. [cit. 2014-11-24]. Dostupné z: <http://files.davidjorda-pt.webnode.cz/200000015-dacc5dbc6c/Proteticka%20technologie.pdf>.
- [6] WHITEHOUSE, D. *Surfaces and their measurement*. London: HPS, 2002, xi, 395 p. ISBN 1 9039 9601 5.
- [7] MELOUN, Milan. *Kompendium statistického zpracování dat: metody a řešené úlohy včetně CD*. Vyd. 1. Praha: Academia, 2002, 764 s. ISBN 80-200-1008-4. Dostupné z: <http://meloun.upce.cz/docs/books/kompendium.pdf>
- [8] TŮMOVÁ, Olga. *Metrologie a hodnocení procesů*. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2009, 231 s. ISBN 978-80-7300-249-7.
- [9] BEDÁŇOVÁ, Iveta. *Testování hypotéz ve statistice*. Přednáška Statistiky a výpočetních měření. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno.
- [10] ČSN EN ISO 4287. *Geometrické požadavky na výrobky (GPS) - Struktura povrchu: Profilová metoda - Termíny, definice a parametry struktury povrchu*. Praha: Český normalizační institut, 1999.
- [11] VOPATOVÁ, Jitka. *Komparace a hodnocení povrchu polymeru dotykovým a bezdotykovým systémem*. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Vedoucí práce doc. Ing. Vladimír Pata, Dr.
- [12] Taylor Hobson, *Talysurf CLI 500 Operator`s Handbook*

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

3D	Třírozměrný prostor
ČSN	Česká státní norma
EN	Evropská norma
H_0	Hypotéza nulová
H_A	Alternativní hypotéza
l_r	Základní délka profilu drsnosti
l_n	Vyhodnocovací délka profilu drsnosti
l_t	Celková délka snímání
n	Celkový počet měření
p	Hladina významnosti
P_a	Průměrná aritmetická úchylka
P_c	Průměrná výška profilu
P_{mr}	Materiálový poměr profilu
P_p	Největší výška výstupku profilu
P_q	Průměrná kvadratická úchylka posuzovaného profilu
P_v	Největší hloubka profilu
P – value	P- hodnota
P_z	Největší výška profilu
R_a	Průměrná aritmetická úchylka posuzovaného profilu
Range	Varieční rozpětí výběrového souboru
R_c	Průměrná výška prvků profilu
R_{ku}	Špičatost posuzovaného profilu
R_{mr}	Materiálový poměr profilu
R_p	Největší výška profilu
R_q	Průměrná kvadratická úchylka profilu
R_{Sm}	Průměrná šíčka prvků profilu
R_t	Celková výška profilu
R_v	Největší prohlubeň profilu
R_z	Největší výška profilu
s	Odhad směrodatné odchytky

s^2	Rozptyl výběrového souboru
T_g	Teplota skelného přechodu
T_f	Teplota tečení
T_m	Teplota tání
W_c	Průměrná výška prvků profilu
W_{mr}	Materiálový poměr profilu
W_p	Největší výška výstupku profilu
W_q	Průměrná kvadratická úchylka posuzovaného profilu
W_v	Největší hloubka profilu
Z_p	Výška výstupku profilu
Z_t	Výška prvků profilu
Z_v	Hloubka prohlubně profilu
α	Chyba 1. druhu
$1-\alpha$	Konfidenční úroveň
β	Chyba 2. druhu
$1-\beta$	Síla testu
μm	mikrometr
\bar{x}	Odhad aritmetického průměru výběrového souboru
λ_f	Filtr definující rozhraní mezi vlnitostí a dalšími složkami povrchu
λ_c	Filtr definující rozhraní mezi složkami vlnitosti a drsnosti
λ_s	Filtr definující rozhraní mezi krátkovlnnými složkami a drsností

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – Profil referenční roviny: Rovina kolmo k povrchu [6]	14
Obrázek 2 - Profil referenční roviny: Rovina pod úhlem [6]	15
Obrázek 3 – Profil referenční roviny: Rovina rovnoběžná s povrchem [6].....	15
Obrázek 4 – Profil povrchu.....	16
Obrázek 5 – Drsnost povrchu [6].....	16
Obrázek 6 – Vlnitost povrchu [6]	16
Obrázek 7 – Tvar povrchu [6].....	17
Obrázek 8 – Přenosová charakteristika profilu drsnosti a vlnitosti. [6].....	17
Obrázek 9 – Dráhy snímače [6]	18
Obrázek 10 – Střední čára [11]	19
Obrázek 11 – Největší výška výstupky profilu (příklad měření profilu drsnosti) [10]	20
Obrázek 12 – největší hloubka prohlubně profilu (příklad měření profilu drsnosti) [10]	20
Obrázek 13 – nejvyšší výška profilu (příklad měření profilu drsnosti) [10]	21
Obrázek 14 – Průměrná výška prvků profilu [10]	21
Obrázek 15 – Průměrná aritmetická úchylka posuzovaného profilu Ra [11].....	22
Obrázek 16 – Porovnání různých povrchů pro stejnou hodnotu Ra	23
Obrázek 17 – Šířka prvků profilu [10].....	24
Obrázek 18 – Abbott Firestoneova křivka [10]	25
Obrázek 19 – Hypotézy H_0 a H_A , chyby I. a II. druhu [8]	31
Obrázek 20 – Talysurf CLI 500 [12]	36
Obrázek 21 – kruhové vzorky drsnosti povrchu (obvodové broušení).....	40
Obrázek 22 – kruhové vzorky drsnosti povrchu (čelní frézování)	41
Obrázek 23 – Stomaflex Light.....	41
Obrázek 24 – Katalyzátor - Gel Catalyst	42
Obrázek 25 – Stomaflex Light (modrá) + Gel Catalyst - příprava na smíchání.....	43
Obrázek 26 – otisk vytvořením natíráním hmoty na vzorkovnici	43
Obrázek 27 – obtiskování přitlačením vzorkovnice na misku s otiskovou hmotou	44
Obrázek 28 – otisky vzniknuté metodou přitlačení na misku s otiskovou hmotou	44
Obrázek 29 – Mikroskop s okulárovou kamerou AM423B	45
Obrázek 30 – Povrch vzorkovnice čelní frézování ($R_a = 3,2 \mu\text{m}$) 50x zvětšeno	46
Obrázek 31 – Povrch otisku čelní frézování ($R_a = 3,2\mu\text{m}$) 50x zvětšeno	46

Obrázek 32 – Taylor & Hobson - Talysurf CLI 500	47
Obrázek 33 – Automatická kalibrace přístroje Taylor & Hobson	48
Obrázek 34 – Nastavení odrazivosti	48
Obrázek 35 – Talysurf CLI 500 - nastavení parametrů pro snímání	49
Obrázek 36 – naskenovaný povrch obsahuje tvar, vlnitost a drsnost	50
Obrázek 37 – Drsnost + Vlnitost – tvar vypuštěn polynomem 3. stupně	50
Obrázek 38 – Zobrazení 201 řezů ve směru W-E	51
Obrázek 39 – Naměřená data z programu TalyMap (směr W-E)	51
Obrázek 40 – Zobrazení 201 řezů ve směru N-S	51
Obrázek 41 – Naměřená data z programu TalyMap (směr N-S)	52
Obrázek 42 – Výsledná plocha po odfiltrování tvaru	52
Obrázek 43 – Ukázka dat - obvodové broušení směr N-S	53
Obrázek 44 – Boxplotový diagram pro vzorkovnici a její obtisk pro parametr Rp	54
Obrázek 45 – Grafické shrnutí Br_vz_Ra0,1_N-S_Rp – popis	55
Obrázek 46 – popis statických hodnot grafického shrnutí z obr. 45	55
Obrázek 47 - Grafické shrnutí Br_ot_Ra0,1_N-S_Rp	56
Obrázek 48 – Porovnání naměřených hodnot pro vzorkovnici a otisk pro parametr Rp	59

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 - chyba I. a II. druhu [9].....	31
Tabulka 2 - Kritické obory testů polohy hypotézy $H_0: \mu = \mu_0$ proti různým alternativám H_A pro hladinu významnosti α	34
Tabulka 3 – možnosti rozsahu měřících os Talysurf CLI 500 [12]	37
Tabulka 4 – parametry Stomaflex Light udané výrobcem (teplota 23°C; vlhkost 50%)	42
Tabulka 5 – Popisná statistika parametru R_p ($R_{a0,1}$) (uvedené hodnoty v μm)	56
Tabulka 6 – hodnoty mediánů a horních a dolních mezí pro parametr R_p (uvedené hodnoty jsou v μm).....	57
Tabulka 7 – hodnoty mediánů a mezí konfidenčních intervalů pro obvodové broušení pro parametr R_p (uvedené hodnoty jsou v μm).....	58
Tabulka 8 – Obvodové broušení, směr N-S, parametr R_p - Vyjádření rozdílu mezi vzorkovnicí a otiskem	59
Tabulka 9 – Anderson-Darlingův test normality - P-hodnoty obvodové broušení směr N-S.....	61
Tabulka 10 – Anderson-Darlingův test normality P-hodnoty obvodové broušení směr W-E.....	62
Tabulka 11 - Anderson-Darlingův test normality P-hodnoty čelní frézování	63
Tabulka 12 – Obvodové broušení, směr Sever-Jih - vyjádření rozdílu mezi vzorkovnicí a otiskem	64
Tabulka 13 - Obvodové broušení, směr Západ - Východ - vyjádření rozdílu mezi vzorkovnicí a otiskem	65
Tabulka 14 – Čelní frézování - vyjádření rozdílu mezi vzorkovnicí a otiskem	66

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha I: Obvodové broušení; směr N-S; Parametr Ra

Příloha II: Obvodové broušení; směr N-S; Parametr Rp

Příloha III: Obvodové broušení; směr N-S; Parametr RSm

Příloha IV: Obvodové broušení; směr N-S; Parametr Rv

Příloha V: Obvodové broušení; směr N-S; Parametr Rz

Příloha VI: Obvodové broušení; směr W-E; Parametr Ra

Příloha VII: Obvodové broušení; směr W-E; Parametr Rp

Příloha VIII: Obvodové broušení; směr W-E; Parametr RSm

Příloha IX: Obvodové broušení; směr W-E; Parametr Rv

Příloha X: Obvodové broušení; směr W-E; Parametr Rz

Příloha XI: Čelní frézování; Parametr Ra

Příloha XII: Čelní frézování; Parametr Rp

Příloha XIII: Čelní frézování; Parametr RSm

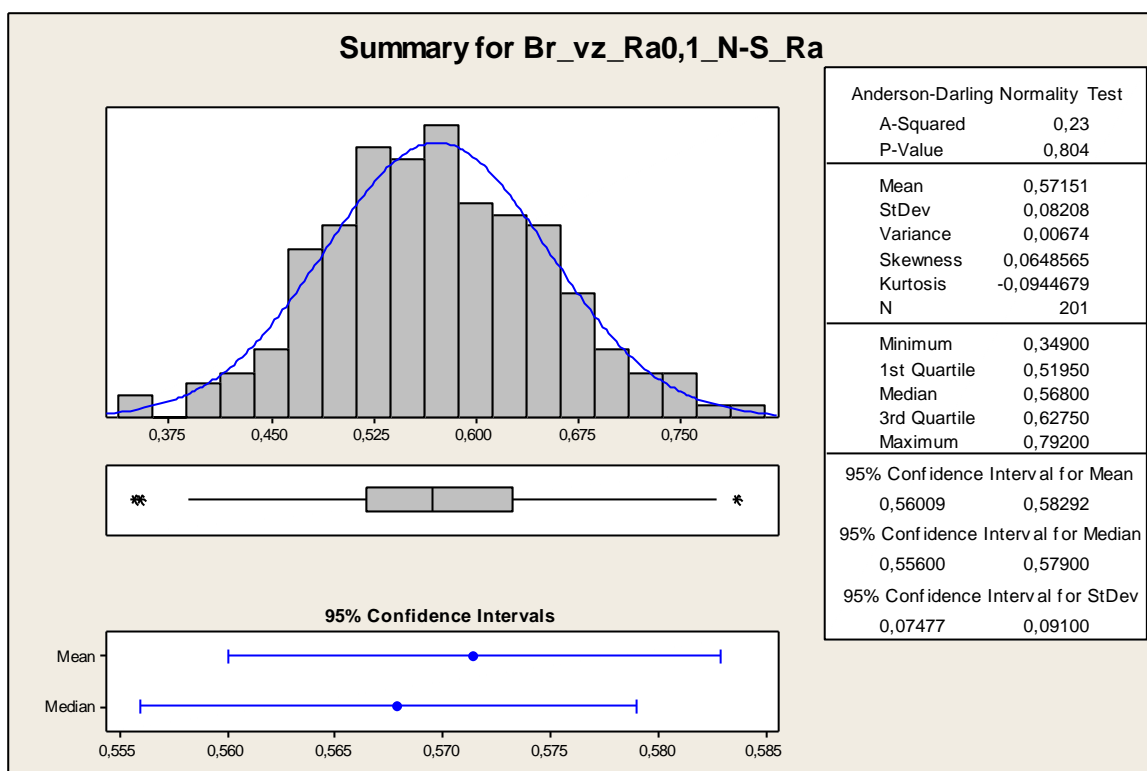
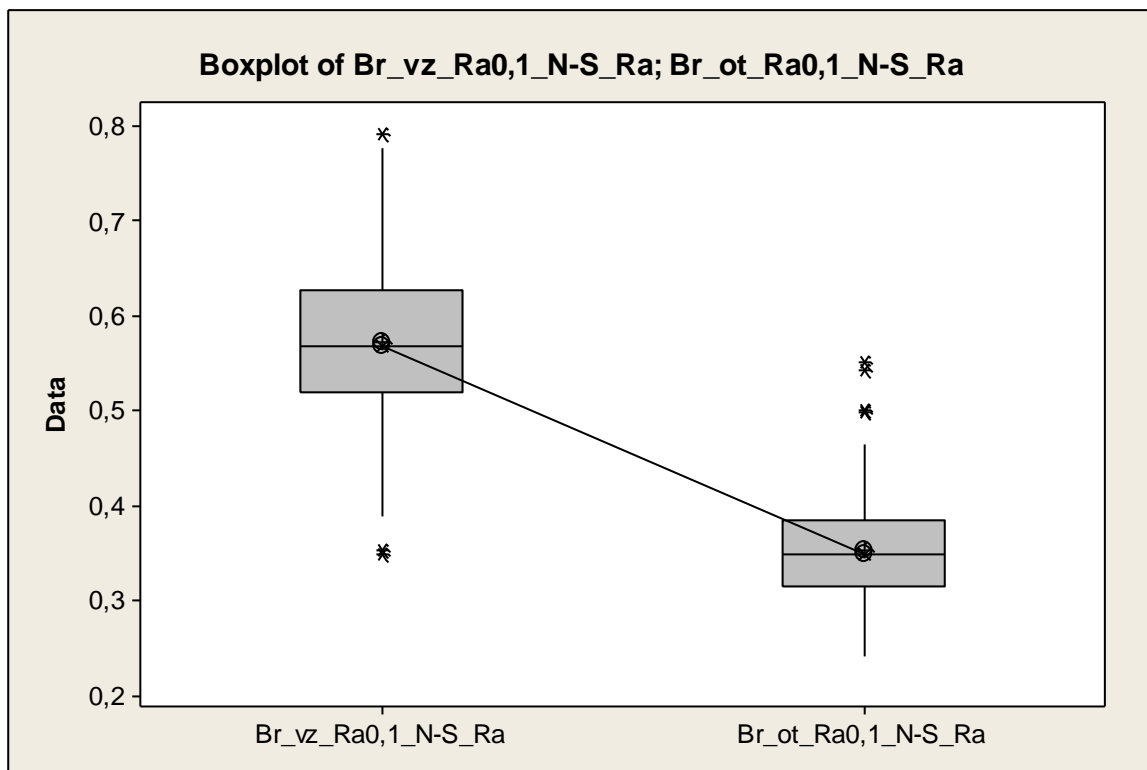
Příloha XIV: Čelní frézování; Parametr Rv

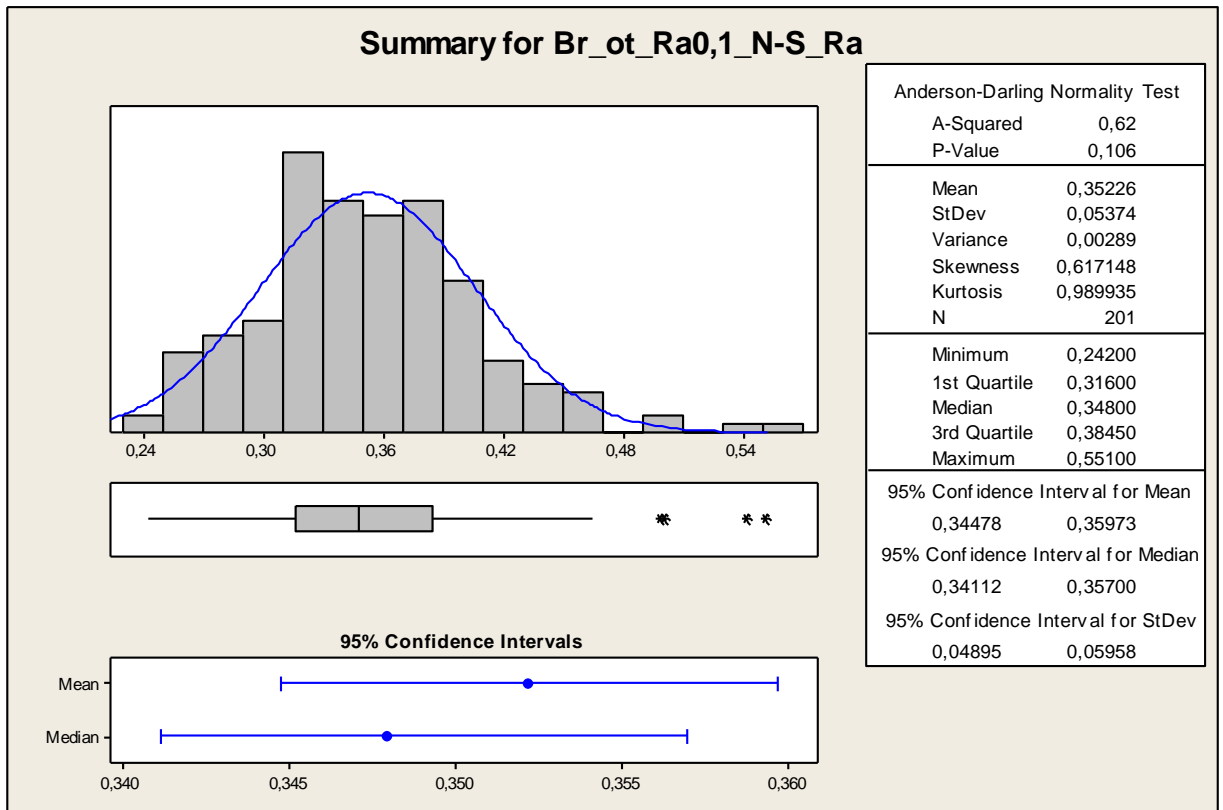
Příloha XV: Čelní frézování; Parametr Rz

Příloha XVI: Veškerá naměřená data, fotografie kontroly povrchů na mikroskopu a postupy ze softwaru TalyMap jsou přiloženy v elektronické podobě na DVD.

PŘÍLOHA I: OBVODOVÉ BROUŠENÍ; SMĚR N-S; PARAMETR RA

Broušení parametr Ra (Ra=0,1)





Popisná statistika (uvedené hodnoty jsou v [μm])

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra0,1_N-S_Ra	201	0,57	0,01	0,08	14,36	0,57
Br_ot_Ra0,1_N-S_Ra	201	0,35	0,00	0,05	15,26	0,35

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra0,1_N-S_Ra; Br_ot_Ra0,1_N-S_Ra

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	0,57	0,56	0,58
otisk	0,35	0,34	0,36

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 0,57 - 0,35 = 0,22 \mu\text{m}$$

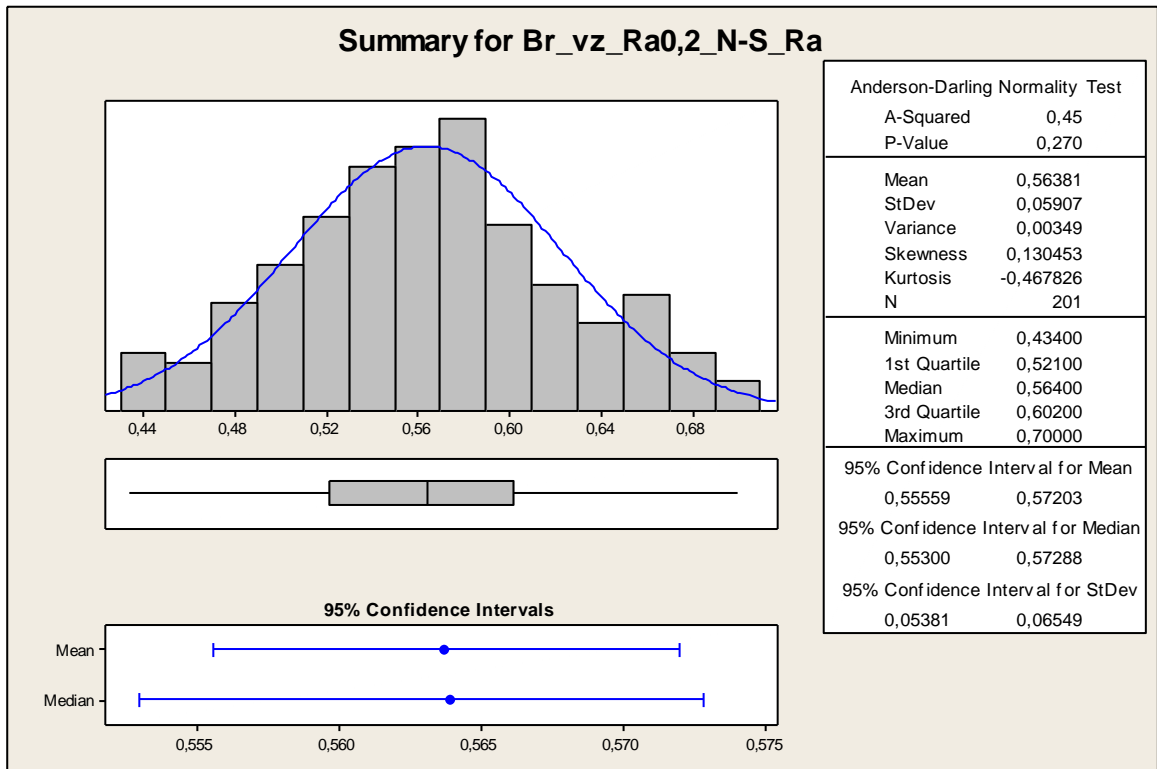
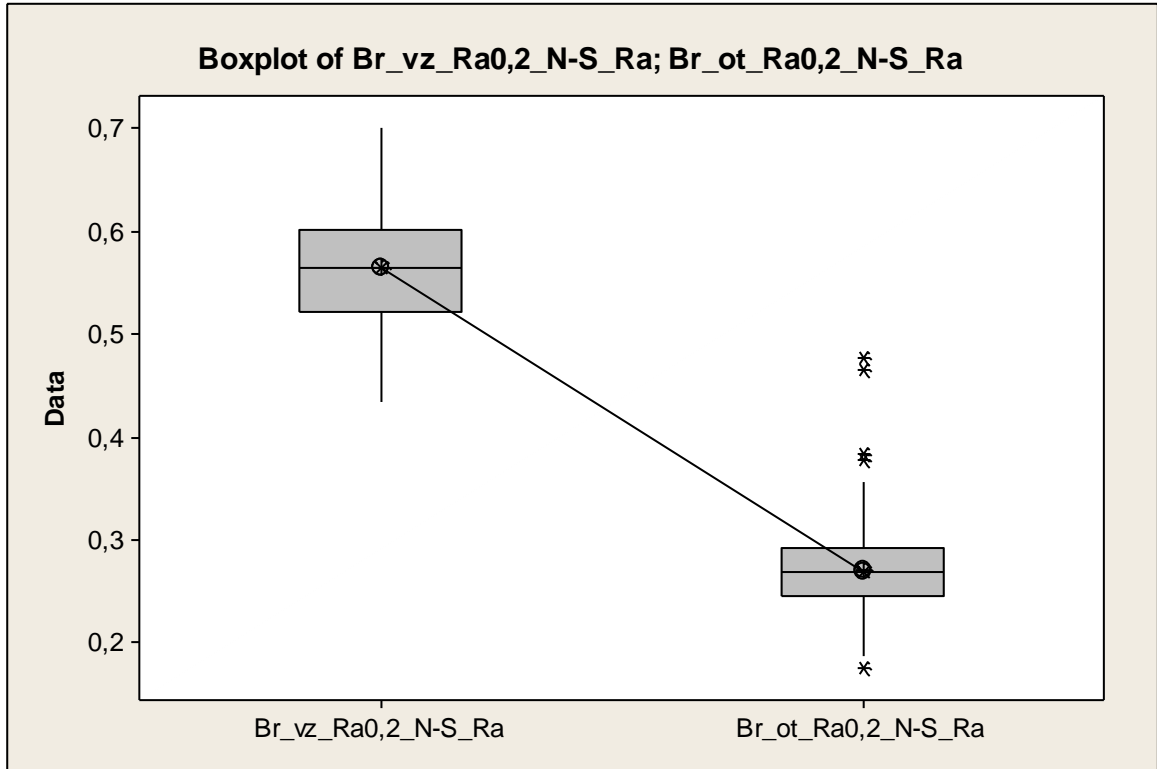
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

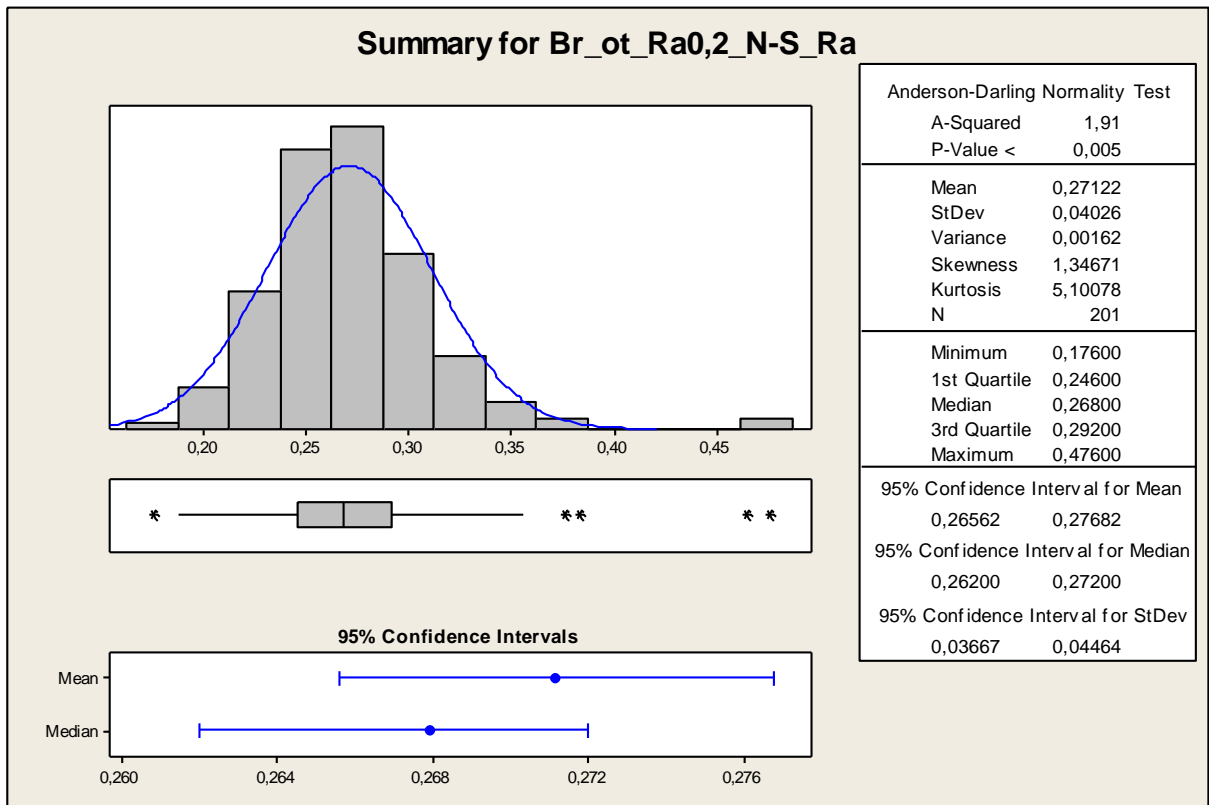
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr Ra se liší významně

Broušení parametr Ra (Ra=0,2)





Popisná statistika(hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra0,2_N-S_Ra	201	0,56	0,00	0,06	10,48	0,56
Br_ot_Ra0,2_N-S_Ra	201	0,27	0,00	0,04	14,85	0,27

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra0,2_N-S_Ra; Br_ot_Ra0,2_N-S_Ra

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	0,56	0,56	0,57
otisk	0,27	0,26	0,27

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 0,56 - 0,27 = 0,29 \mu\text{m}$$

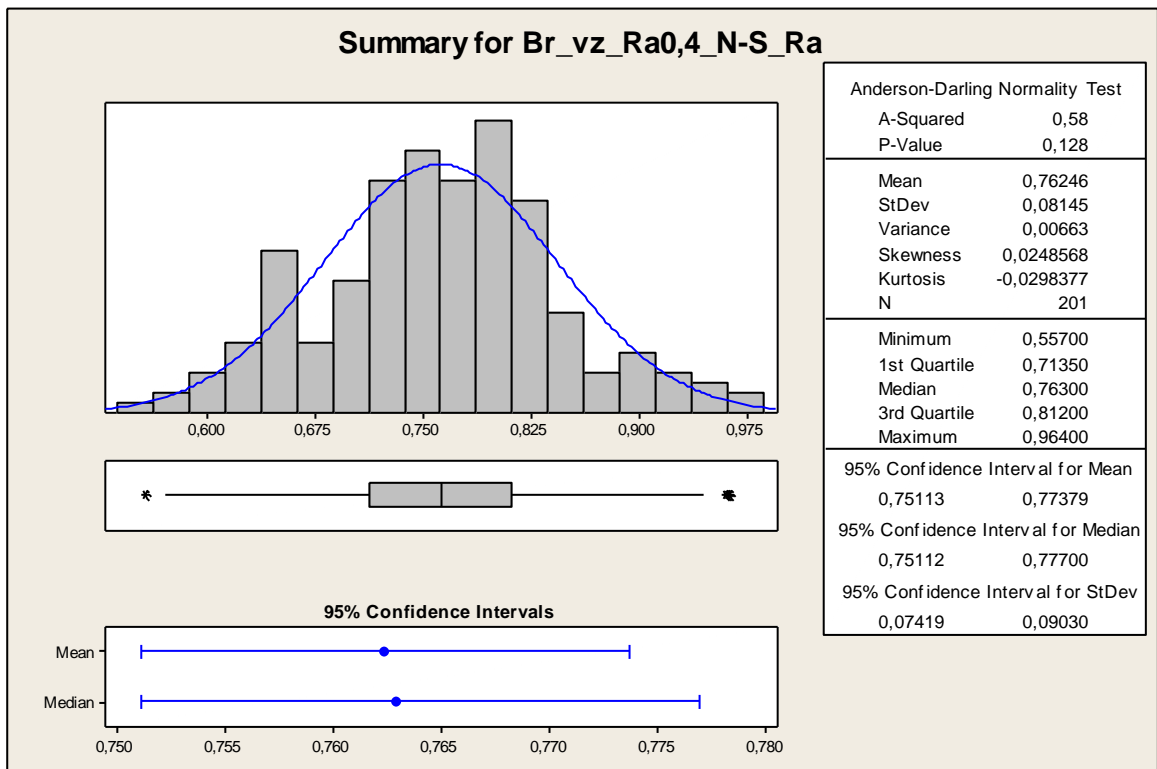
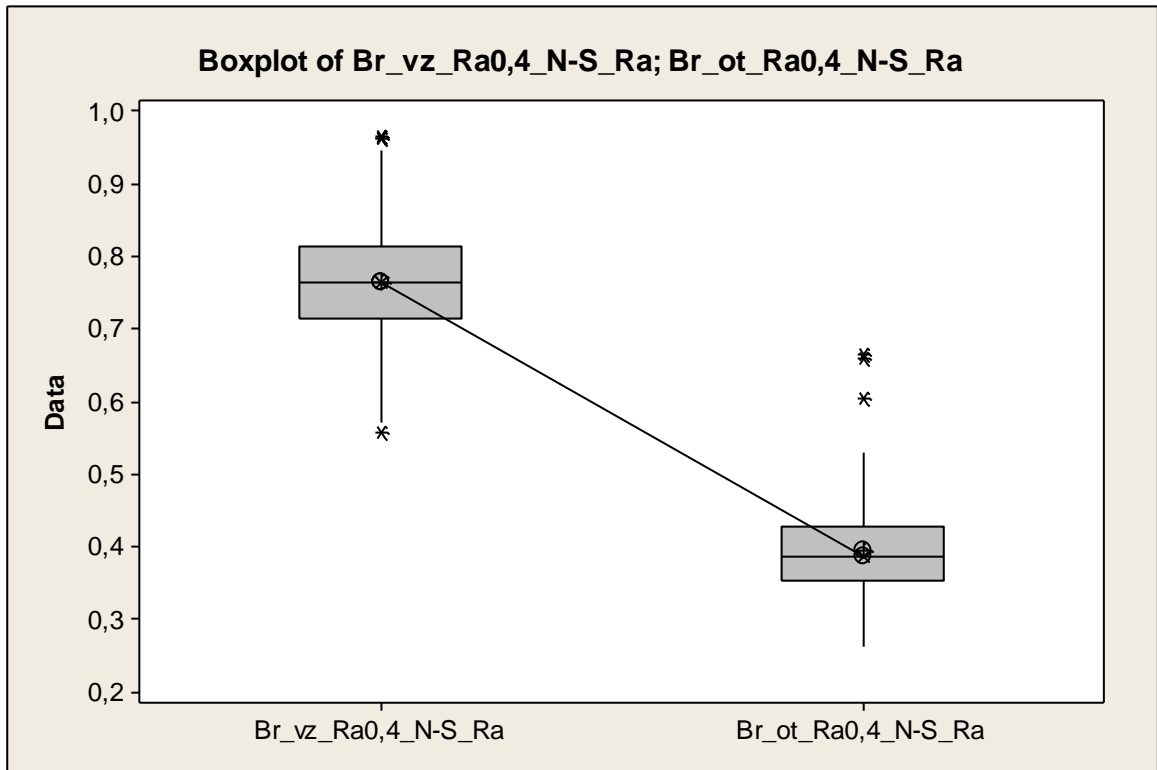
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

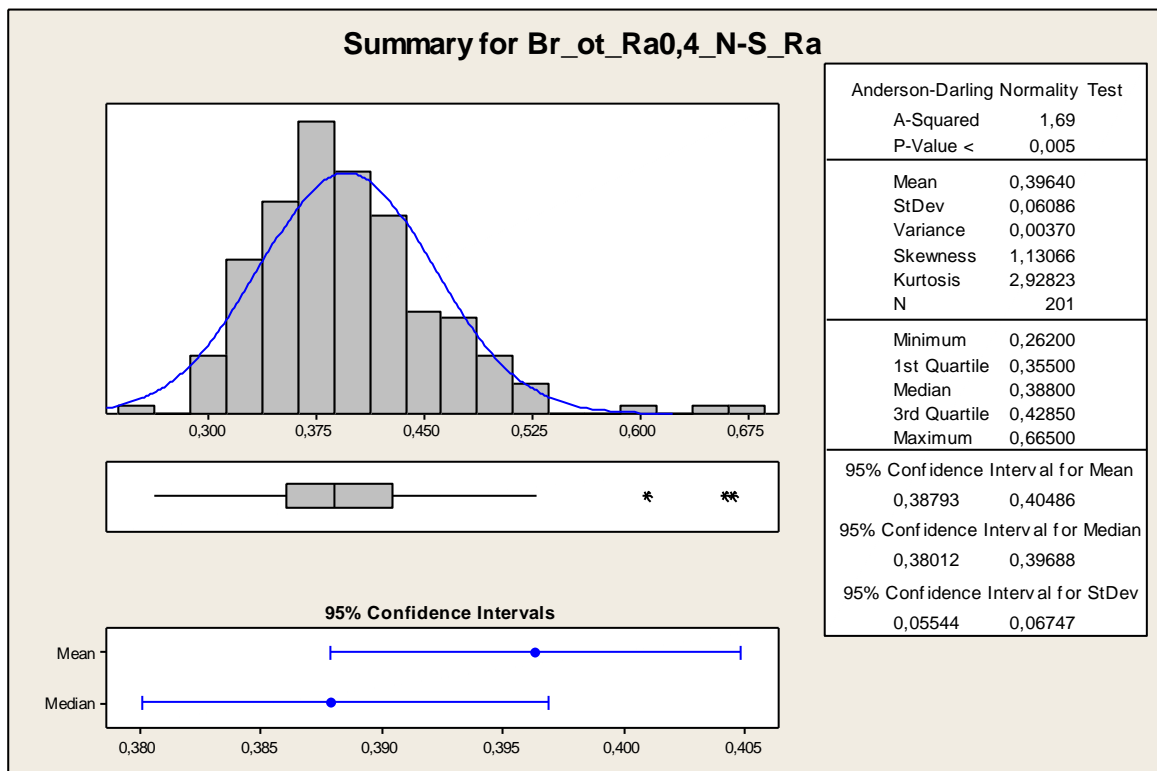
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr Ra se liší významně

Broušení parametr Ra (Ra=0,4)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra0,4_N-S_Ra	201	0,76	0,01	0,08	10,68	0,76
Br_ot_Ra0,4_N-S_Ra	201	0,40	0,00	0,06	15,35	0,39

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra0,4_N-S_Ra; Br_ot_Ra0,4_N-S_Ra

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	0,76	0,75	0,77
otisk	0,39	0,38	0,40

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 0,76 - 0,39 = 0,37 \mu\text{m}$$

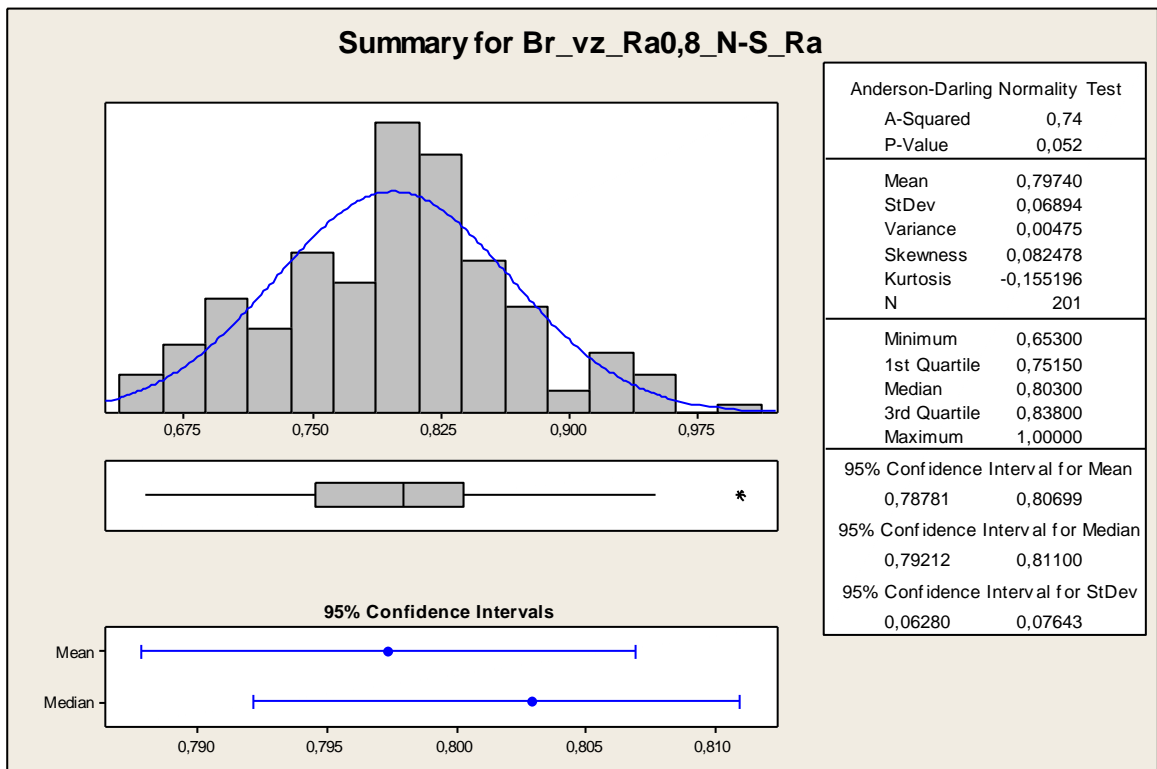
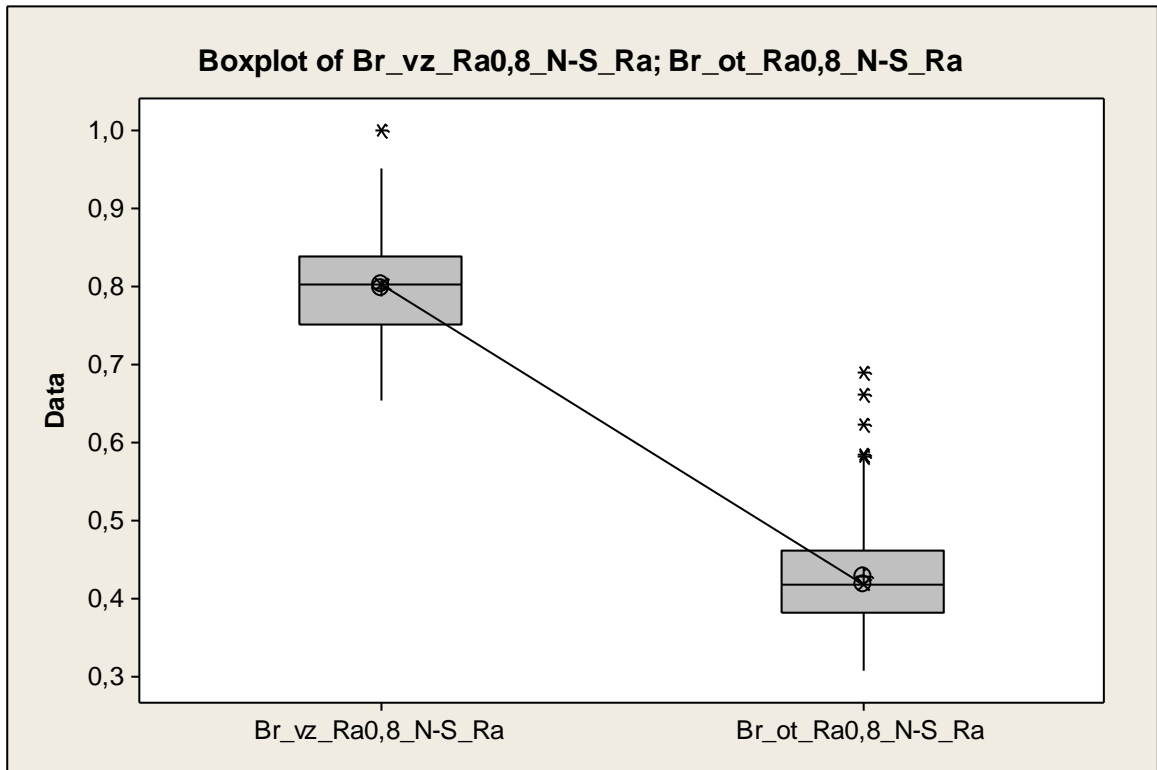
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

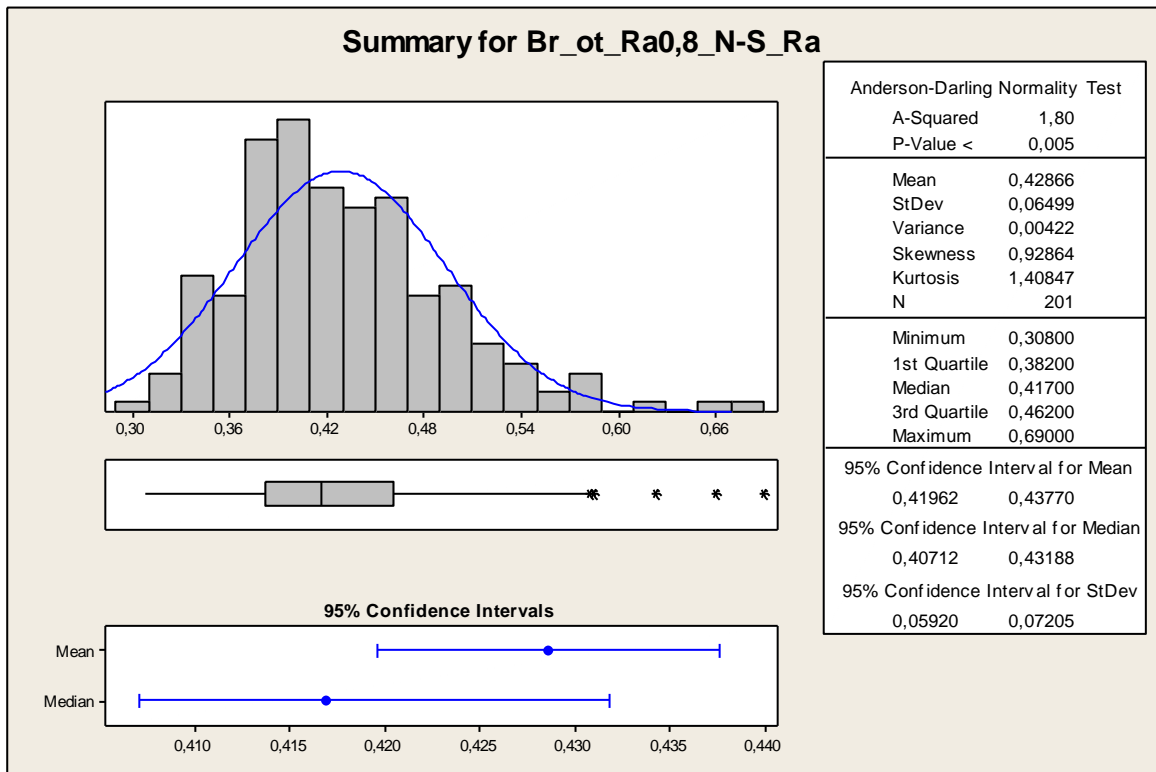
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr Ra se liší významně

Broušení parametr Ra (Ra=0,8)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra0,8_N-S_Ra	201	0,80	0,00	0,07	8,65	0,80
Br_ot_Ra0,8_N-S_Ra	201	0,43	0,00	0,06	15,16	0,42

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra0,8_N-S_Ra; Br_ot_Ra0,8_N-S_Ra

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	0,8	0,79	0,81
otisk	0,42	0,40	0,43

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 0,80 - 0,42 = 0,38 \mu\text{m}$$

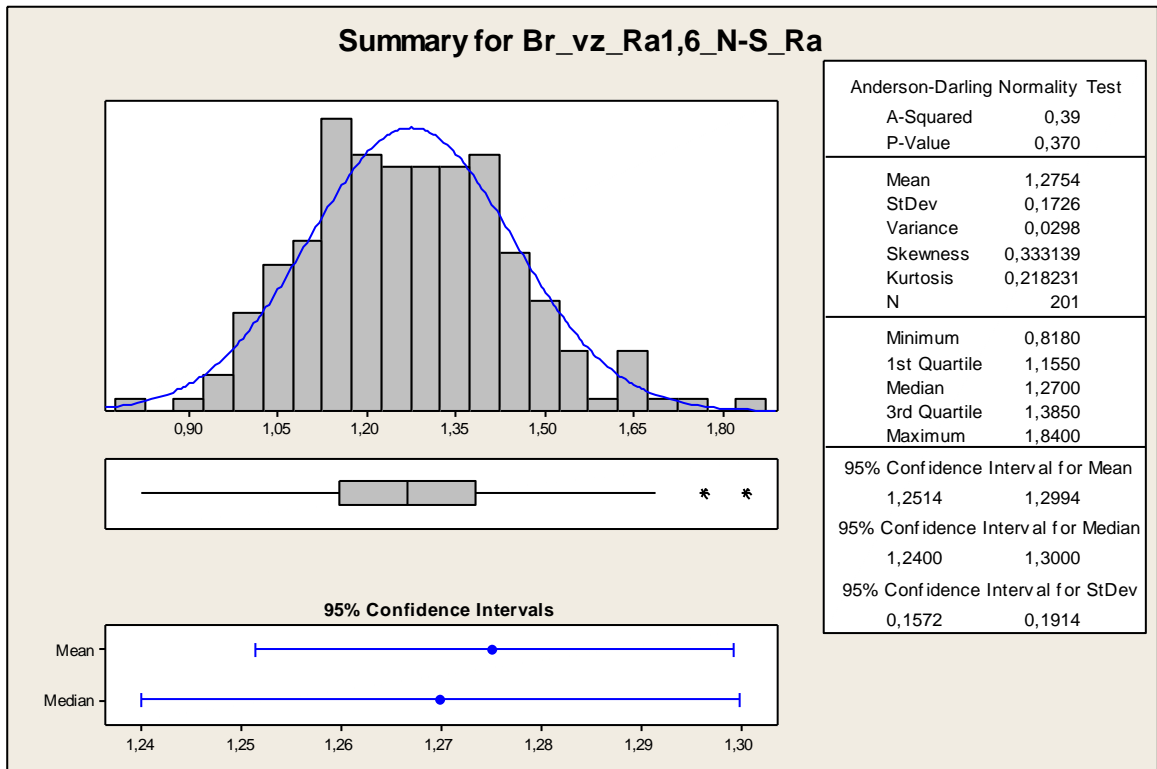
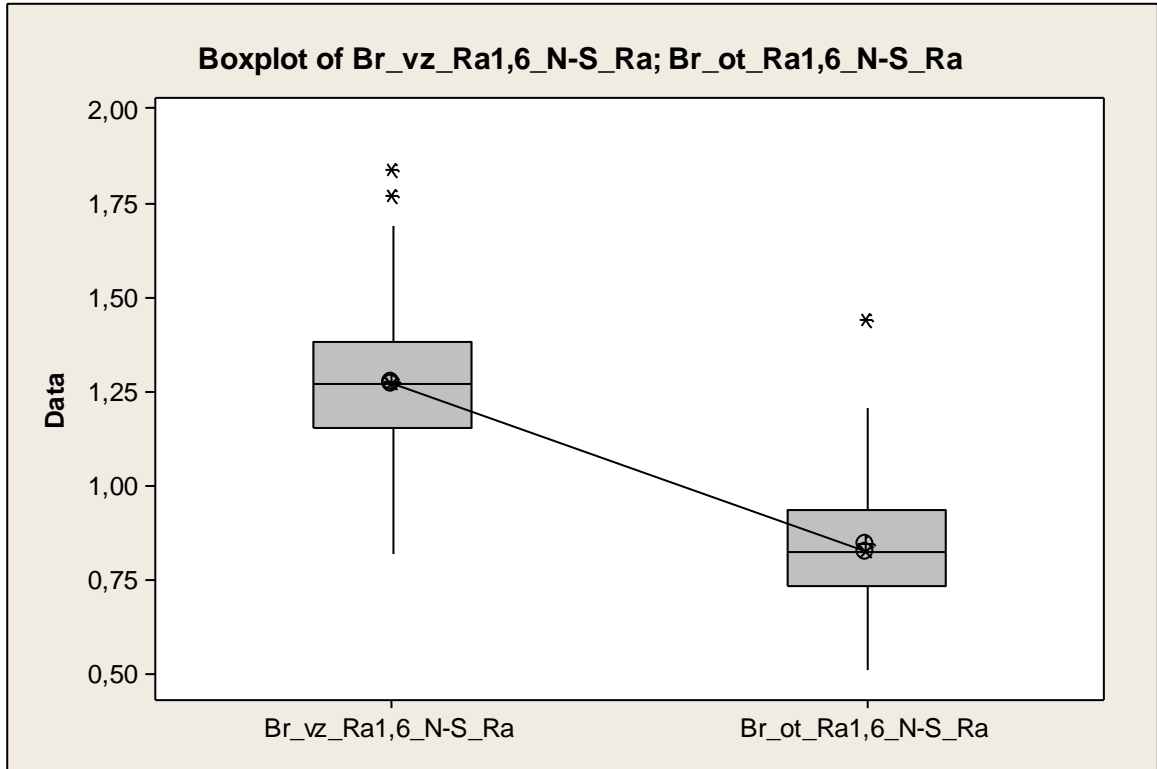
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

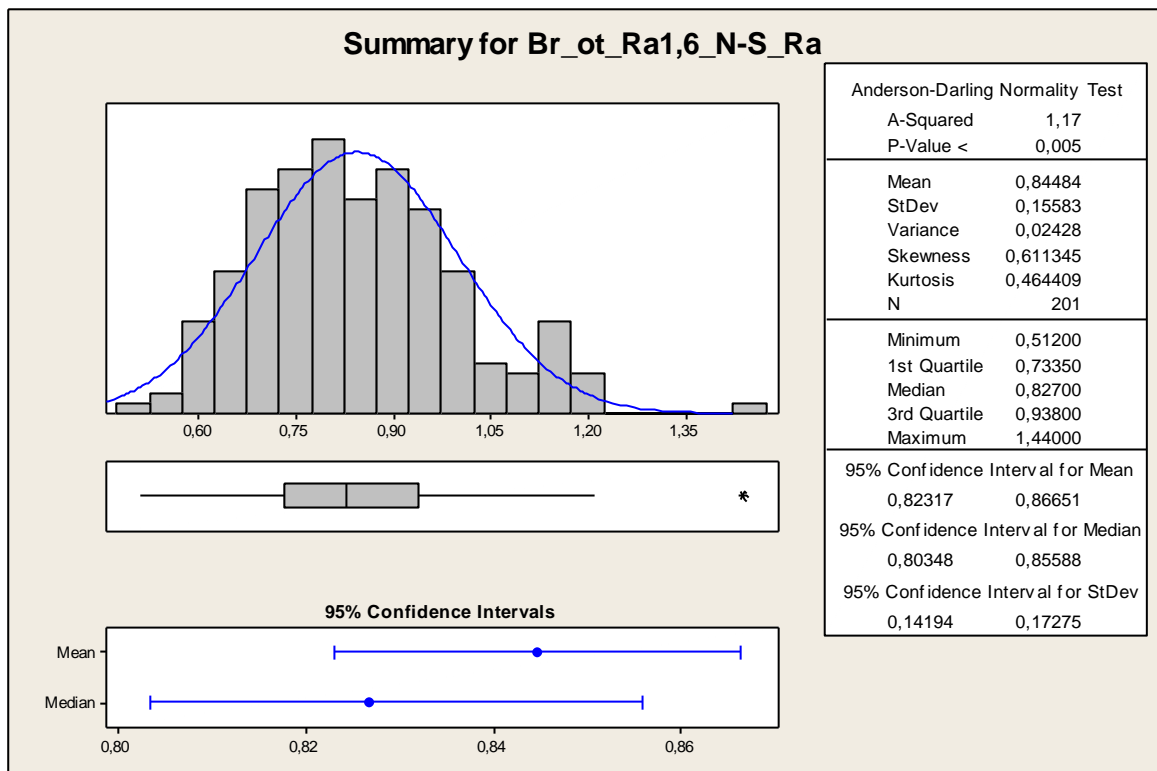
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr Ra se liší významně

Broušení parametr Ra (Ra=1,6)





Popisná statistika(hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra1,6_N-S_Ra	201	1,28	0,01	0,17	13,54	1,27
Br_ot_Ra1,6_N-S_Ra	201	0,84	0,01	0,16	18,44	0,83

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra1,6_N-S_Ra; Br_ot_Ra1,6_N-S_Ra

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	1,27	1,25	1,30
otisk	0,83	0,80	0,86

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 1,27 - 0,83 = 0,44\mu\text{m}$$

$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

$$H_A: \text{NON}$$

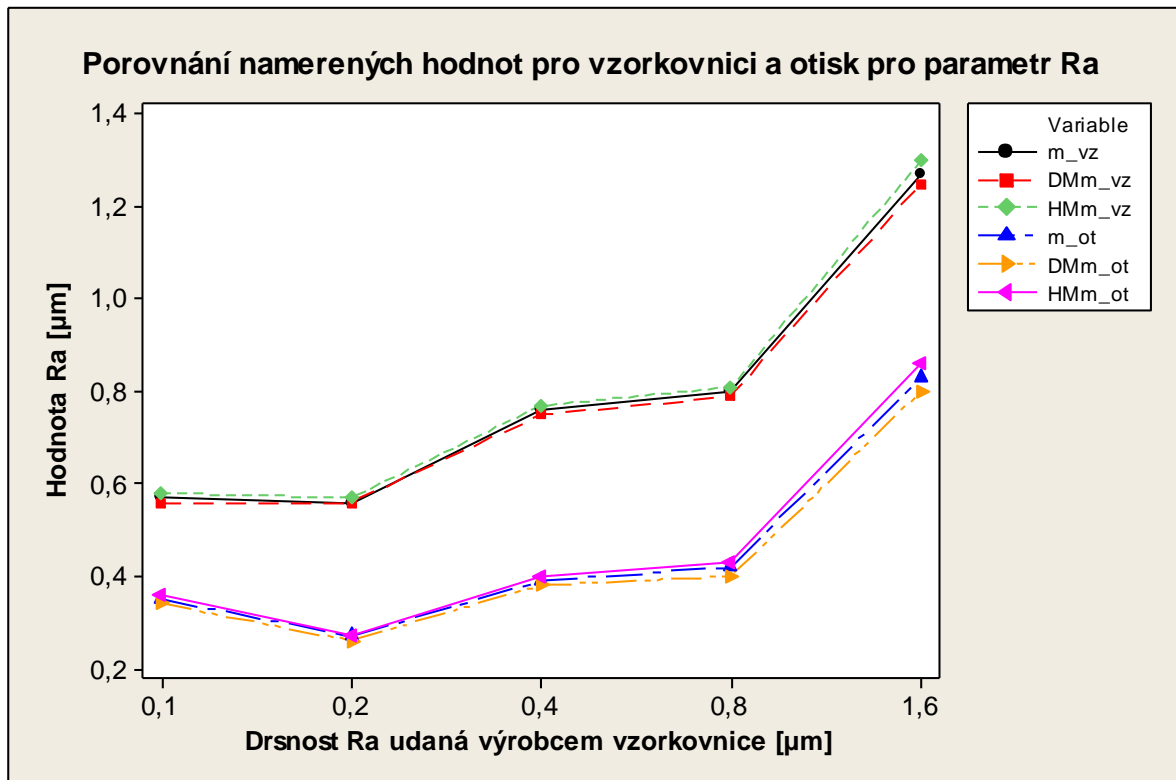
$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr Ra se liší významně

Tabulka hodnot mediánů a dolních a horních mezí konfidenčních intervalů pro mediány (hodnoty v μm)

	vzorkovnice			otisk		
	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
Ra_Ra0,1	0,57	0,56	0,58	0,35	0,34	0,36
Ra_Ra0,2	0,56	0,56	0,57	0,27	0,26	0,27
Ra_Ra0,4	0,76	0,75	0,77	0,39	0,38	0,4
Ra_Ra0,8	0,8	0,79	0,81	0,42	0,4	0,43
Ra_Ra1,6	1,27	1,25	1,3	0,83	0,8	0,86

(hodnoty v μm)

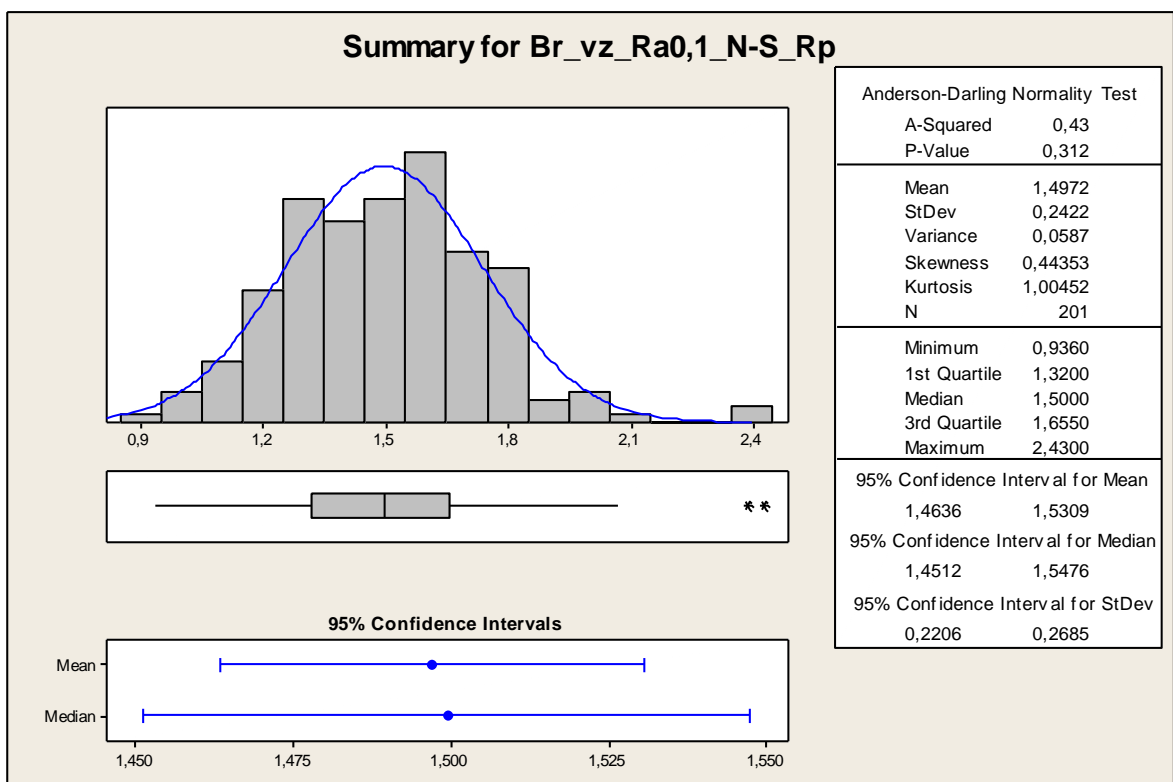
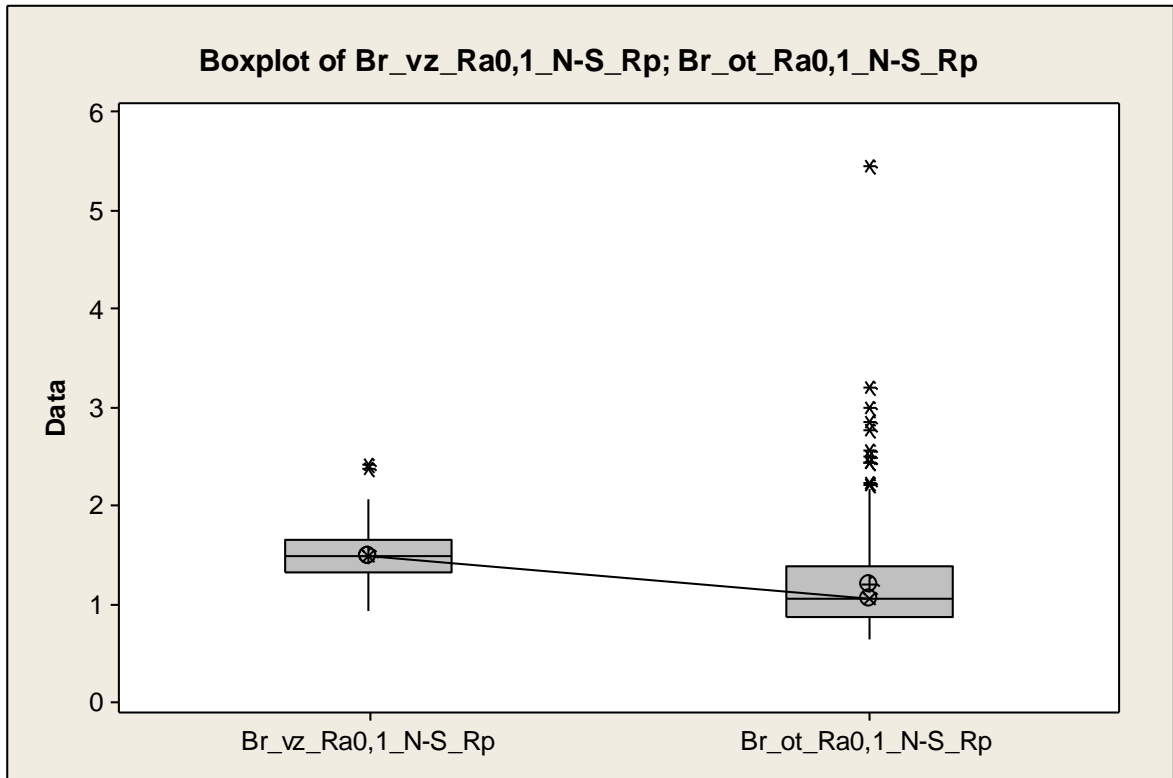


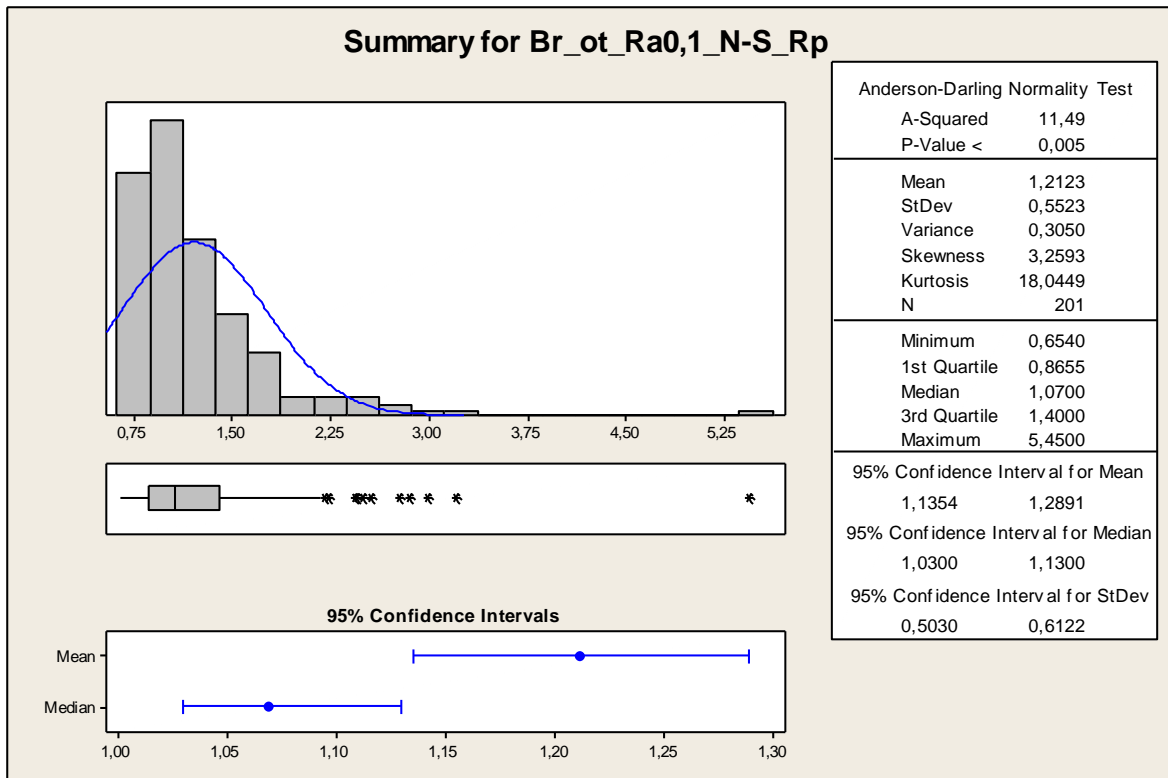
Hodnoty mediánů daných parametrů

Obvodové broušení - směr N-S				
Parametr	Vzorkovnice [μm]	Otisk [μm]	Rozdíl [μm]	% vyjádření
Ra_Ra0,1	0,57	0,35	0,22	38,60
Ra_Ra0,2	0,56	0,27	0,29	51,79
Ra_Ra0,4	0,76	0,39	0,37	48,68
Ra_Ra0,8	0,80	0,42	0,38	47,50
Ra_Ra1,6	1,27	0,83	0,44	34,65

PŘÍLOHA II: OBVODOVÉ BROUŠENÍ; SMĚR N-S; PARAMETR Rp

Broušení parametr Rp (Ra=0,1)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra0,1_N-S_Rp	201	1,50	0,02	0,24	16,18	1,50
Br_ot_Ra0,1_N-S_Rp	201	1,21	0,04	0,55	45,56	1,07

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra0,1_N-S_Rp; Br_ot_Ra0,1_N-S_Rp

Test of $ETA1 = ETA2$ vs $ETA1 \text{ not } = ETA2$ is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	1,5	1,45	1,55
otisk	1,07	1,03	1,13

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 1,5 - 1,07 = 0,43 \mu\text{m}$$

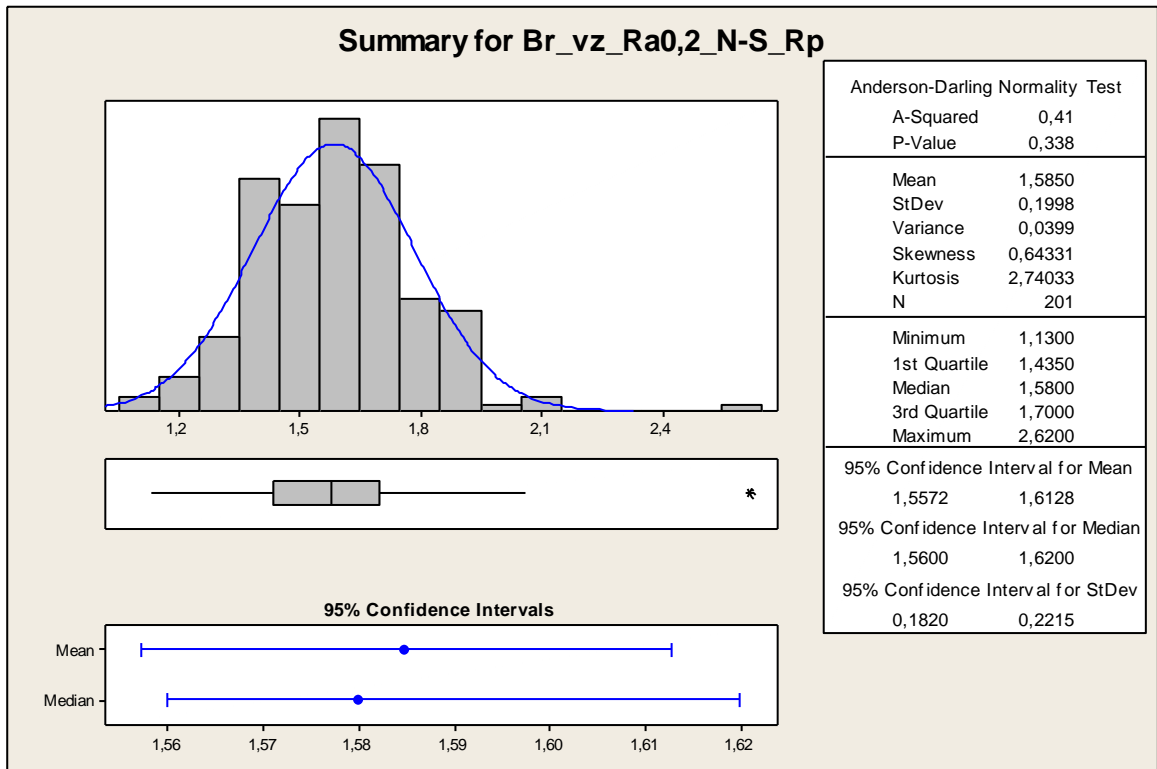
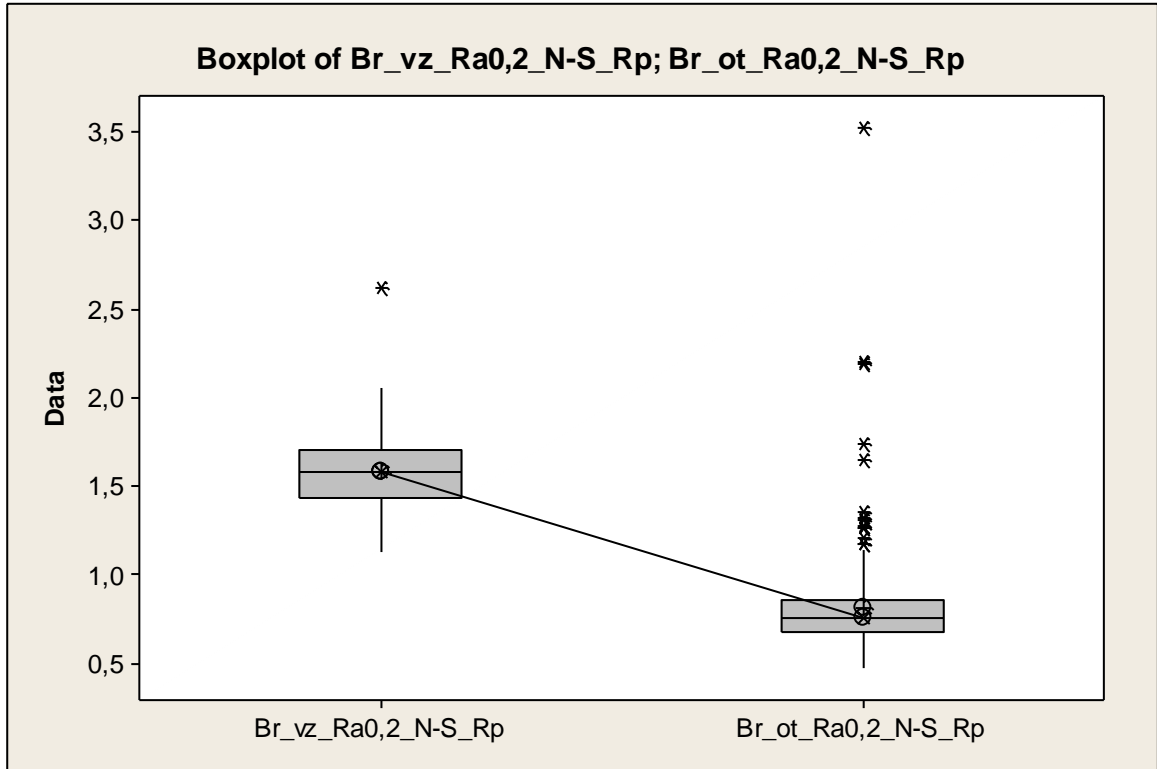
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

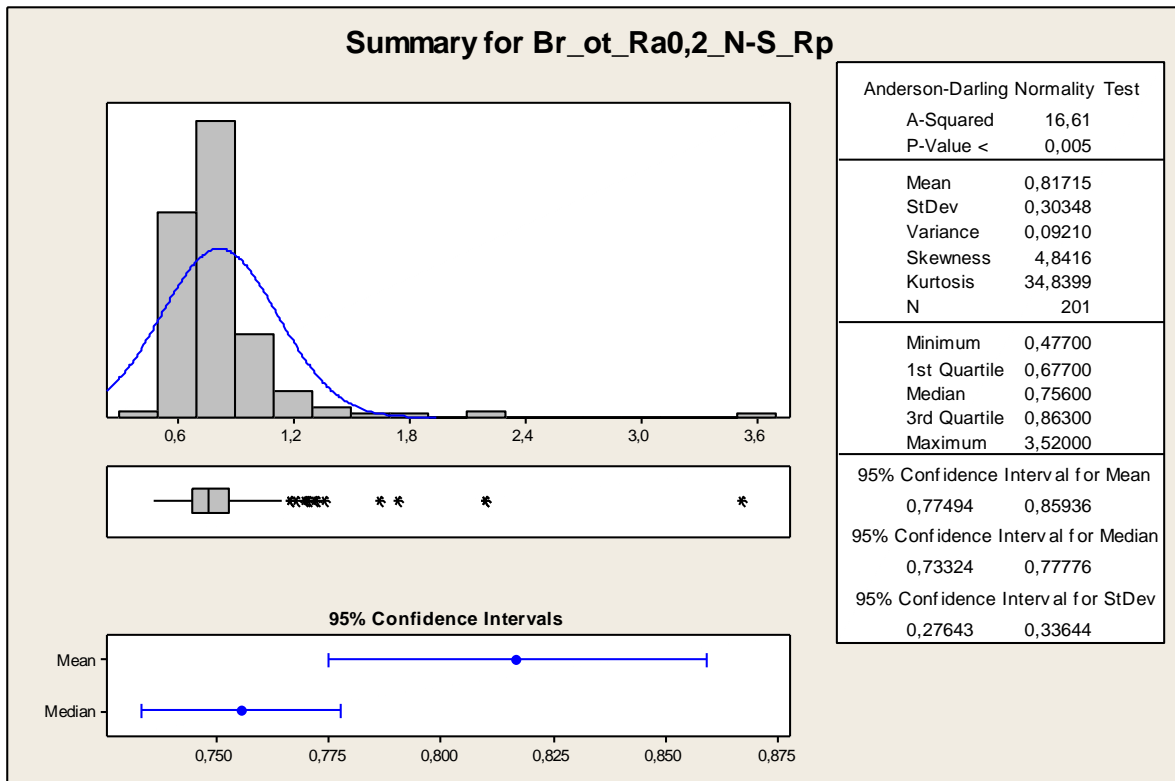
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr Rp se liší významně

Broušení parametr Rp (Ra=0,2)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra0,2_N-S_Rp	201	1,59	0,01	0,20	12,60	1,58
Br_ot_Ra0,2_N-S_Rp	201	0,82	0,02	0,30	37,14	0,76

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra0,2_N-S_Rp; Br_ot_Ra0,2_N-S_Rp

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	1,58	1,56	1,62
otisk	0,76	0,73	0,78

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 1,58 - 0,76 = 0,82 \mu\text{m}$$

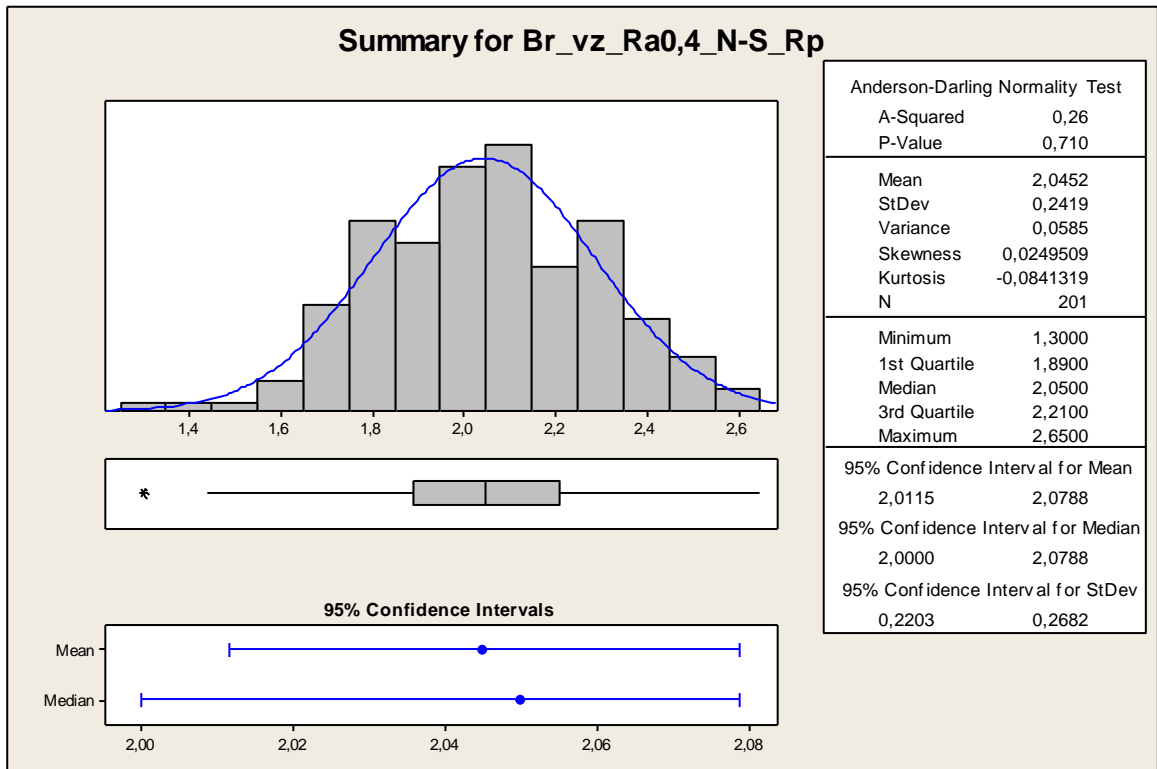
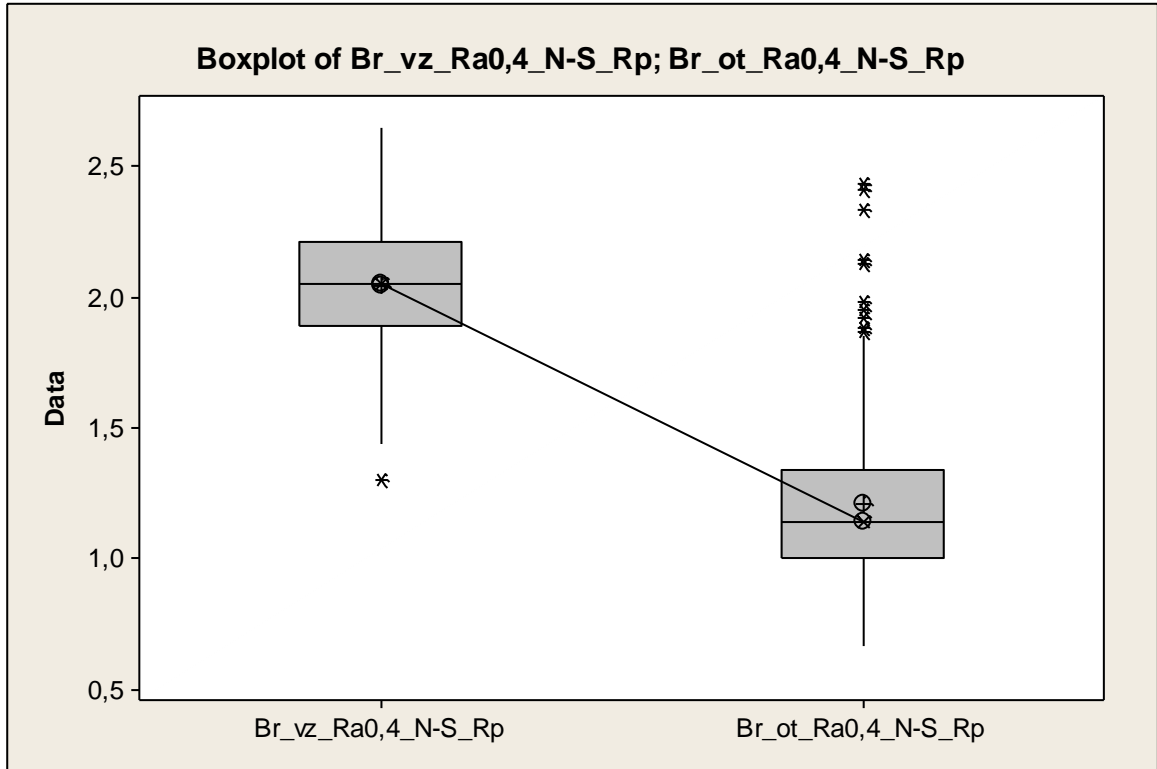
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

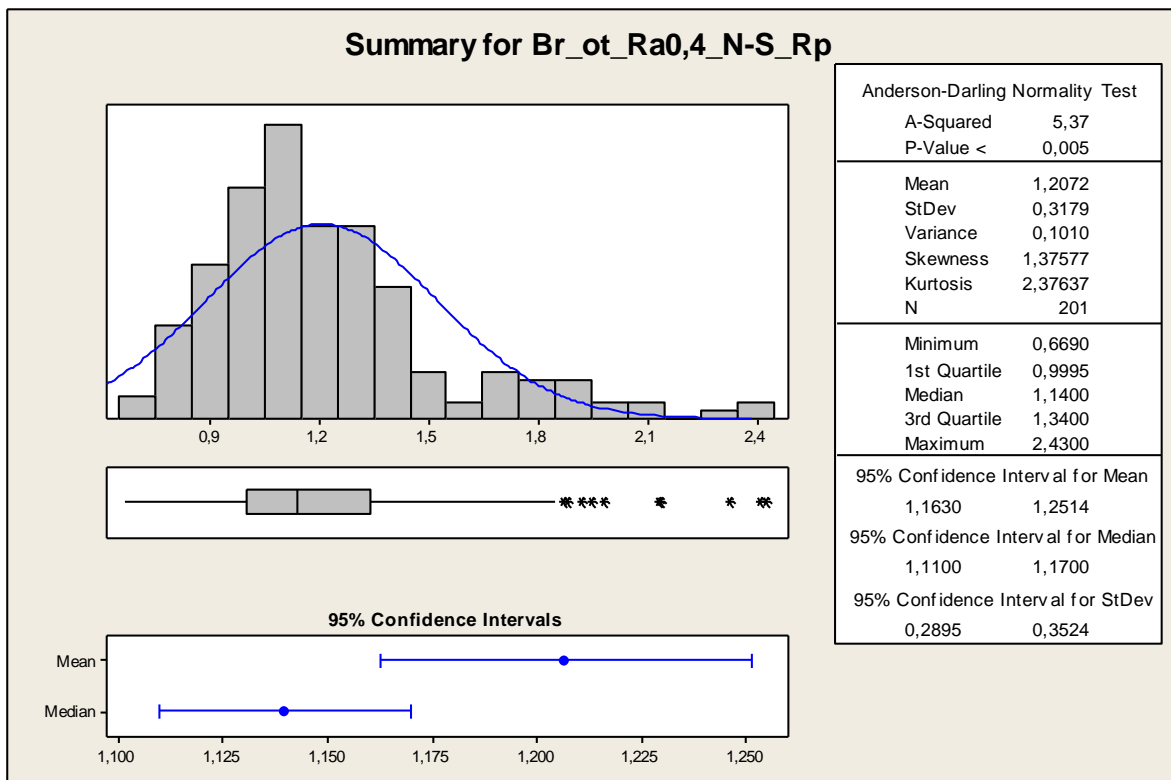
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr Rp se liší významně

Broušení parametr Rp (Ra=0,4)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra0,4_N-S_Rp	201	2,05	0,02	0,24	11,83	2,05
Br_ot_Ra0,4_N-S_Rp	201	1,21	0,02	0,32	26,33	1,14

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra0,4_N-S_Rp; Br_ot_Ra0,4_N-S_Rp

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	2,05	2	2,08
otisk	1,14	1,11	1,17

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 2,05 - 1,14 = 0,91 \mu\text{m}$$

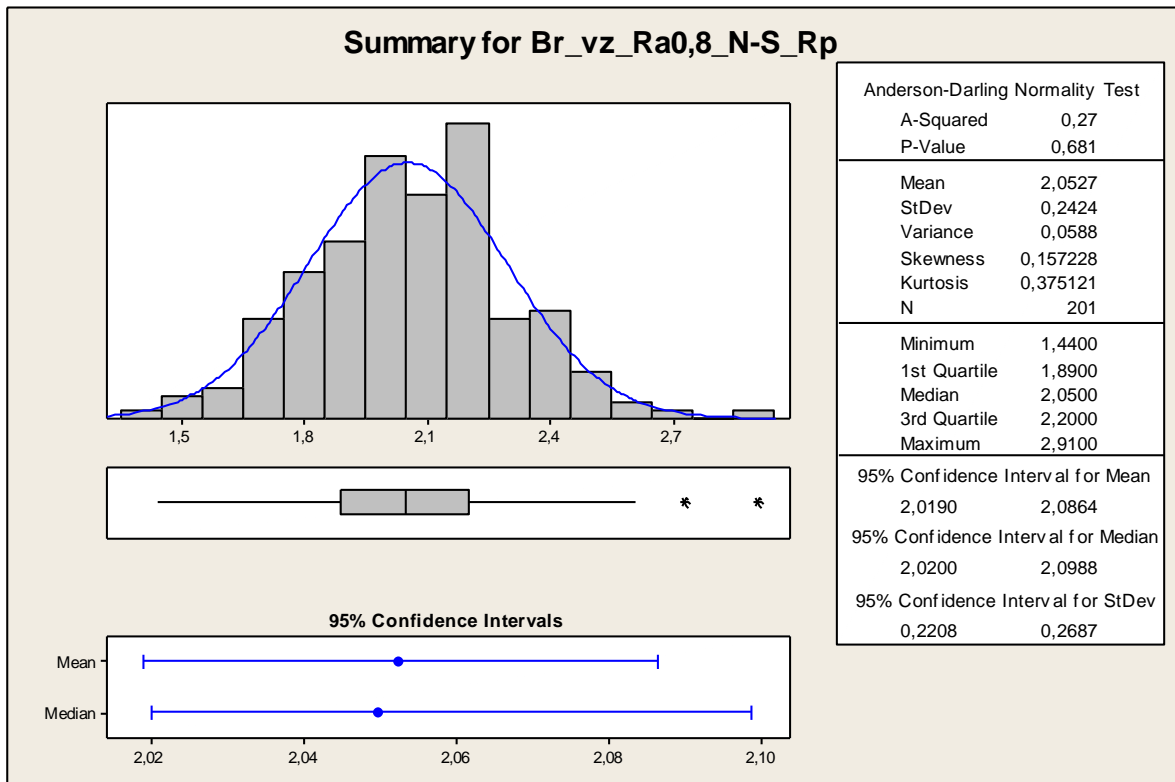
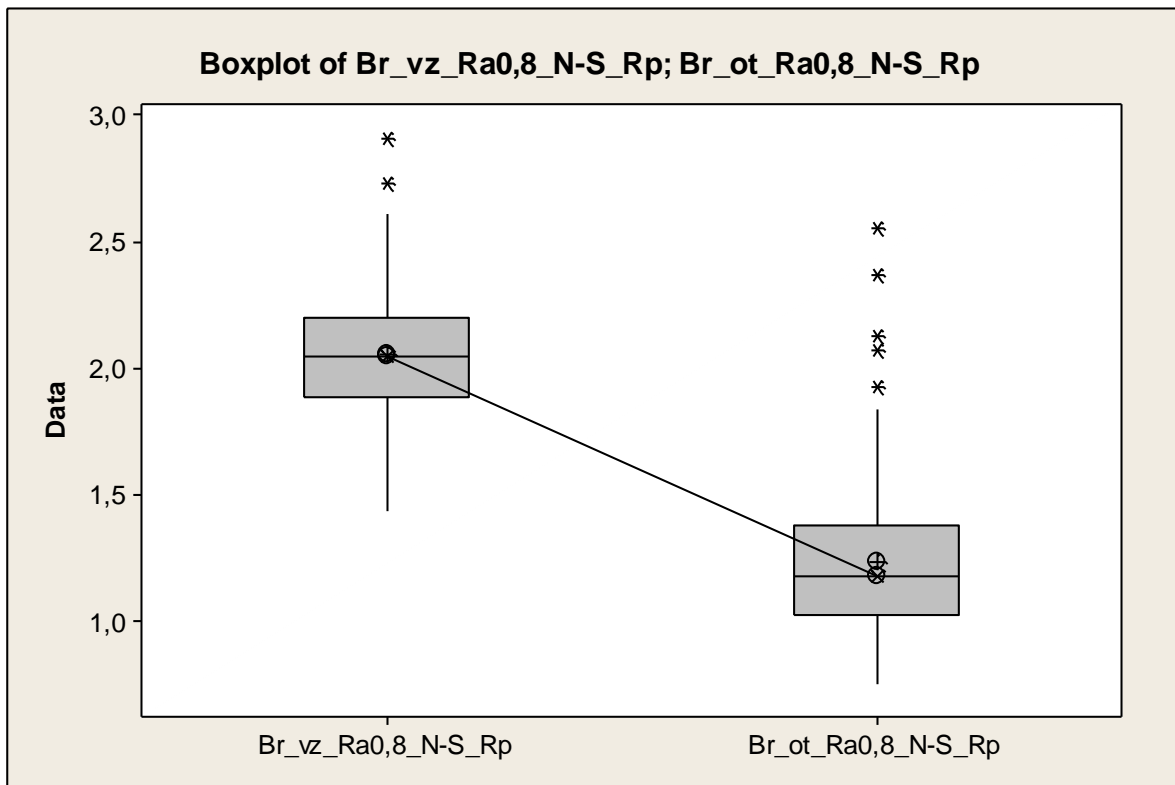
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

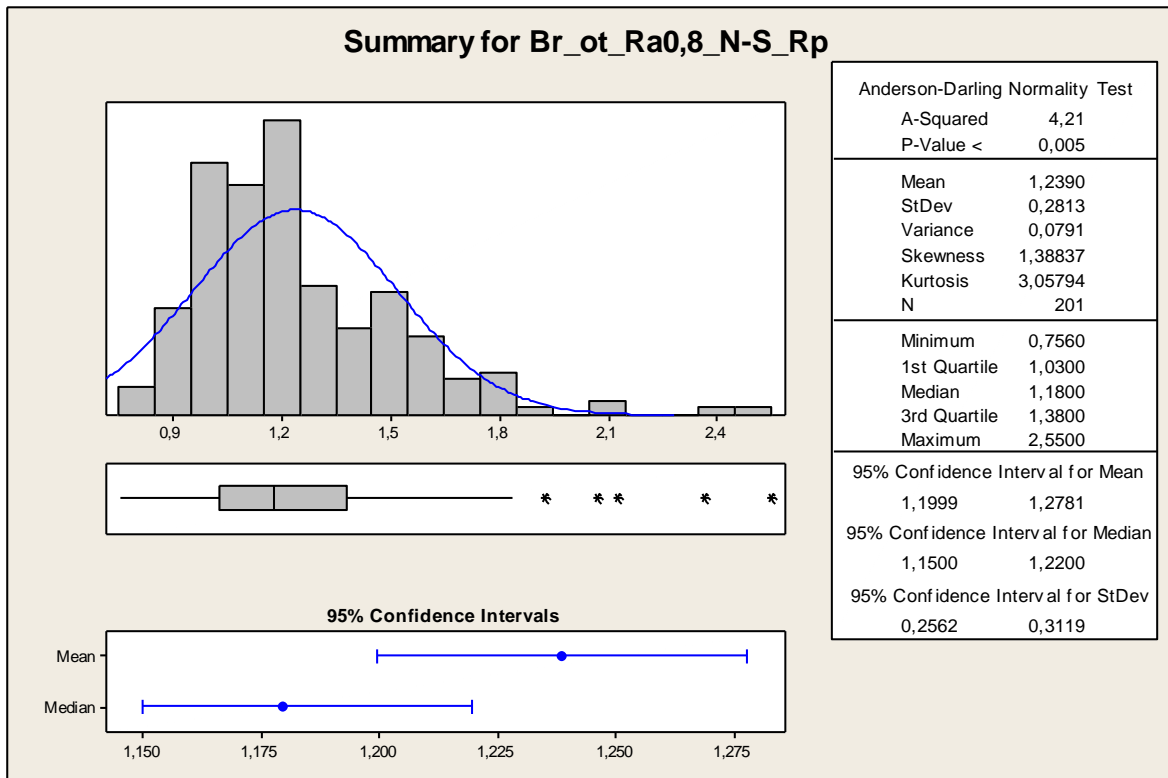
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr Rp se liší významně.

Broušení parametr Rp (Ra=0,8)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra0,8_N-S_Rp	201	2,05	0,02	0,24	11,81	2,05
Br_ot_Ra0,8_N-S_Rp	201	1,27	0,02	0,32	24,95	1,21

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra0,8_N-S_Rp; Br_ot_Ra0,8_N-S_Rp

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	2,05	2,02	2,1
otisk	1,21	1,15	1,22

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 2,05 - 1,21 = 0,84 \mu\text{m}$$

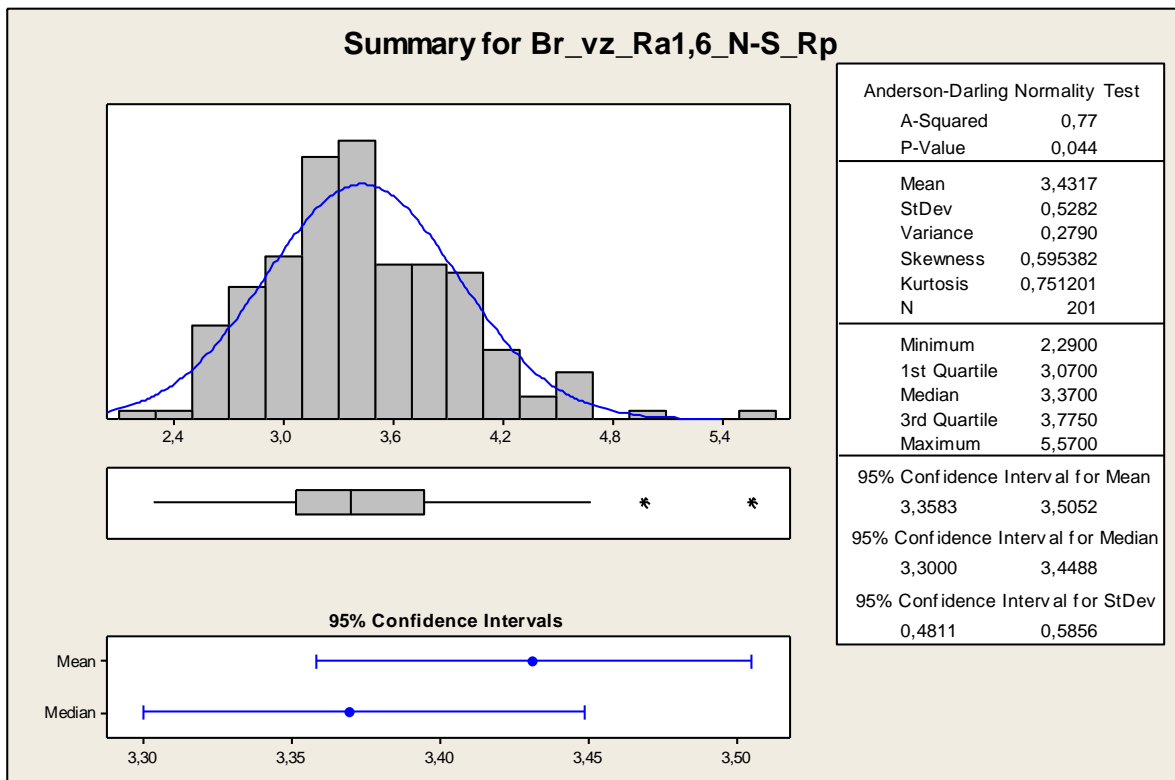
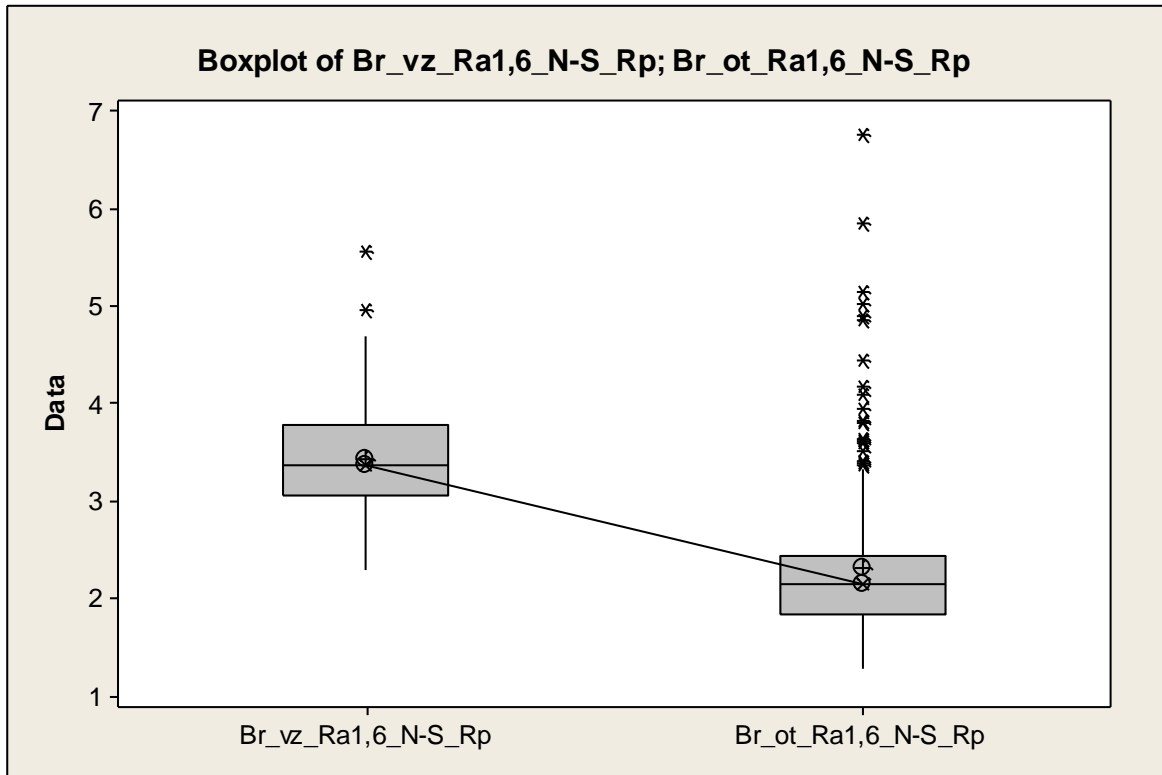
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

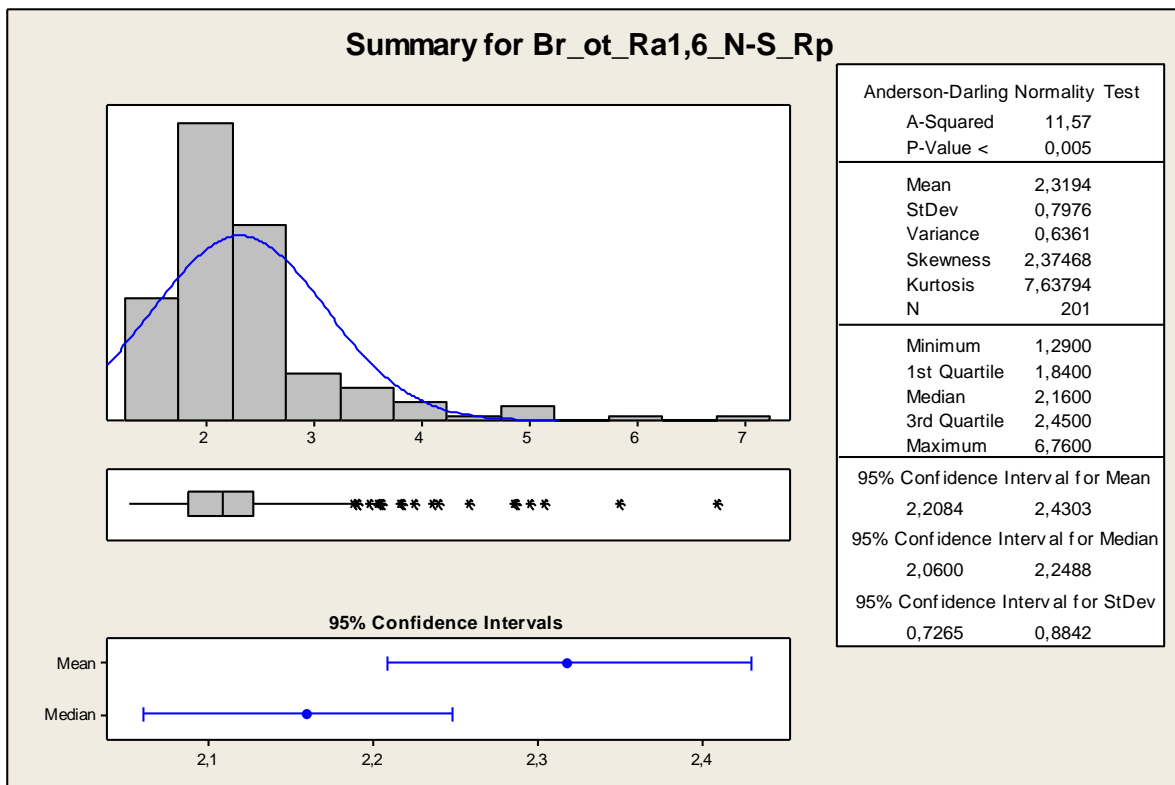
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr Rp se liší významně.

Broušení parametr Rp (Ra=0,8)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra1,6_N-S_Rp	201	3,43	0,04	0,53	15,39	3,37
Br_ot_Ra1,6_N-S_Rp	201	2,32	0,06	0,80	34,39	2,16

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra1,6_N-S_Rp; Br_ot_Ra1,6_N-S_Rp

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	3,37	3,3	3,45
otisk	2,16	2,06	2,25

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 3,37 - 2,16 = 1,21 \mu\text{m}$$

$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

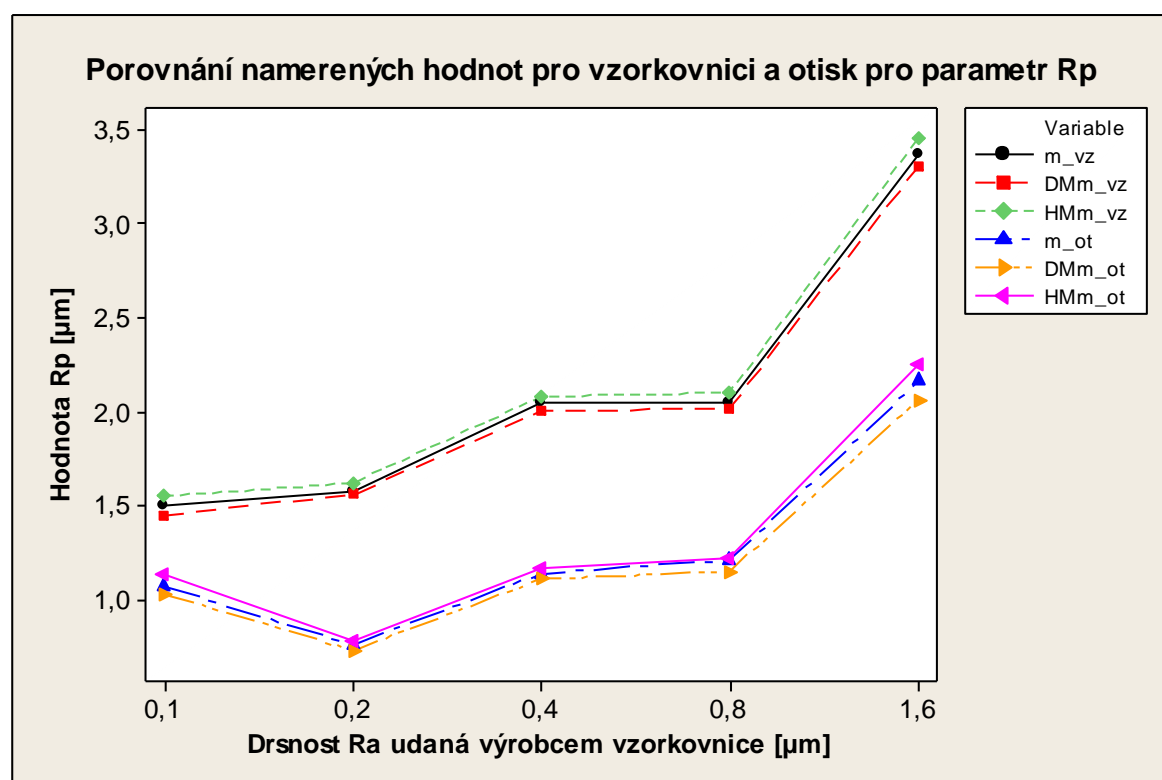
$$H_A: \text{NON}$$

$$1 - \alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr Rp se liší významně.

Tabulka hodnot mediánů a dolních a horních mezí konfidenčních intervalů pro mediány (hodnoty v μm)

	vzorkovnice			otisk		
	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
Rp_Ra0,1	1,5	1,45	1,55	1,07	1,03	1,13
Rp_Ra0,2	1,58	1,56	1,62	0,76	0,73	0,78
Rp_Ra0,4	2,05	2	2,08	1,14	1,11	1,17
Rp_Ra0,8	2,05	2,02	2,1	1,21	1,15	1,22
Rp_Ra1,6	3,37	3,3	3,45	2,16	2,06	2,25

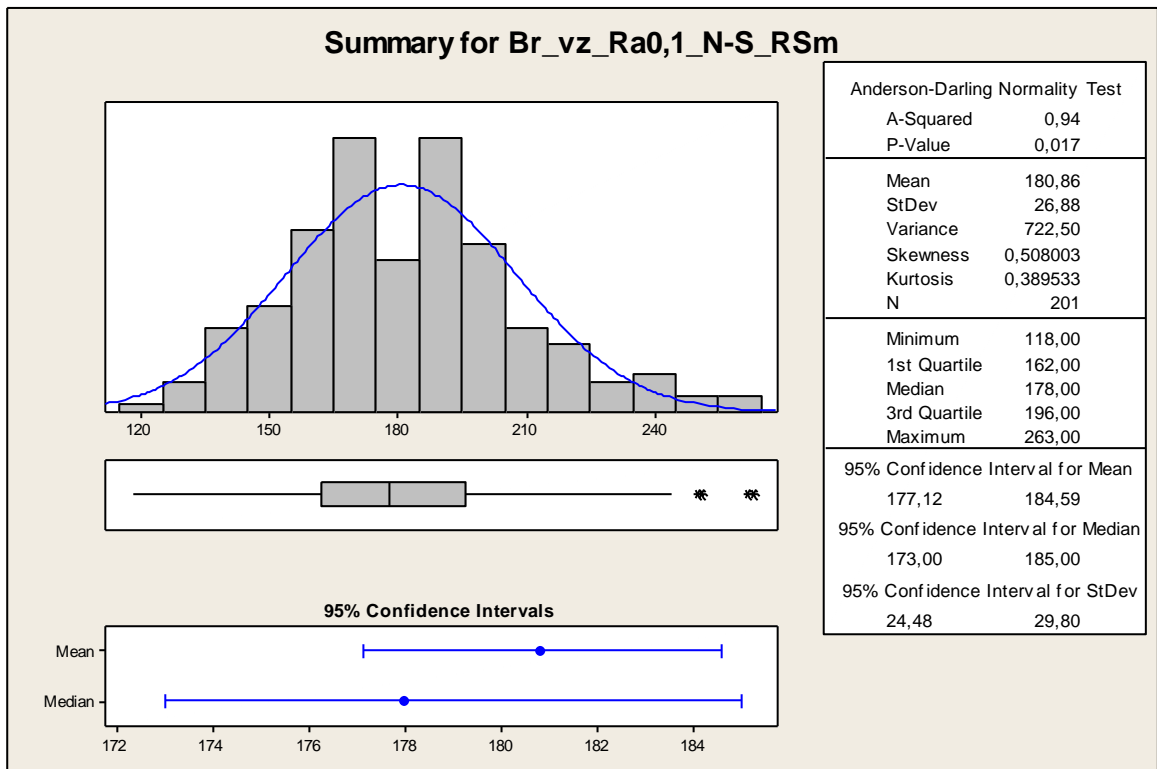
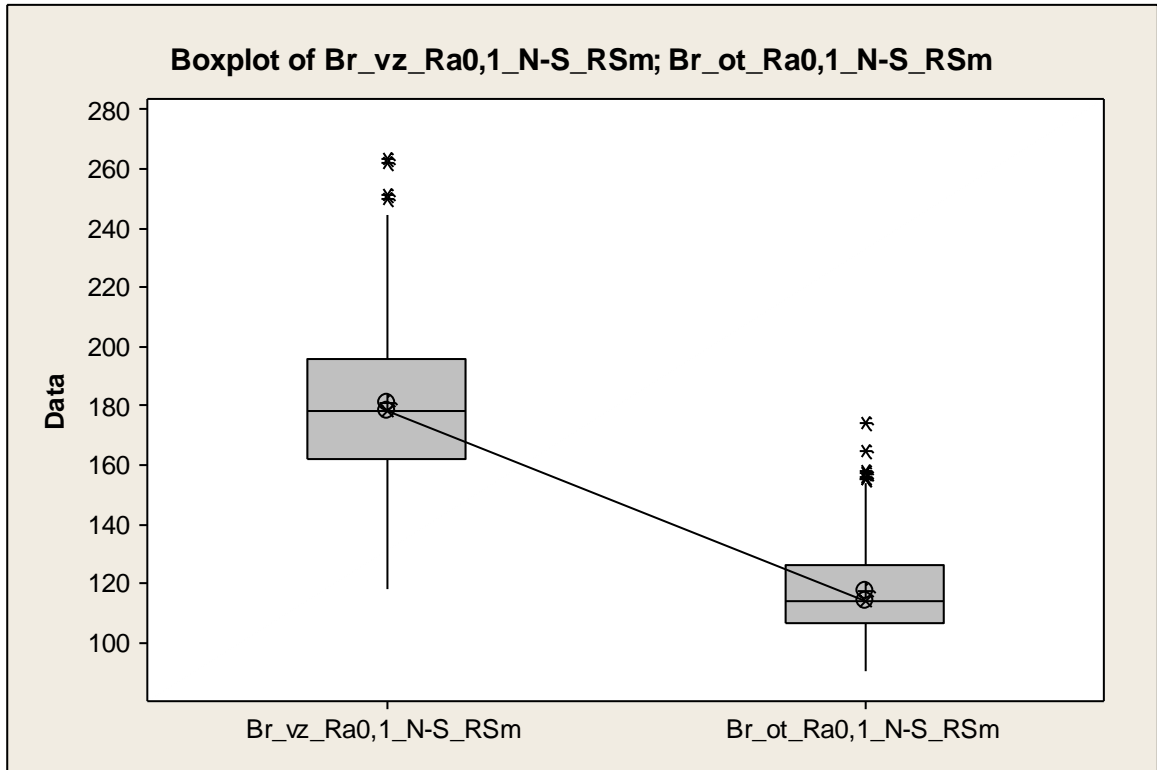


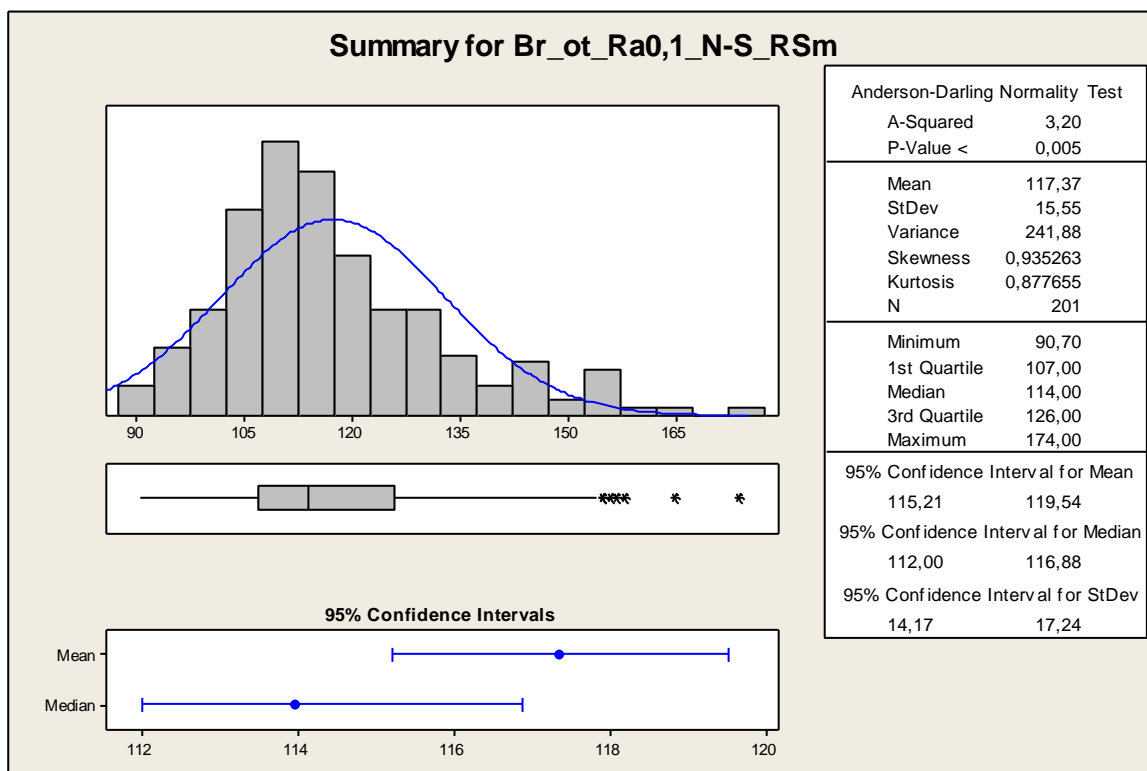
Hodnoty mediánů daných parametrů

Obvodové broušení - směr N-S				
Parametr	Vzorkovnice [μm]	Otisk [μm]	Rozdíl [μm]	% vyjádření
Rp_Ra0,1	1,50	1,07	0,43	28,67
Rp_Ra0,2	1,58	0,76	0,82	51,90
Rp_Ra0,4	2,05	1,14	0,91	44,39
Rp_Ra0,8	2,05	1,21	0,84	40,98
Rp_Ra1,6	3,37	2,16	1,21	35,91

PŘÍLOHA III: OBVODOVÉ BROUŠENÍ; SMĚR N-S; PARAMETR RSM

Broušení parametr RSm (Ra=0,1)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra0,1_N-S_RSm	201	180,86	1,90	26,88	14,86	178,00
Br_ot_Ra0,1_N-S_RSm	201	117,37	1,10	15,55	13,25	114,00

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra0,1_N-S_RSm; Br_ot_Ra0,1_N-S_RSm

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	178	173	185
otisk	114	112	117

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 178 - 114 = 64 \mu\text{m}$$

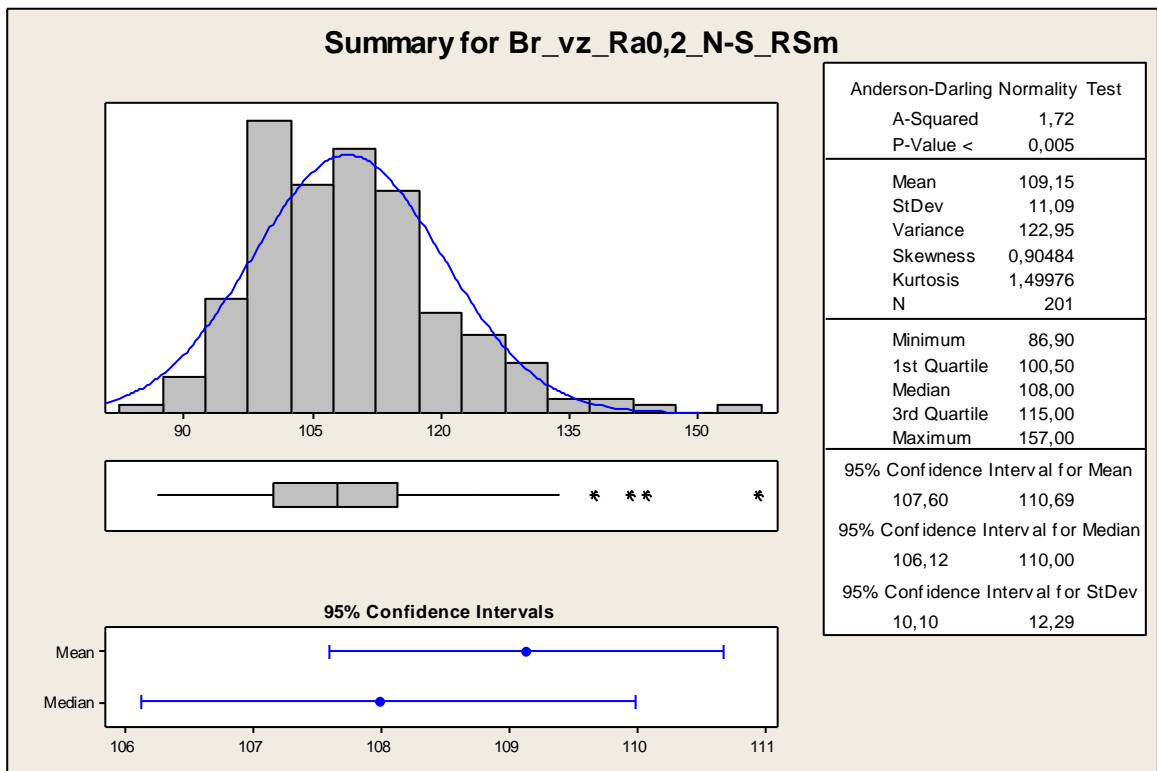
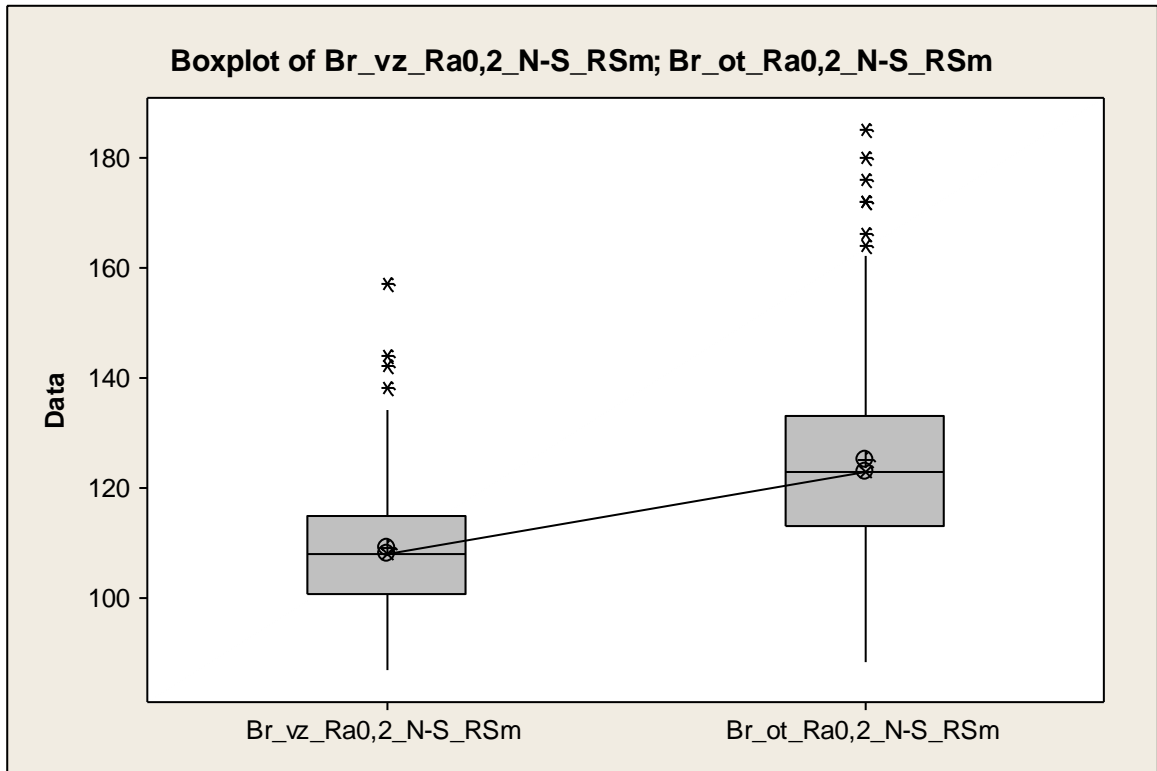
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

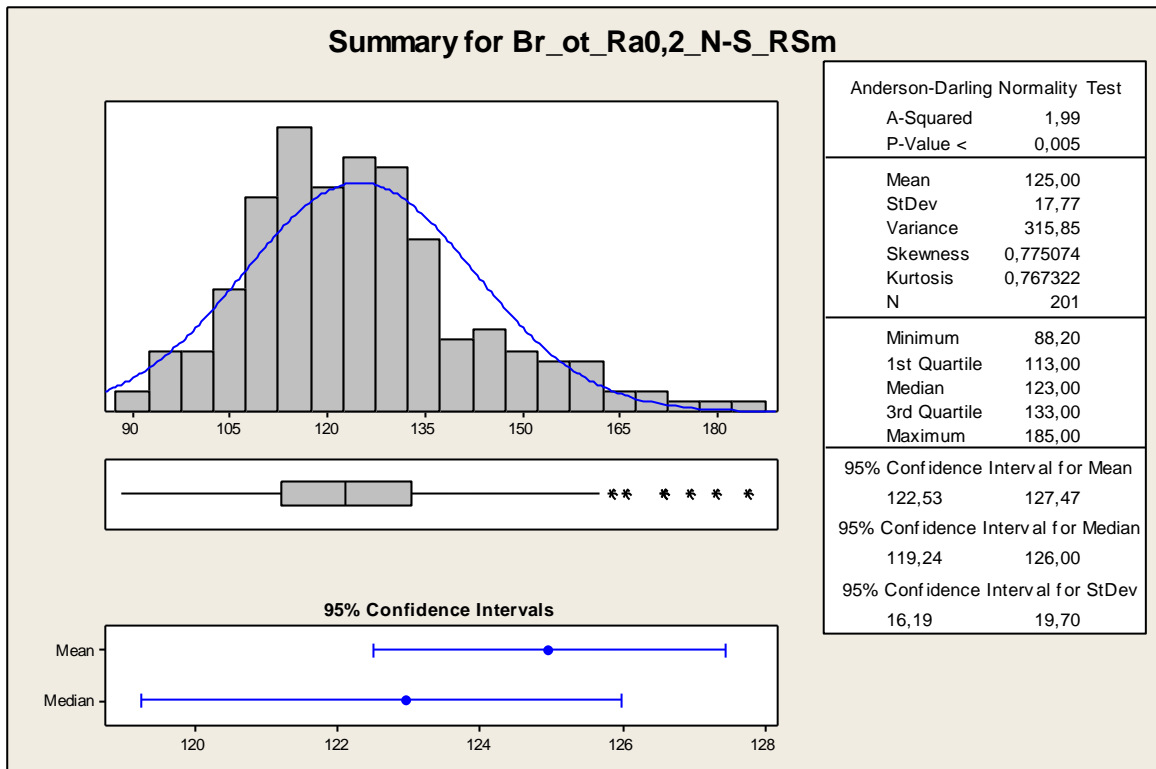
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr RSm se liší významně.

Broušení parametr RSm (Ra=0,2)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra0,2_N-S_RSm	201	109,15	0,78	11,09	10,16	108,00
Br_ot_Ra0,2_N-S_RSm	201	125,00	1,25	17,77	14,22	123,00

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra0,2_N-S_RSm; Br_ot_Ra0,2_N-S_RSm

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	108	106	110
otisk	123	119	126

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 108 - 123 = -15 \mu\text{m}$$

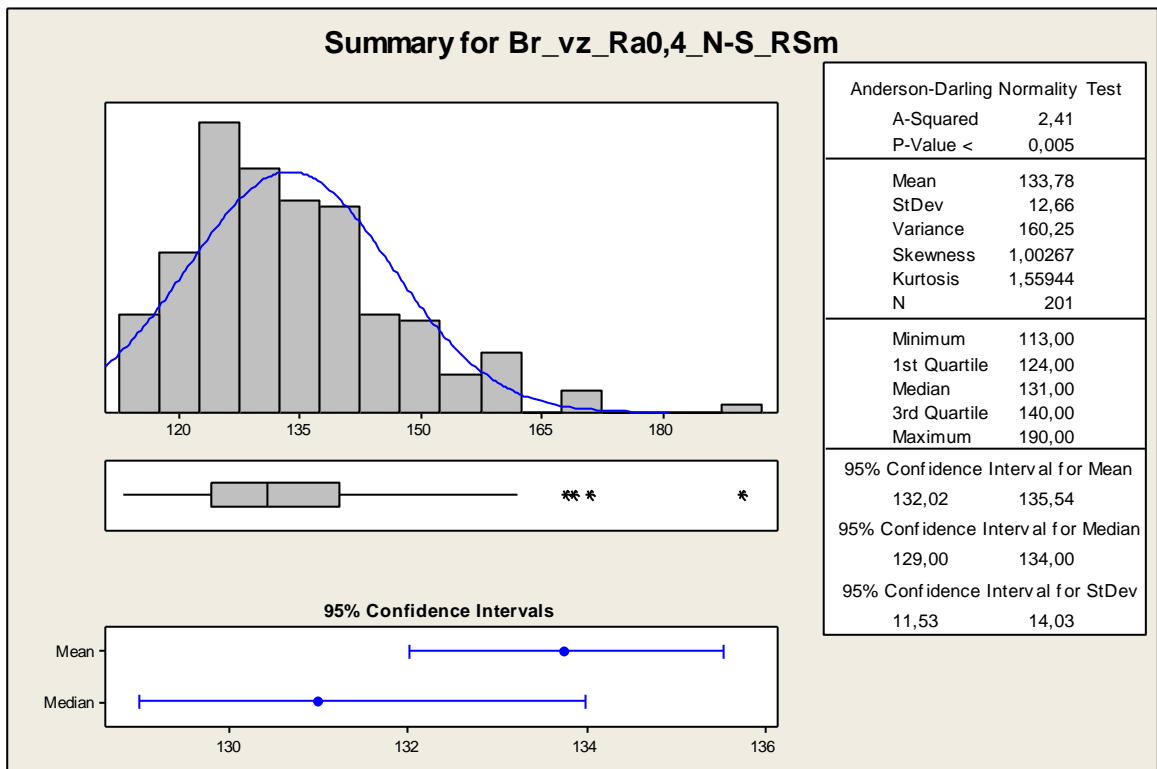
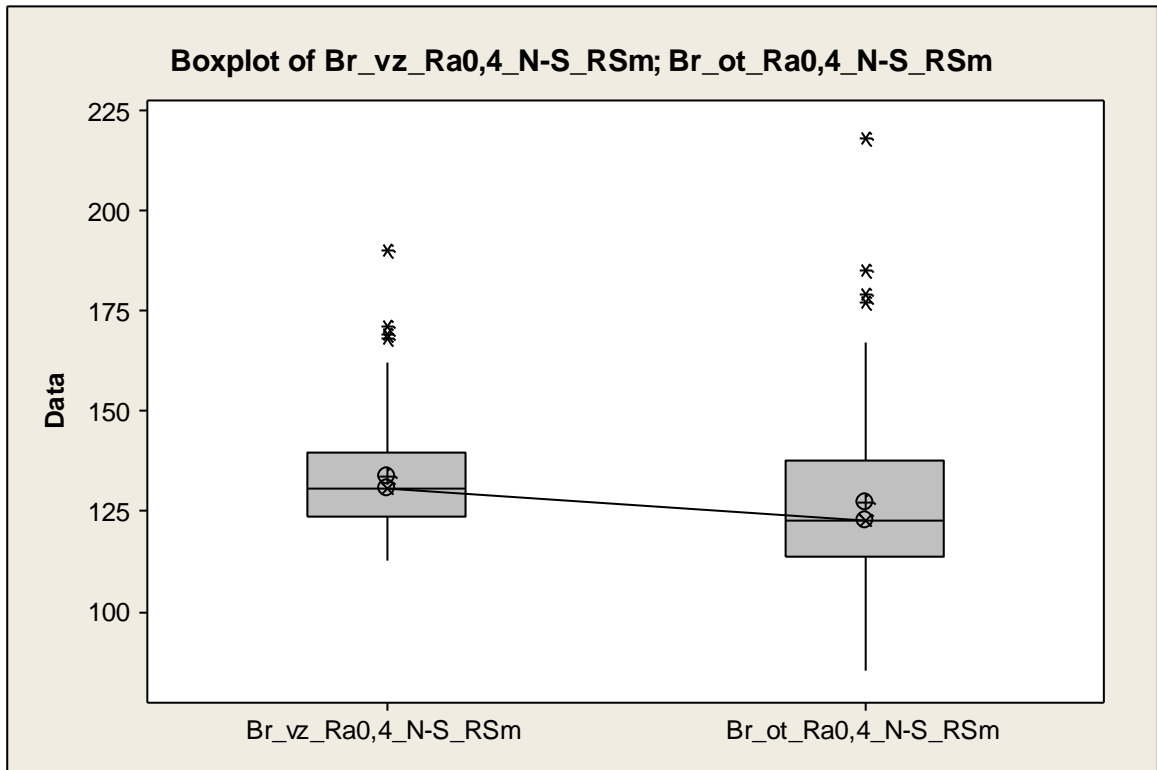
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

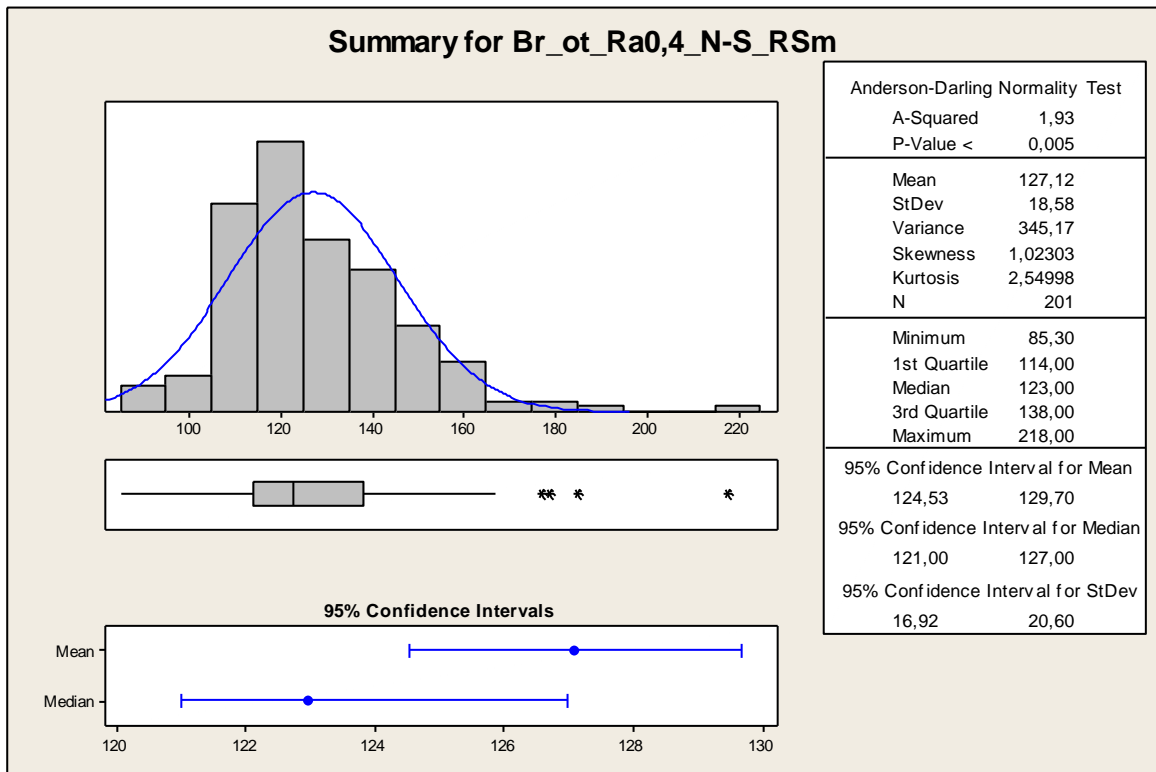
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr RSm se liší významně.

Broušení parametr RSm (Ra=0,4)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra0,4_N-S_RSm	201	133,78	0,89	12,66	9,46	131,00
Br_ot_Ra0,4_N-S_RSm	201	127,12	1,31	18,58	14,62	123,00

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra0,4_N-S_RSm; Br_ot_Ra0,4_N-S_RSm

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	131	129	134
otisk	123	121	127

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 131 - 123 = 8 \mu\text{m}$$

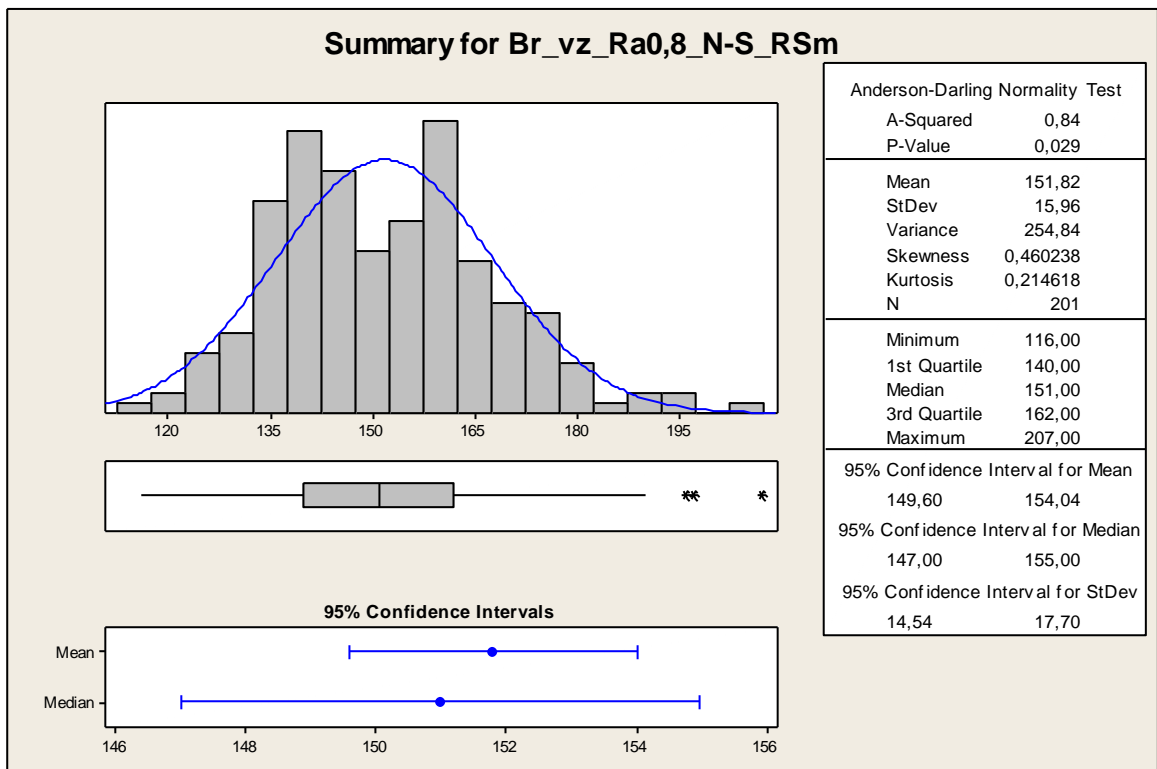
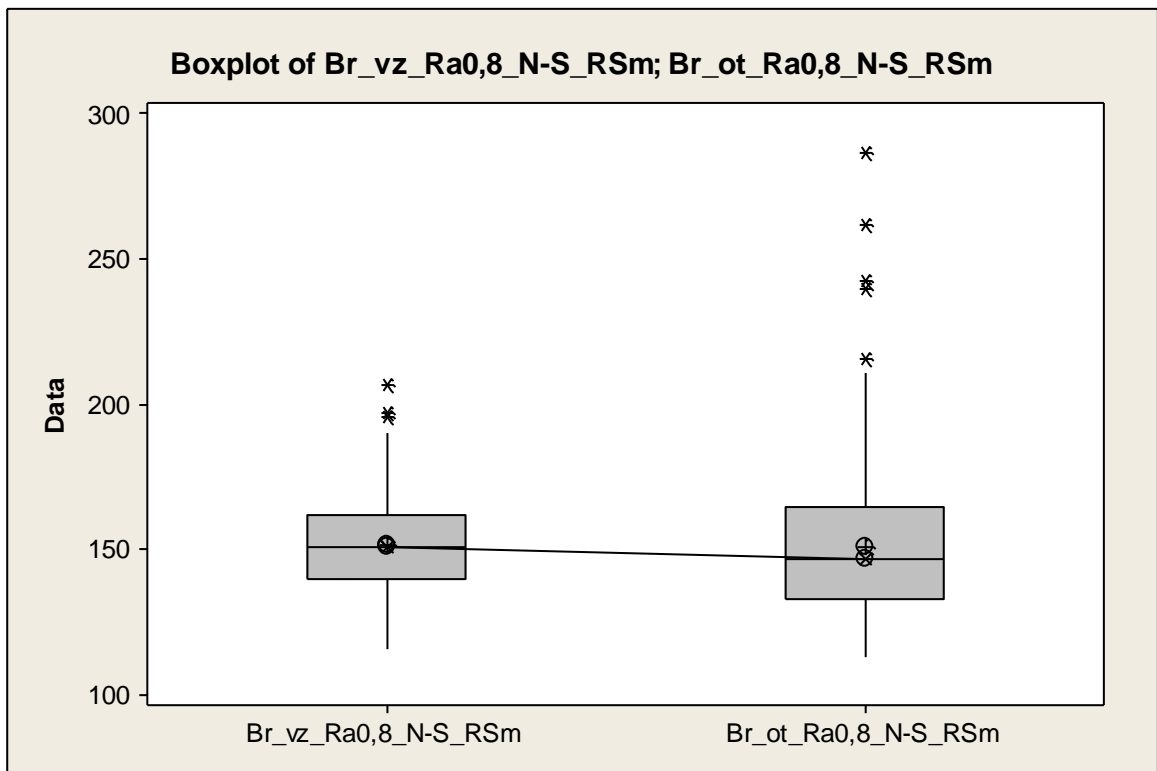
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

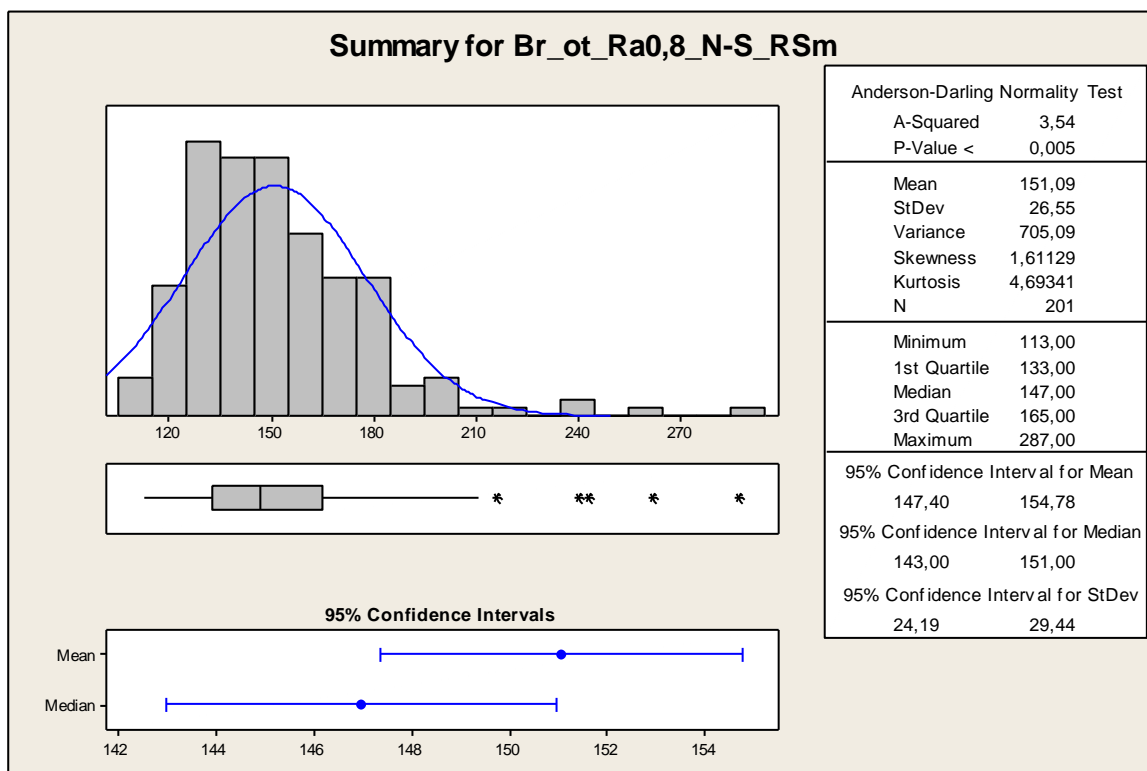
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr RSm se liší významně.

Broušení parametr RSm (Ra=0,8)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra0,8_N-S_RSm	201	151,82	1,13	15,96	10,51	151,00
Br_ot_Ra0,8_N-S_RSm	201	151,09	1,87	26,55	17,57	147,00

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra0,8_N-S_RSm; Br_ot_Ra0,8_N-S_RSm

Test of $ETA1 = ETA2$ vs $ETA1 \text{ not } = ETA2$ is significant at 0,0645

The test is significant at 0,0644 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	151	147	155
otisk	147	143	151

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 151 - 147 = 4 \mu\text{m}$$

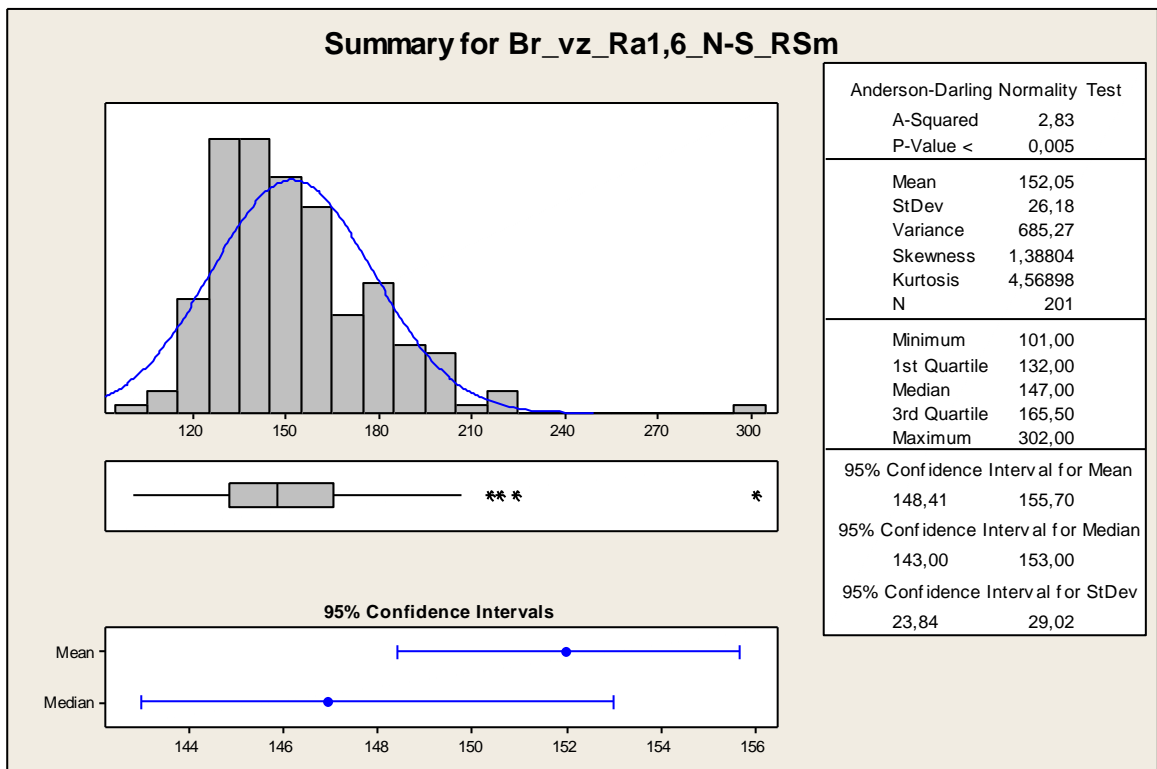
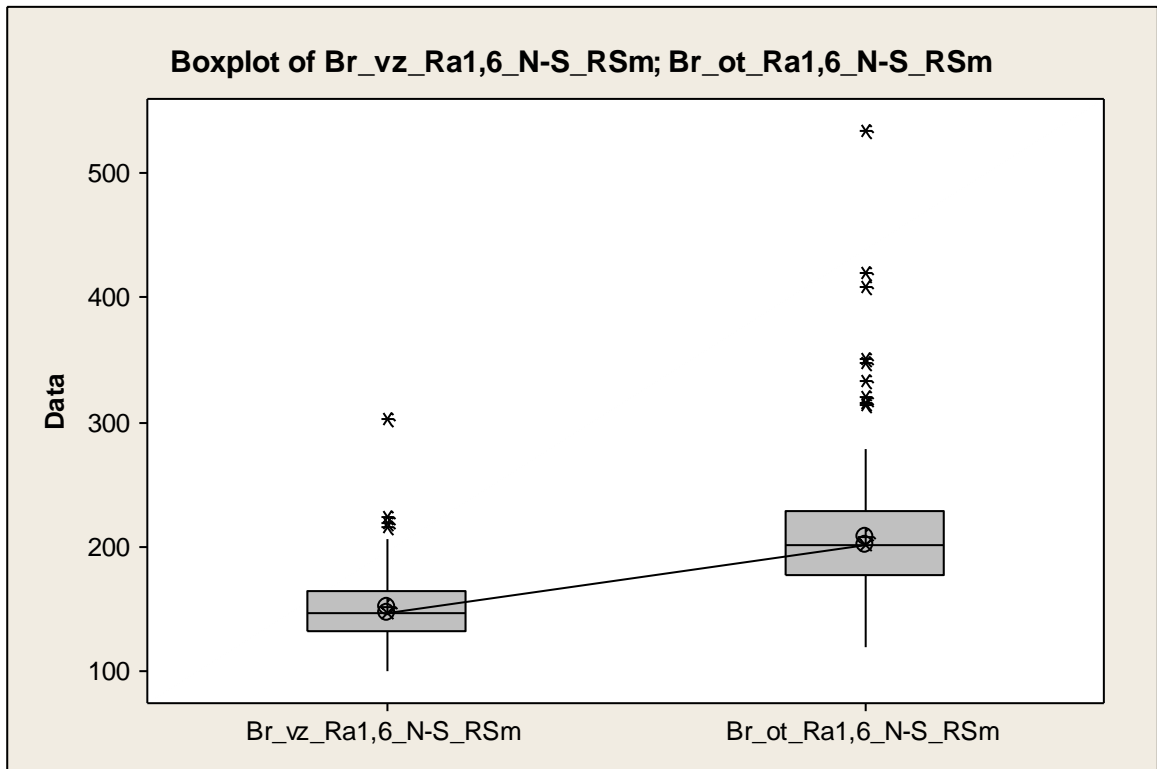
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

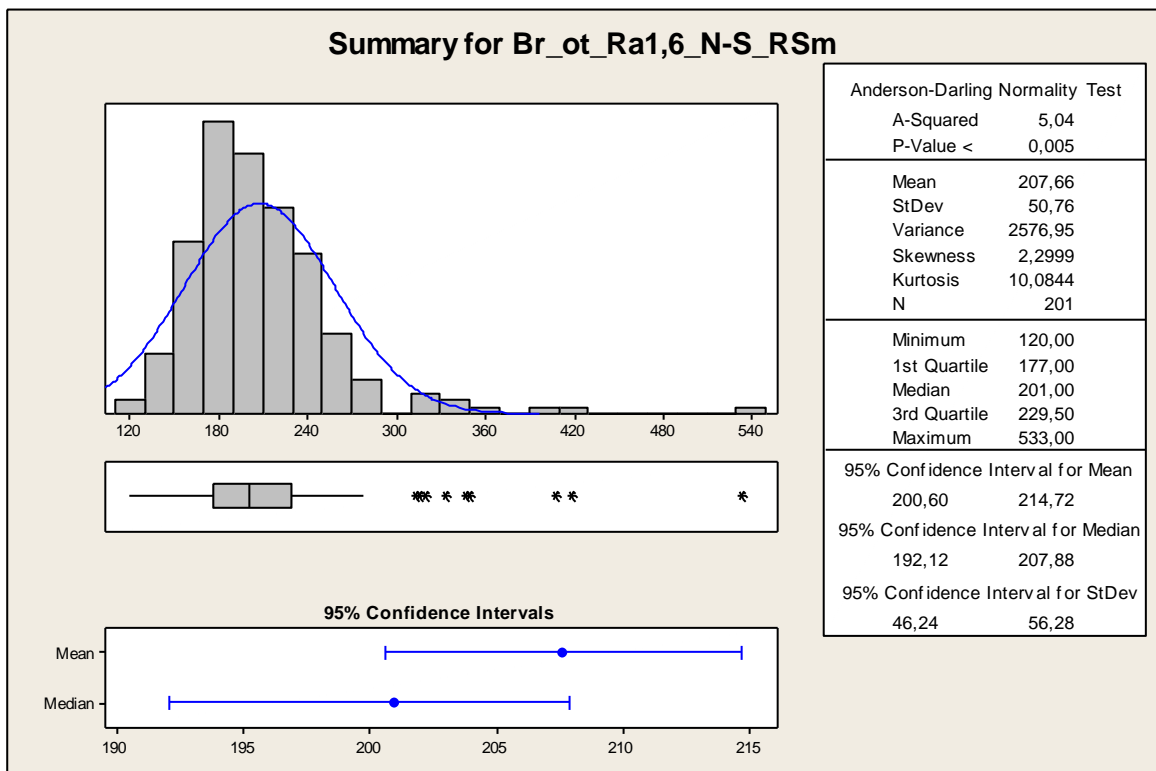
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,0644 \rightarrow$ Nezamítáme H_0 o rovnosti mediánů s pravděpodobností $1-\alpha=0,95$ a tedy možností omylu 5%

Broušení parametr RSm (Ra=1,6)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra1,6_N-S_RSm	201	152,05	1,85	26,18	17,22	147,00
Br_ot_Ra1,6_N-S_RSm	201	207,66	3,58	50,76	24,45	201,00

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra1,6_N-S_RSm; Br_ot_Ra1,6_N-S_RSm

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	147	143	153
otisk	201	192	208

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 147 - 201 = -54 \mu\text{m}$$

$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

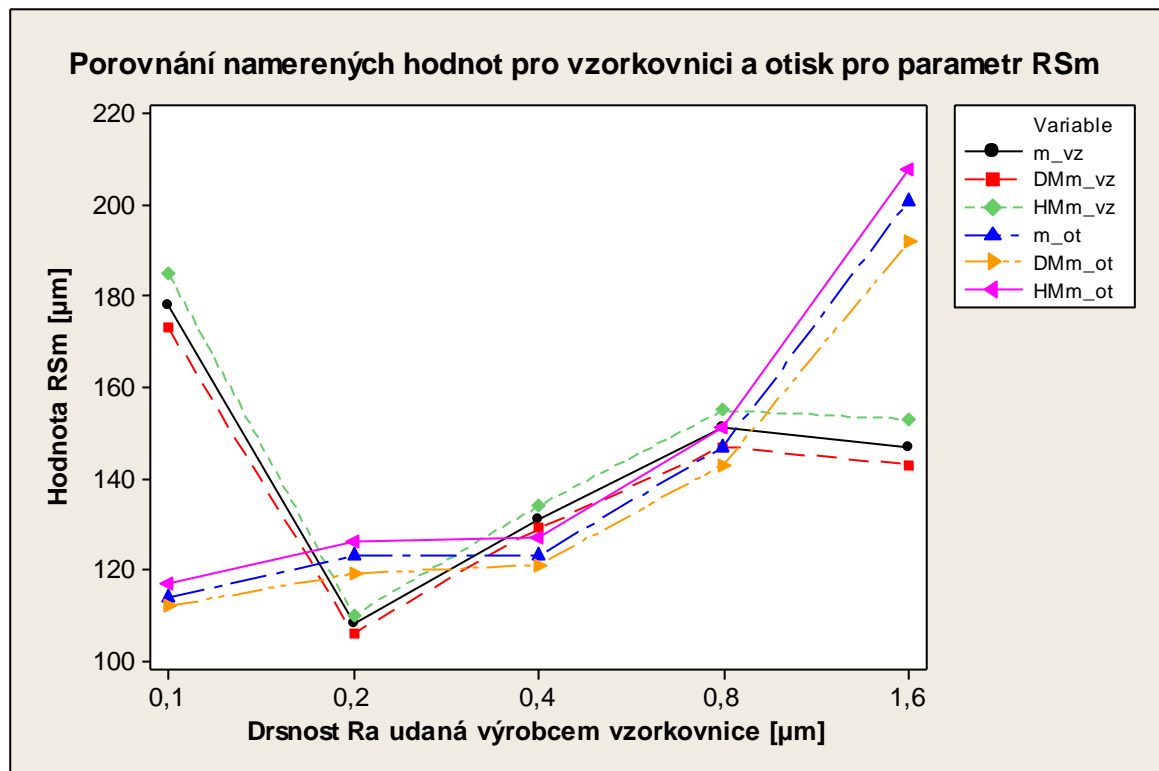
$$H_A: \text{NON}$$

$$1 - \alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr RSm se liší významně.

Tabulka hodnot mediánů a dolních a horních mezí konfidenčních intervalů pro mediány (hodnoty v μm)

	vzorkovnice			otisk		
	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
RSm_Ra0,1	178	173	185	114	112	117
RSm_Ra0,2	108	106	110	123	119	126
RSm_Ra0,4	131	129	134	123	121	127
RSm_Ra0,8	151	147	155	147	143	151
RSm_Ra1,6	147	143	153	201	192	208

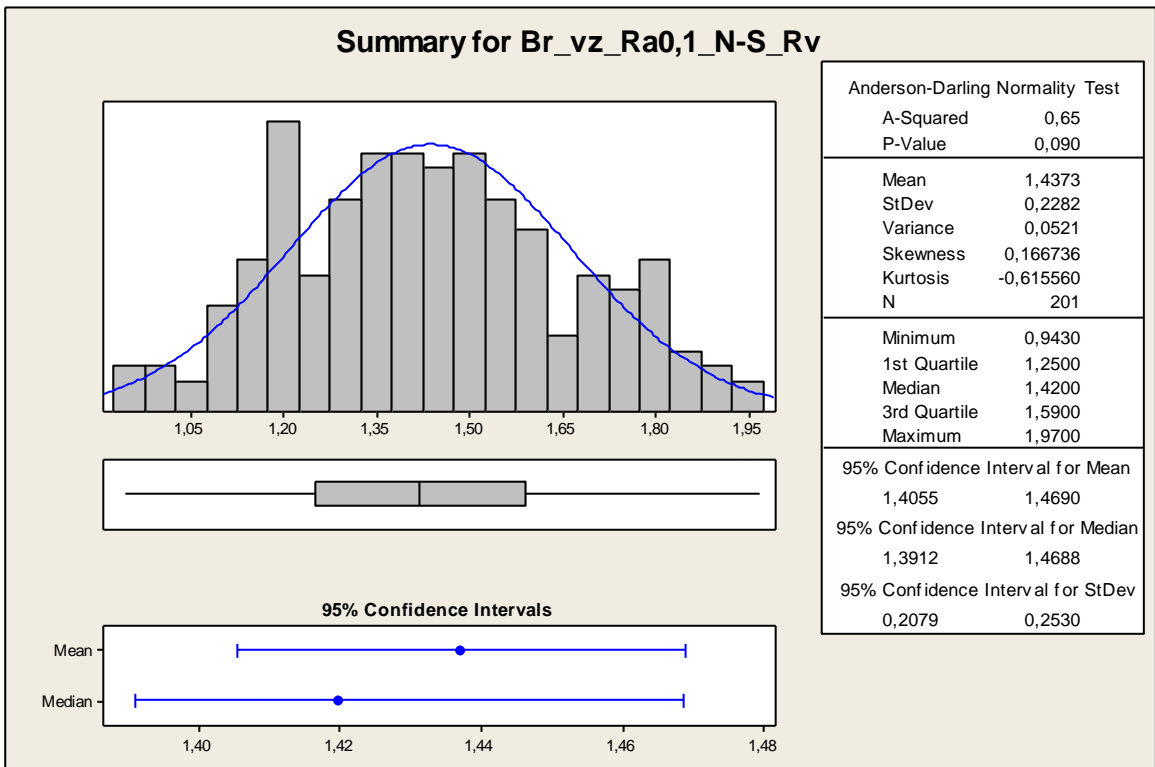
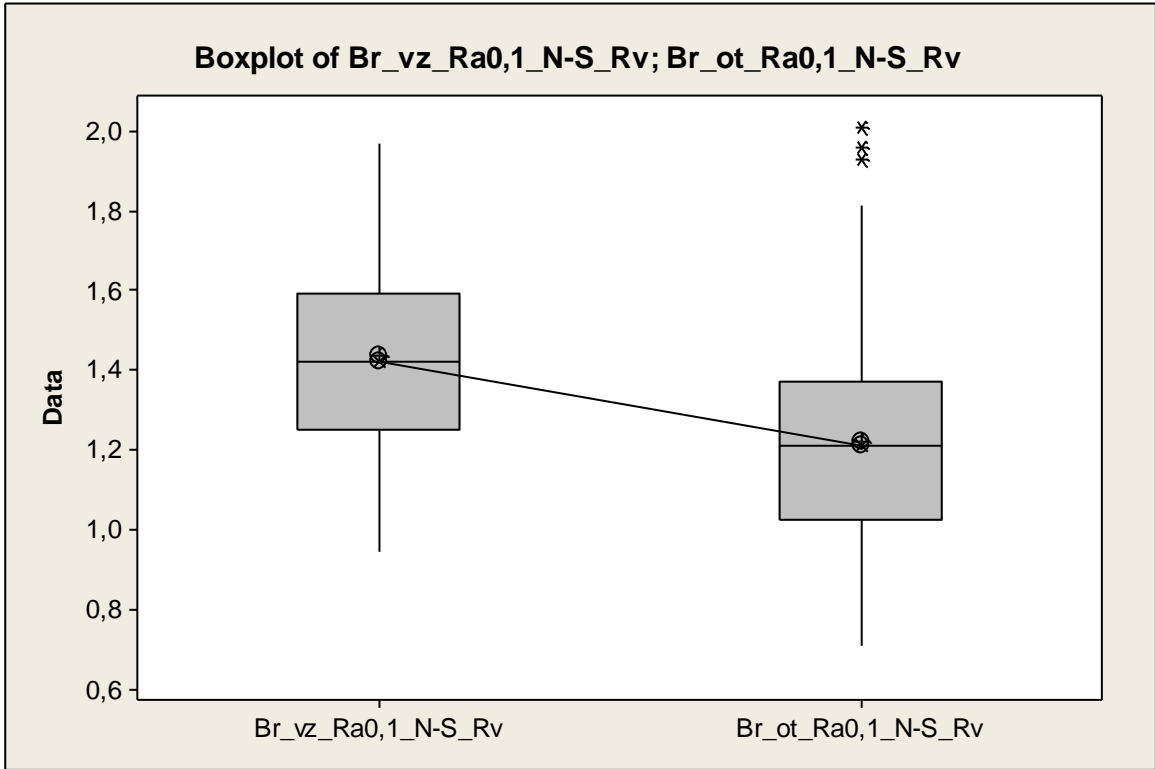


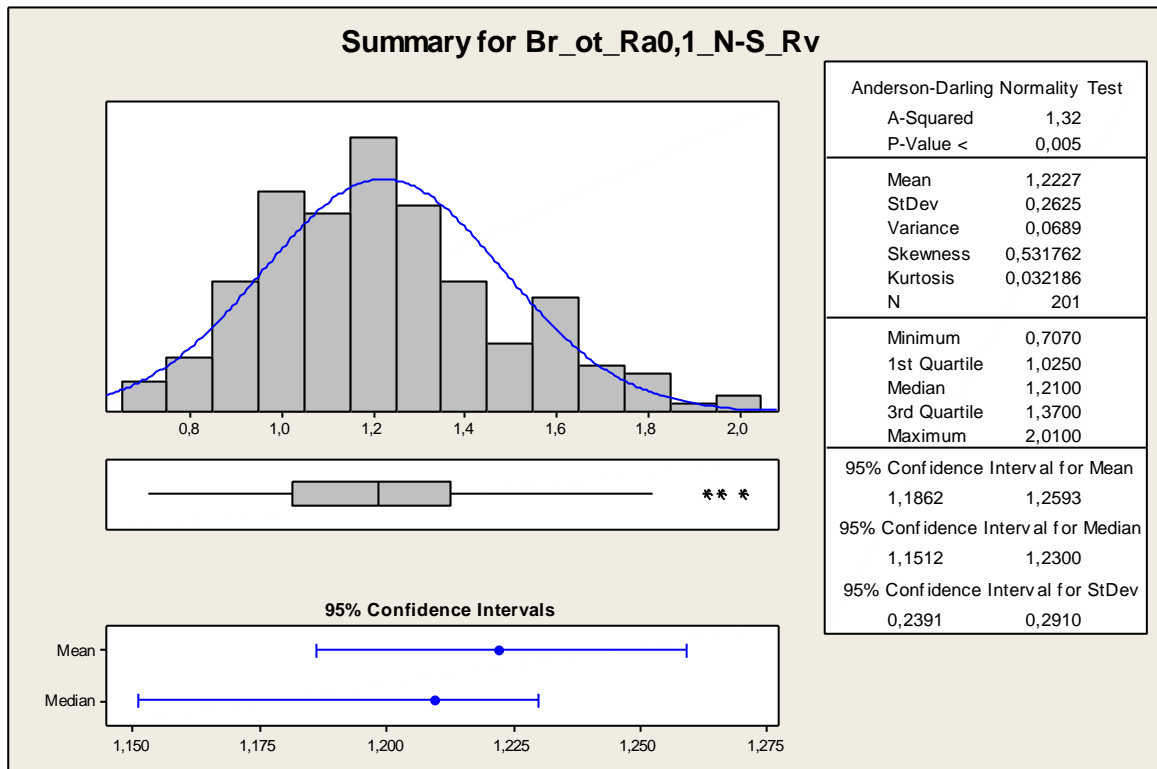
Hodnoty mediánů daných parametrů

Obvodové broušení - směr N-S				
Parametr	Vzorkovnice [μm]	Otisk [μm]	Rozdíl [μm]	% vyjádření
RSm_Ra0,1	178,00	114,00	64,00	35,96
RSm_Ra0,2	108,00	123,00	-15,00	-13,89
RSm_Ra0,4	131,00	123,00	8,00	6,11
RSm_Ra0,8	151,00	147,00	4,00	2,65
RSm_Ra1,6	147,00	201,00	-54,00	-36,73

PŘÍLOHA IV: OBVODOVÉ BROUŠENÍ; SMĚR N-S; PARAMETR Rv

Broušení parametr Rv (Ra=0,1)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra0,1_N-S_Rv	201	1,44	0,02	0,23	15,88	1,42
Br_ot_Ra0,1_N-S_Rv	201	1,22	0,02	0,26	21,47	1,21

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra0,1_N-S_Rv; Br_ot_Ra0,1_N-S_Rv

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	1,42	1,4	1,47
otisk	1,21	1,15	1,23

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 1,42 - 1,21 = 0,21 \mu\text{m}$$

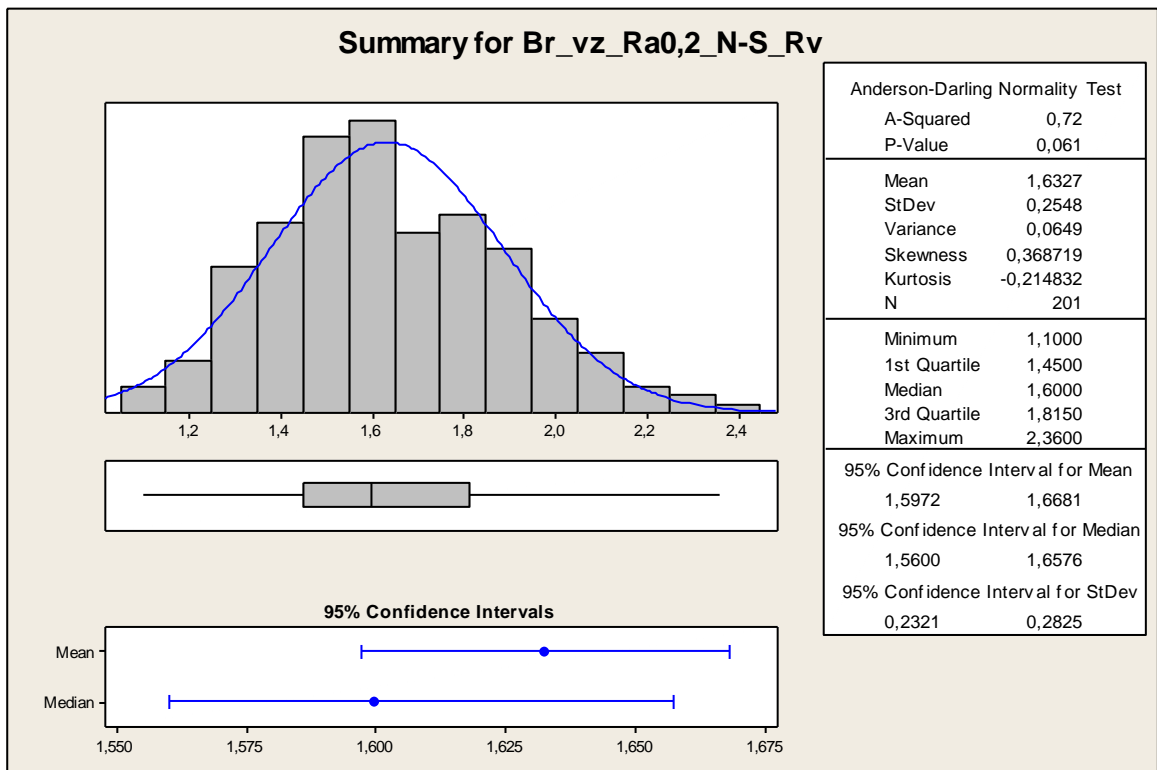
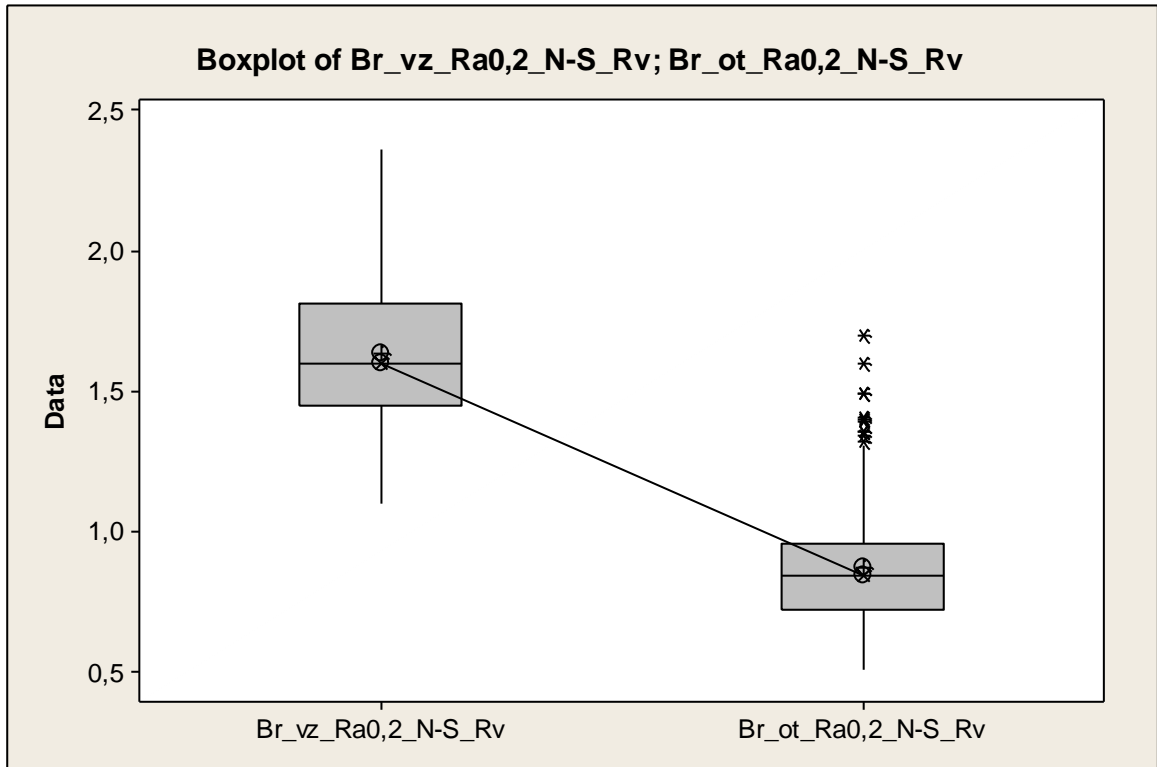
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

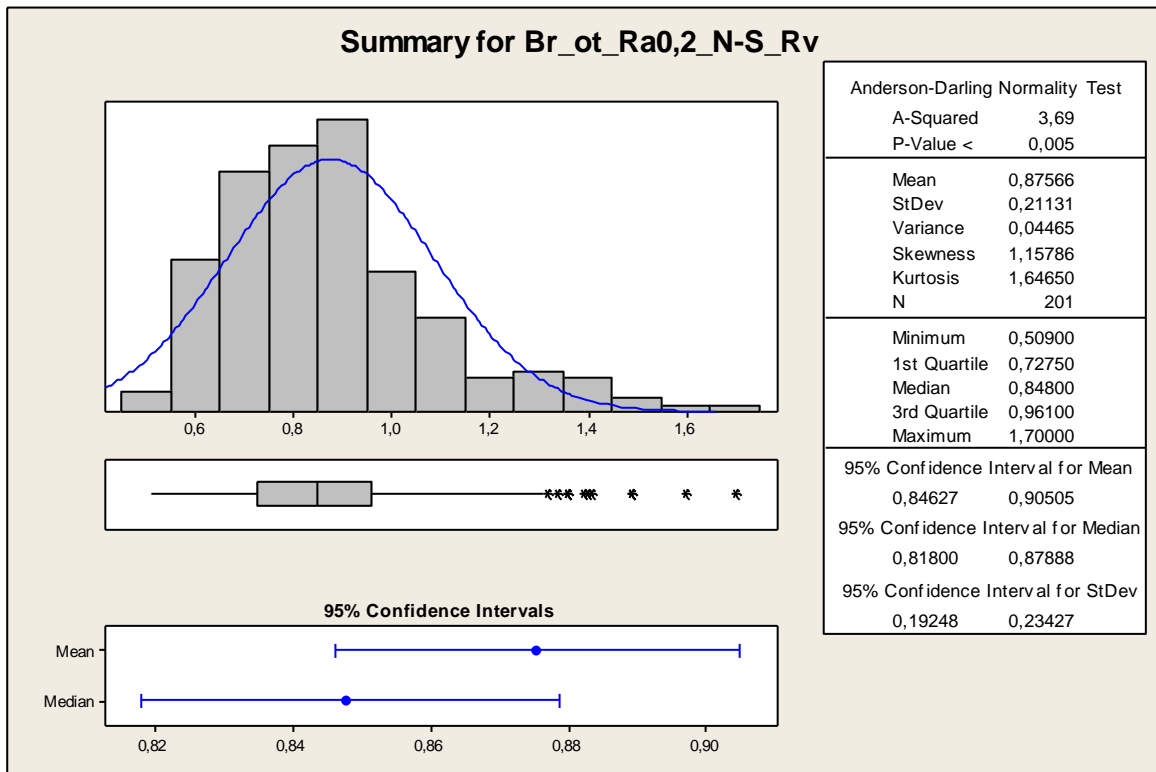
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr Rv se liší významně

Broušení parametr Rv (Ra=0,2)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra0,2_N-S_Rv	201	1,63	0,02	0,25	15,61	1,60
Br_ot_Ra0,2_N-S_Rv	201	0,88	0,01	0,21	24,13	0,85

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra0,2_N-S_Rv; Br_ot_Ra0,2_N-S_Rv

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	1,6	1,56	1,66
otisk	0,85	0,82	0,88

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 1,6 - 0,85 = 0,75 \mu\text{m}$$

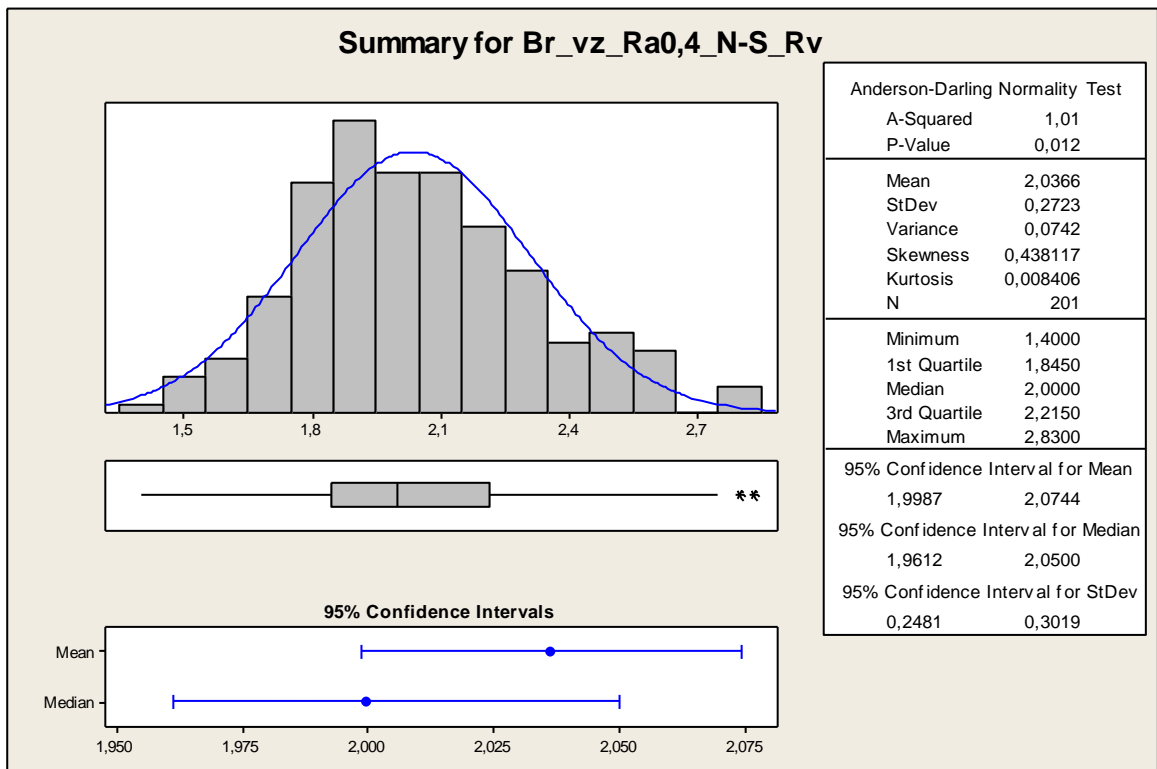
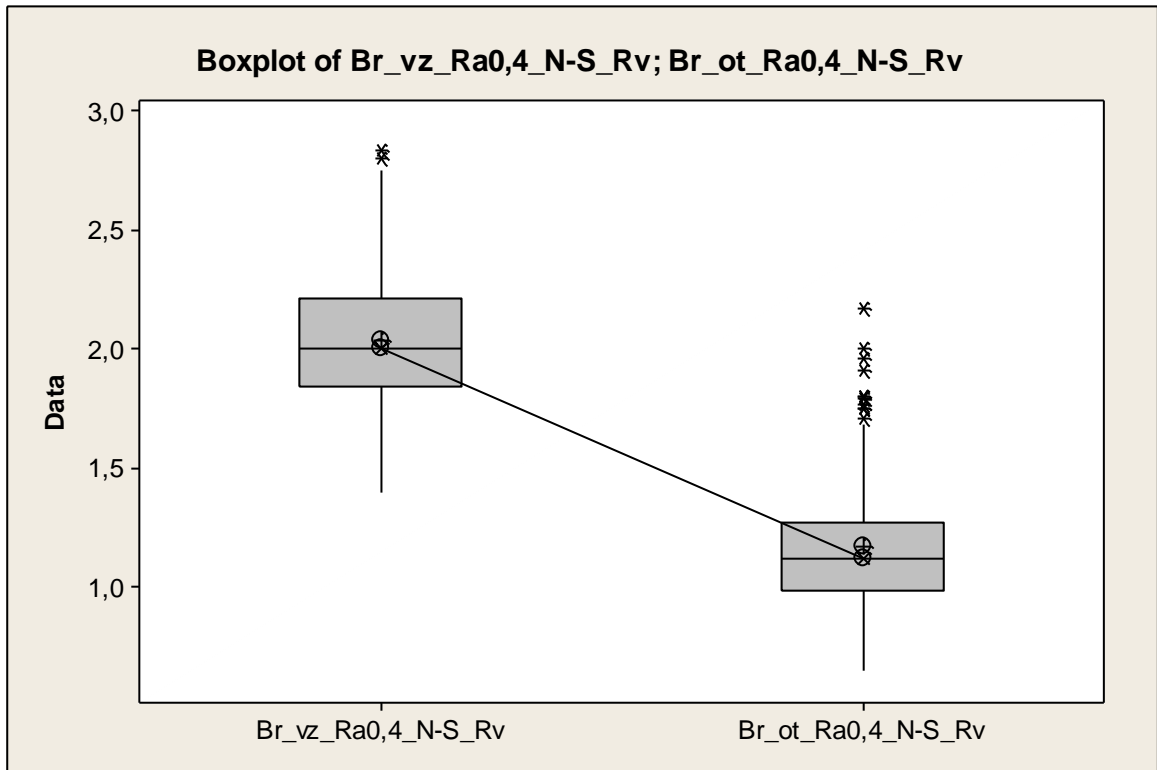
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

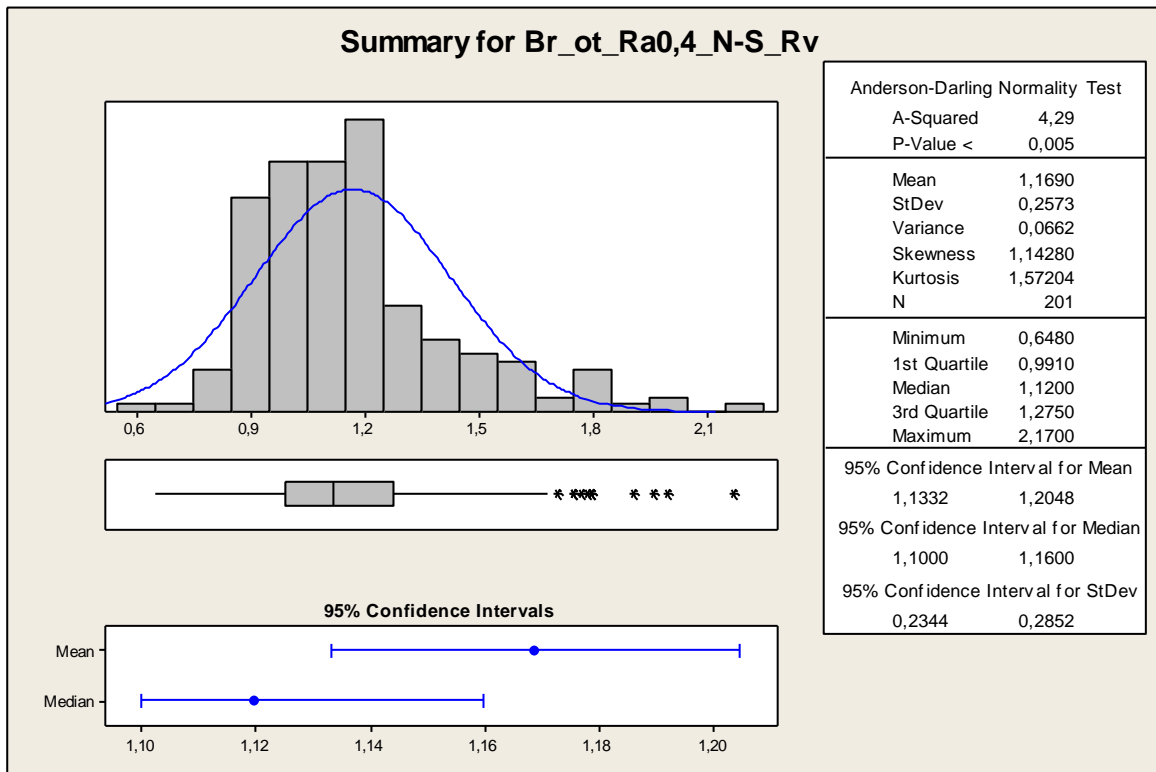
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr Rv se liší významně

Broušení parametr Rv (Ra=0,4)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra0,4_N-S_Rv	201	2,04	0,02	0,27	13,37	2,00
Br_ot_Ra0,4_N-S_Rv	201	1,17	0,02	0,26	22,01	1,12

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra0,2_N-S_Rv; Br_ot_Ra0,2_N-S_Rv

Test of $ETA1 = ETA2$ vs $ETA1 \text{ not } = ETA2$ is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	2	1,96	2,05
otisk	1,12	1,10	1,16

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 2 - 1,12 = 0,88 \mu\text{m}$$

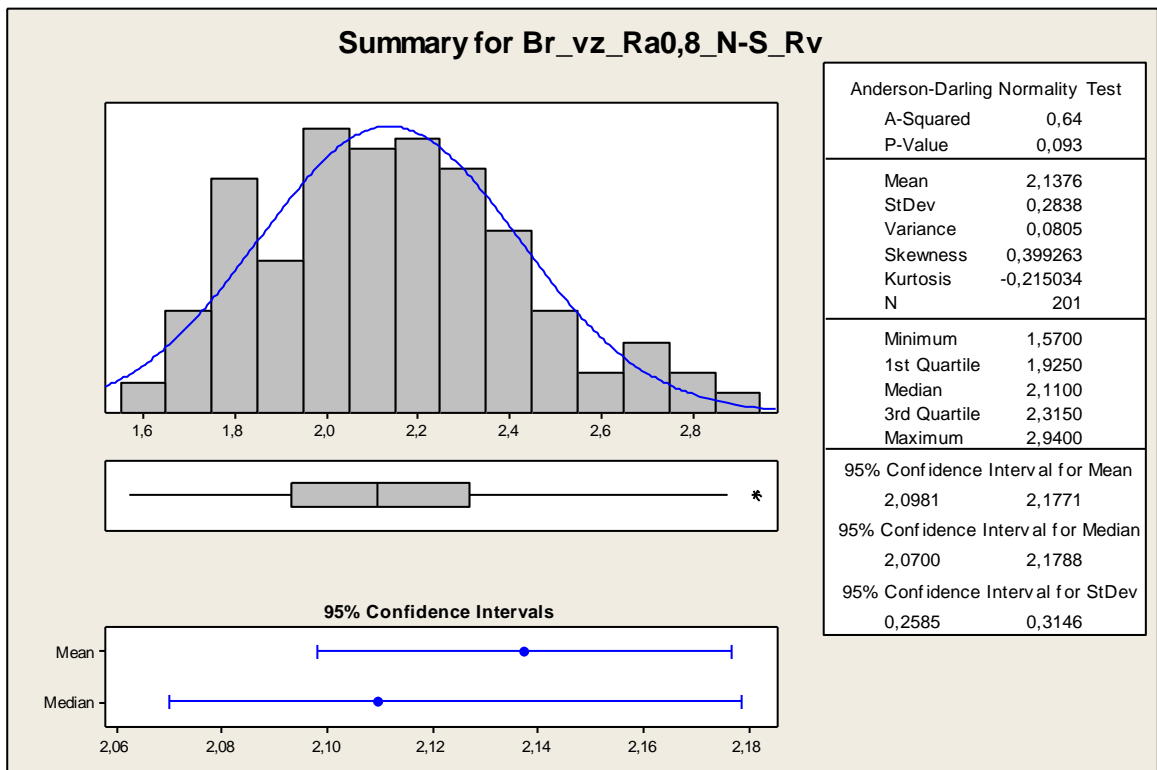
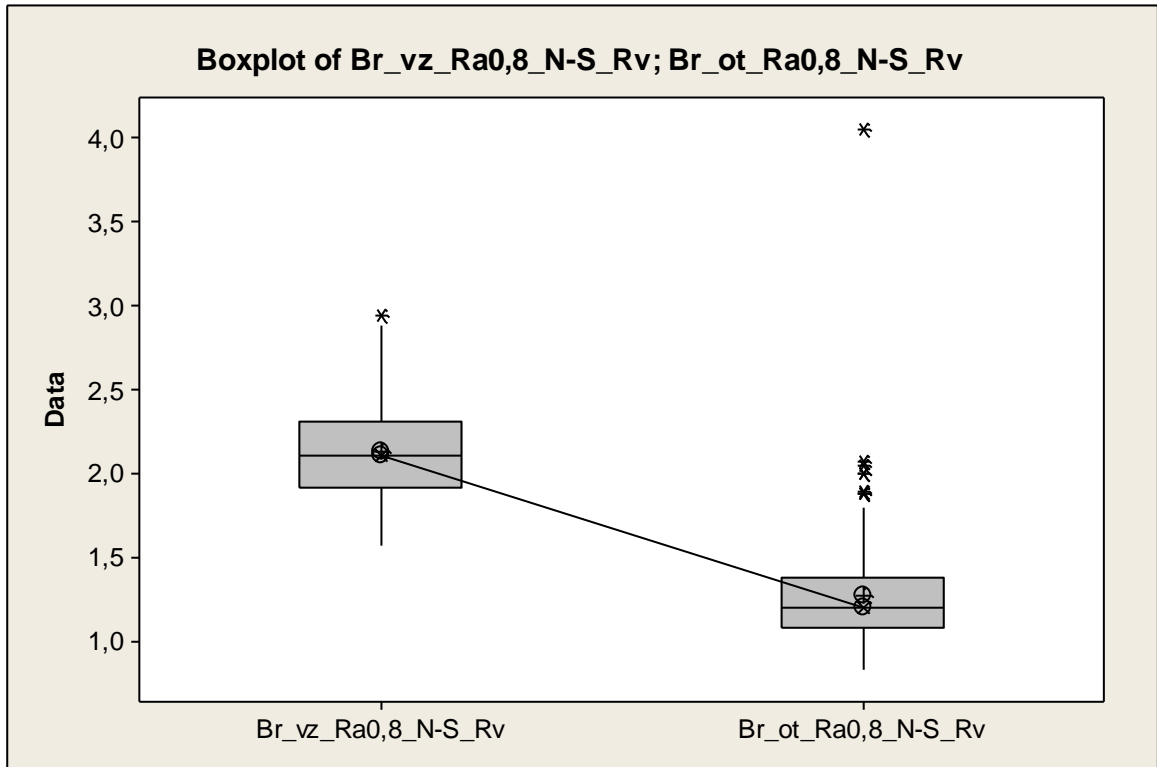
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

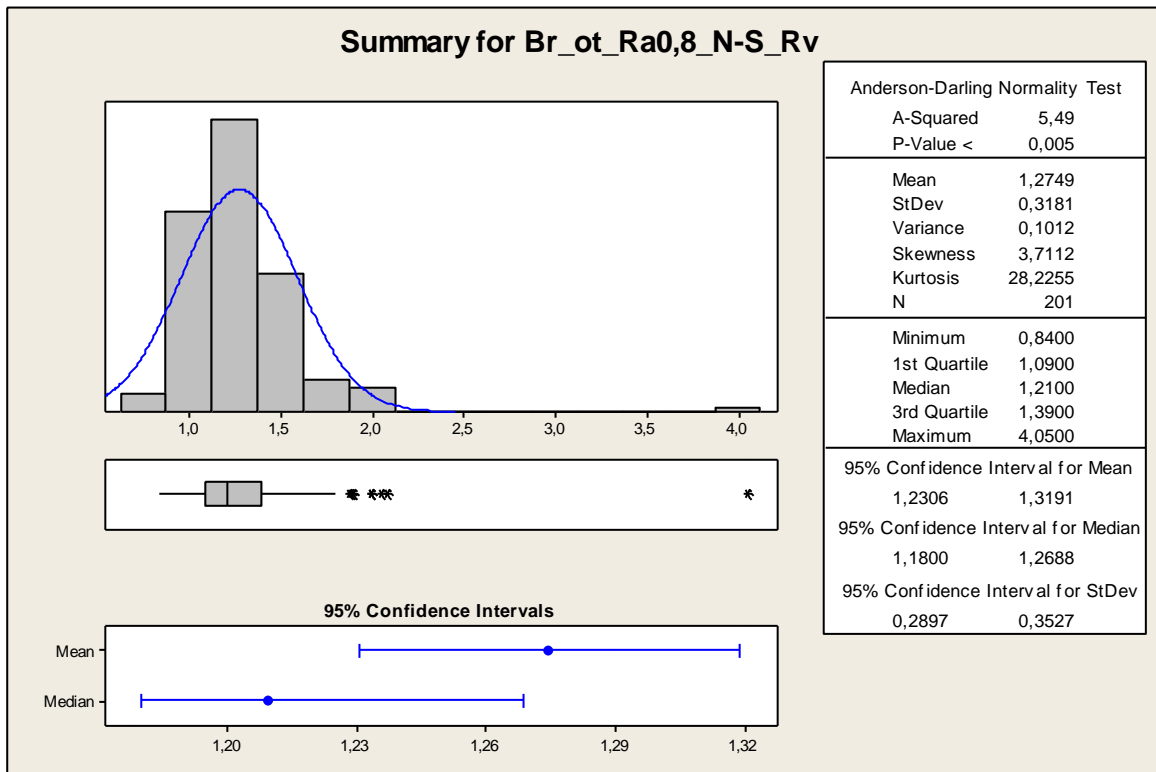
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr Rv se liší významně

Broušení parametr Rv (Ra=0,8)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra0,8_N-S_Rv	201	2,14	0,02	0,28	13,27	2,11
Br_ot_Ra0,8_N-S_Rv	201	1,27	0,02	0,32	24,95	1,21

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra0,2_N-S_Rv; Br_ot_Ra0,2_N-S_Rv

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	2,11	2,07	2,18
otisk	1,21	1,18	1,27

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 2,11 - 1,21 = 0,9 \mu\text{m}$$

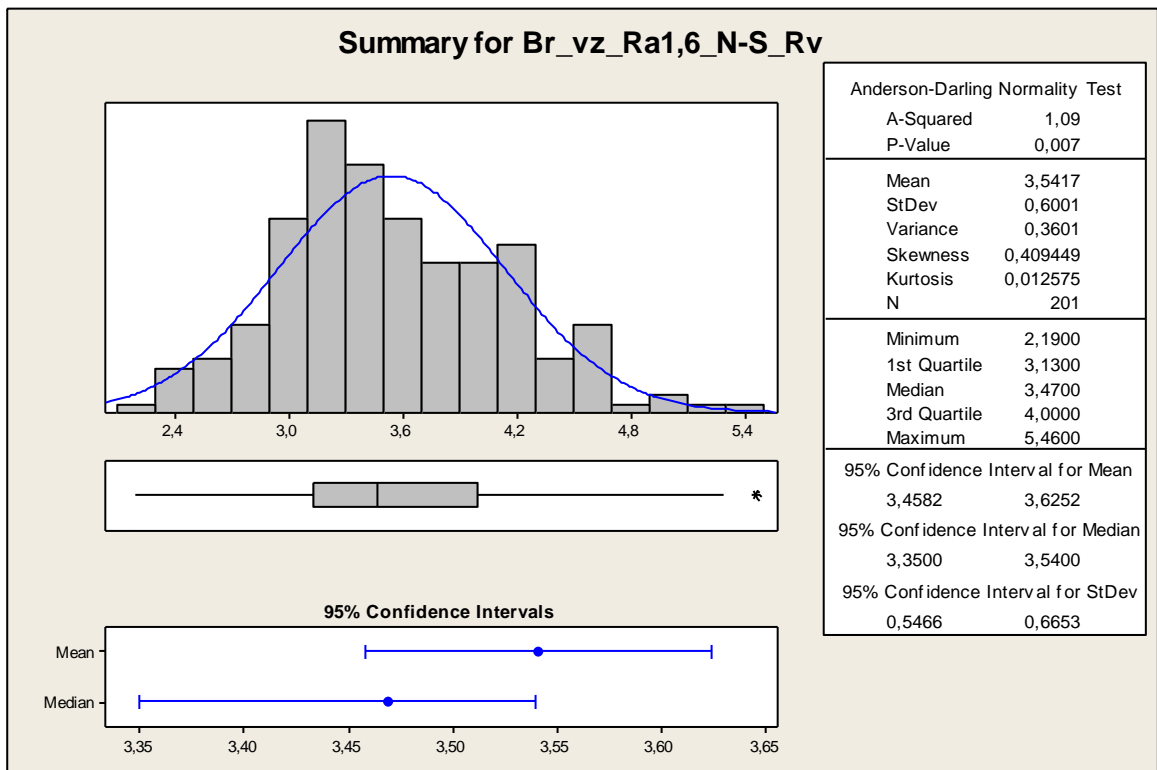
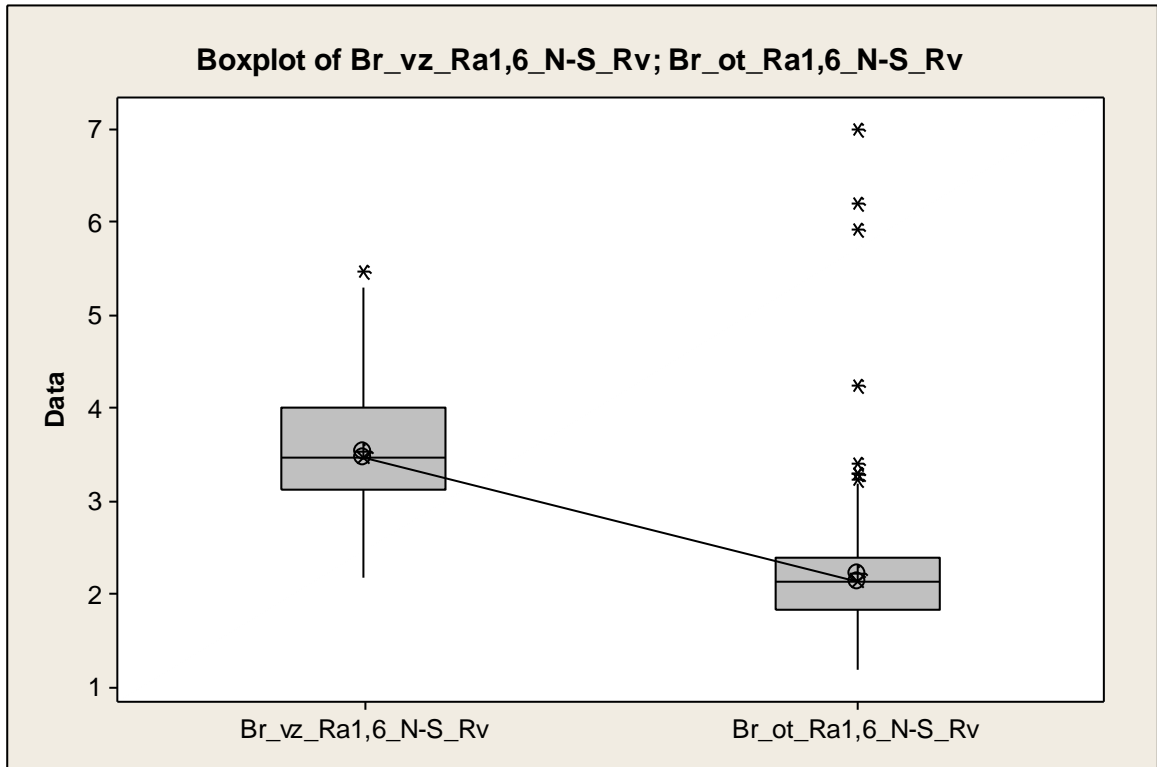
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

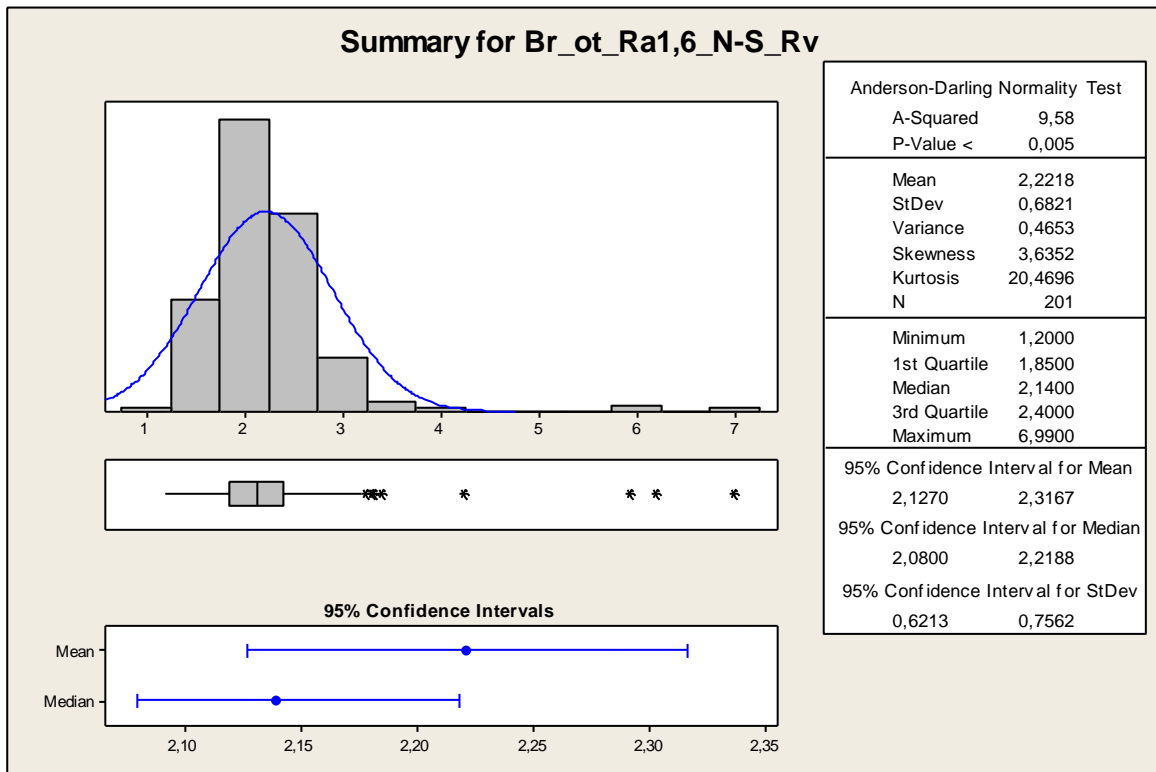
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr Rv se liší významně

Broušení parametr Rv (Ra=1,6)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra1,6_N-S_Rv	201	3,54	0,04	0,60	16,94	3,47
Br_ot_Ra1,6_N-S_Rv	201	2,22	0,05	0,68	30,70	2,14

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra1,6_N-S_Rv; Br_ot_Ra1,6_N-S_Rv

Test of $ETA1 = ETA2$ vs $ETA1 \text{ not } = ETA2$ is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	3,47	3,35	3,54
otisk	2,14	2,08	2,22

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 3,47 - 2,14 = 1,33 \mu\text{m}$$

$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

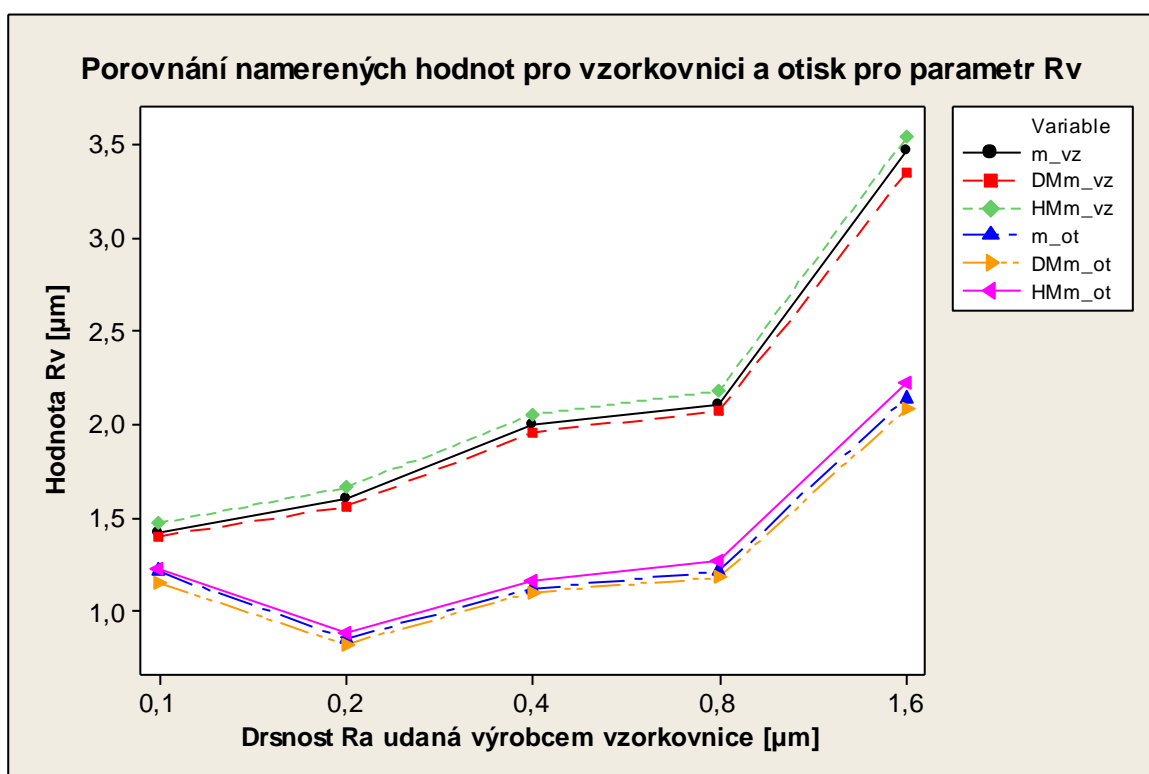
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr Rv se liší významně

Tabulka hodnot mediánů a dolních a horních mezí konfidenčních intervalů pro mediány (hodnoty v μm)

	vzorkovnice			otisk		
	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
Rv_Ra0,1	1,42	1,4	1,47	1,21	1,15	1,23
Rv_Ra0,2	1,6	1,56	1,66	0,85	0,82	0,88
Rv_Ra0,4	2	1,96	2,05	1,12	1,1	1,16
Rv_Ra0,8	2,11	2,07	2,18	1,21	1,18	1,27
Rv_Ra1,6	3,47	3,35	3,54	2,14	2,08	2,22

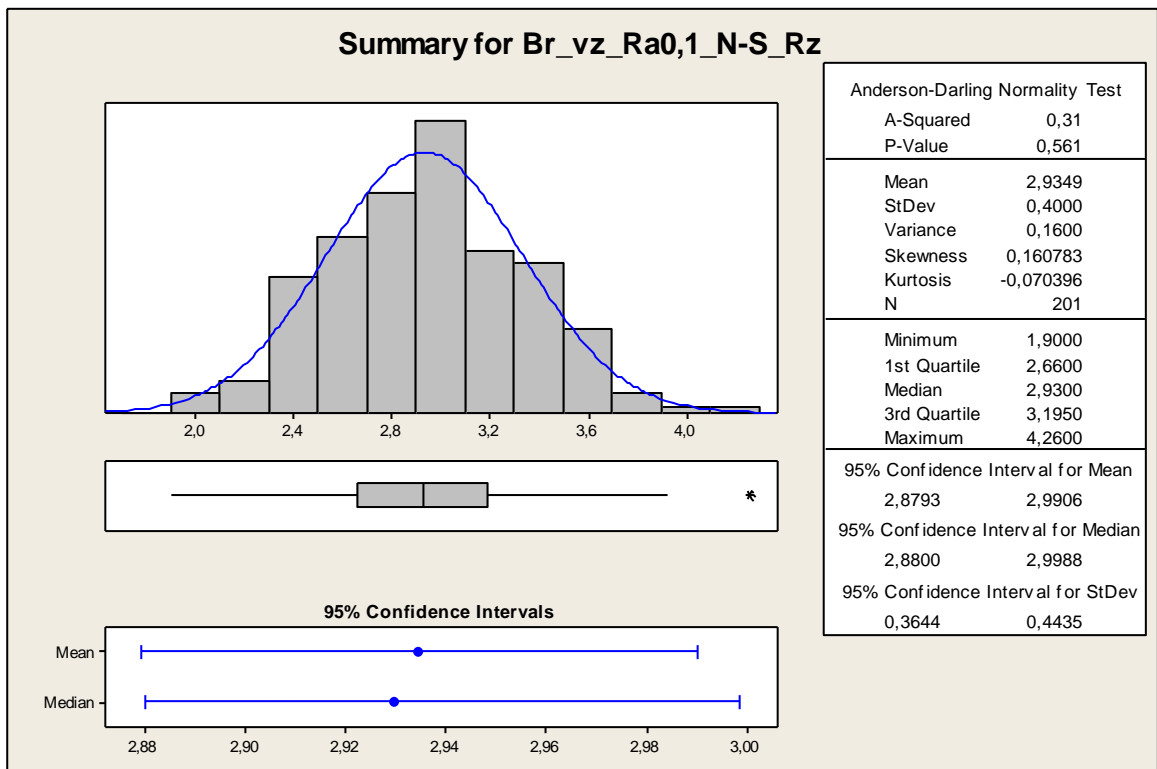
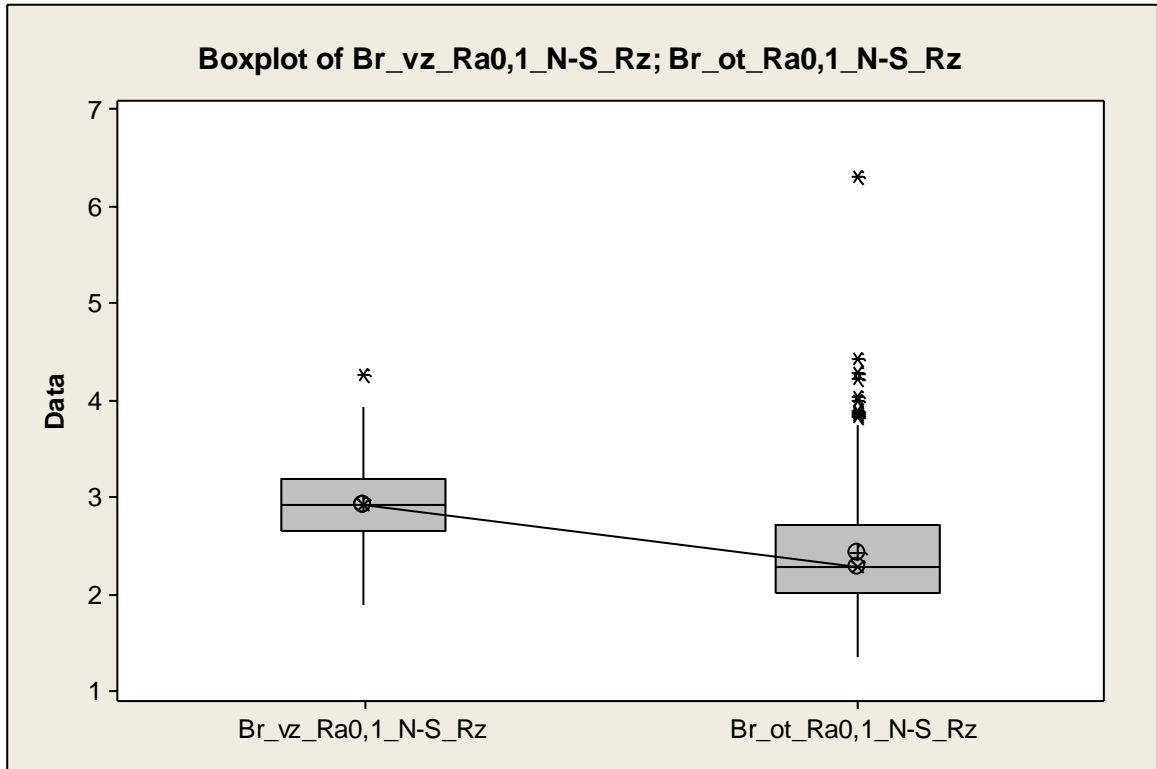


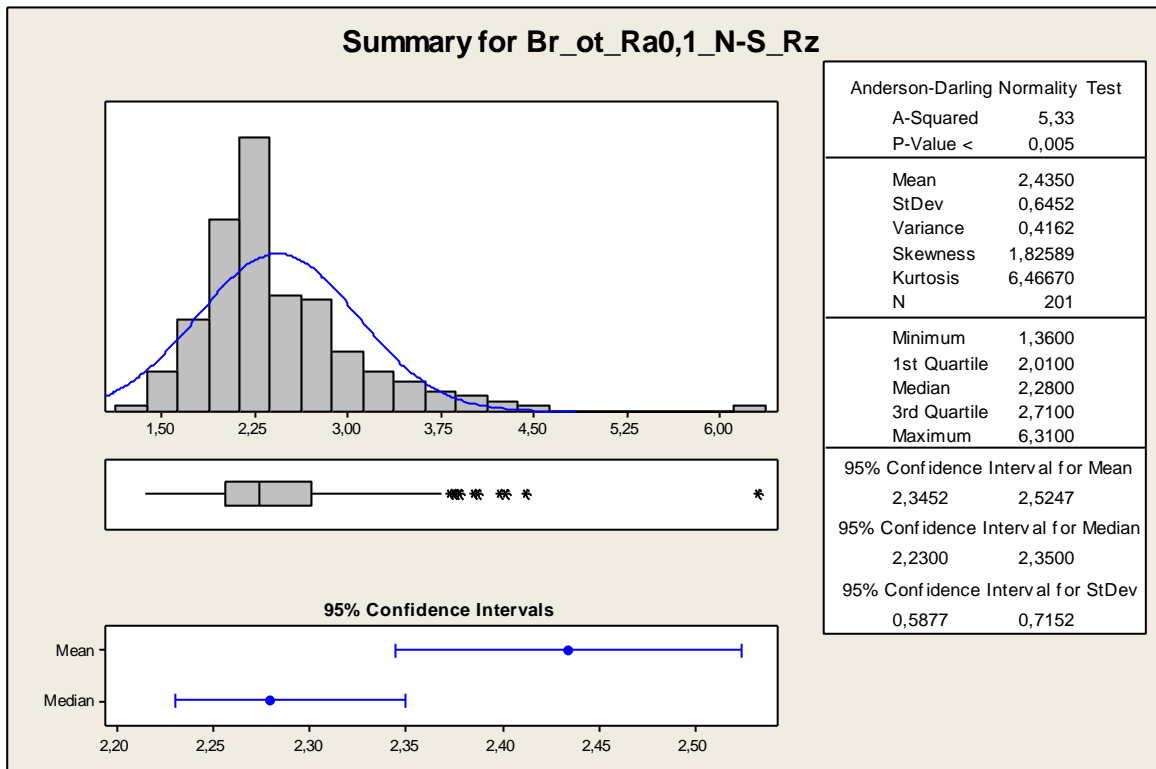
Hodnoty mediánů daných parametrů

Obvodové broušení - směr N-S				
Parametr	Vzorkovnice [μm]	Otisk [μm]	Rozdíl [μm]	% vyjádření
Rv_Ra0,1	1,42	1,21	0,21	14,79
Rv_Ra0,2	1,60	0,85	0,75	46,88
Rv_Ra0,4	2,00	1,12	0,88	44,00
Rv_Ra0,8	2,11	1,21	0,90	42,65
Rv_Ra1,6	3,47	2,14	1,33	38,33

PŘÍLOHA V: OBVODOVÉ BROUŠENÍ; SMĚR N-S; PARAMETR RZ

Broušení parametr Rz (Ra=0,1)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra0,1_N-S_Rz	201	2,93	0,03	0,40	13,63	2,93
Br_ot_Ra0,1_N-S_Rz	201	2,44	0,05	0,65	26,50	2,28

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra0,1_N-S_Rz; Br_ot_Ra0,1_N-S_Rz

Test of $ETA1 = ETA2$ vs $ETA1 \text{ not } = ETA2$ is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	2,93	2,88	3
otisk	2,28	2,23	2,35

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 2,93 - 2,28 = 0,65 \mu\text{m}$$

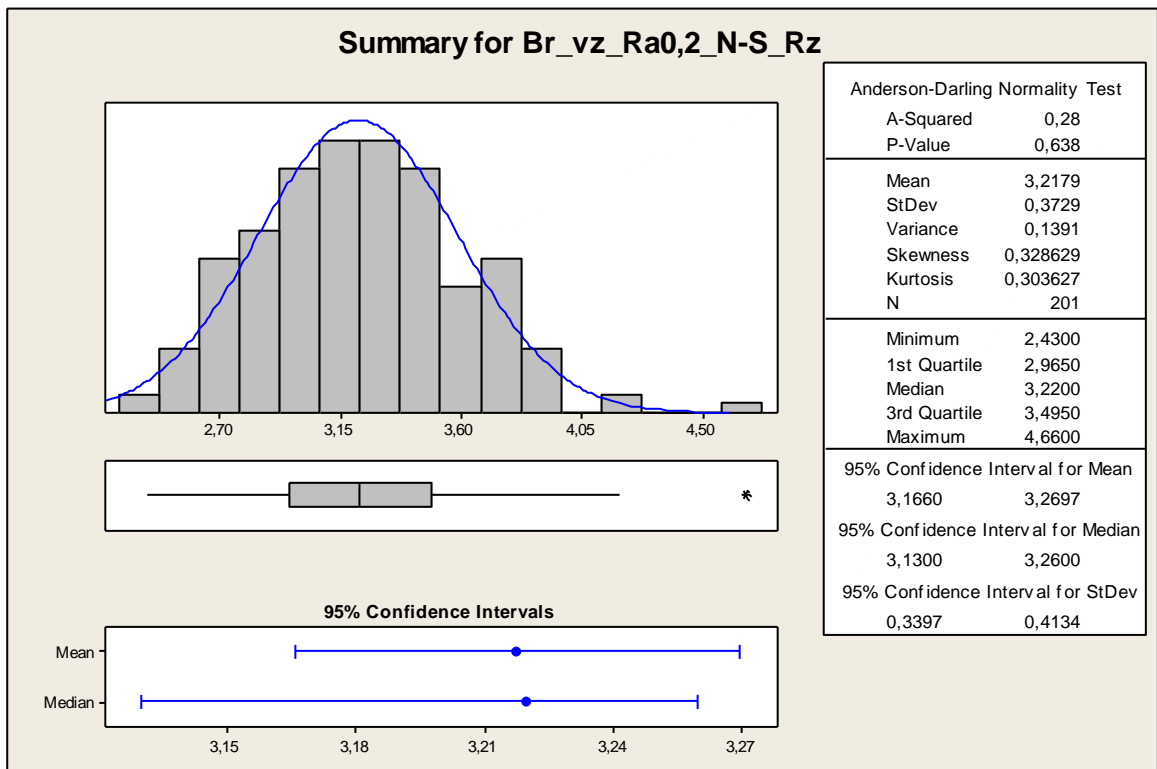
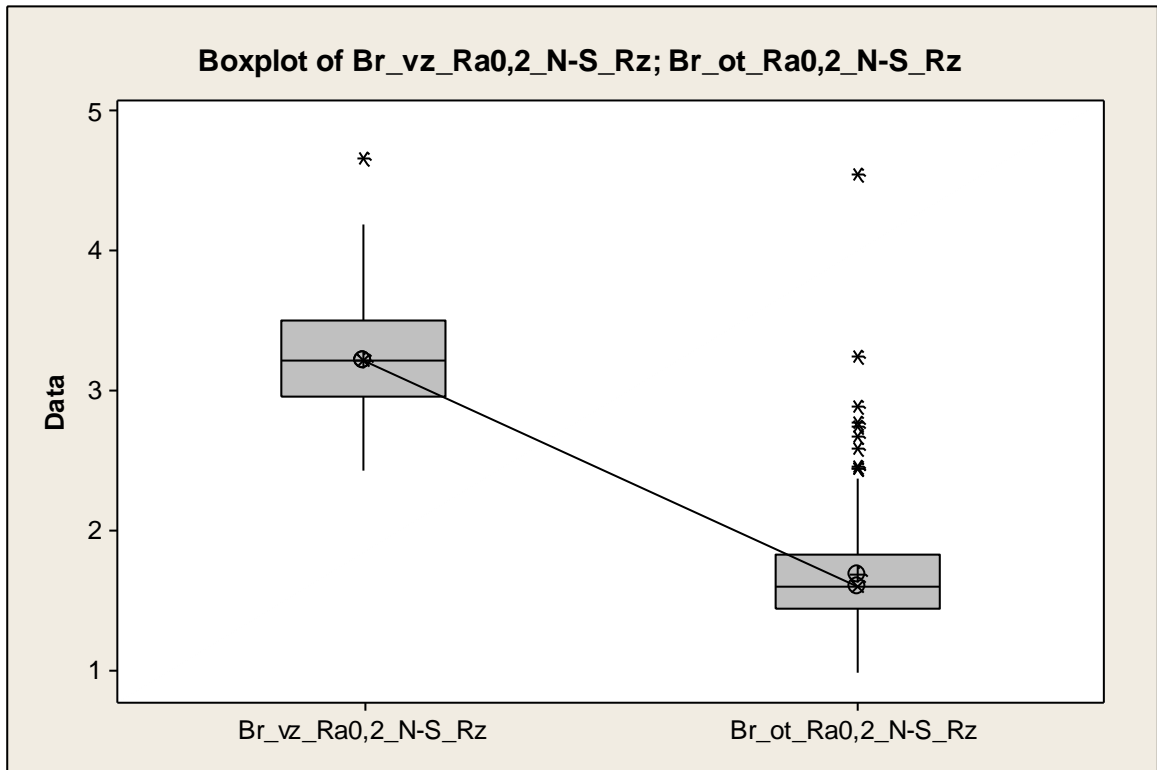
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

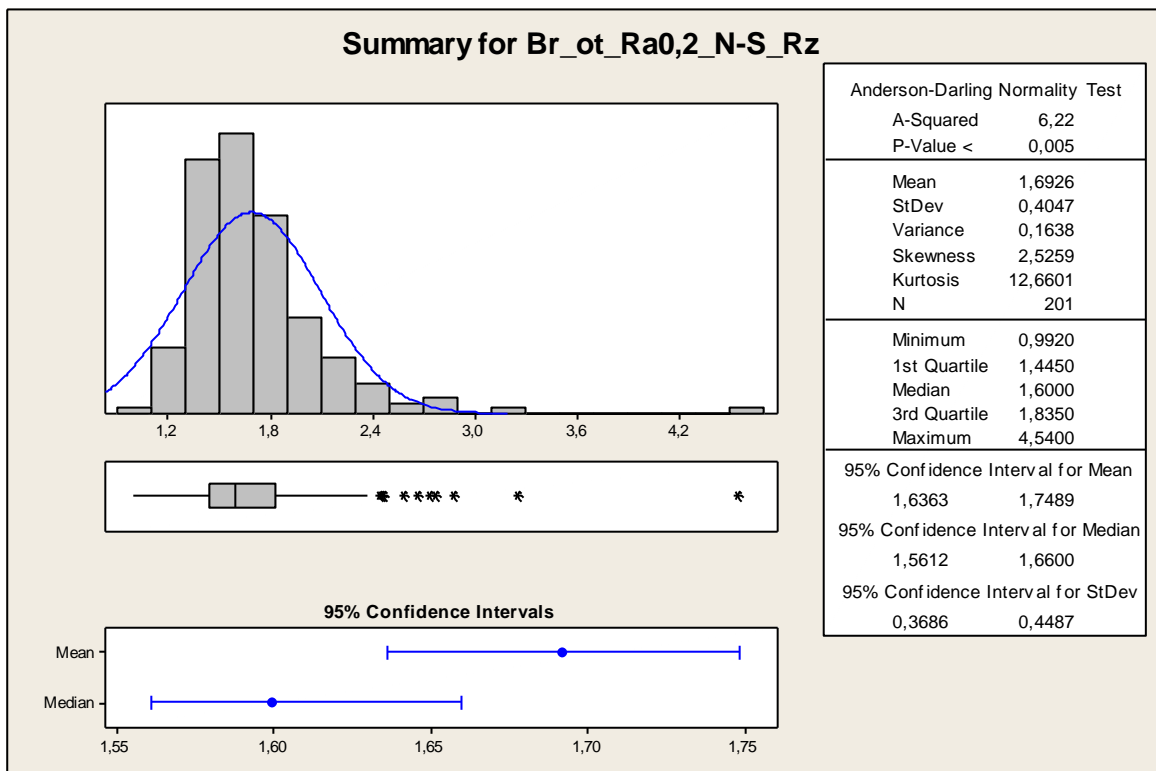
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr Rz se liší významně

Broušení parametr Rz (Ra=0,2)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra0,2_N-S_Rz	201	3,22	0,03	0,37	11,59	3,22
Br_ot_Ra0,2_N-S_Rz	201	1,69	0,03	0,40	23,91	1,60

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra0,2_N-S_Rz; Br_ot_Ra0,2_N-S_Rz

Test of $ETA1 = ETA2$ vs $ETA1 \text{ not } = ETA2$ is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	3,22	3,13	3,26
otisk	1,6	1,56	1,66

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 3,22 - 1,6 = 1,62 \mu\text{m}$$

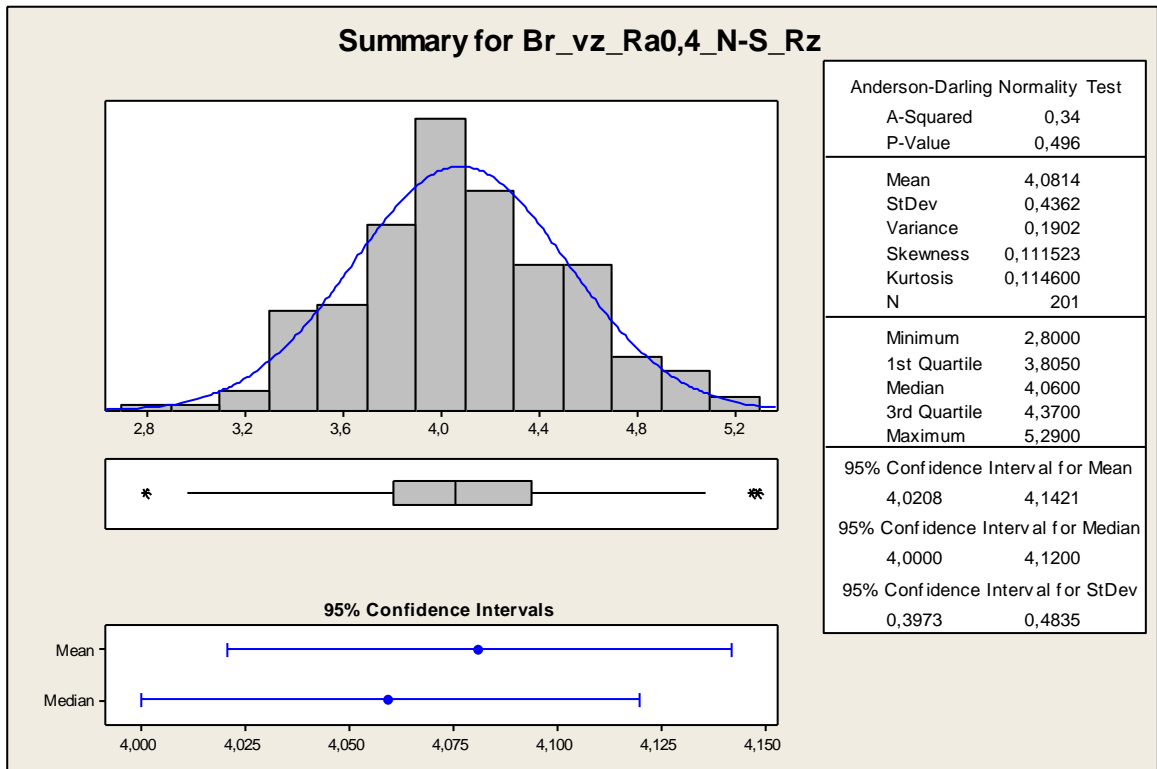
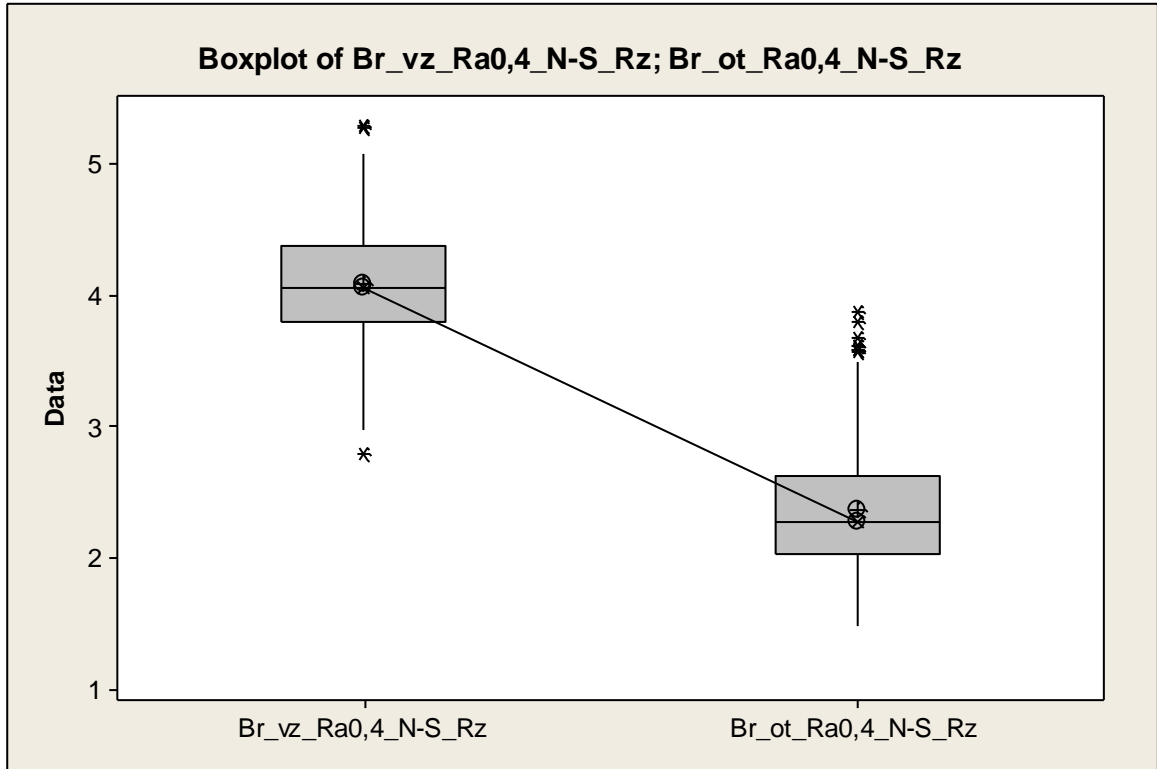
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

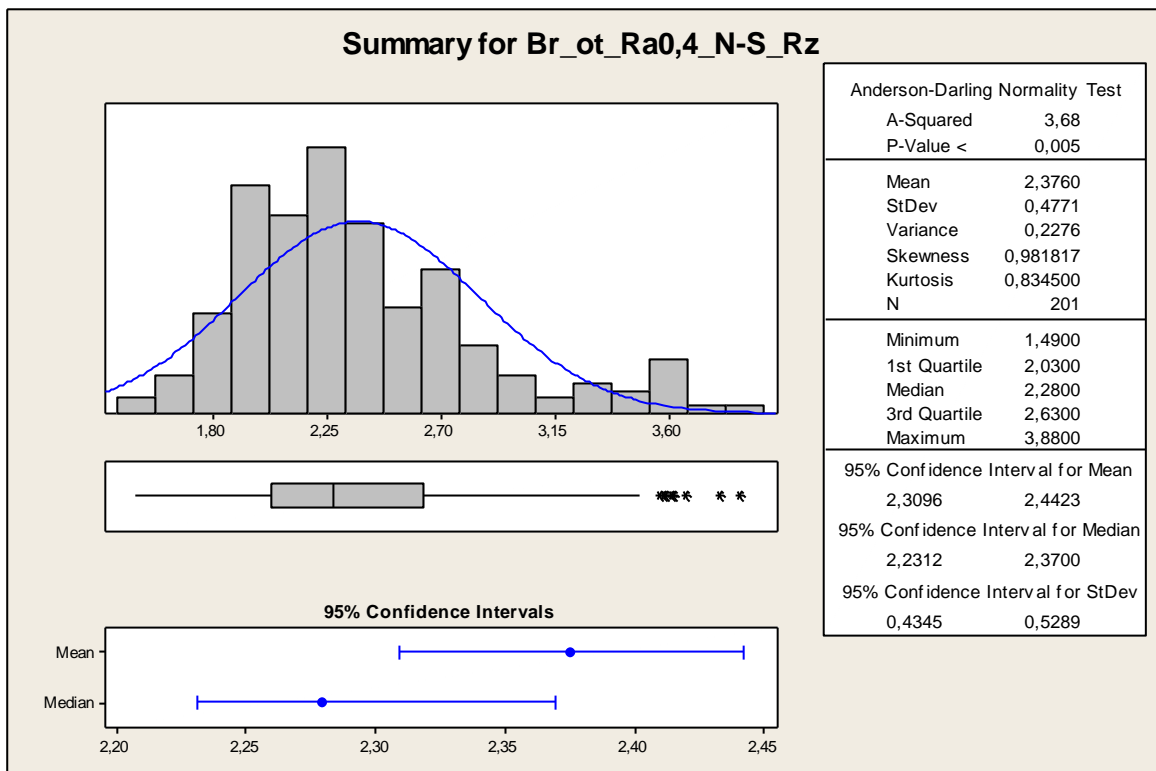
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr Rz se liší významně

Broušení parametr Rz (Ra=0,4)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra0,4_N-S_Rz	201	4,08	0,03	0,44	10,69	4,06
Br_ot_Ra0,4_N-S_Rz	201	2,38	0,03	0,48	20,08	2,28

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra0,4_N-S_Rz; Br_ot_Ra0,4_N-S_Rz

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	4,06	4	4,12
otisk	2,28	2,23	2,37

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 4,06 - 2,28 = 1,78 \mu\text{m}$$

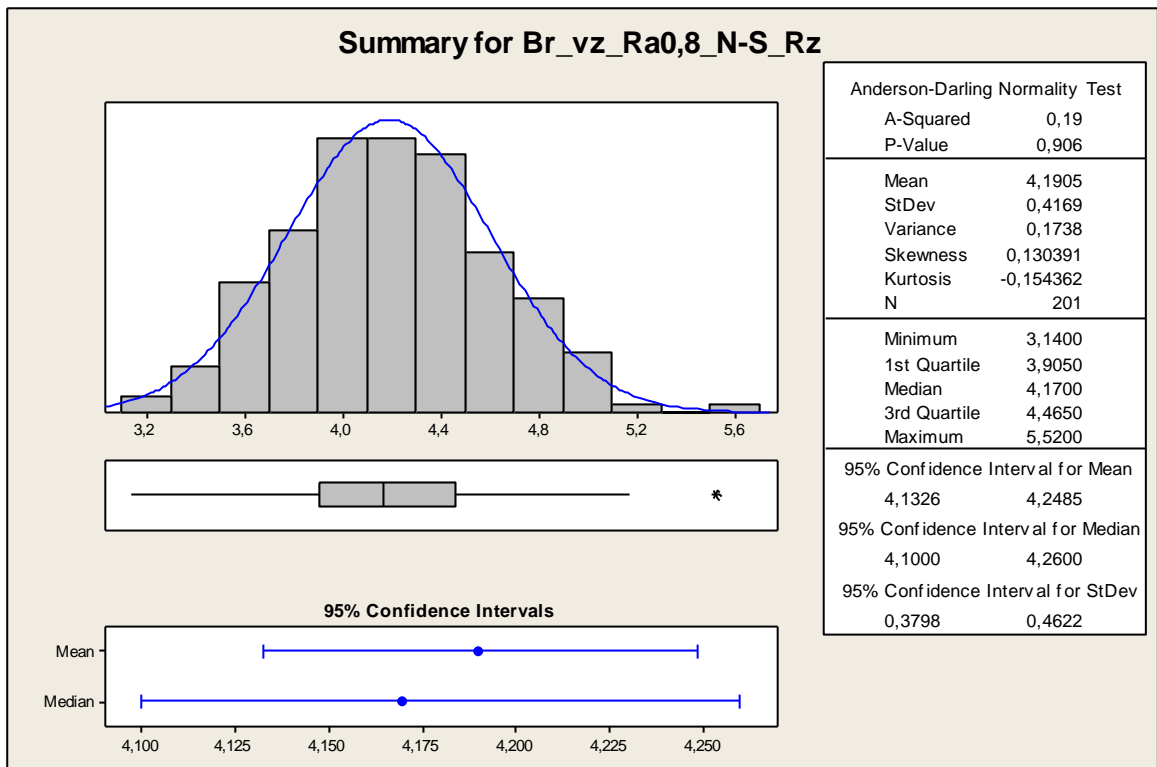
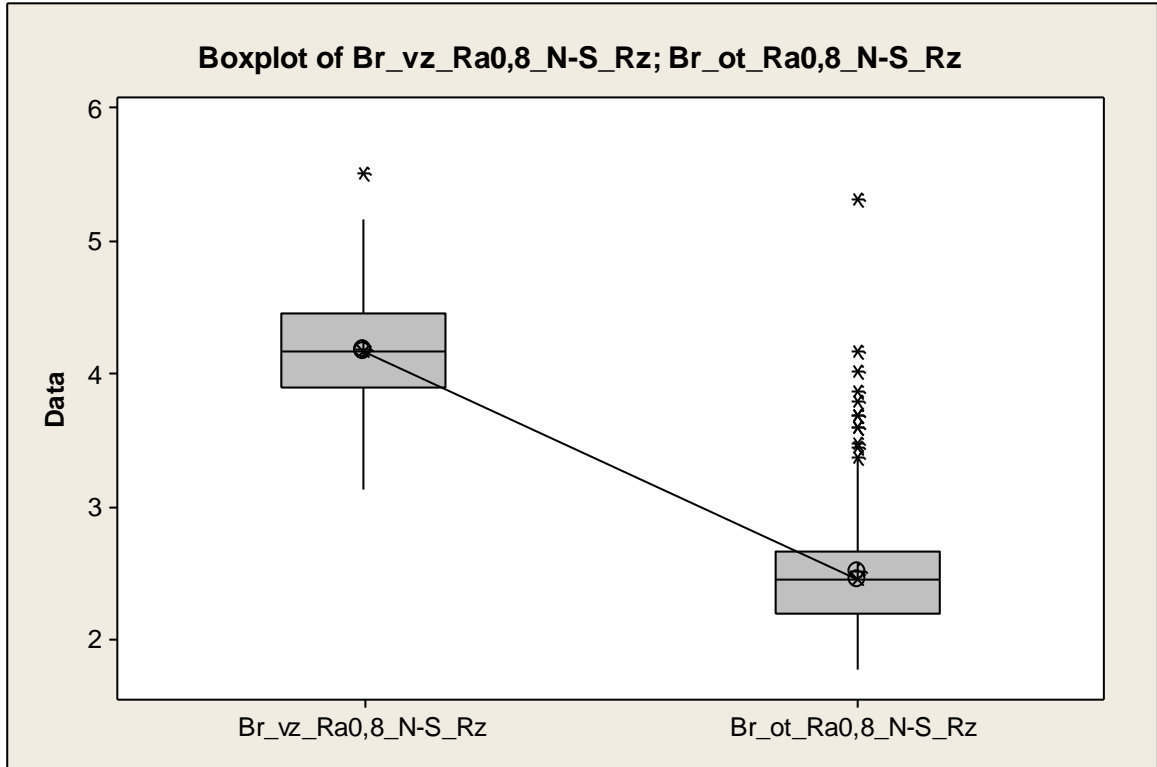
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

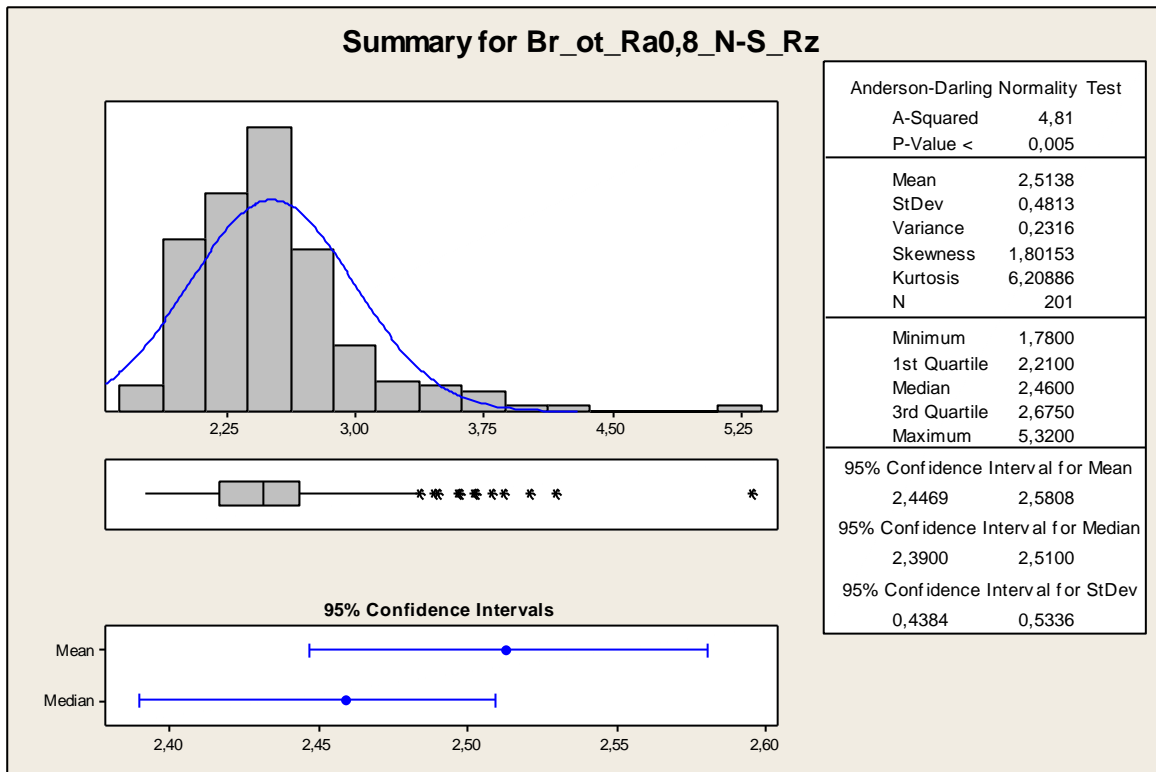
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr Rz se liší významně

Broušení parametr Rz (Ra=0,8)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra0,8_N-S_Rz	201	4,19	0,03	0,42	9,95	4,17
Br_ot_Ra0,8_N-S_Rz	201	2,51	0,03	0,48	19,15	2,46

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra0,8_N-S_Rz; Br_ot_Ra0,8_N-S_Rz

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	4,17	4,13	4,25
otisk	2,46	2,39	2,51

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 4,17 - 2,46 = 1,71 \mu\text{m}$$

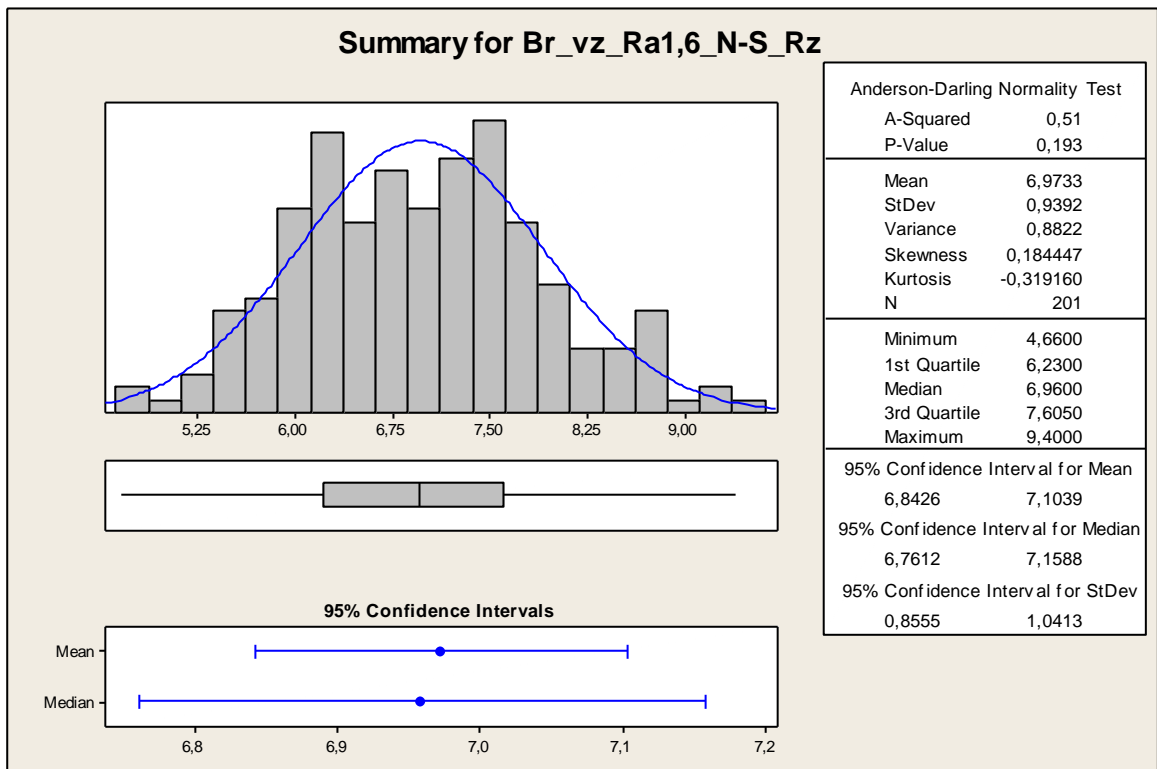
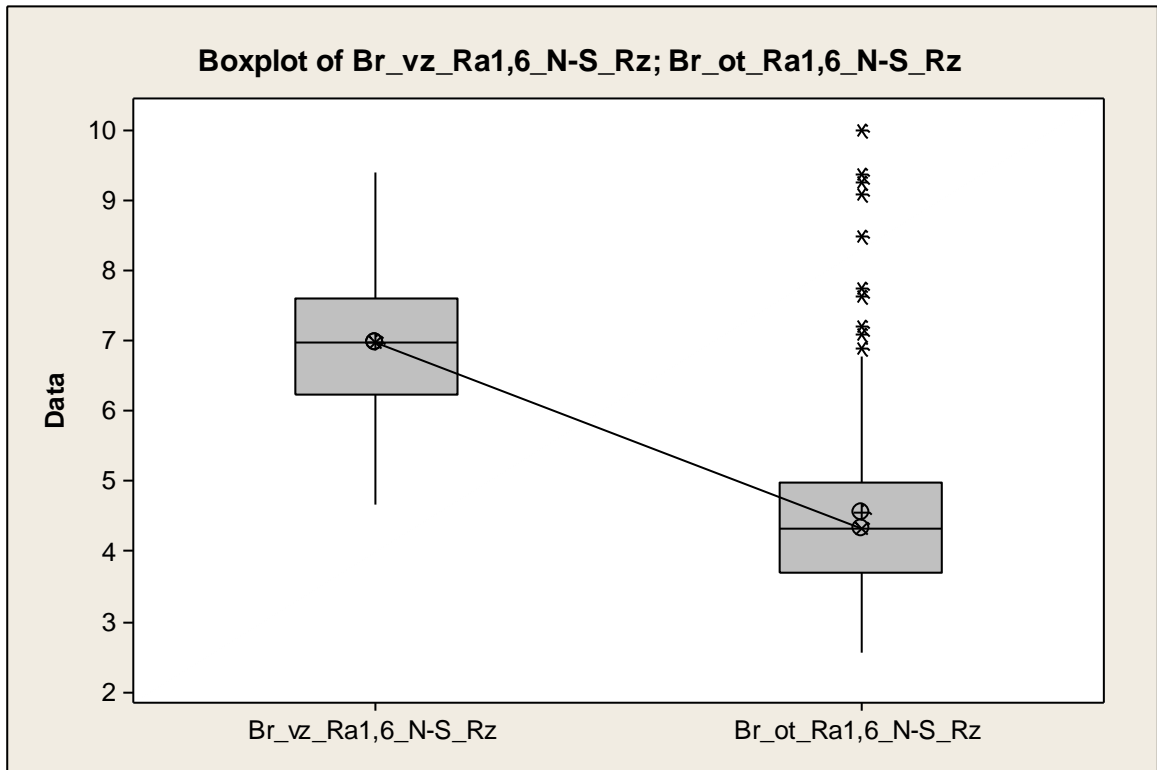
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

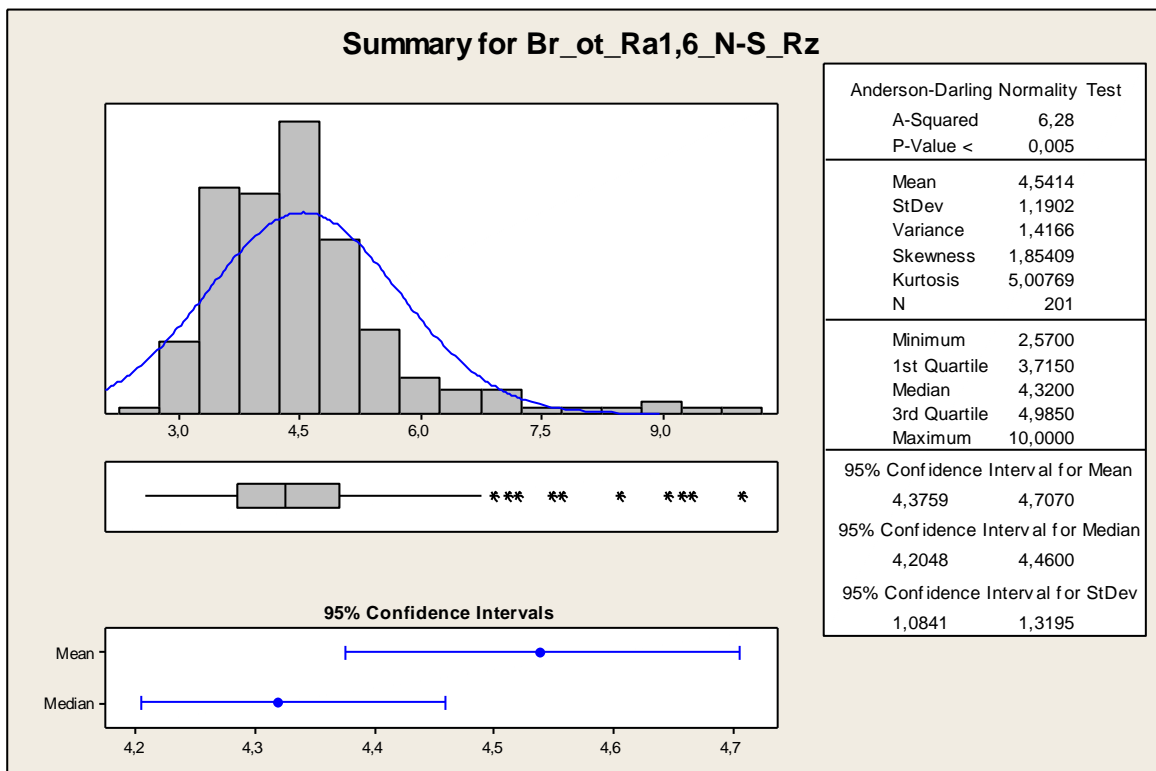
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr Rz se liší významně

Broušení parametr Rz (Ra=1,6)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra1,6_N-S_Rz	201	6,97	0,07	0,94	13,47	6,96
Br_ot_Ra1,6_N-S_Rz	201	4,54	0,08	1,19	26,21	4,32

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra1,6_N-S_Rz; Br_ot_Ra1,6_N-S_Rz

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	6,96	6,76	7,16
otisk	4,32	4,20	4,46

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 6,96 - 4,32 = 2,64 \mu\text{m}$$

$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

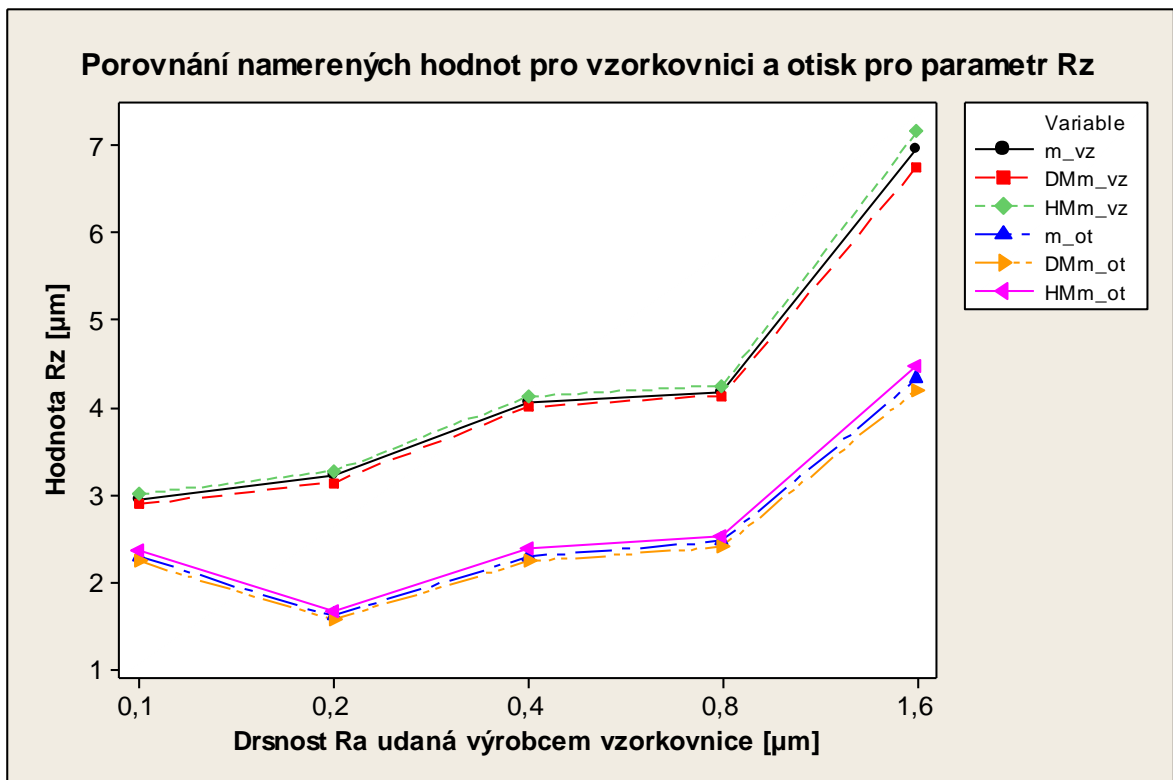
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr Rz se liší významně

Tabulka hodnot mediánů a dolních a horních mezí konfidenčních intervalů pro mediány (hodnoty v μm)

	vzorkovnice			otisk		
	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
Rz_Ra0,1	2,93	2,88	3,00	2,28	2,23	2,35
Rz_Ra0,2	3,22	3,13	3,26	1,60	1,56	1,66
Rz_Ra0,4	4,06	4,00	4,12	2,28	2,23	2,37
Rz_Ra0,8	4,17	4,13	4,25	2,46	2,39	2,51
Rz_Ra1,6	6,96	6,76	7,16	4,32	4,20	4,46

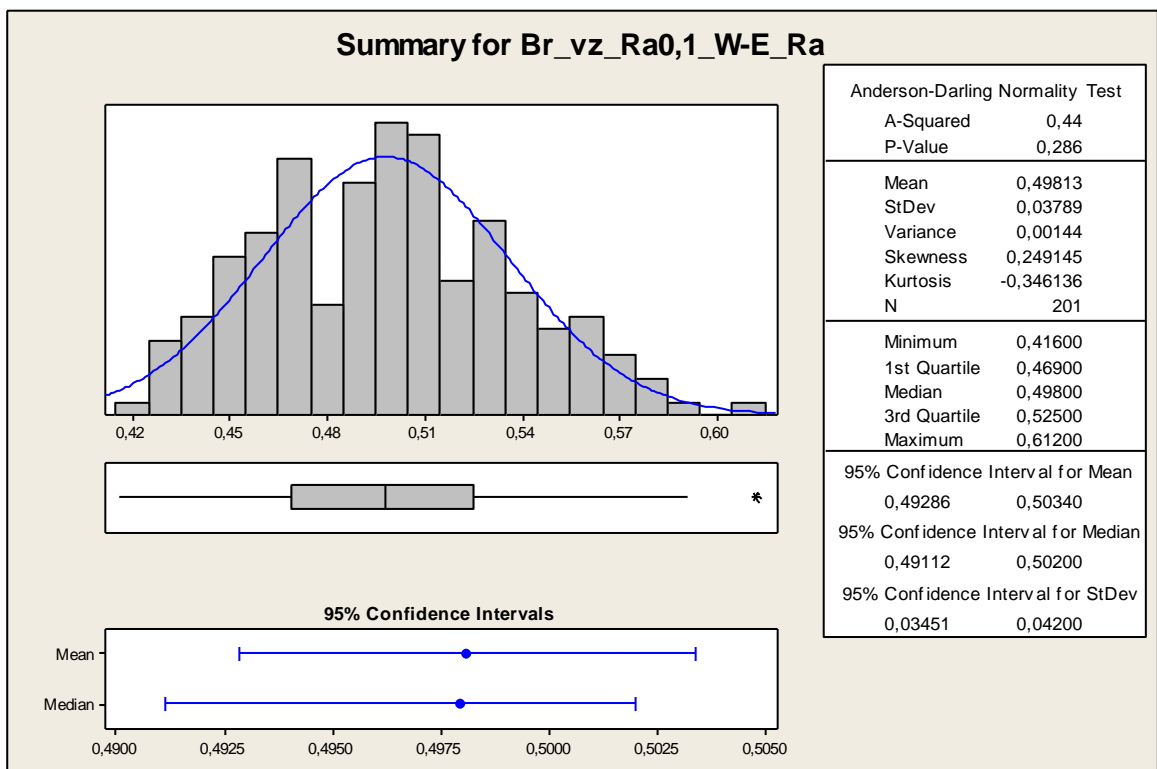
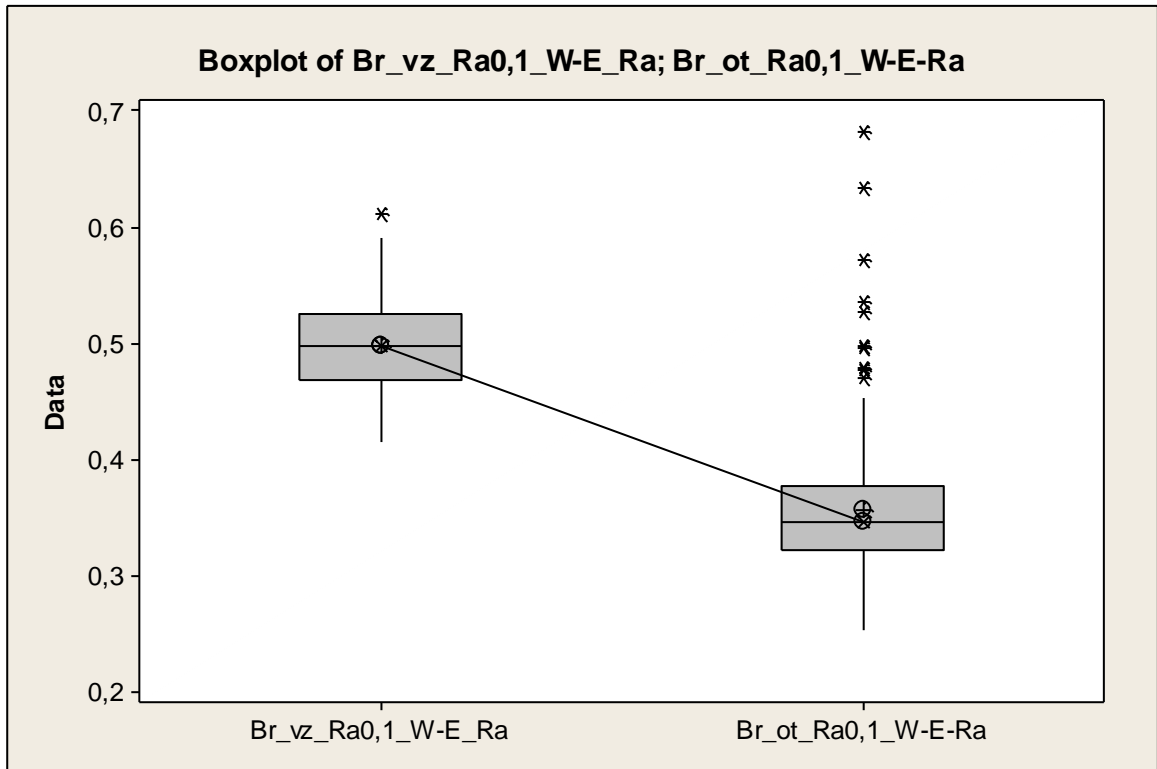


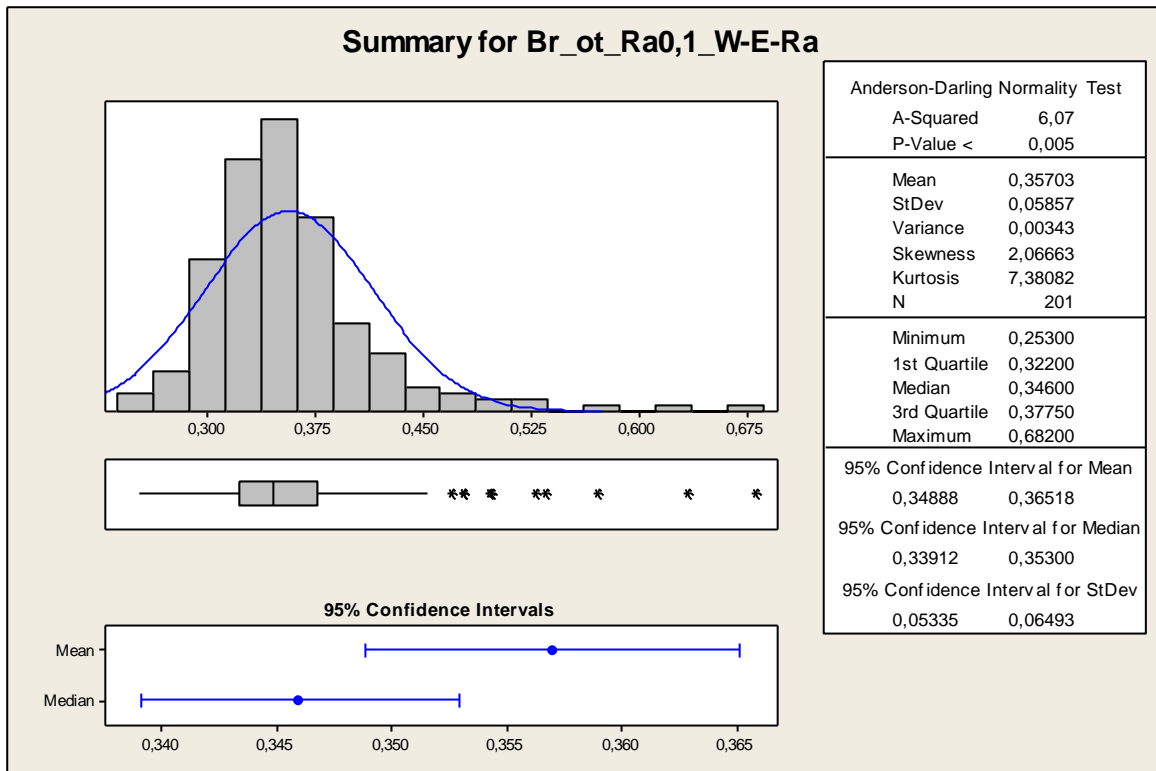
Hodnoty mediánů daných parametrů

Obvodové broušení - směr N-S				
Parametr	Vzorkovnice [μm]	Otisk [μm]	Rozdíl [μm]	% vyjádření
Rz_Ra0,1	2,93	2,28	0,65	22,18
Rz_Ra0,2	3,22	1,60	1,62	50,31
Rz_Ra0,4	4,06	2,28	1,78	43,84
Rz_Ra0,8	4,17	2,46	1,71	41,01
Rz_Ra1,6	6,96	4,32	2,64	37,93

PŘÍLOHA VI: OBVODOVÉ BROUŠENÍ; SMĚR W-E; PARAMETR RA

Broušení parametr Ra (Ra=0,1)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra0,1_W-E-Ra	201	0,50	0,00	0,04	7,61	0,50
Br_ot_Ra0,1_W-E-Ra	201	0,36	0,00	0,06	16,40	0,35

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra0,1_W-E-Ra; Br_ot_Ra0,1_W-E-Ra

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	0,50	0,49	0,50
otisk	0,35	0,34	0,35

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 0,50 - 0,35 = 0,15 \mu\text{m}$$

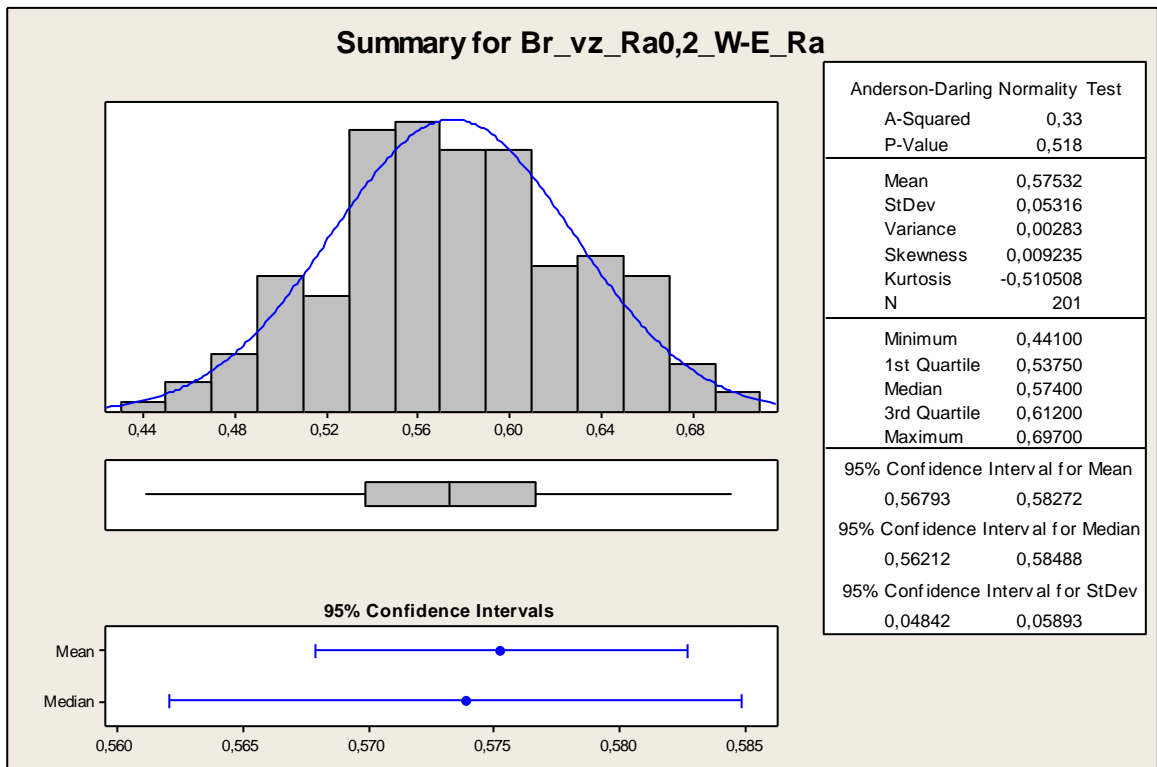
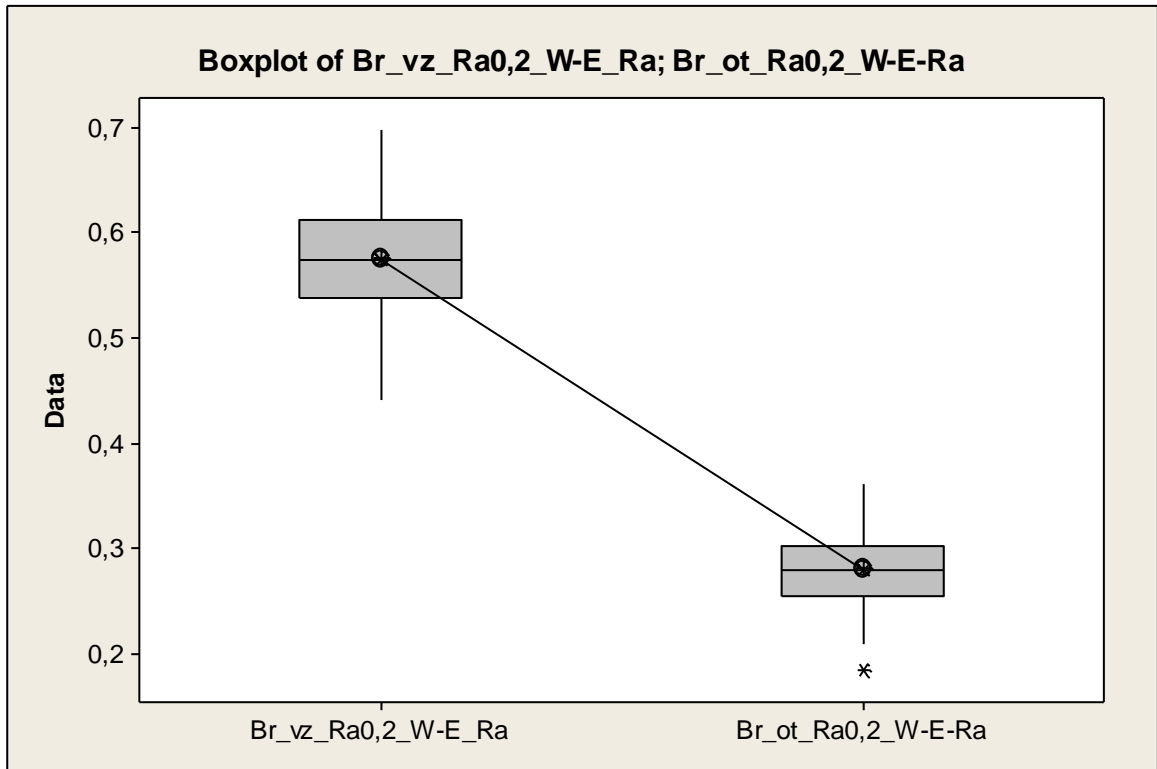
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

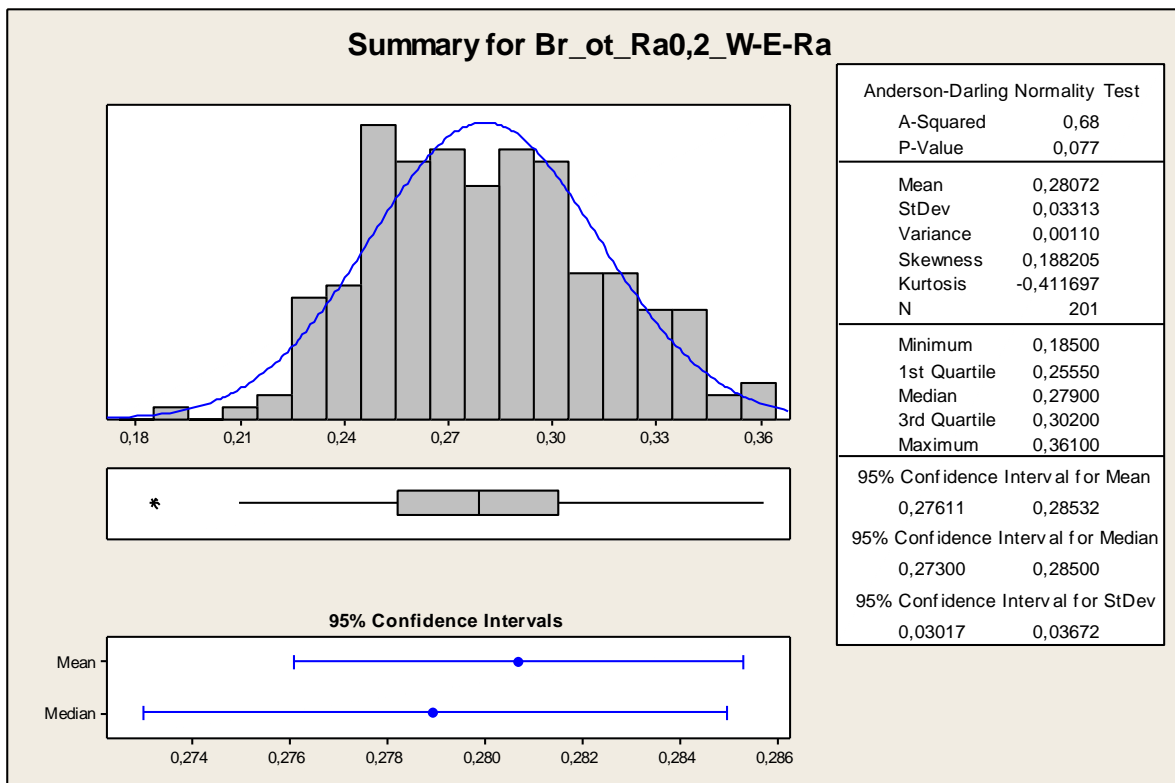
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr Ra se liší významně.

Broušení parametr Ra (Ra=0,2)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra0,2_W-E_Ra	201	0,58	0,00	0,05	9,24	0,57
Br_ot_Ra0,2_W-E_Ra	201	0,28	0,00	0,03	11,80	0,28

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra0,2_W-E_Ra; Br_ot_Ra0,2_W-E-Ra

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	0,57	0,56	0,58
otisk	0,28	0,27	0,29

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 0,57 - 0,28 = 0,29 \mu\text{m}$$

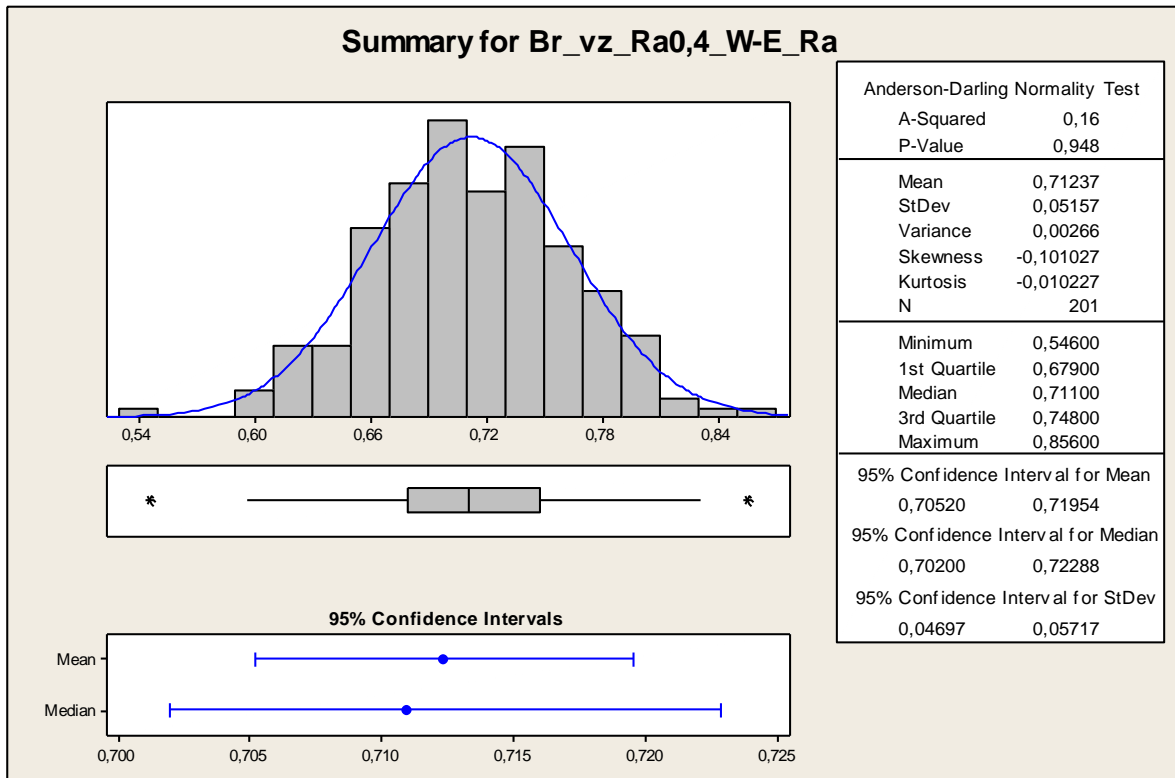
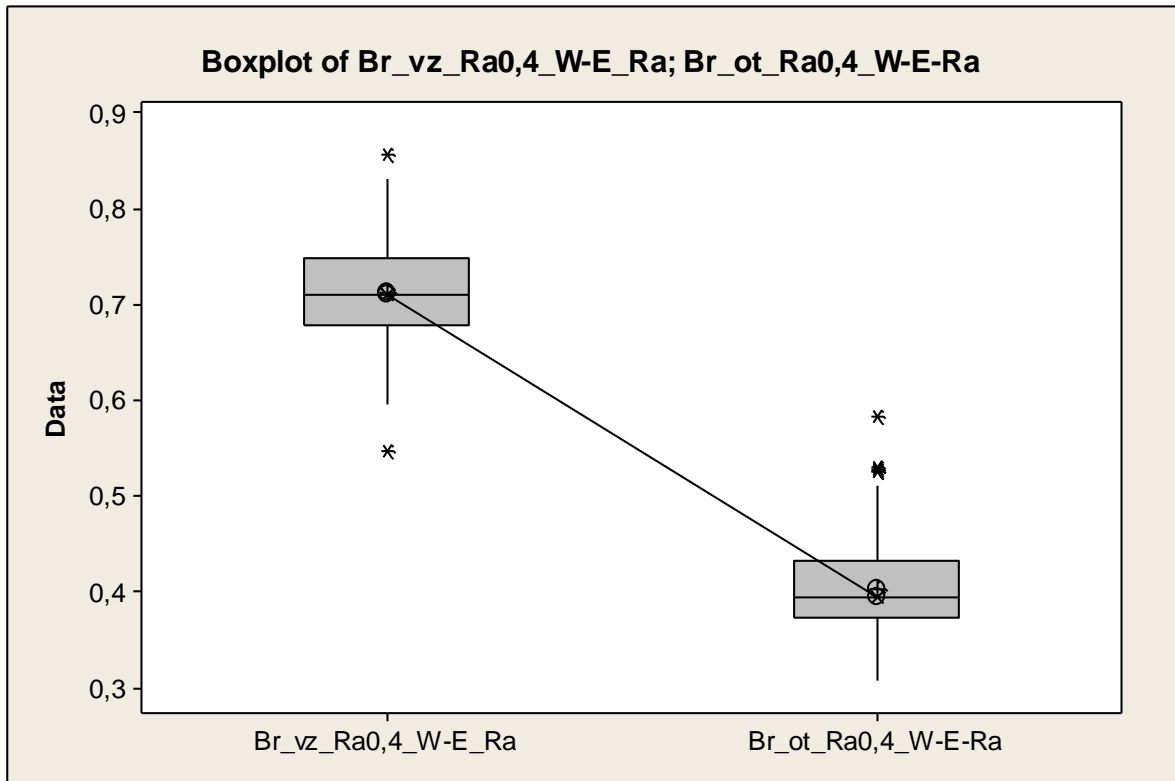
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

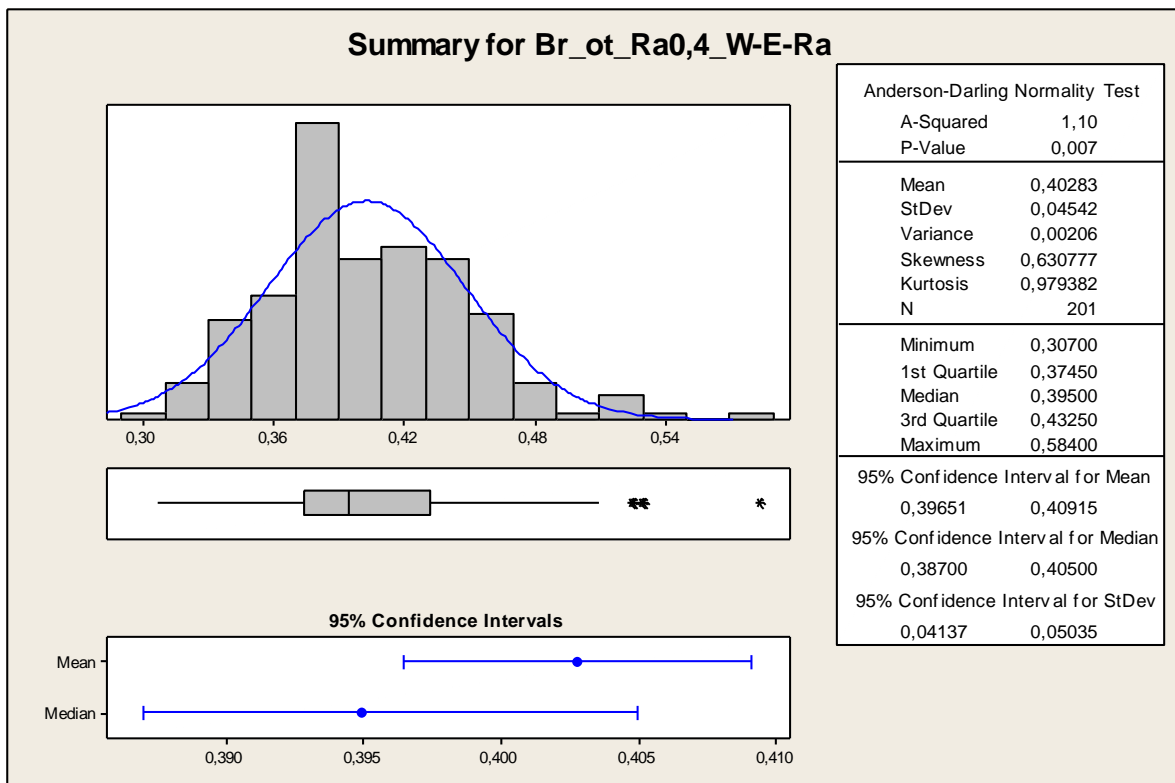
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr Ra se liší významně.

Broušení parametr Ra (Ra=0,4)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra0,4_W-E_Ra	201	0,71	0,00	0,05	7,24	0,71
Br_ot_Ra0,2_W-E_Ra	201	0,40	0,00	0,05	11,27	0,40

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra0,4_W-E_Ra; Br_ot_Ra0,4_W-E-Ra

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	0,71	0,70	0,72
otisk	0,40	0,39	0,41

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 0,71 - 0,40 = 0,31 \mu\text{m}$$

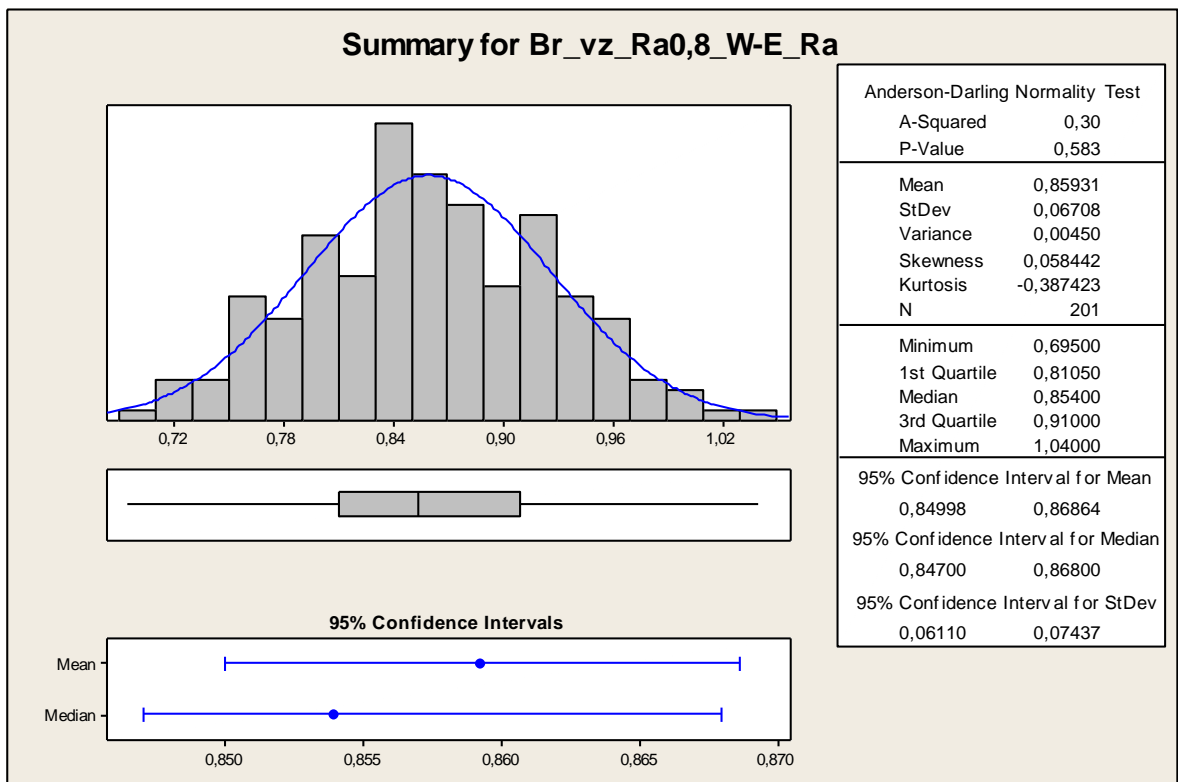
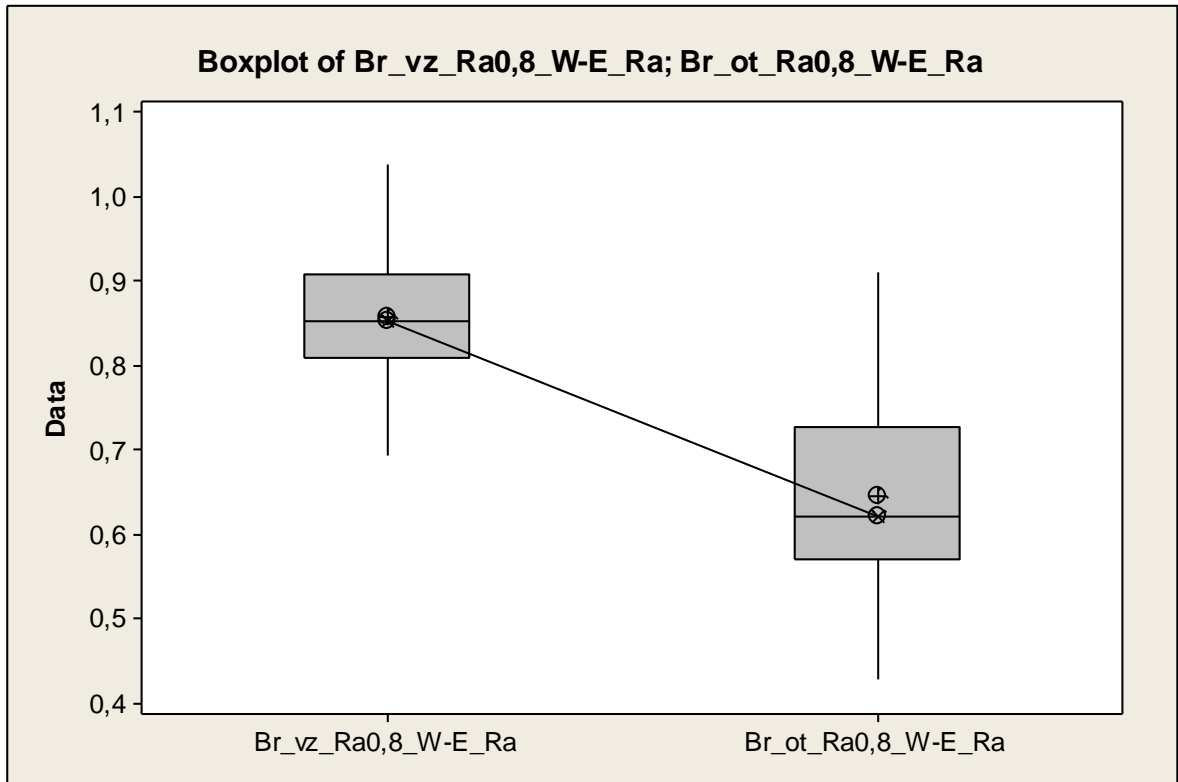
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

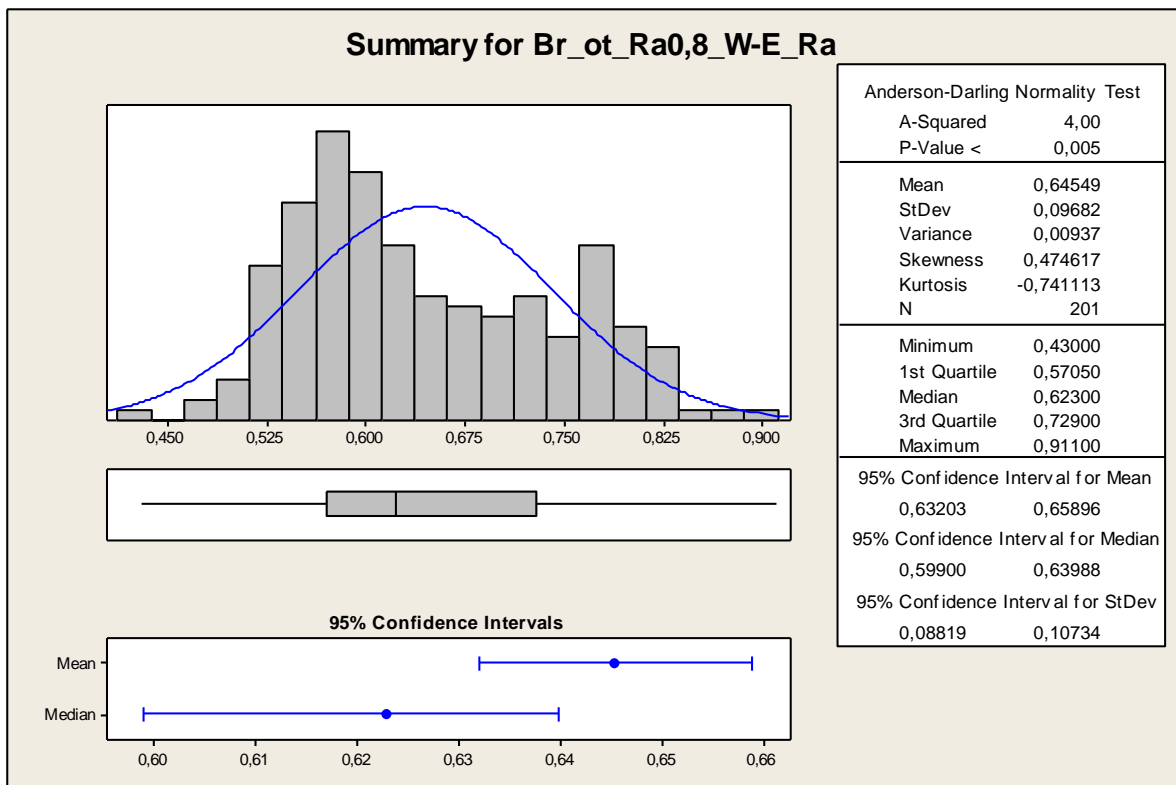
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr Ra se liší významně.

Broušení parametr Ra (Ra=0,8)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra0,8_W-E_Ra	201	0,86	0,00	0,07	7,81	0,85
Br_ot_Ra0,8_W-E_Ra	201	0,65	0,01	0,10	15,00	0,62

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra0,8_W-E_Ra; Br_ot_Ra0,8_W-E_Ra

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	0,85	0,85	0,87
otisk	0,62	0,60	0,64

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 0,85 - 0,62 = 0,23 \mu\text{m}$$

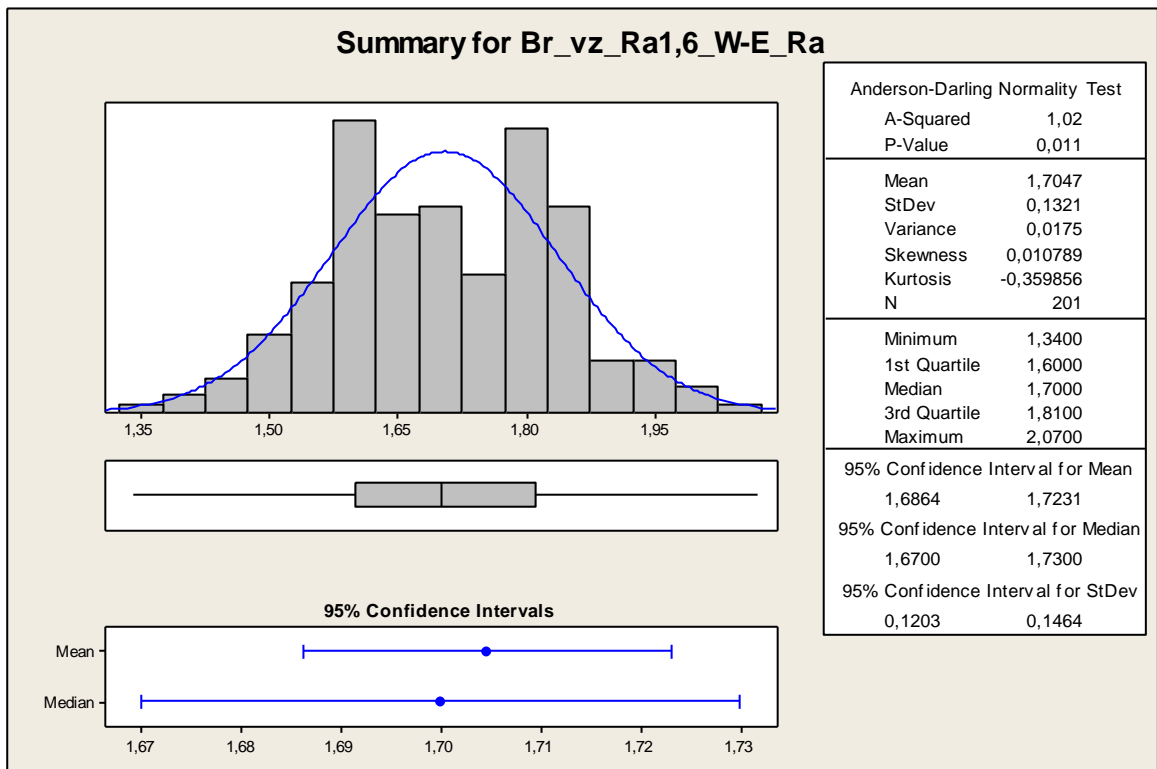
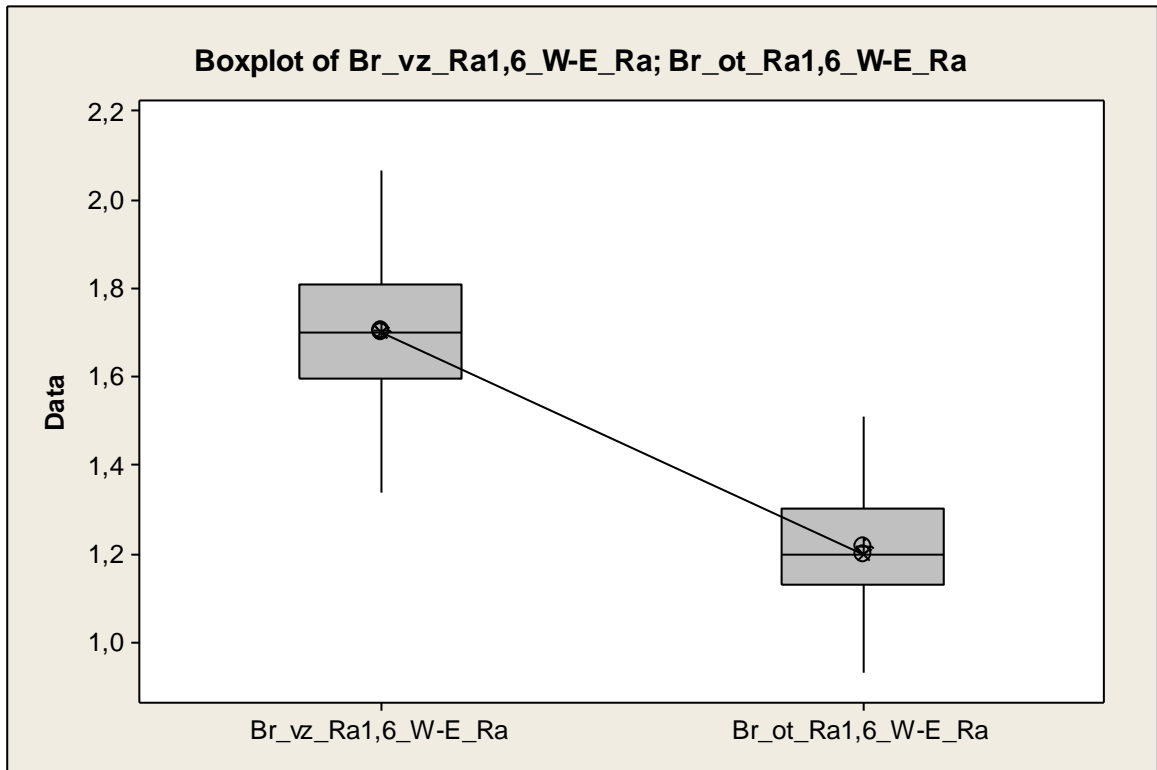
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

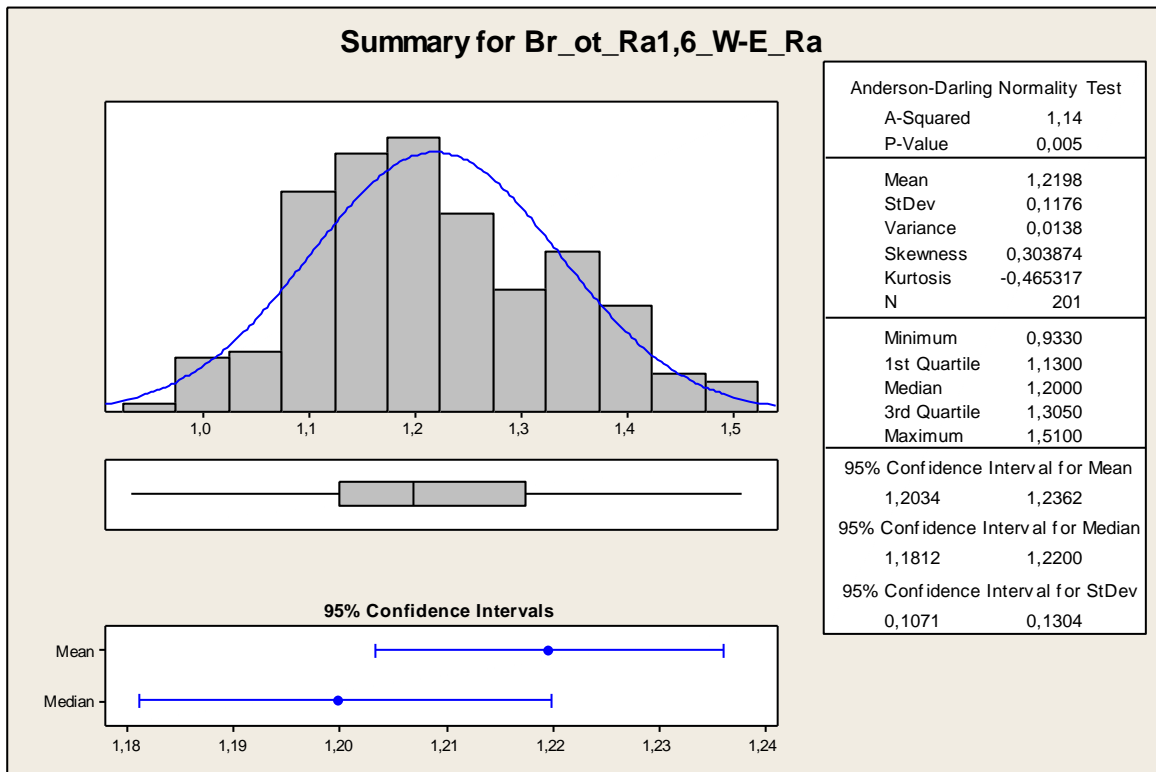
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr Ra se liší významně.

Broušení parametr Rz (Ra=1,6)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra1,6_W-E_Ra	201	1,70	0,01	0,13	7,75	1,70
Br_ot_Ra1,6_W-E_Ra	201	1,22	0,01	0,12	9,64	1,20

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra1,6_W-E_Ra; Br_ot_Ra1,6_W-E_Ra

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	1,70	1,67	1,73
otisk	1,20	1,18	1,22

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 1,70 - 1,20 = 0,50 \mu\text{m}$$

$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

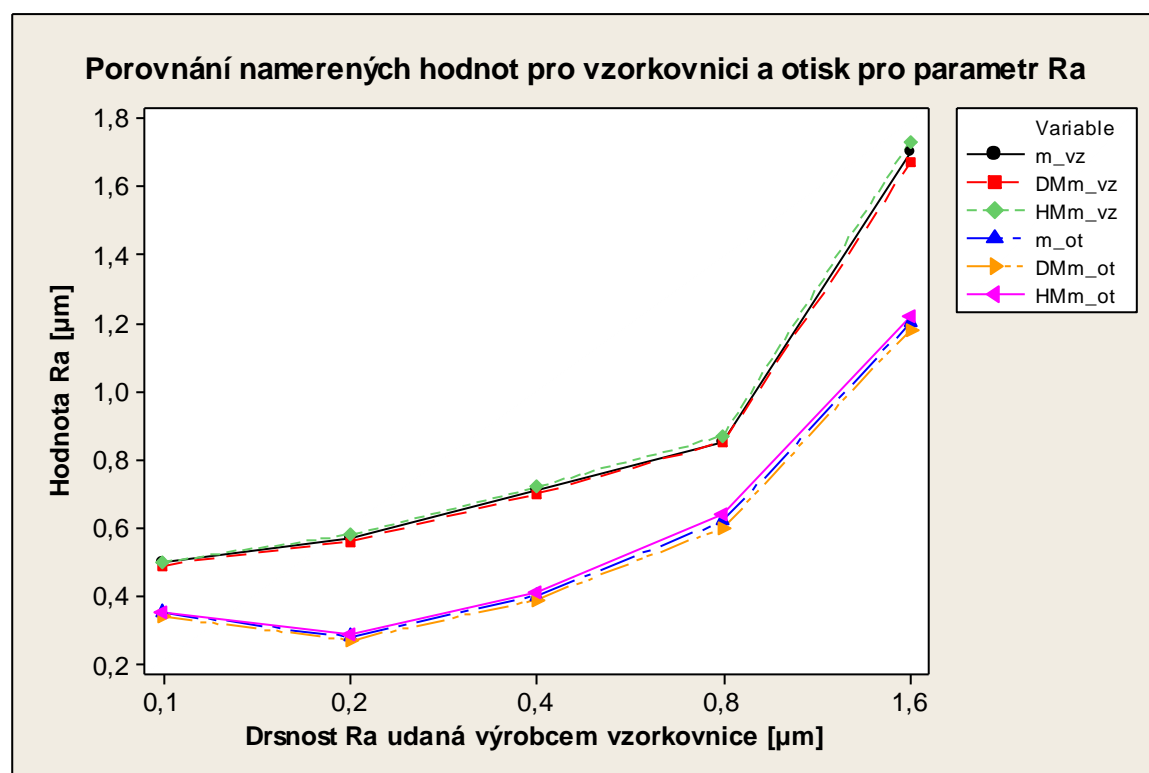
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr Ra se liší významně.

Tabulka hodnot mediánů a dolních a horních mezí konfidenčních intervalů pro mediány (hodnoty v μm)

	vzorkovnice			otisk		
	\bar{x}	$DM\bar{x}$	$HM\bar{x}$	\bar{x}	$DM\bar{x}$	$HM\bar{x}$
Ra_Ra0,1	0,5	0,49	0,5	0,35	0,34	0,35
Ra_Ra0,2	0,57	0,56	0,58	0,28	0,27	0,29
Ra_Ra0,4	0,71	0,7	0,72	0,4	0,39	0,41
Ra_Ra0,8	0,85	0,85	0,87	0,62	0,6	0,64
Ra_Ra1,6	1,7	1,67	1,73	1,2	1,18	1,22

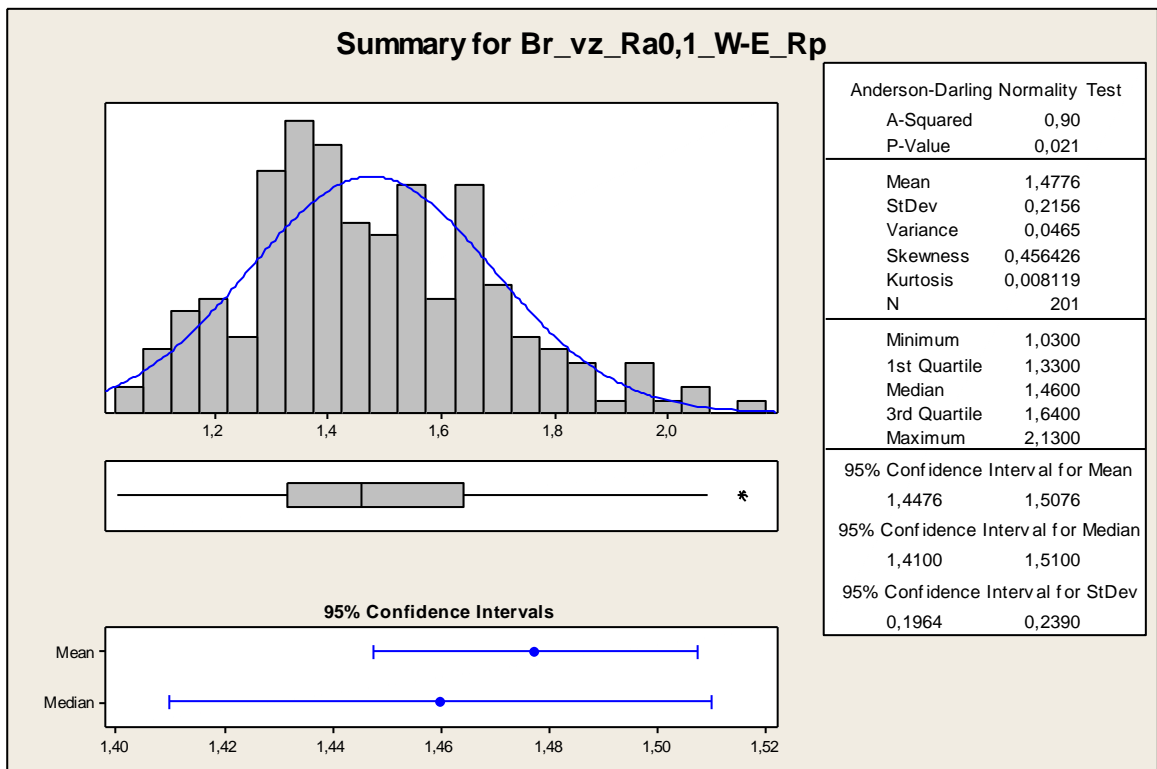
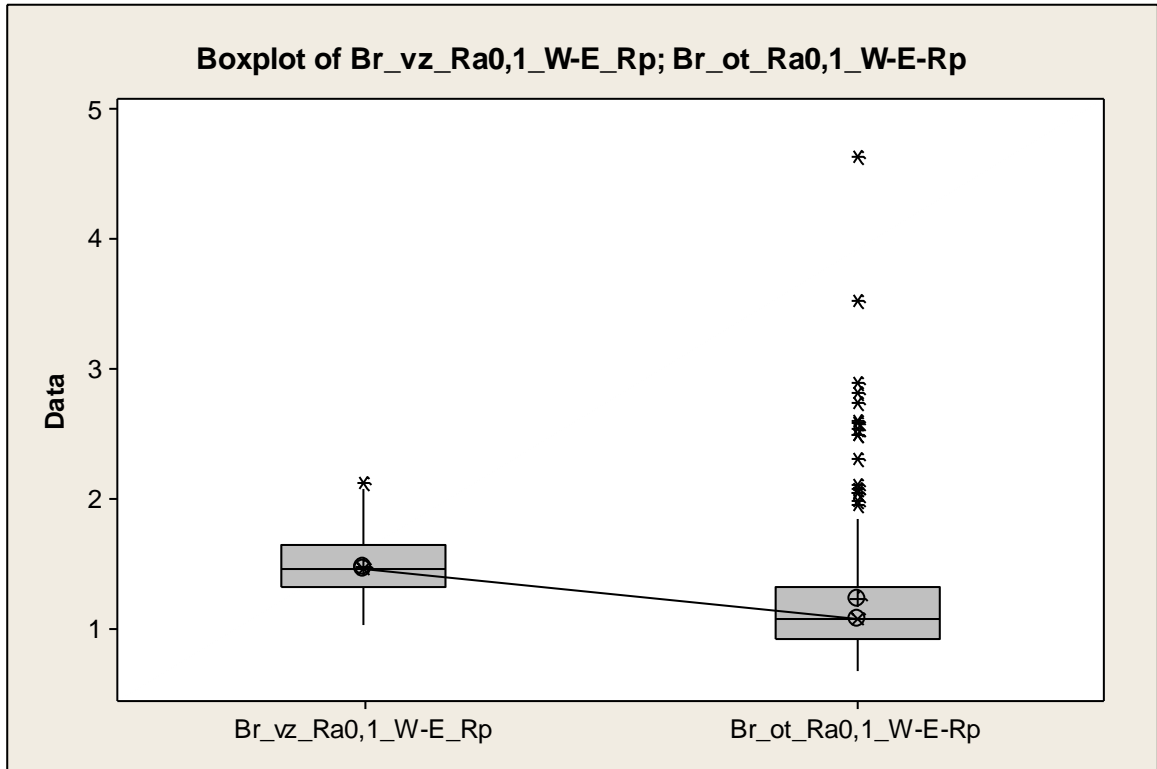


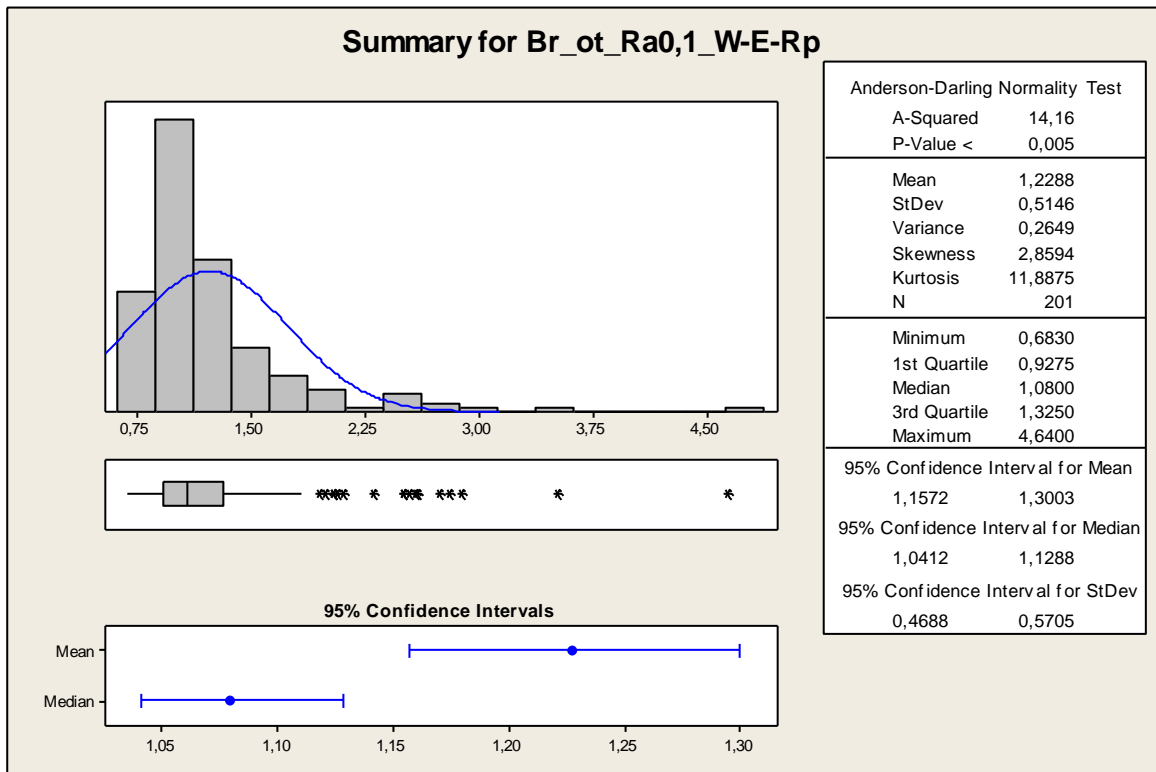
Hodnoty mediánů daných parametřů

Obvodové broušení - směr W-E				
Parametr	Vzorkovnice [μm]	Otisk [μm]	Rozdíl [μm]	% vyjádření
Ra_Ra0,1	0,5	0,35	0,15	30,00
Ra_Ra0,2	0,57	0,28	0,29	50,88
Ra_Ra0,4	0,71	0,4	0,31	43,66
Ra_Ra0,8	0,85	0,62	0,23	27,06
Ra_Ra1,6	1,7	1,2	0,50	29,41

PŘÍLOHA VII: OBVODOVÉ BROUŠENÍ; SMĚR W-E; PARAMETR RP

Broušení parametr Rp (Ra=0,1)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra0,1_W-E_Rp	201	1,48	0,02	0,22	14,59	1,46
Br_ot_Ra0,1_W-E-Rp	201	1,23	0,04	0,51	41,88	1,08

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra0,1_W-E_Rp; Br_ot_Ra0,1_W-E-Rp

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	1,46	1,41	1,51
otisk	1,08	1,00	1,13

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 1,46 - 1,08 = 0,38 \mu\text{m}$$

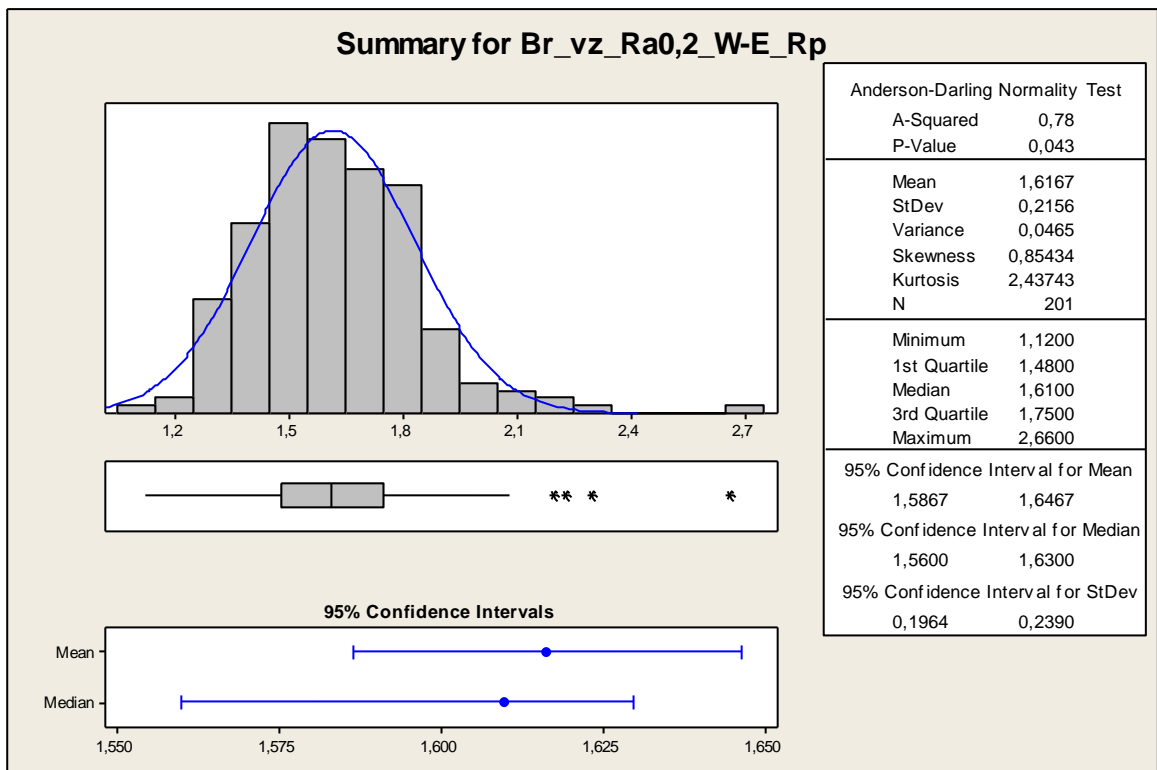
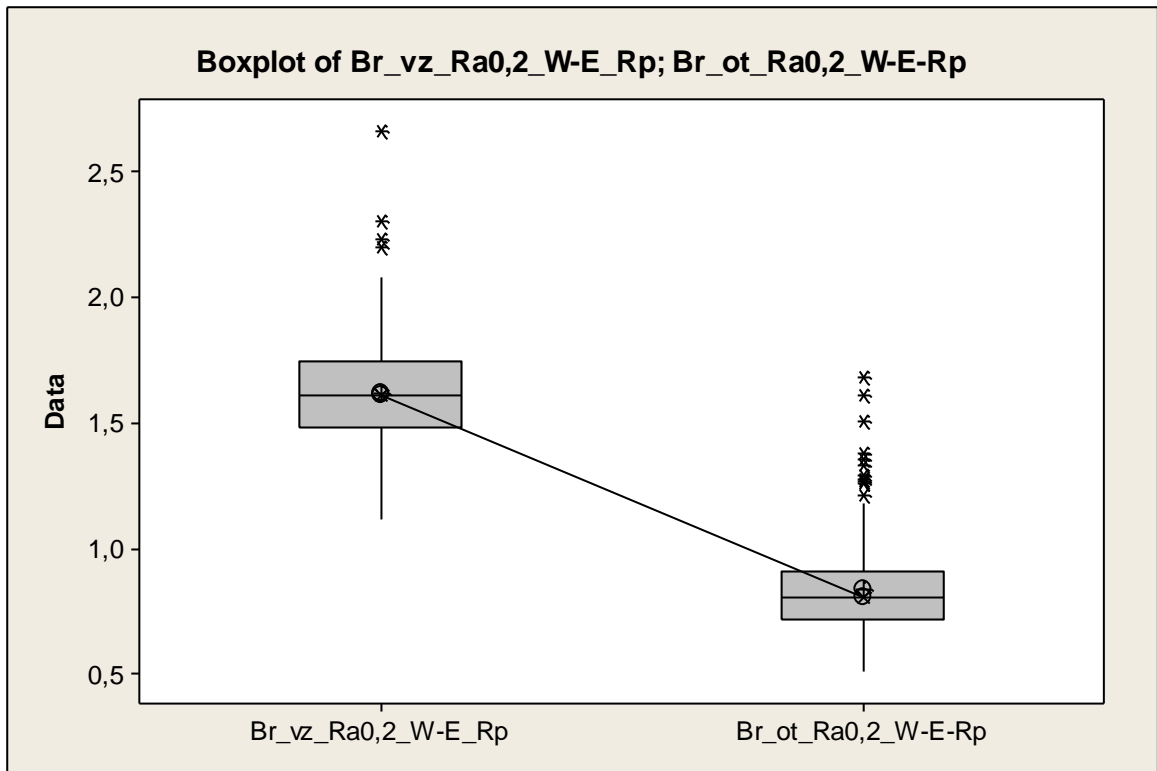
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

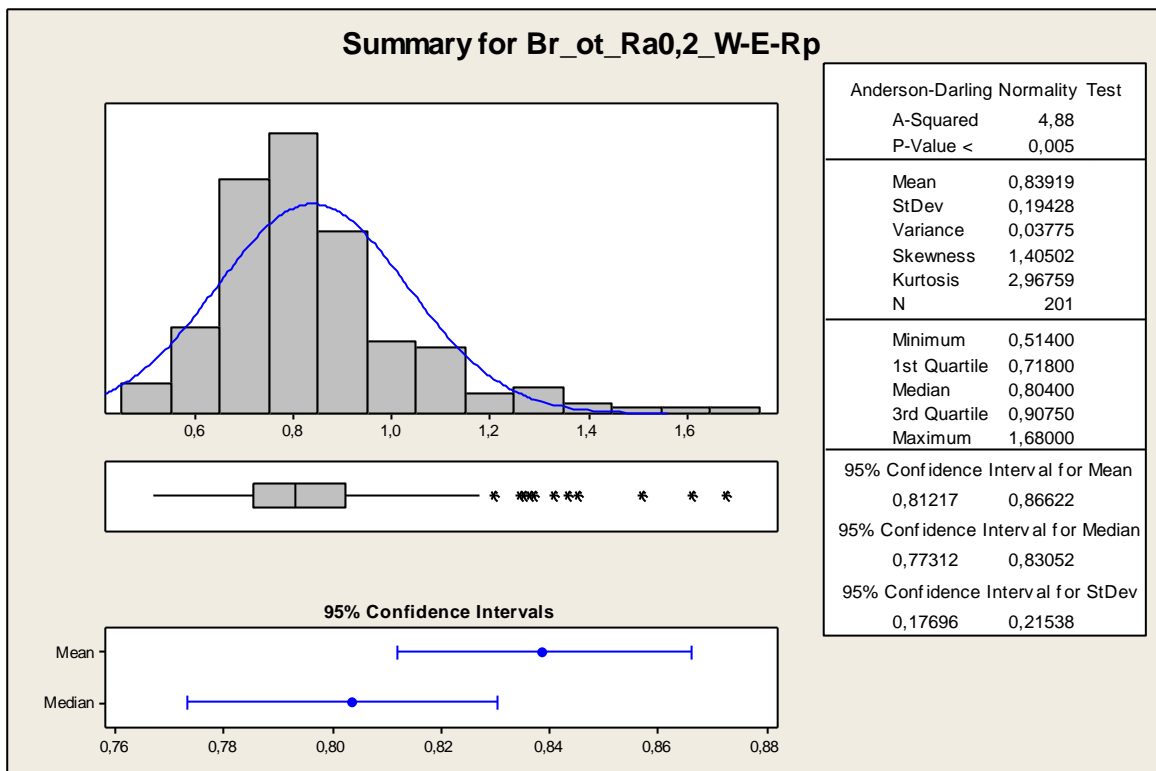
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr Rp se liší významně.

Broušení parametr Rp (Ra=0,2)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra0,2_W-E-Rp	201	1,62	0,02	0,22	13,34	1,61
Br_ot_Ra0,2_W-E-Rp	201	0,84	0,01	0,19	23,15	0,80

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra0,2_W-E-Rp; Br_ot_Ra0,2_W-E-Rp

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	1,61	1,56	1,63
otisk	0,8	0,77	0,83

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 1,61 - 0,80 = 0,81 \mu\text{m}$$

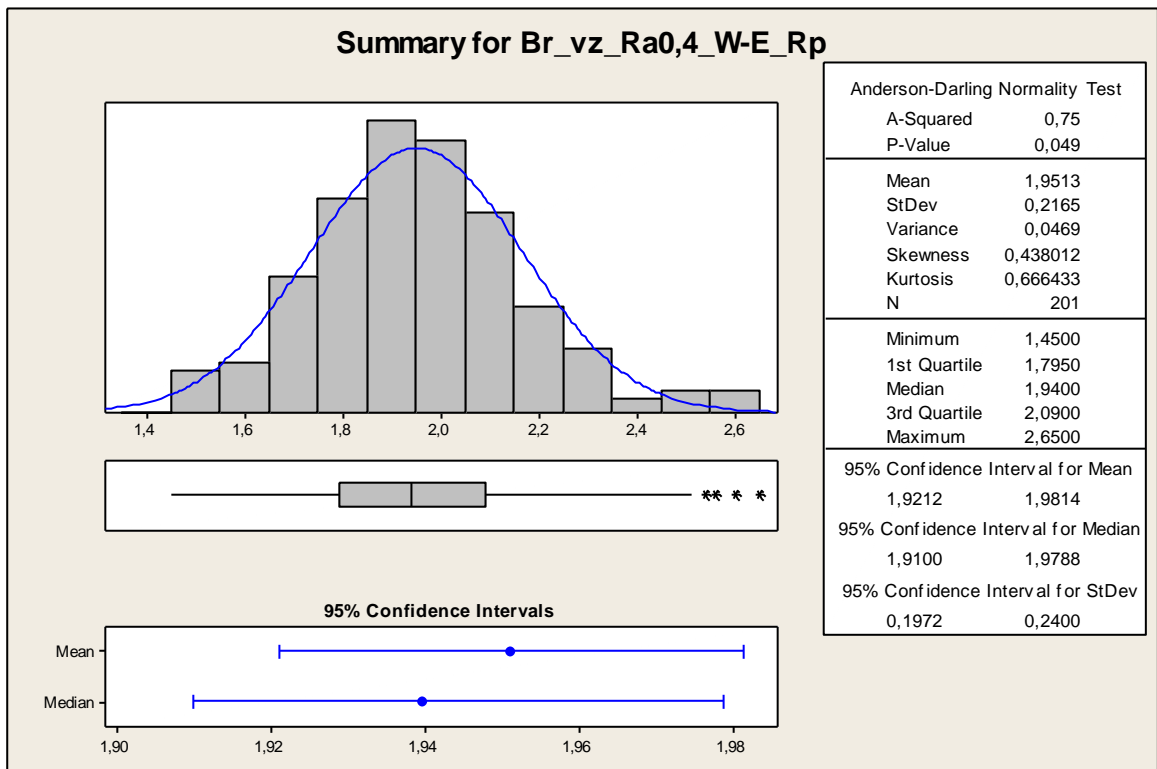
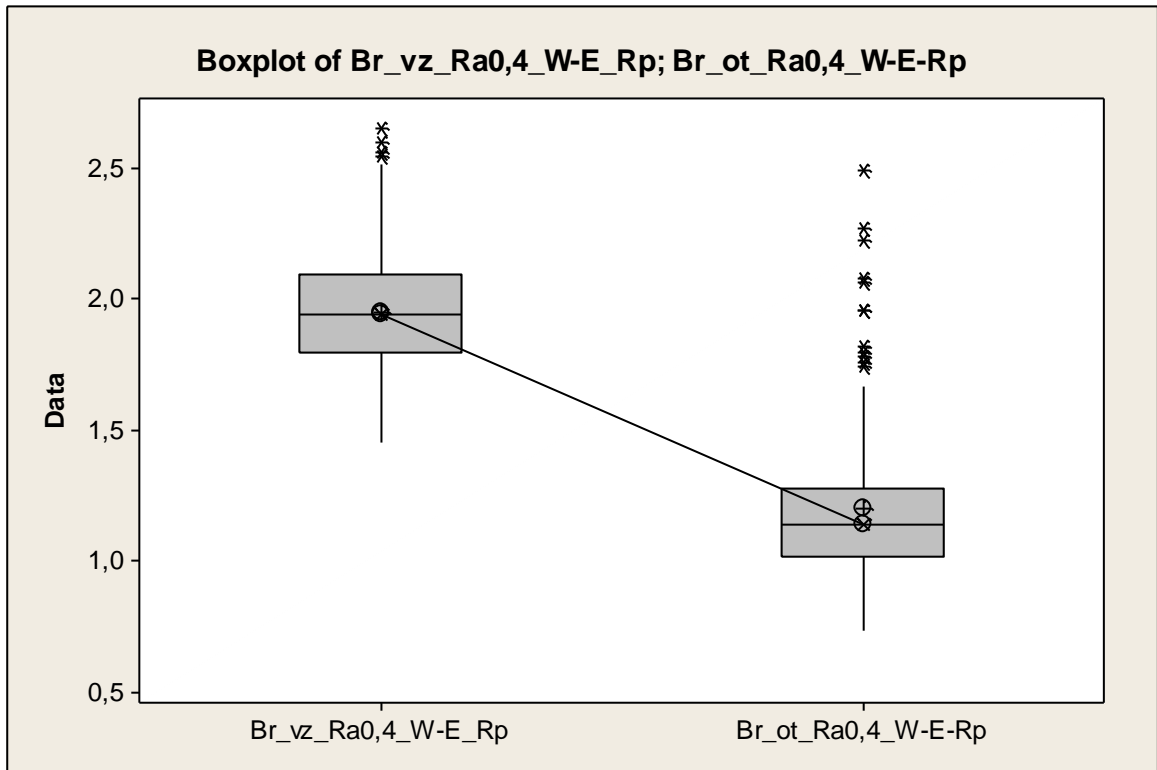
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

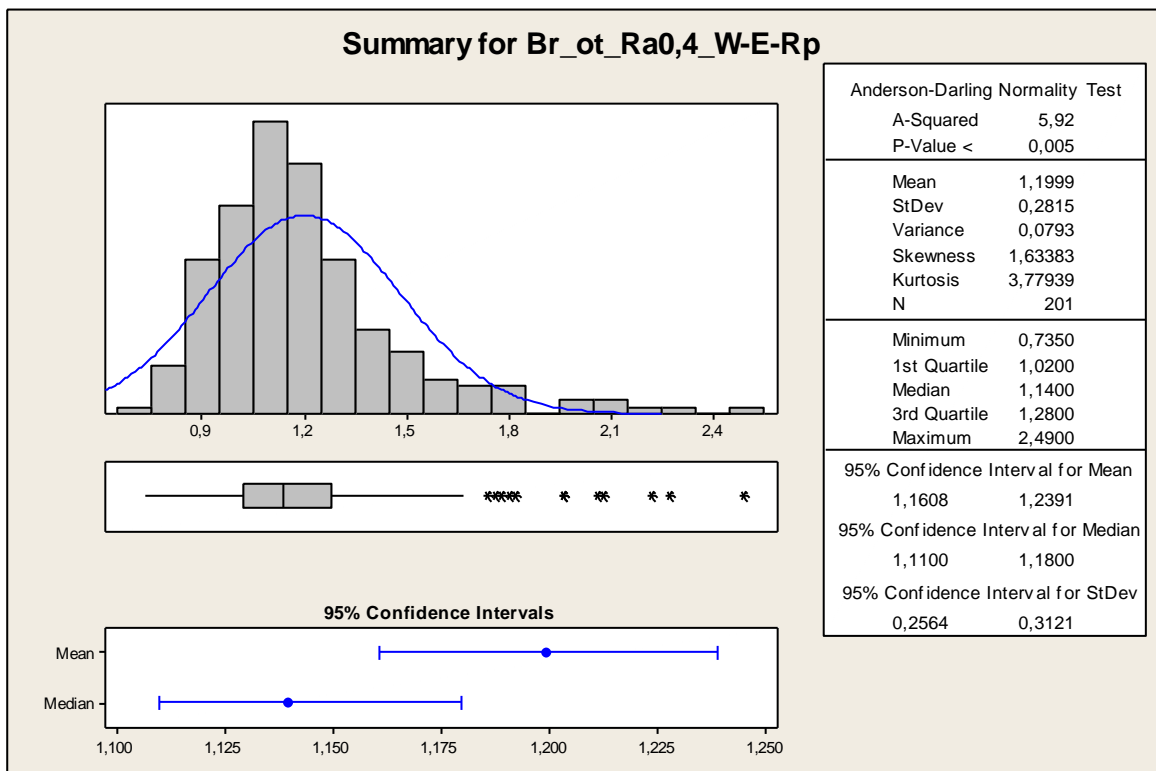
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr Rp se liší významně.

Broušení parametr Rp (Ra=0,4)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra0,4_W-E_Rp	201	1,95	0,02	0,22	11,09	1,94
Br_ot_Ra0,4_W-E-Rp	201	1,20	0,02	0,28	23,46	1,14

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra0,4_W-E_Rp; Br_ot_Ra0,4_W-E-Rp

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	1,94	1,91	1,98
otisk	1,14	1,11	1,18

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 1,94 - 1,14 = 0,80 \mu\text{m}$$

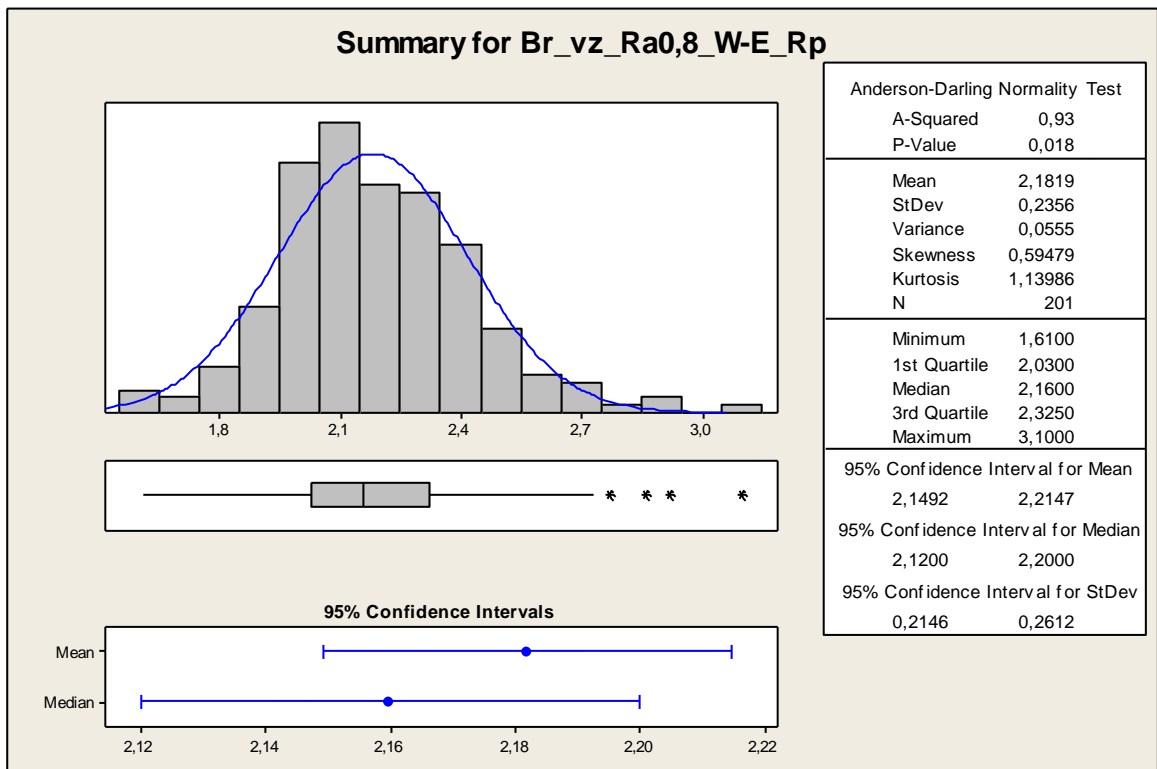
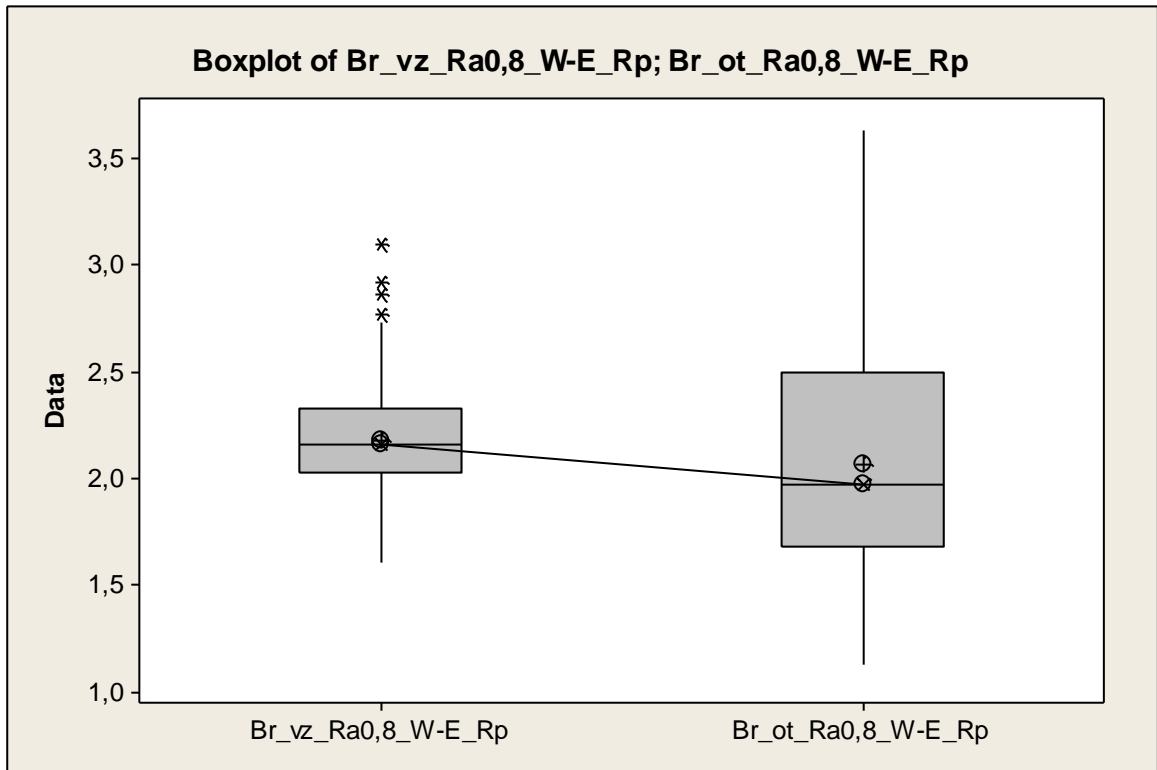
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

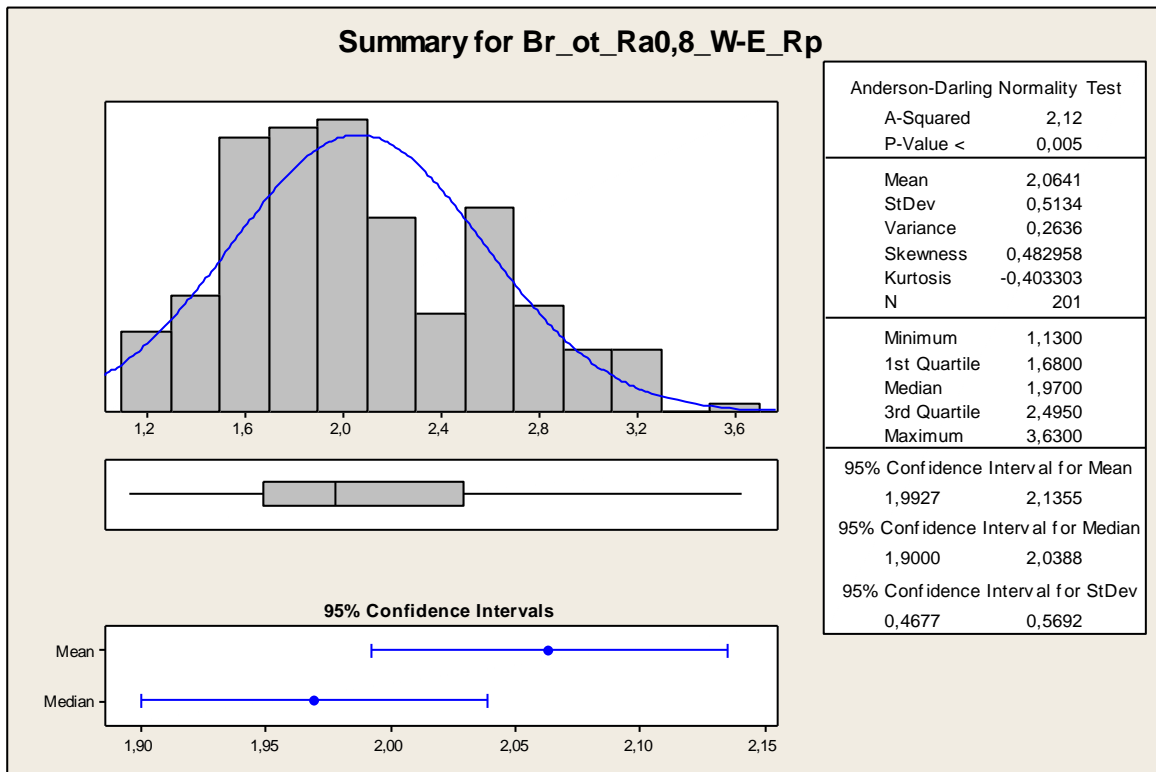
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr Rp se liší významně.

Broušení parametr Rp (Ra=0,8)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra0,8_W-E_Rp	201	2,18	0,02	0,24	10,80	2,16
Br_ot_Ra0,8_W-E_Rp	201	2,06	0,04	0,51	24,87	1,97

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra0,8_W-E_Rp; Br_ot_Ra0,8_W-E_Rp

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	2,16	2,12	2,20
otisk	1,97	1,90	2,00

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 2,16 - 1,97 = 0,19 \mu\text{m}$$

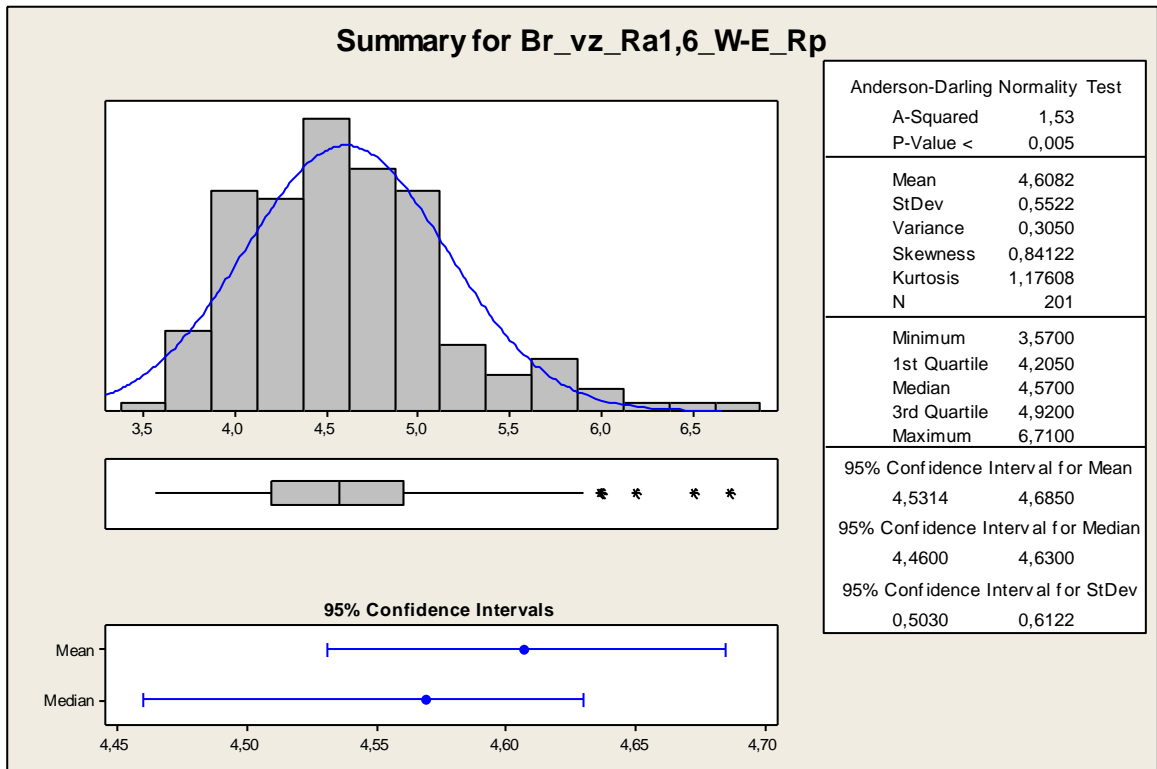
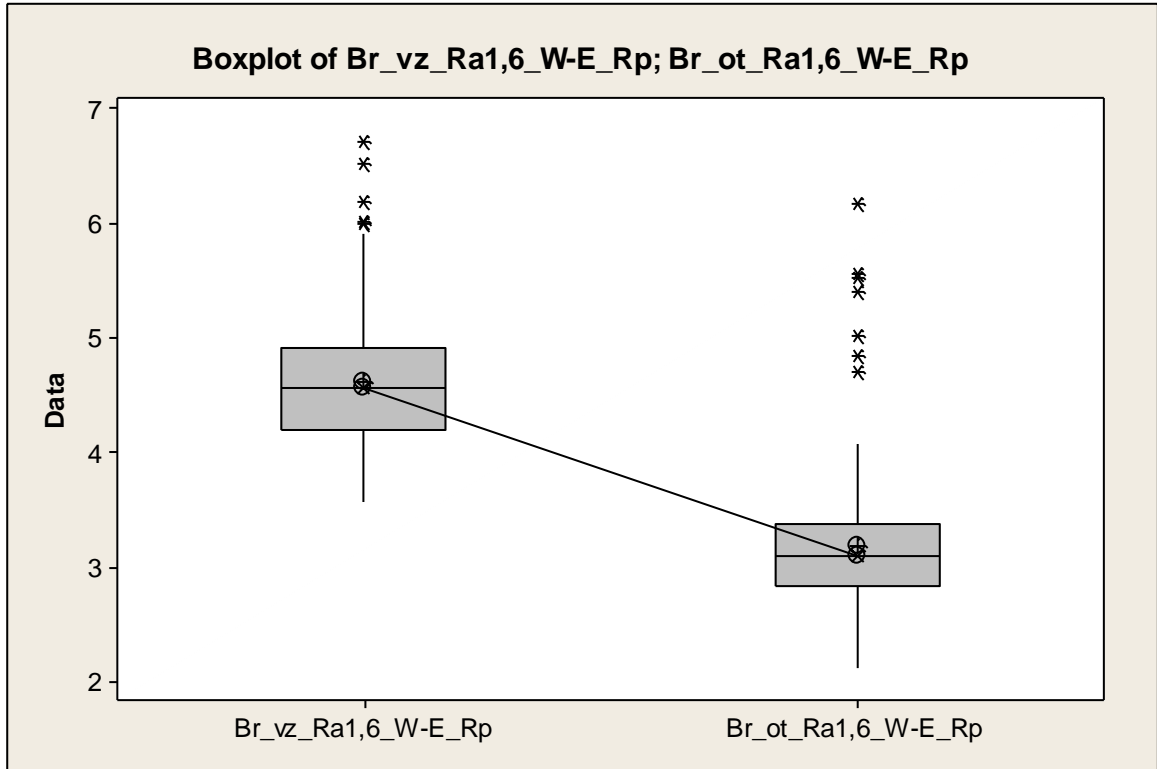
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

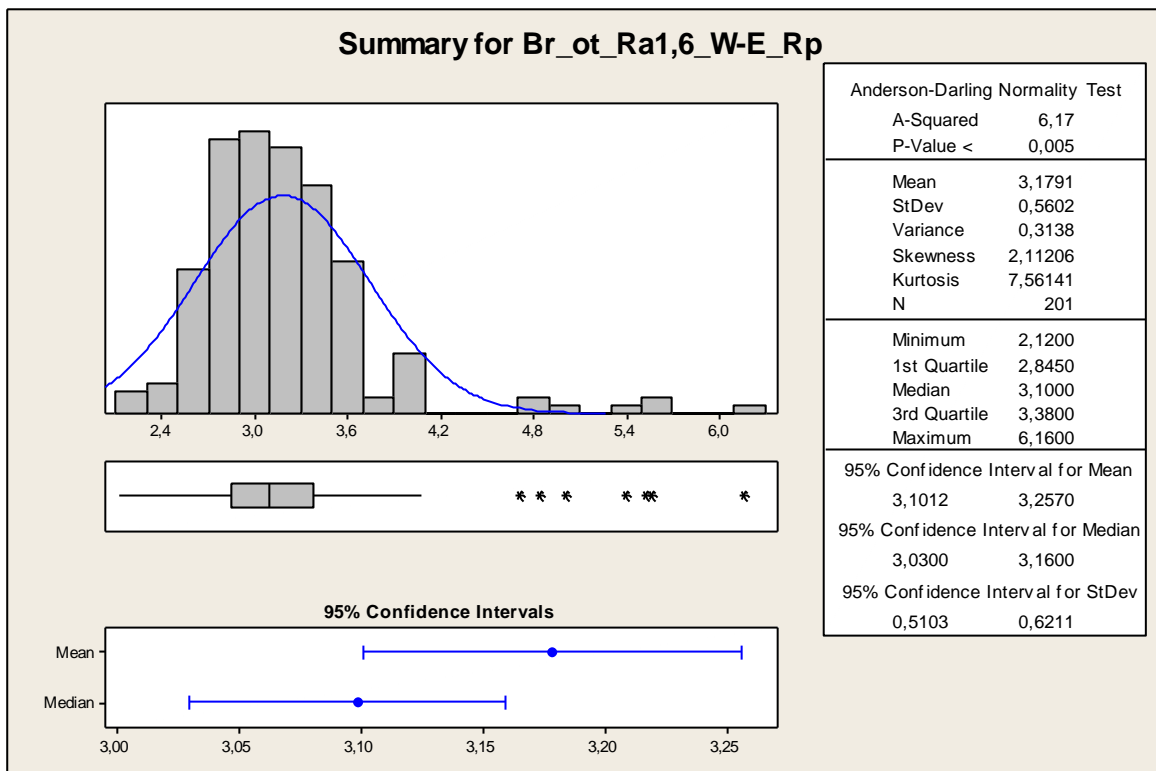
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr Rp se liší významně.

Broušení parametr Rp (Ra=1,6)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra1,6_W-E_Rp	201	4,61	0,04	0,55	11,98	4,57
Br_ot_Ra1,6_W-E_Rp	201	3,18	0,04	0,56	17,62	3,10

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra1,6_W-E_Rp; Br_ot_Ra1,6_W-E_Rp

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	4,57	4,46	4,63
otisk	3,10	3,03	3,16

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 4,57 - 3,10 = 1,47\mu\text{m}$$

$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

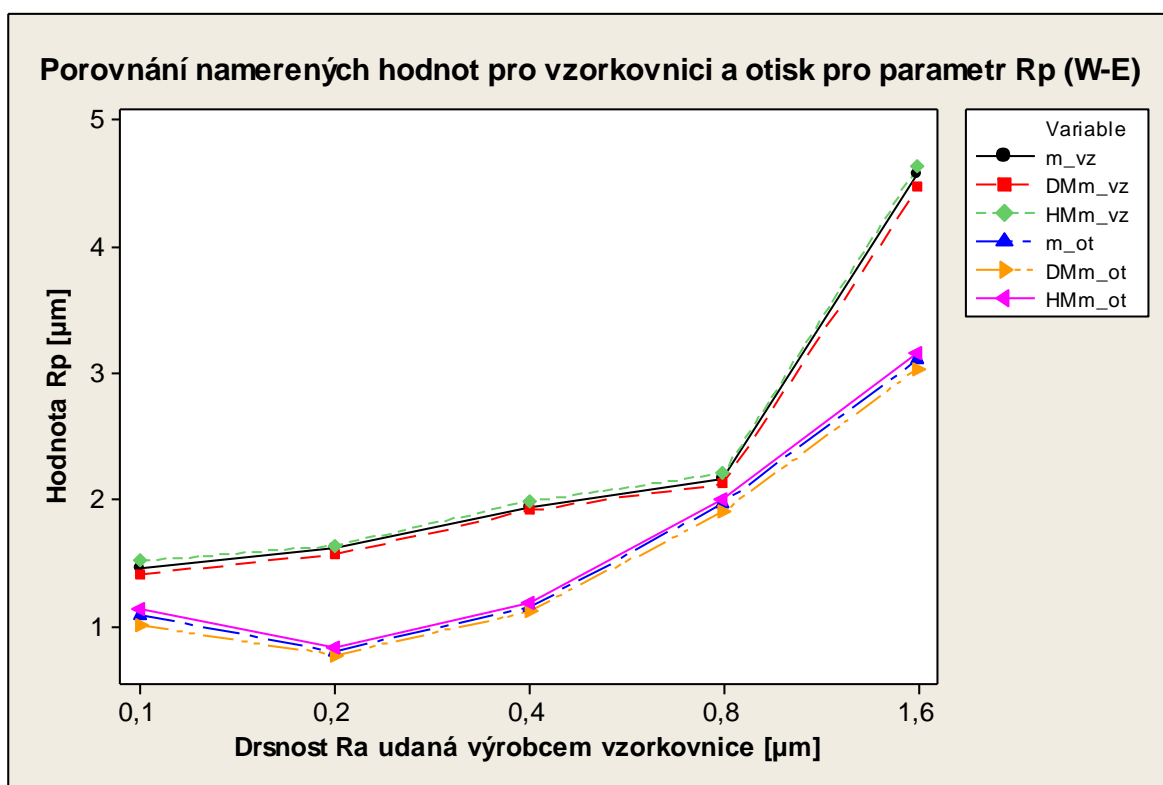
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr Rp se liší významně.

Tabulka hodnot mediánů a dolních a horních mezí konfidenčních intervalů pro mediány (hodnoty v μm)

	vzorkovnice			otisk		
	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
Rp_Ra0,1	1,46	1,41	1,51	1,08	1	1,13
Rp_Ra0,2	1,61	1,56	1,63	0,8	0,77	0,83
Rp_Ra0,4	1,94	1,91	1,98	1,14	1,11	1,18
Rp_Ra0,8	2,16	2,12	2,2	1,97	1,9	2
Rp_Ra1,6	4,57	4,46	4,63	3,1	3,03	3,16

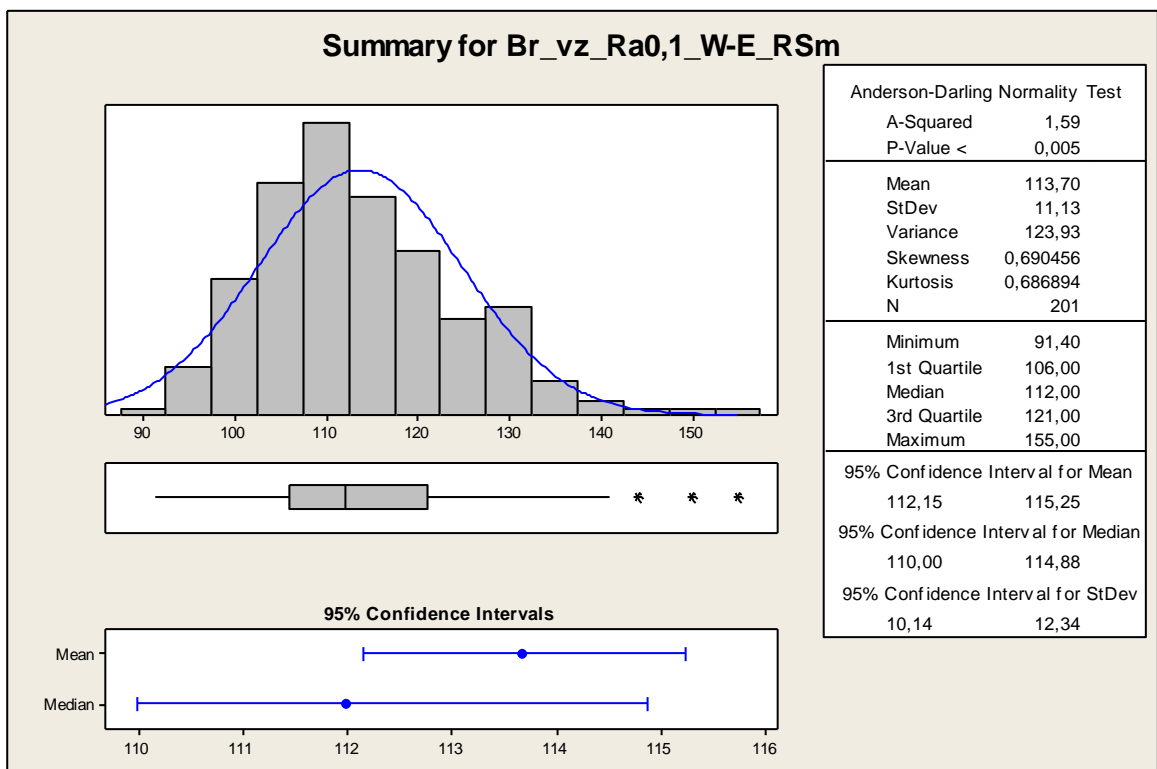
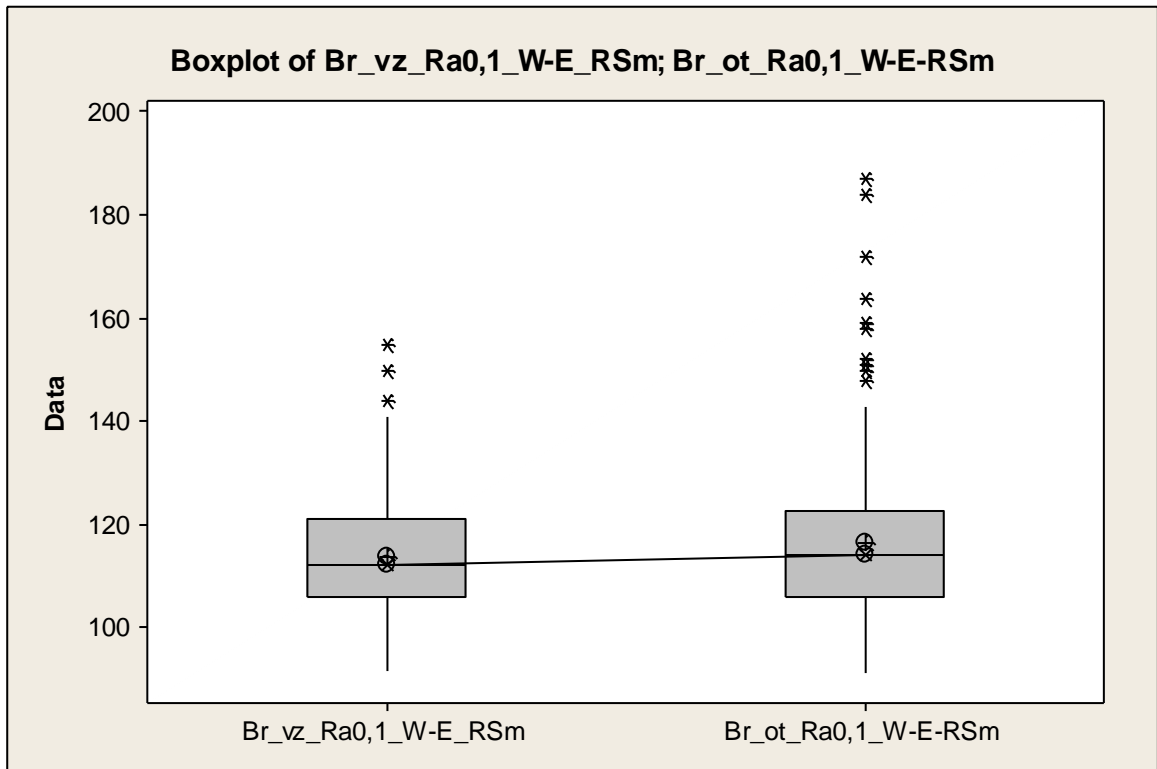


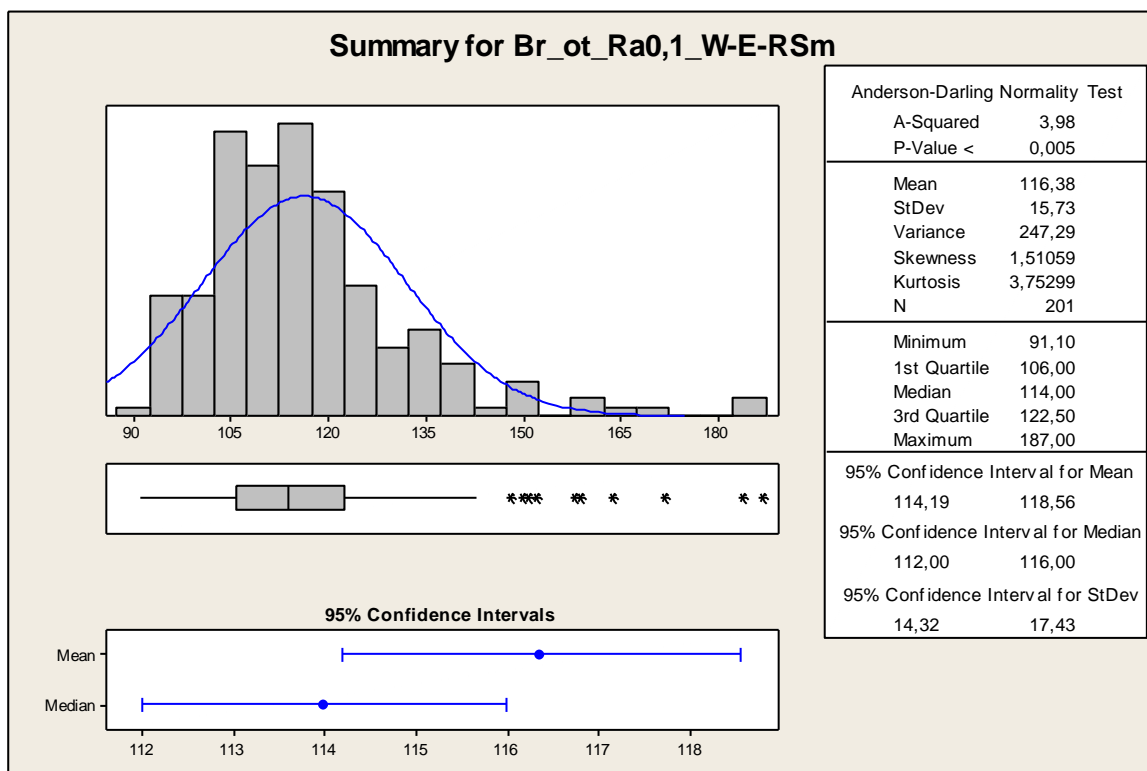
Hodnoty mediánů daných parametřů

Obvodové broušení - směr W-E				
Parametr	Vzorkovnice [μm]	Otisk [μm]	Rozdíl [μm]	% vyjádření
Rp_Ra0,1	1,46	1,08	0,38	26,03
Rp_Ra0,2	1,61	0,8	0,81	50,31
Rp_Ra0,4	1,94	1,14	0,80	41,24
Rp_Ra0,8	2,16	1,97	0,19	8,80
Rp_Ra1,6	4,57	3,1	1,47	32,17

PŘÍLOHA VIII: OBVODOVÉ BROUŠENÍ; SMĚR W-E; PARAMETR RSm

Broušení parametr RSm (Ra=0,1)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra0,1_W-E_RSm	201	113,70	0,79	11,13	9,79	112,00
Br_ot_Ra0,1_W-E_RSm	201	116,38	1,11	15,73	13,51	114,00

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra0,1_W-E_RSm(mm); Br_ot_Ra0,1_W-E-RSm

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,2438
 The test is significant at 0,2436 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	112	110	115
otisk	114	112	116

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 112 - 114 = -2 \mu\text{m}$$

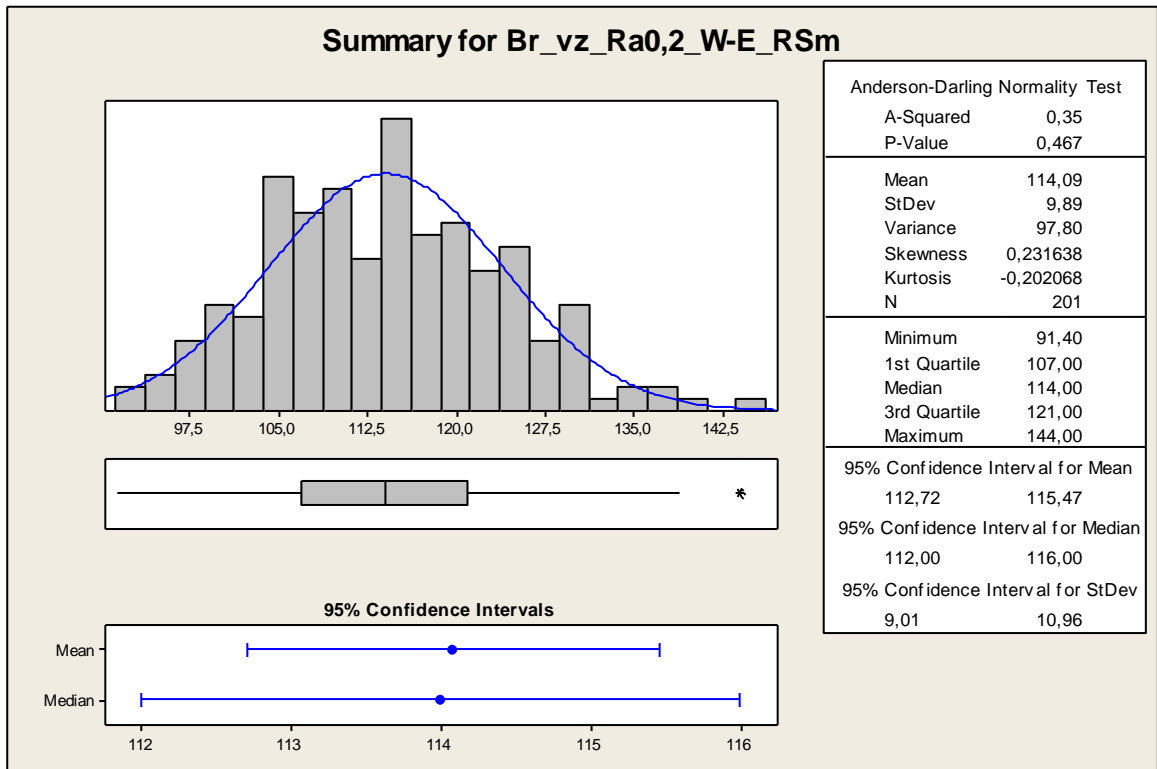
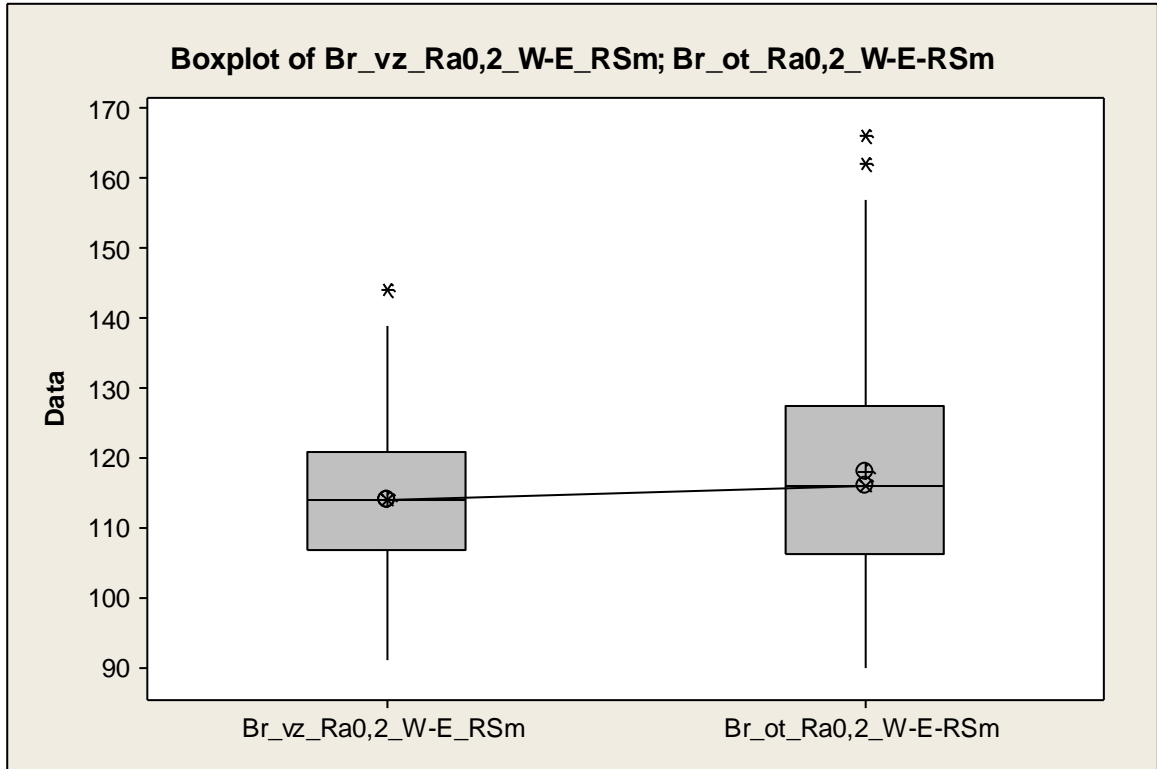
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

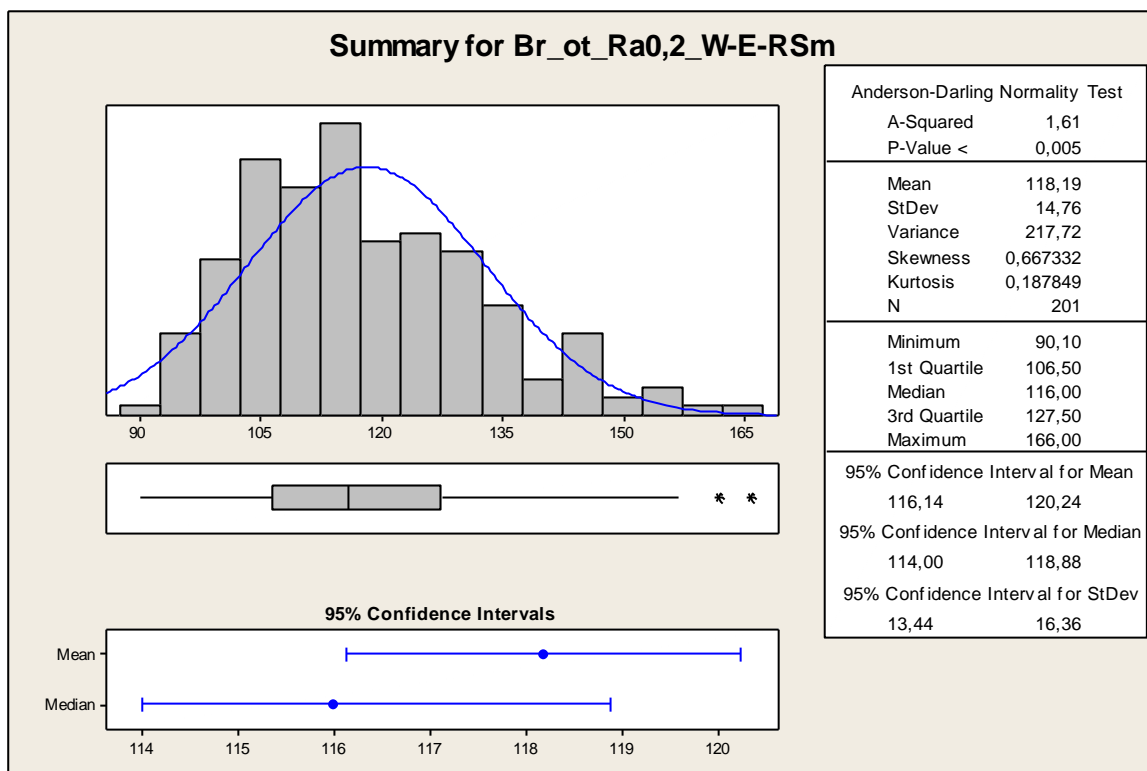
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,2438 \rightarrow$ nezamítáme H_0 o rovnosti mediánů s pravděpodobností $1-\alpha=0,95$, s možností omylu 5%.

Broušení parametr RSm (Ra=0,2)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra0,2_W-E_RSm	201	114,09	0,70	9,89	8,67	114,00
Br_ot_Ra0,2_W-E_RSm	201	118,19	1,04	14,76	12,48	116,00

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra0,2_W-E_RSm; Br_ot_Ra0,2_W-E-RSm

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0210
 The test is significant at 0,0210 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	114	112	116
otisk	116	114	119

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 114 - 116 = -2 \mu\text{m}$$

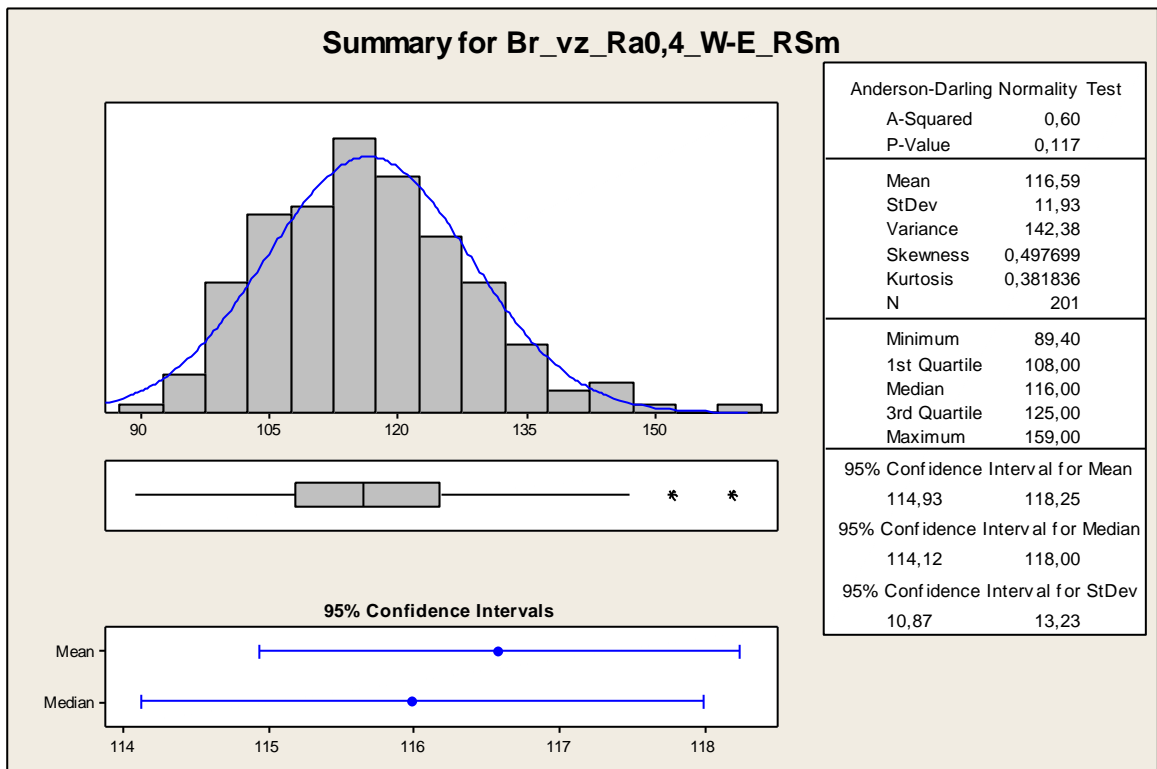
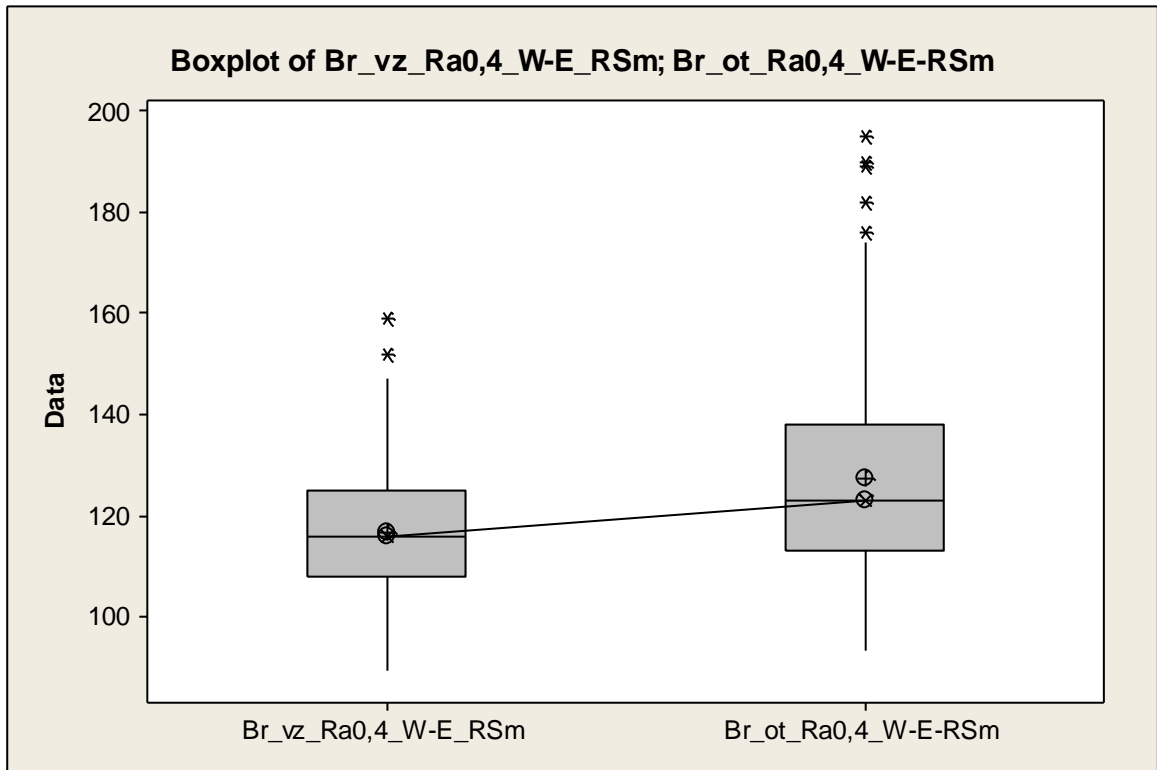
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

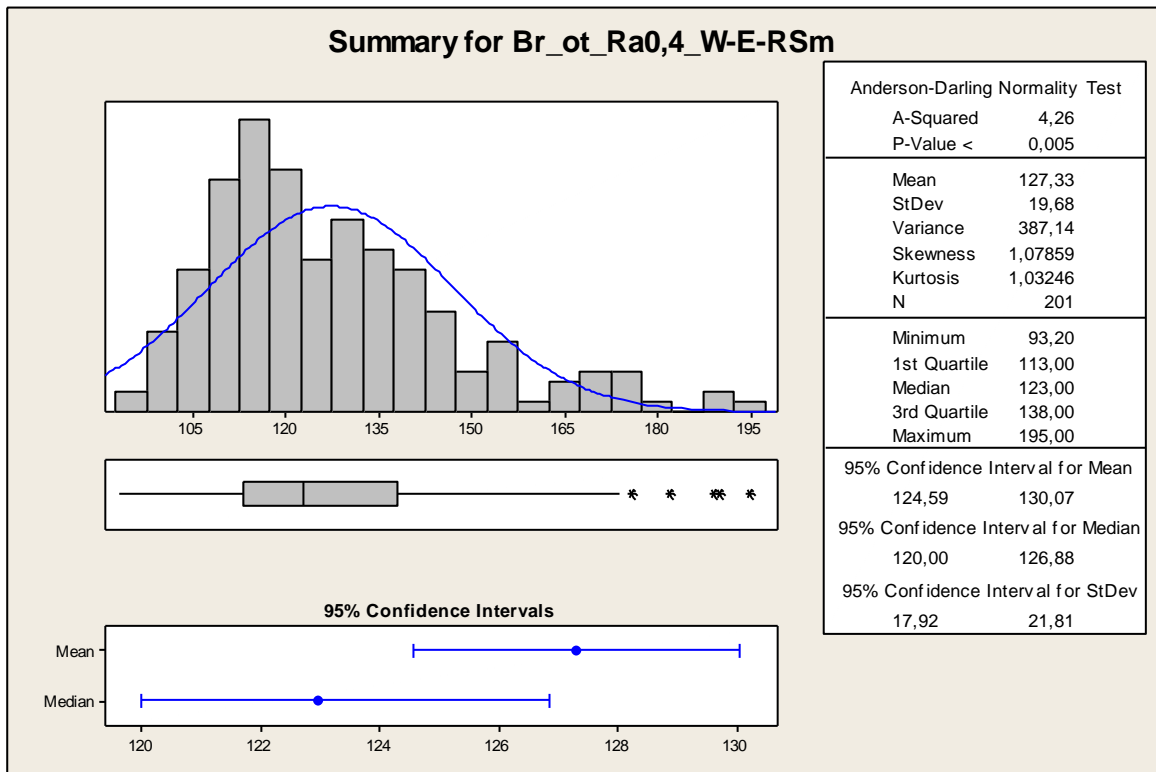
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,021 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů Mediány pro parametr RSm se liší významně.

Broušení parametr RSm (Ra=0,4)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra0,4_W-E_RSsm	201	116,59	0,84	11,93	10,23	116,00
Br_ot_Ra0,4_W-E_RSsm	201	127,33	1,39	19,68	15,45	123,00

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra0,4_W-E_RSsm; Br_ot_Ra0,4_W-E-RSm

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	116	114	118
otisk	123	120	127

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 116 - 123 = -7 \mu\text{m}$$

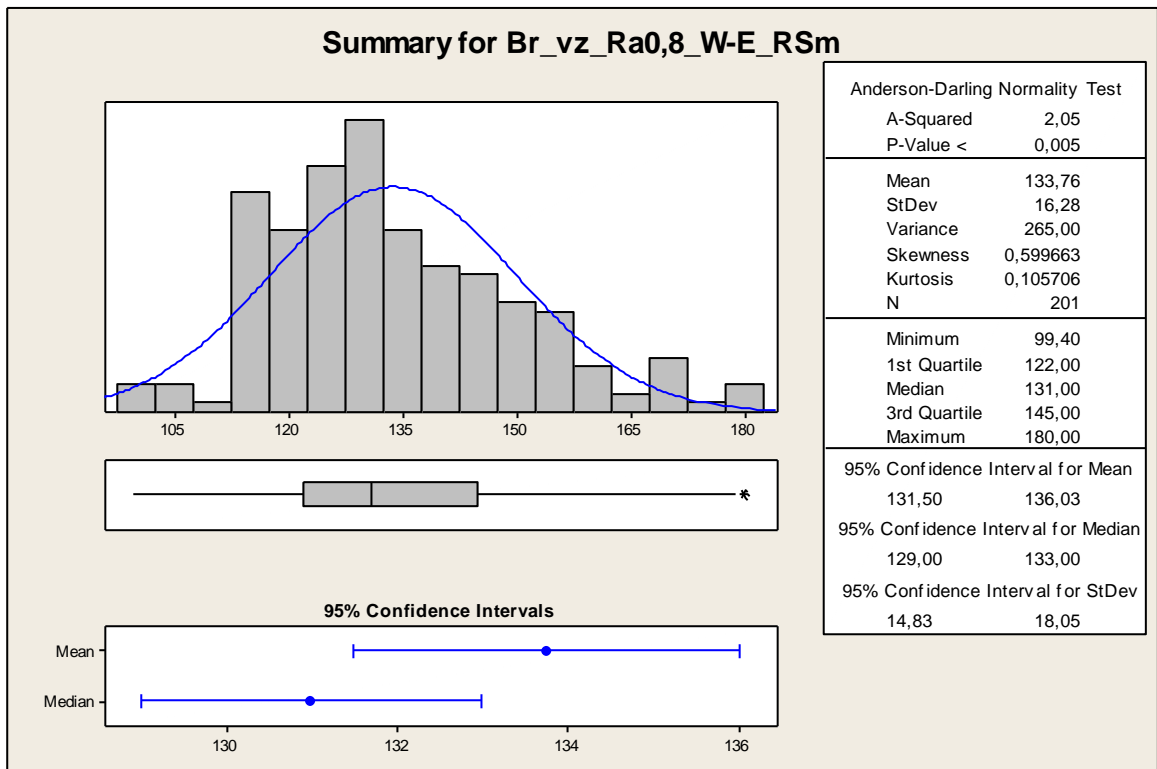
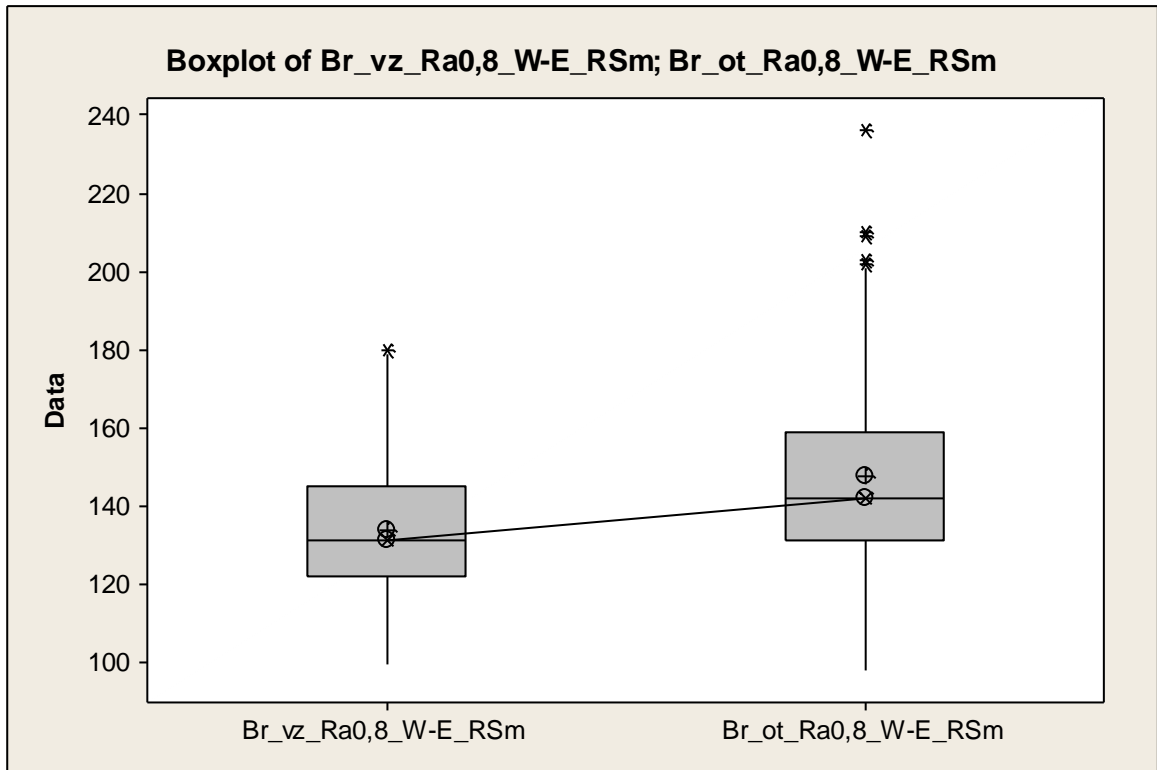
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

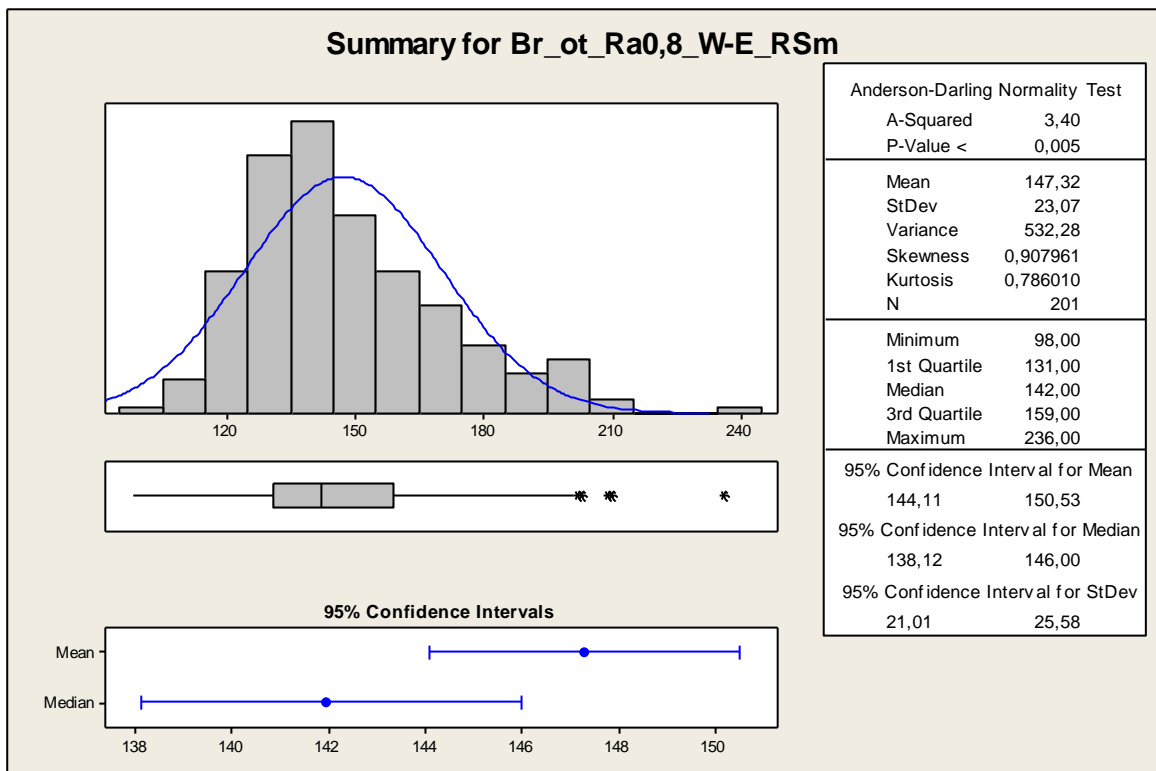
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů Mediány pro parametr RSm se liší významně.

Broušení parametr RSm (Ra=0,8)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra0,8_W-E_RSm	201	133,76	1,15	16,28	12,17	131,00
Br_ot_Ra0,8_W-E_RSm	201	147,32	1,63	23,07	15,66	142,00

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra0,8_W-E_RSm; Br_ot_Ra0,8_W-E_RSm

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	131	129	133
otisk	142	138	146

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 131 - 142 = -11 \mu\text{m}$$

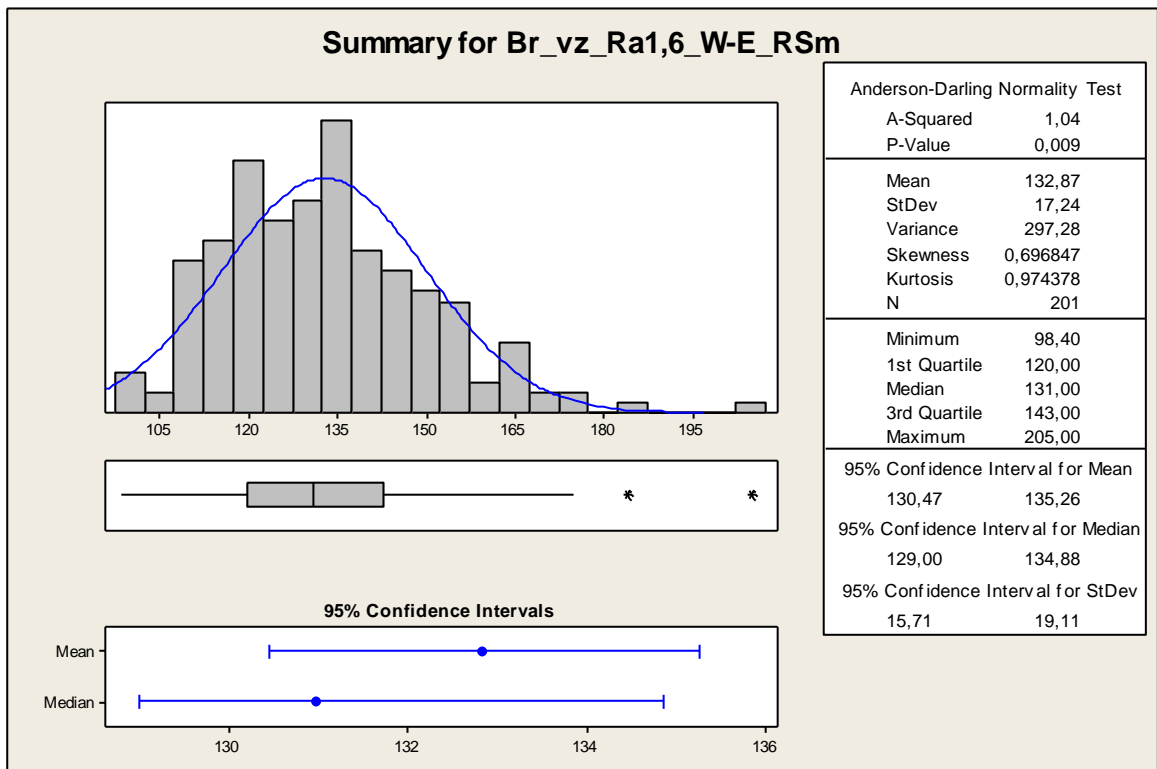
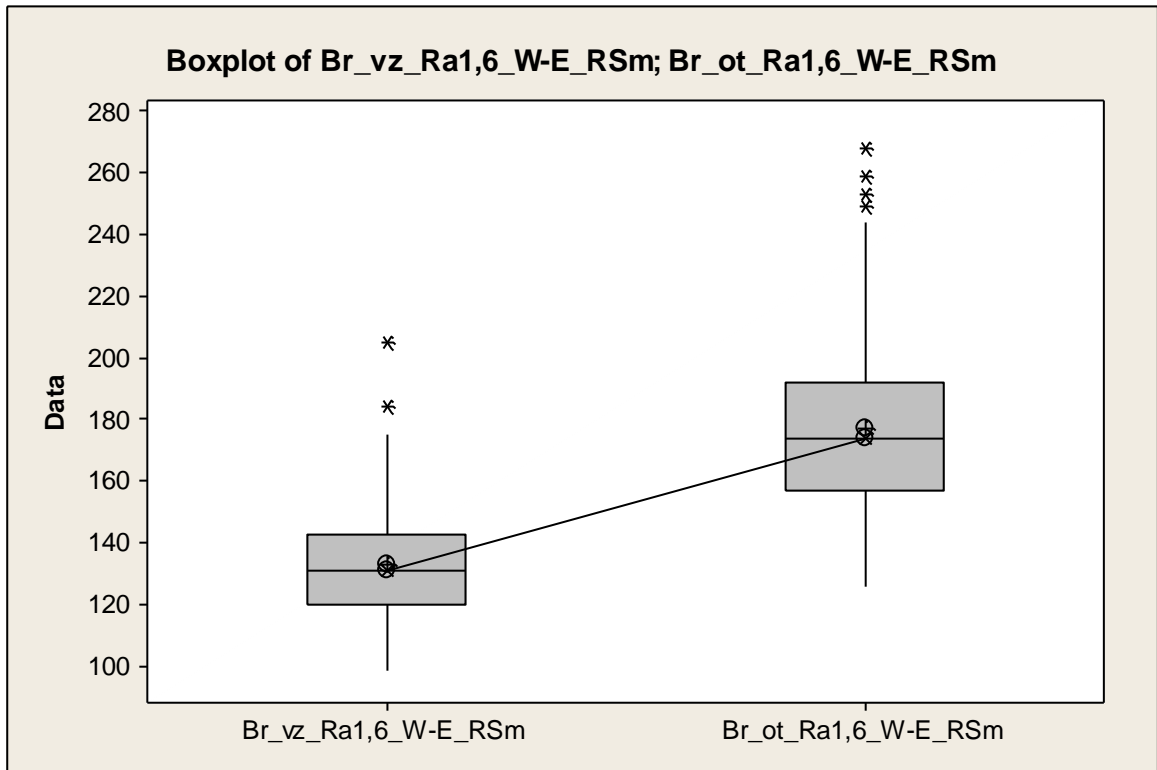
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

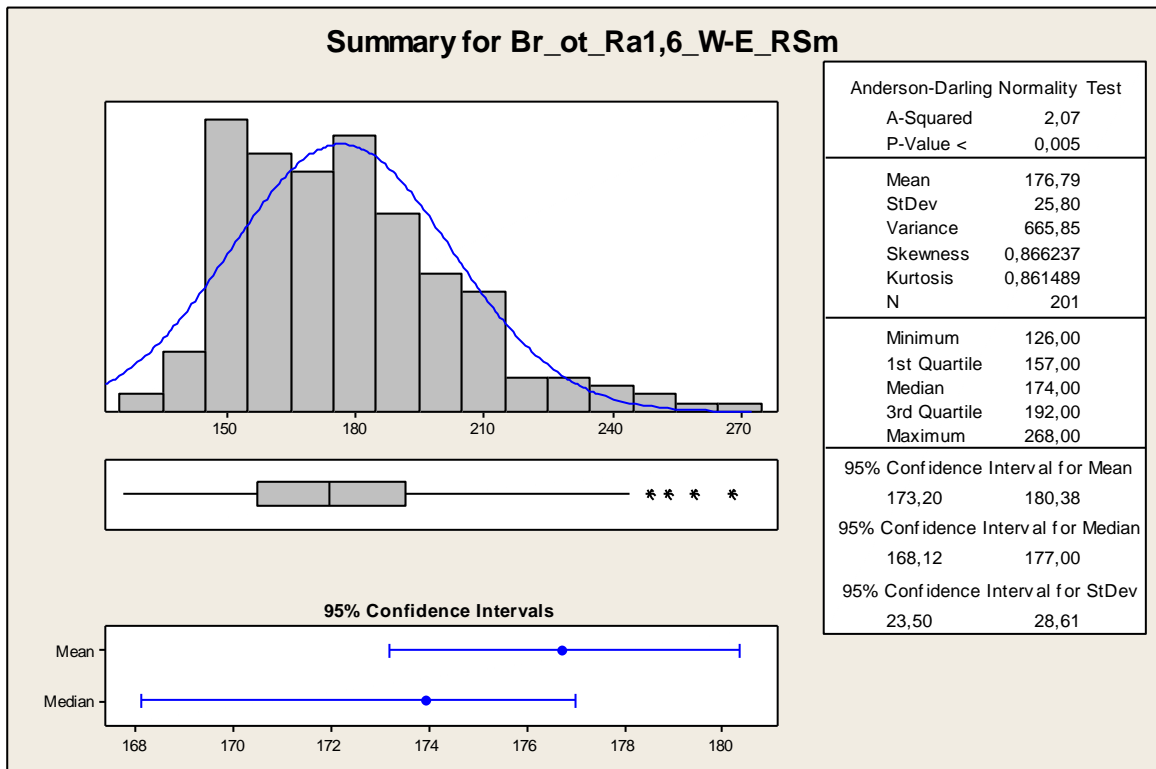
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů Mediány pro parametr RSm se liší významně.

Broušení parametr RSm (Ra=1,6)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra1,6_W-E_RSm	201	132,87	1,22	17,24	12,98	131,00
Br_ot_Ra1,6_W-E_RSm	201	176,79	1,82	25,80	14,60	174,00

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra1,6_W-E_RSm; Br_ot_Ra1,6_W-E_RSm

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	131	129	135
otisk	174	168	177

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 131 - 174 = 43 \mu\text{m}$$

$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

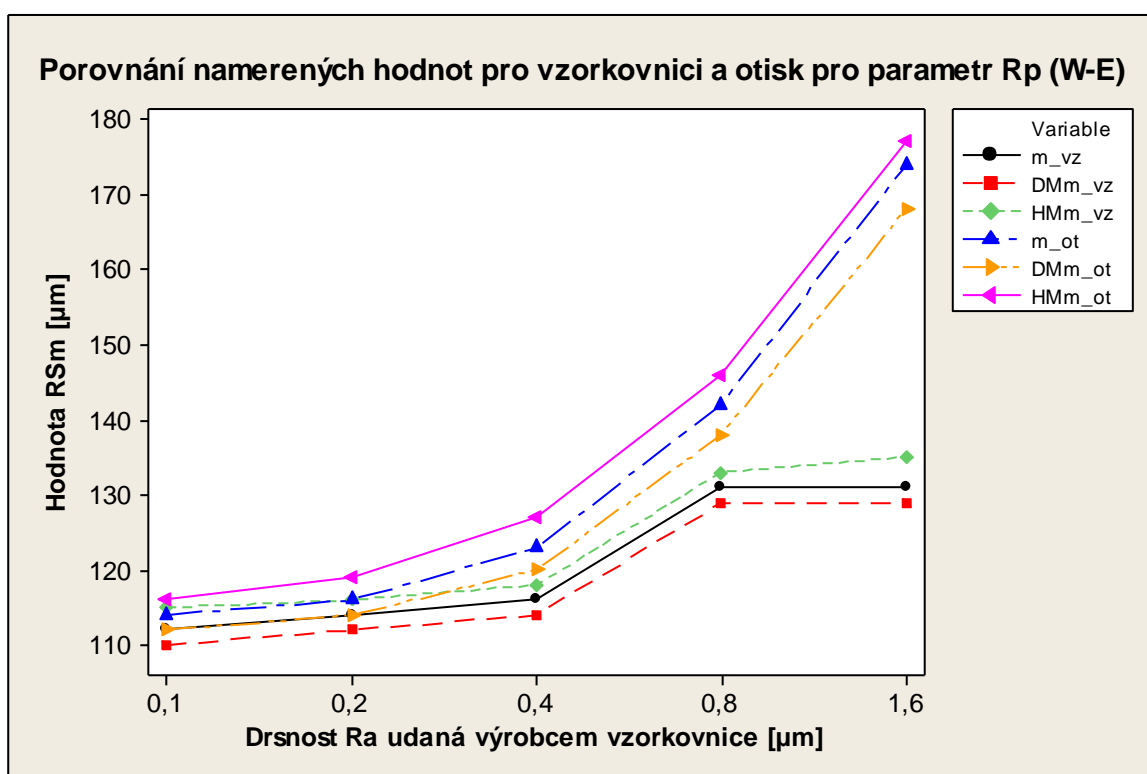
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů Mediány pro parametr RSm se liší významně.

Tabulka hodnot mediánů a dolních a horních mezí konfidenčních intervalů pro mediány (hodnoty v μm)

	vzorkovnice			otisk		
	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
RSm_Ra0,1	112	110	115	114	112	116
RSm_Ra0,2	114	112	116	116	114	119
RSm_Ra0,4	116	114	118	123	120	127
RSm_Ra0,8	131	129	133	142	138	146
RSm_Ra1,6	131	129	135	174	168	177

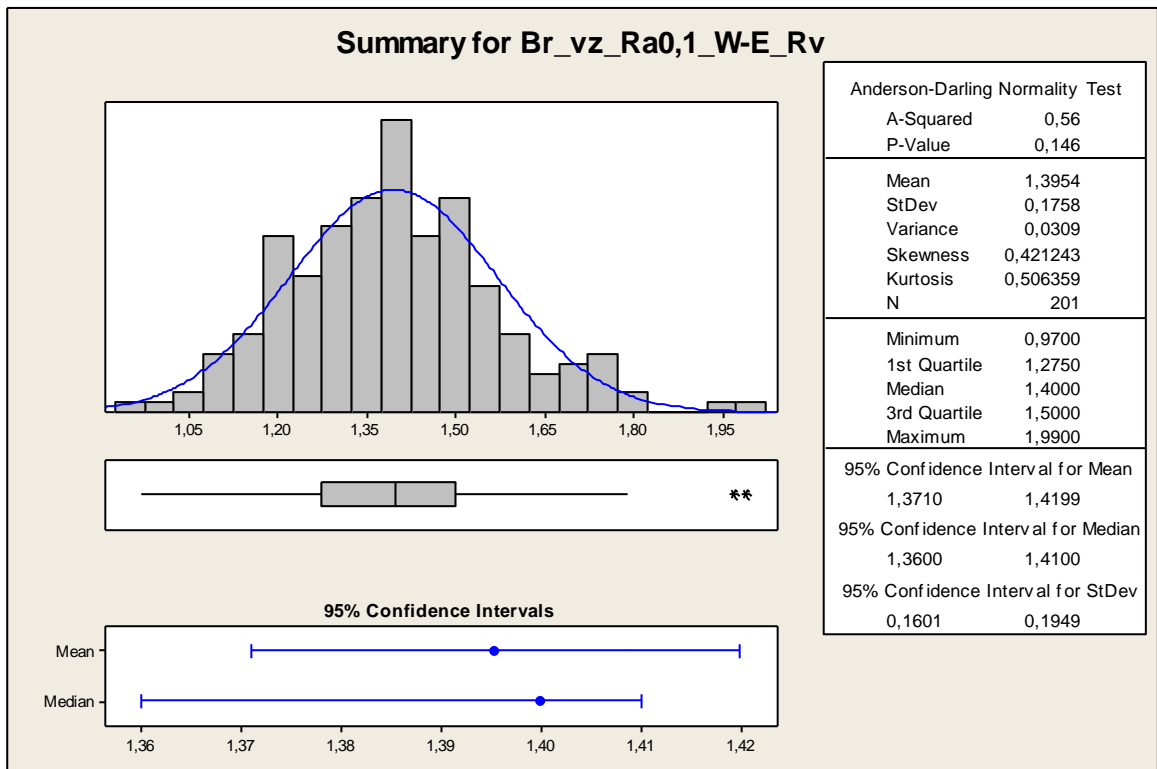
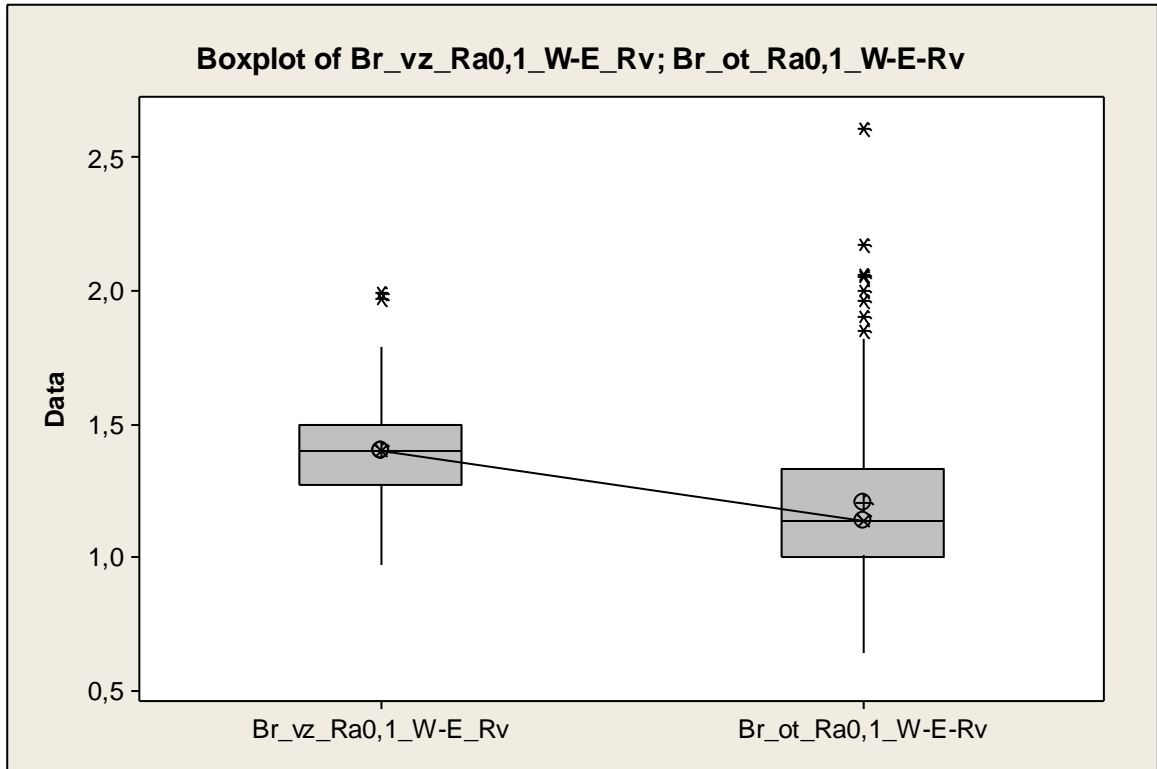


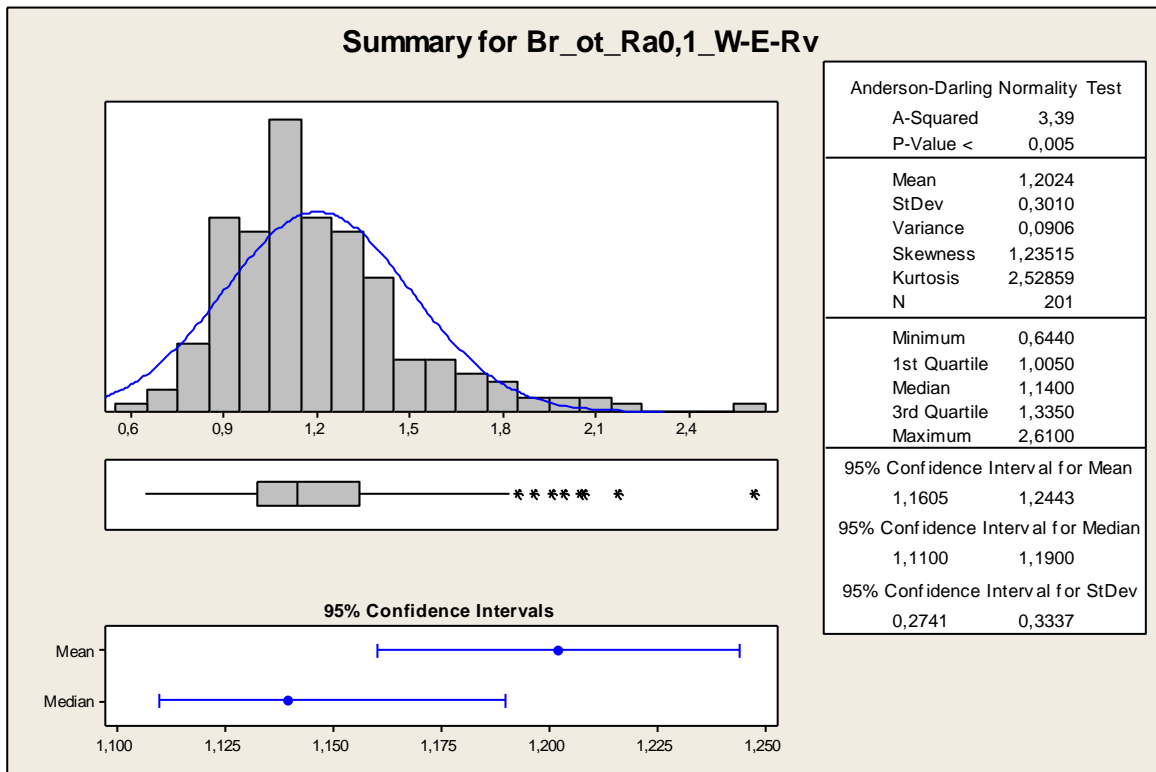
Hodnoty mediánů daných parametrů

Obvodové broušení - směr W-E				
Parametr	Vzorkovnice [μm]	Otisk [μm]	Rozdíl [μm]	% vyjádření
RSm_Ra0,1	112	114	-2,00	-1,79
RSm_Ra0,2	114	116	-2,00	-1,75
RSm_Ra0,4	116	123	-7,00	-6,03
RSm_Ra0,8	131	142	-11,00	-8,40
RSm_Ra1,6	131	174	-43,00	-32,82

PŘÍLOHA IX: OBVODOVÉ BROUŠENÍ; SMĚR W-E; PARAMETR Rv

Broušení parametr Rv (Ra=0,1)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra0,1_W-E_Rv	201	1,40	0,01	0,18	12,60	1,40
Br_ot_Ra0,1_W-E-Rv	201	1,20	0,02	0,30	25,03	1,14

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra0,1_W-E_Rv; Br_ot_Ra0,1_W-E-Rv

Test of $ETA1 = ETA2$ vs $ETA1 \text{ not } = ETA2$ is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	1,40	1,36	1,41
otisk	1,14	1,11	1,19

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 1,40 - 1,14 = 0,26\mu\text{m}$$

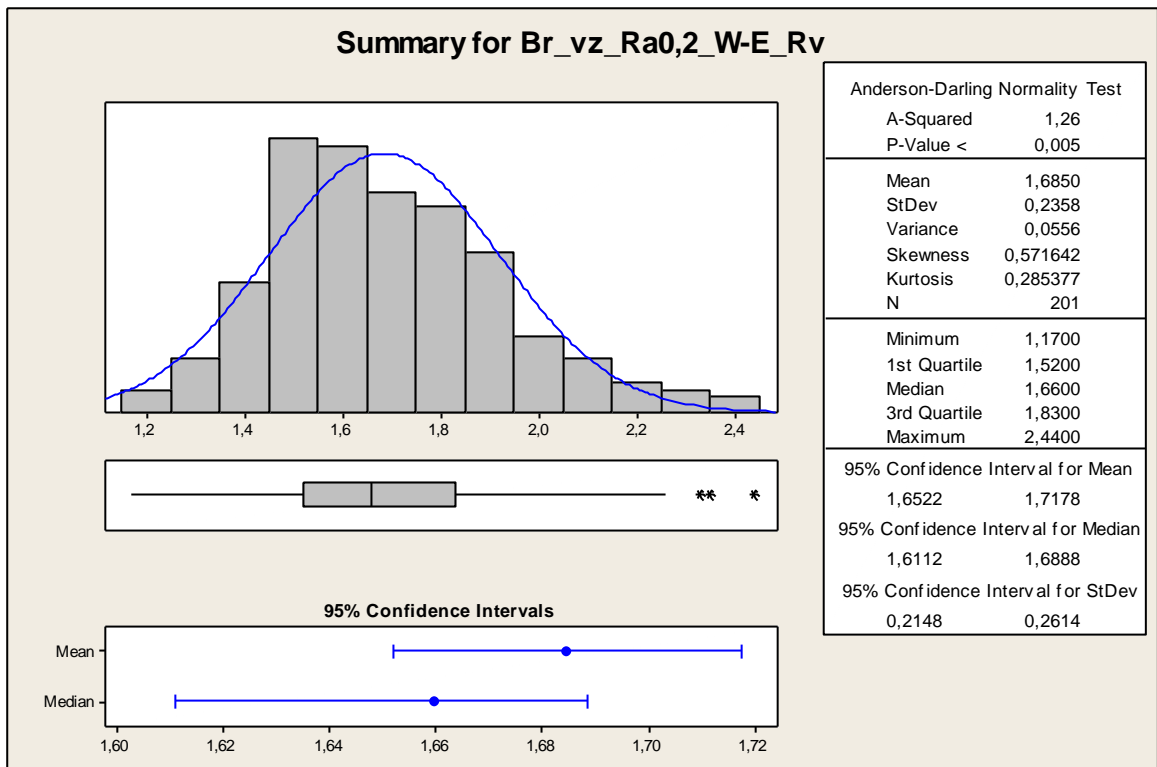
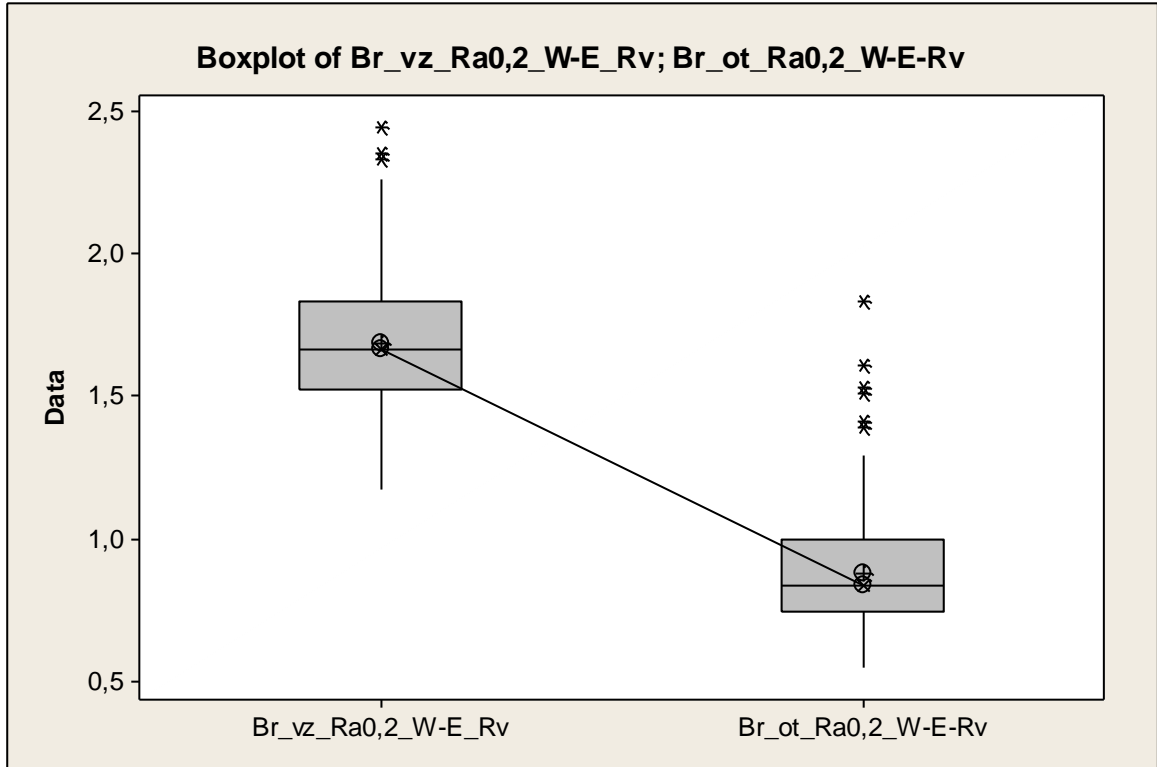
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

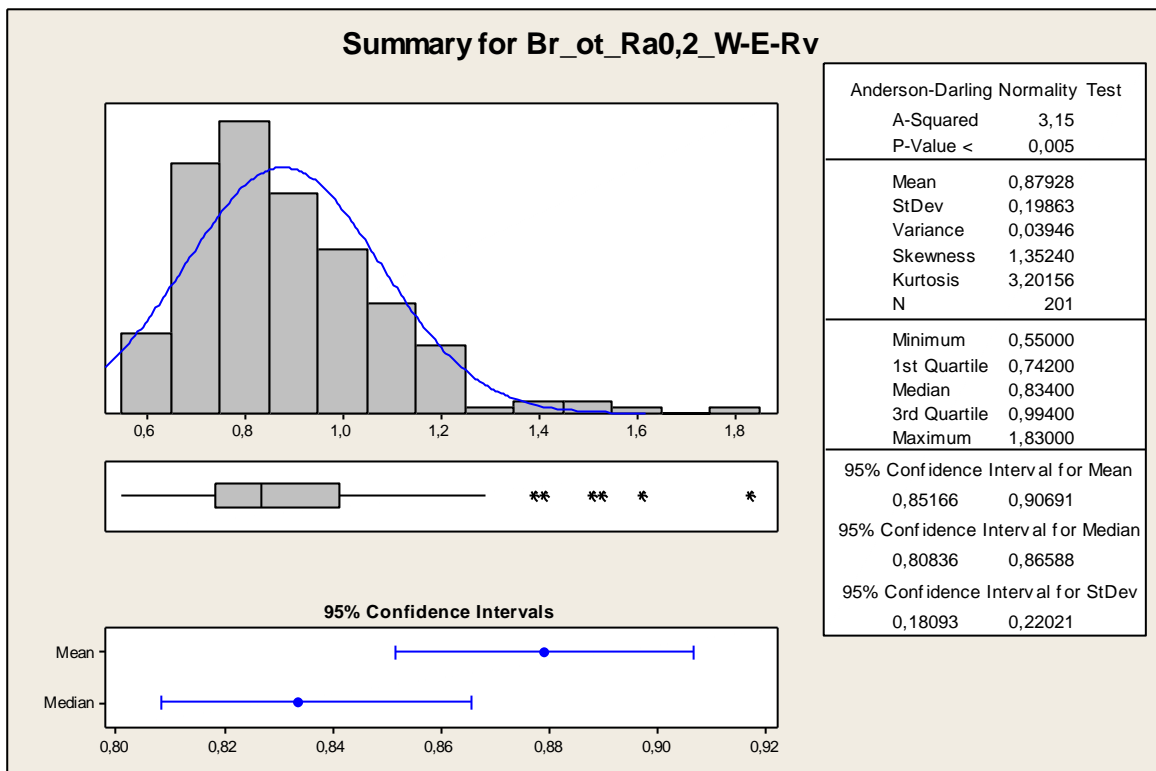
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů Mediány pro parametr Rv se liší významně.

Broušení parametr Ra (Ra=0,2)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra0,2_W-E_Rv	201	1,69	0,02	0,24	13,99	1,66
Br_ot_Ra0,2_W-E-Rv	201	0,88	0,01	0,20	22,59	0,83

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra0,2_W-E_Rv; Br_ot_Ra0,2_W-E-Rv

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	1,66	1,61	1,69
otisk	0,83	0,80	0,87

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 1,66 - 0,83 = 0,83 \mu\text{m}$$

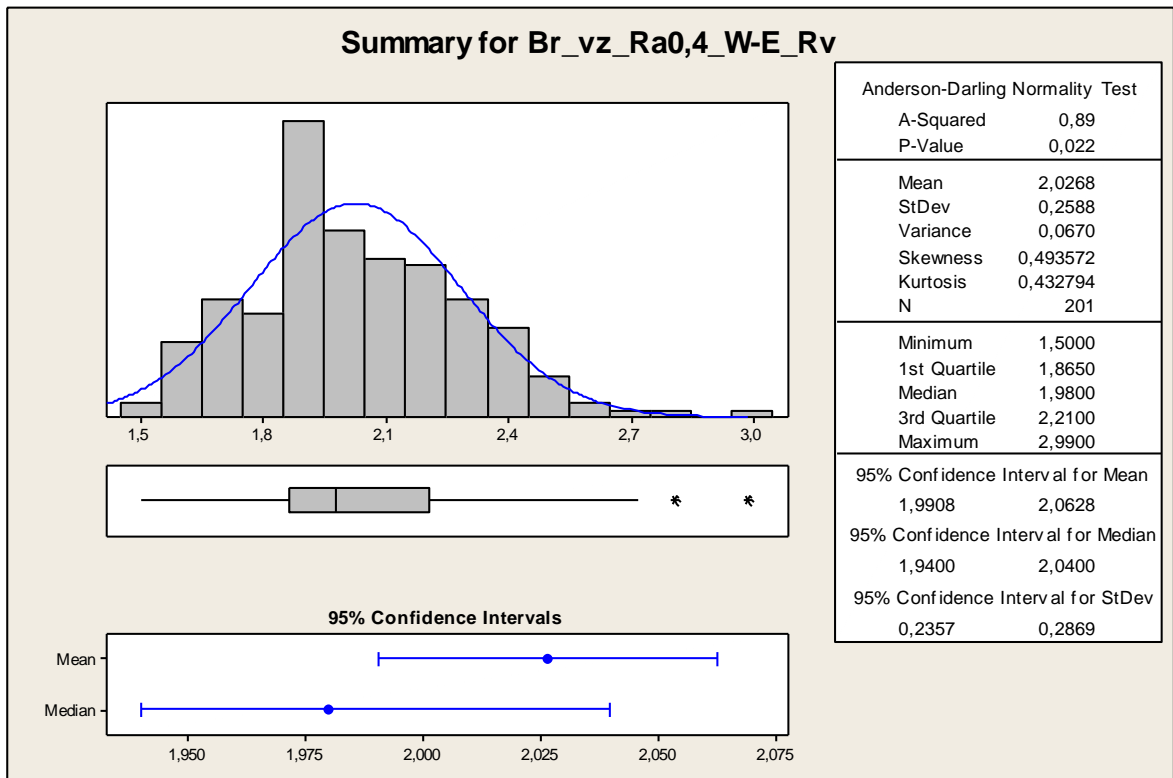
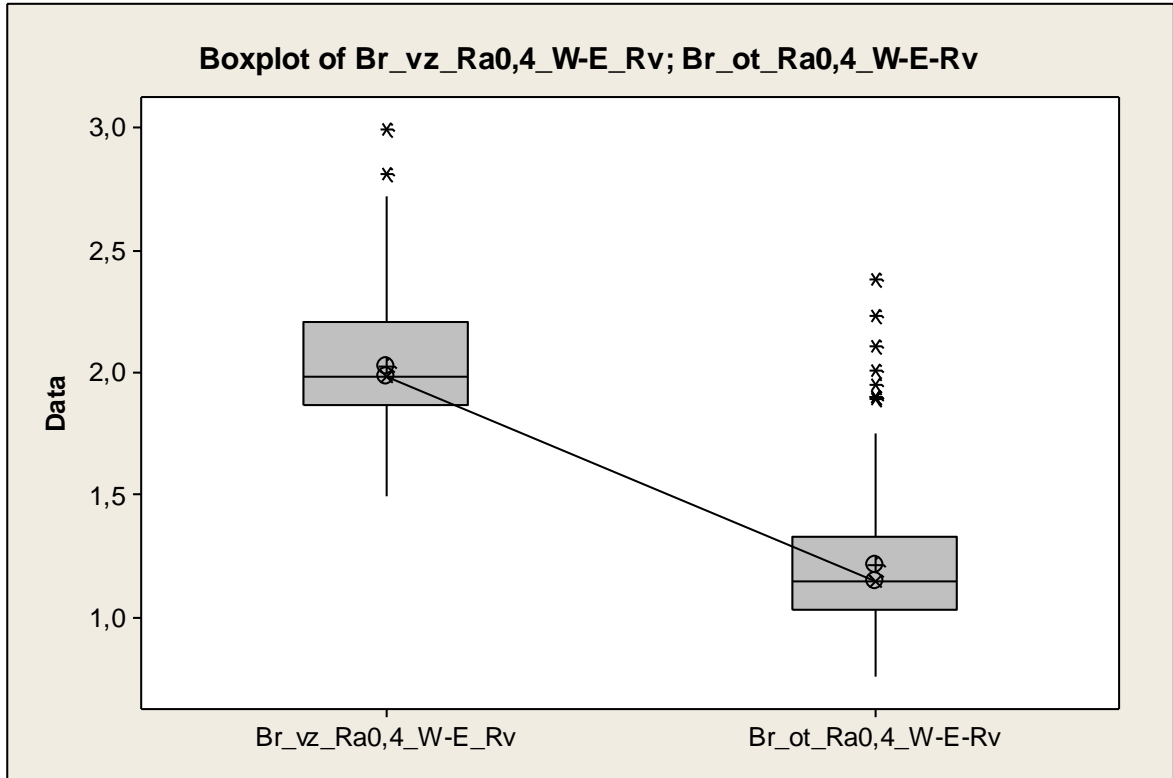
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

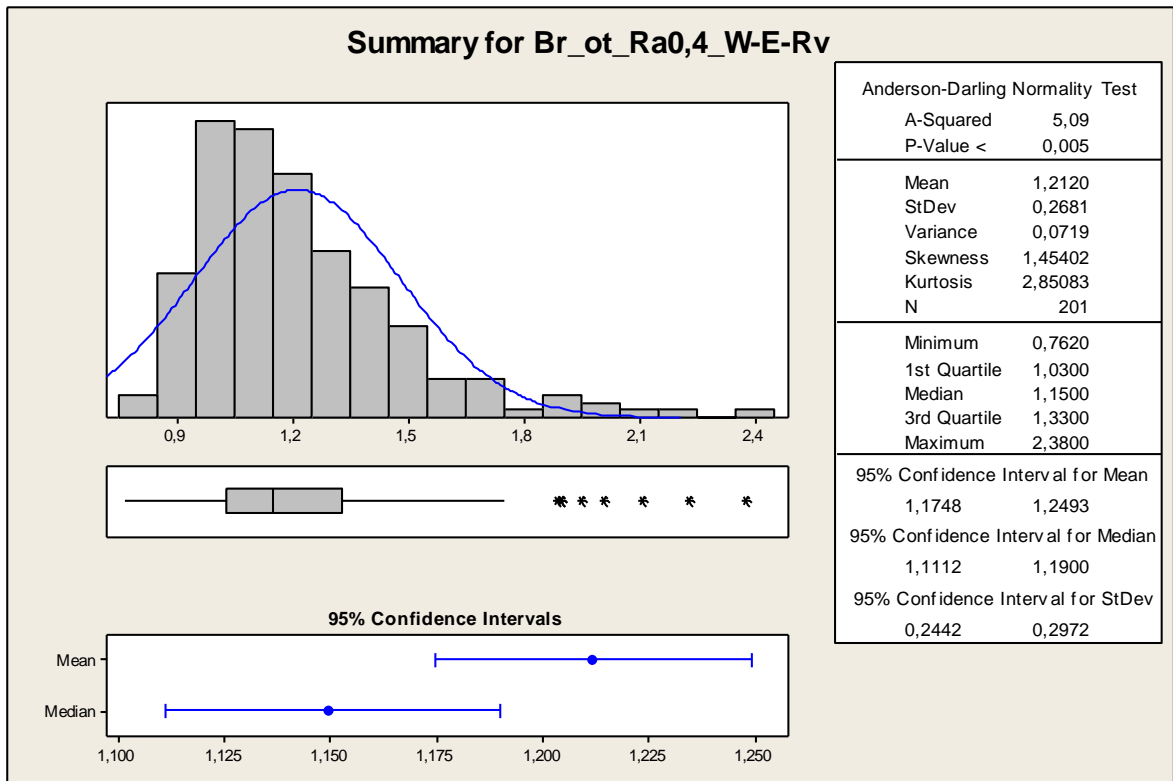
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů Mediány pro parametr Rv se liší významně.

Broušení parametr Rv (Ra=0,4)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra0,4_W-E_Rv	201	2,03	0,02	0,26	12,77	1,98
Br_ot_Ra0,4_W-E_Rv	201	1,21	0,02	0,27	22,12	1,15

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra0,4_W-E-Rv; Br_ot_Ra0,4_W-E-Rv

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	1,98	1,94	2,04
otisk	1,15	1,11	1,19

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 1,98 - 1,15 = 0,83\mu\text{m}$$

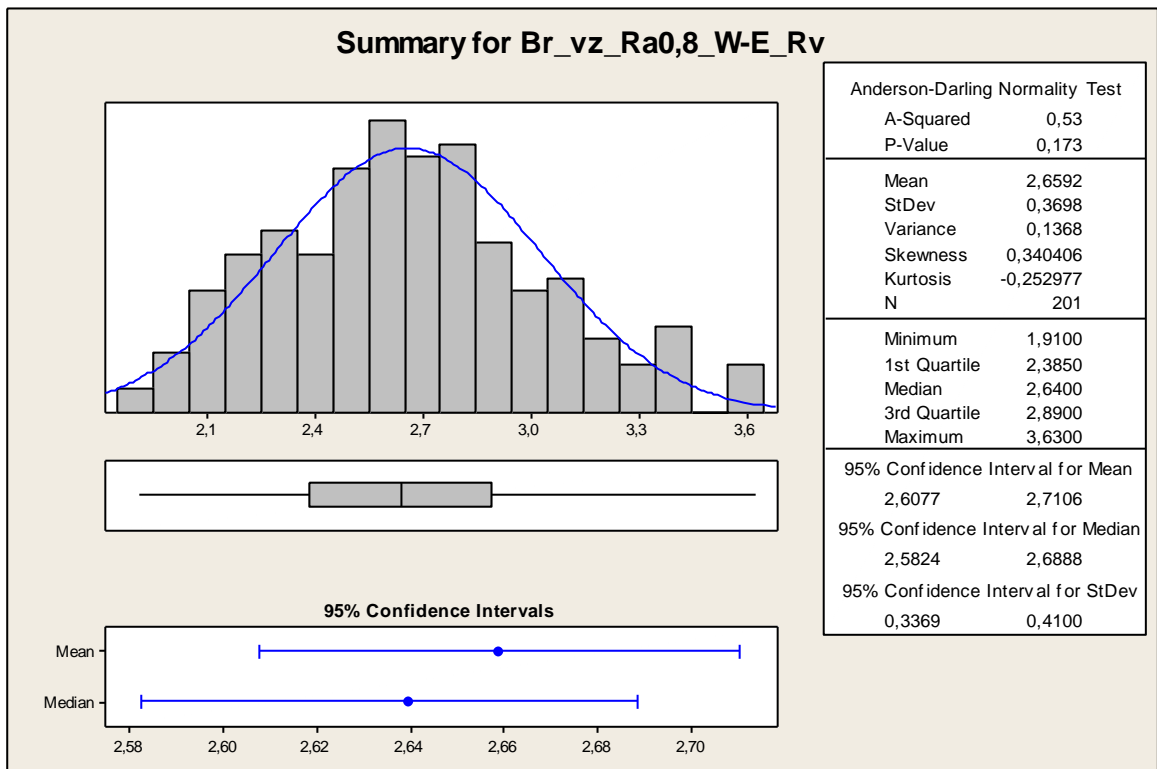
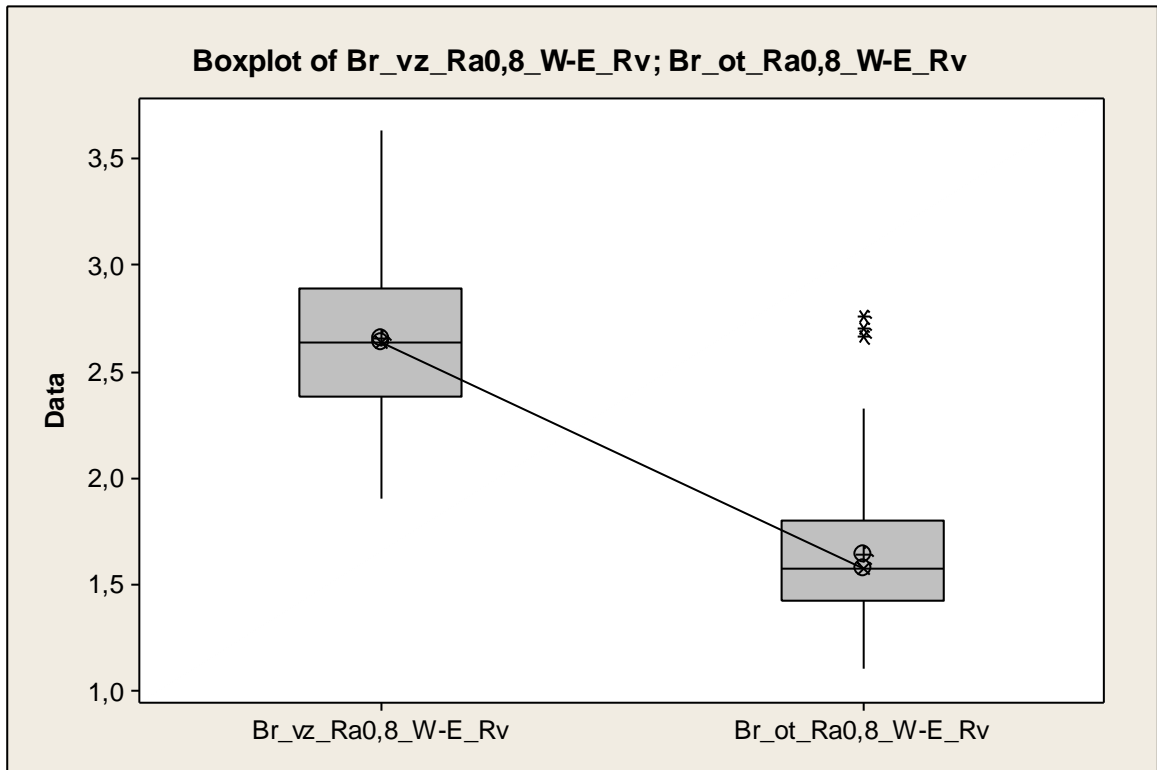
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

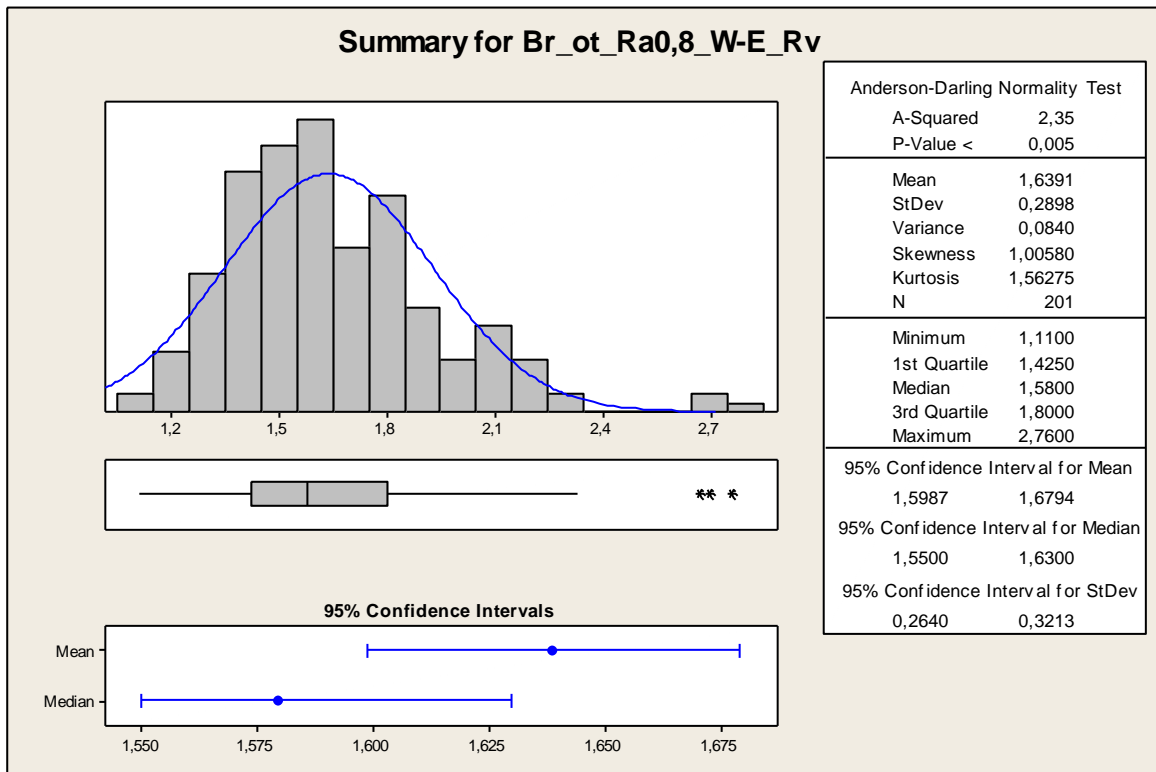
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů Mediány pro parametr Rv se liší významně.

Broušení parametr Rv(Ra=0,8)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra0,8_W-E_Rv	201	2,66	0,03	0,37	13,91	2,64
Br_ot_Ra0,8_W-E_Rv	201	1,64	0,02	0,29	17,68	1,58

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra0,8_W-E_Rv; Br_ot_Ra0,8_W-E_Rv

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	2,64	2,58	2,67
otisk	1,58	1,55	1,63

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 2,64 - 1,58 = 1,06\mu\text{m}$$

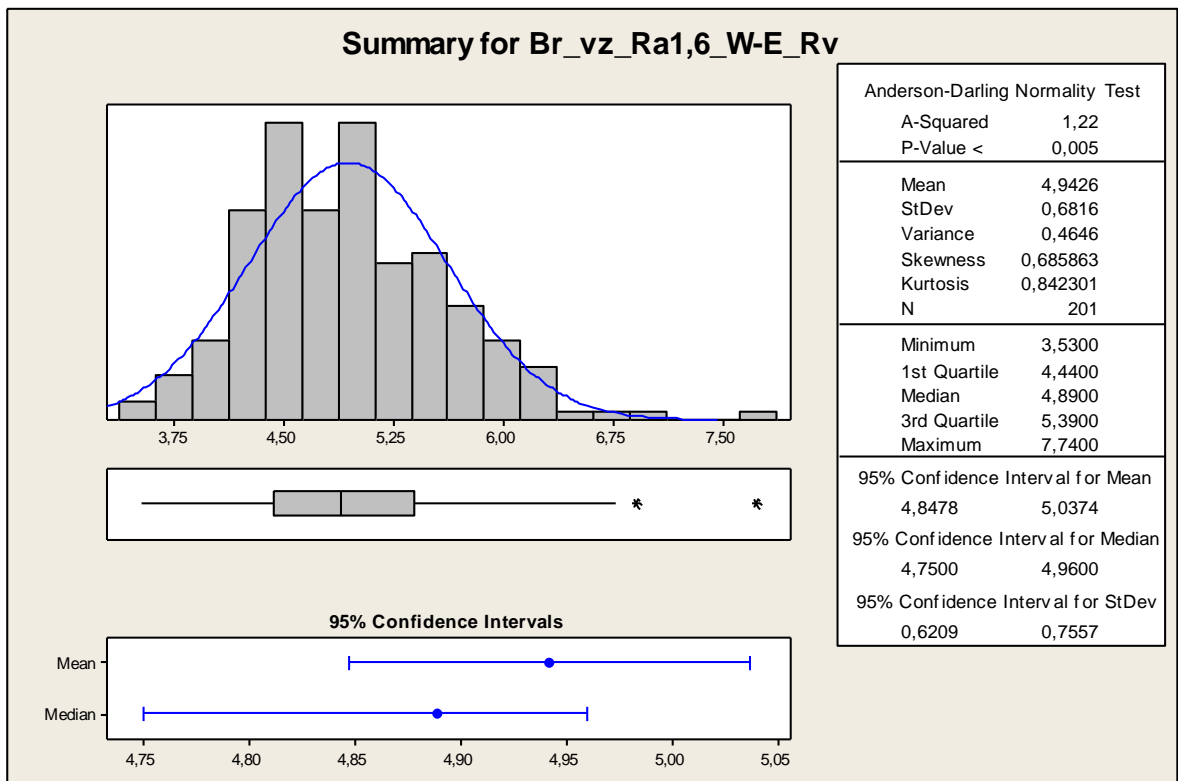
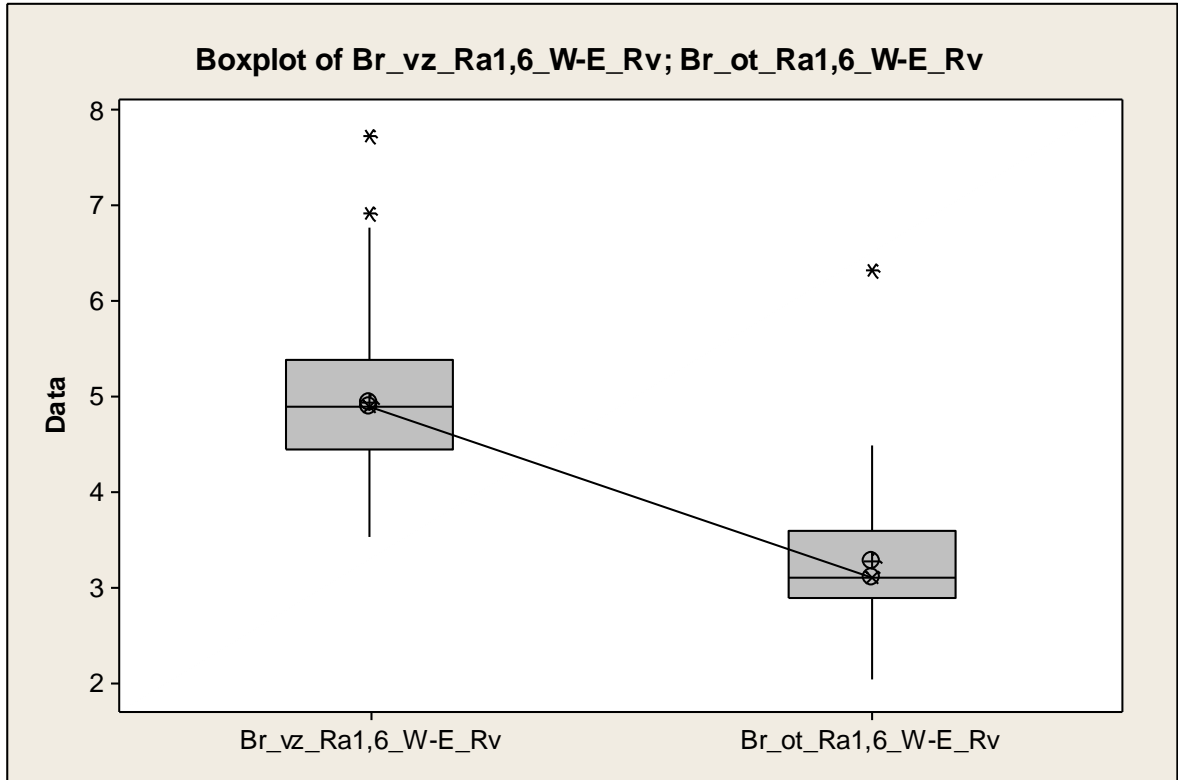
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

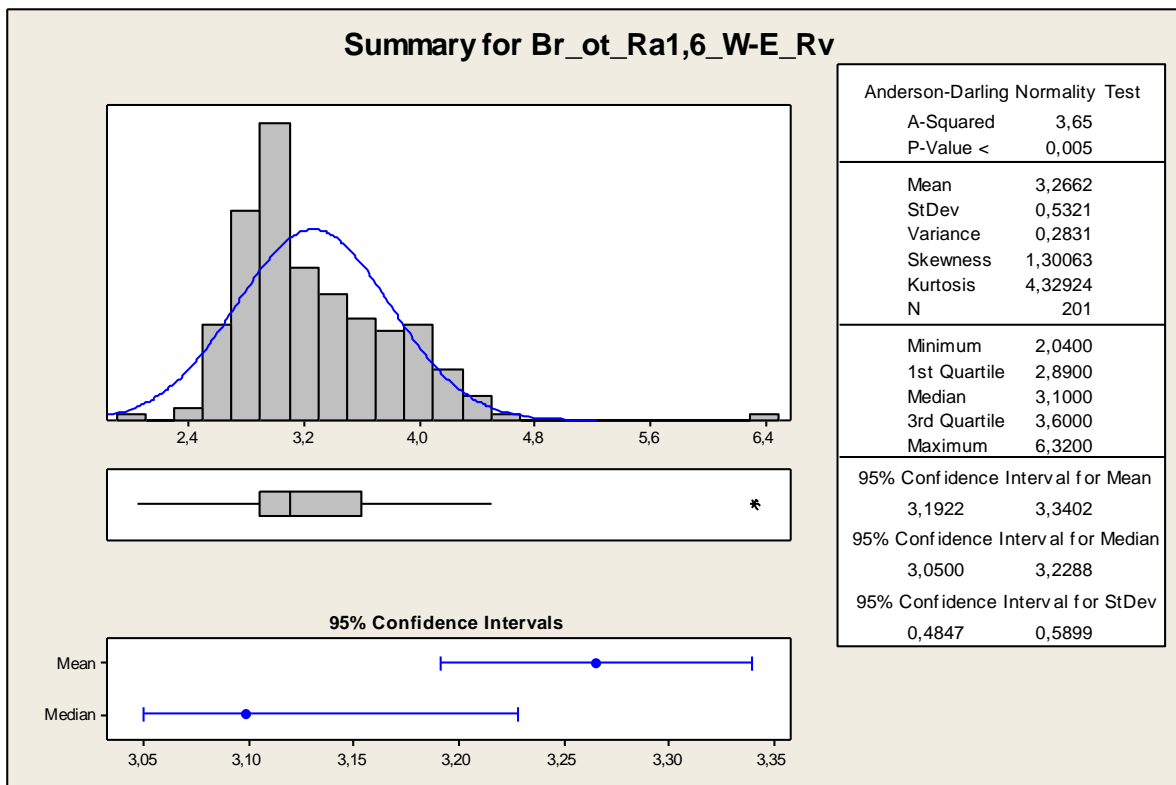
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů Mediány pro parametr Rv se liší významně.

Broušení parametr Rv(Ra=1,6)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra1,6_W-E_Rv	201	4,94	0,05	0,68	13,79	4,89
Br_ot_Ra1,6_W-E_Rv	201	3,27	0,04	0,53	16,29	3,10

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra1,6_W-E_Rv; Br_ot_Ra1,6_W-E_Rv

Test of $ETA1 = ETA2$ vs $ETA1 \text{ not } = ETA2$ is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	4,89	4,75	4,96
otisk	3,10	3,05	3,23

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 4,89 - 3,10 = 1,79\mu\text{m}$$

$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

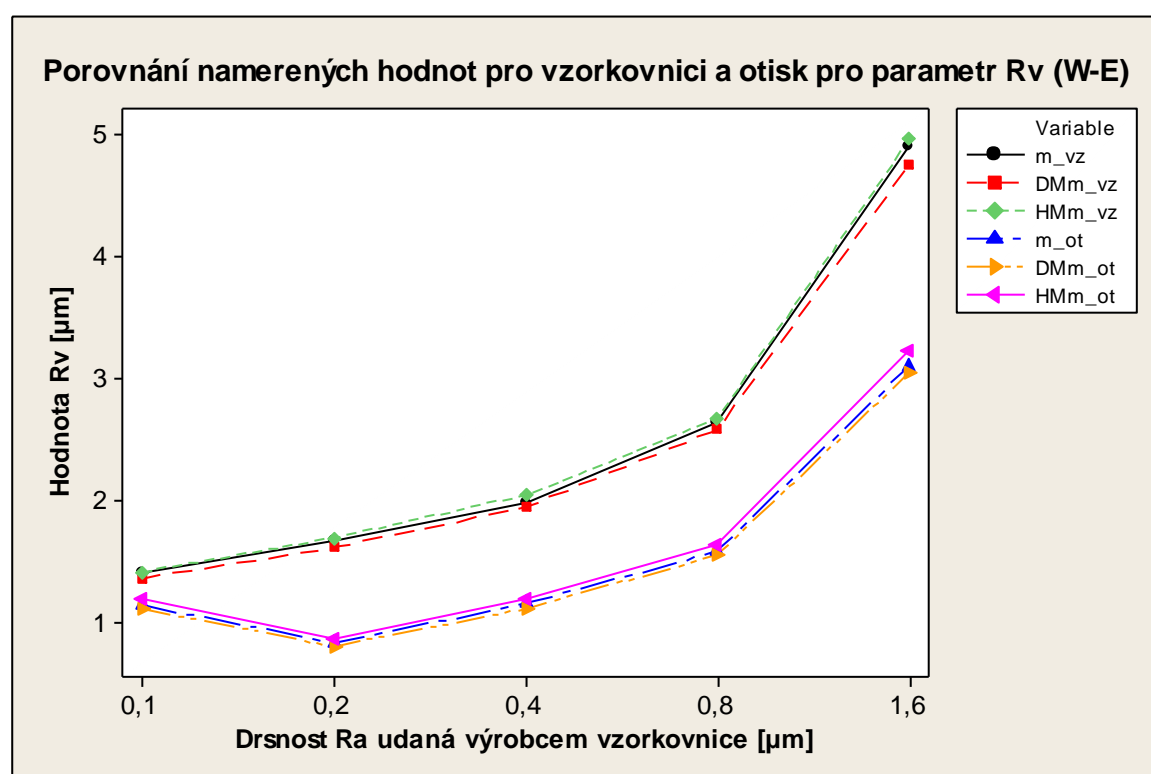
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů Mediány pro parametr Rv se liší významně.

Tabulka hodnot mediánů a dolních a horních mezí konfidenčních intervalů pro mediány (hodnoty v μm)

	vzorkovnice			otisk		
	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
Rv_Ra0,1	1,4	1,36	1,41	1,14	1,11	1,19
Rv_Ra0,2	1,66	1,61	1,69	0,83	0,8	0,87
Rv_Ra0,4	1,98	1,94	2,04	1,15	1,11	1,19
Rv_Ra0,8	2,64	2,58	2,67	1,58	1,55	1,63
Rv_Ra1,6	4,89	4,75	4,96	3,1	3,05	3,23

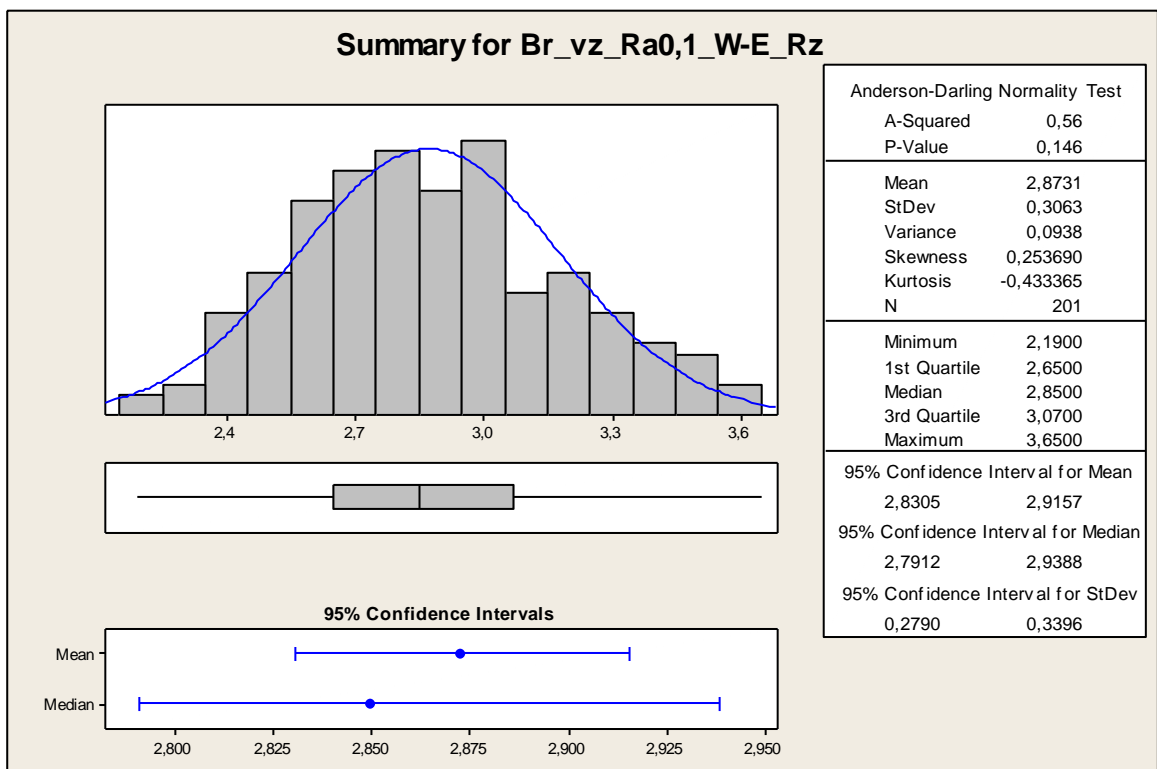
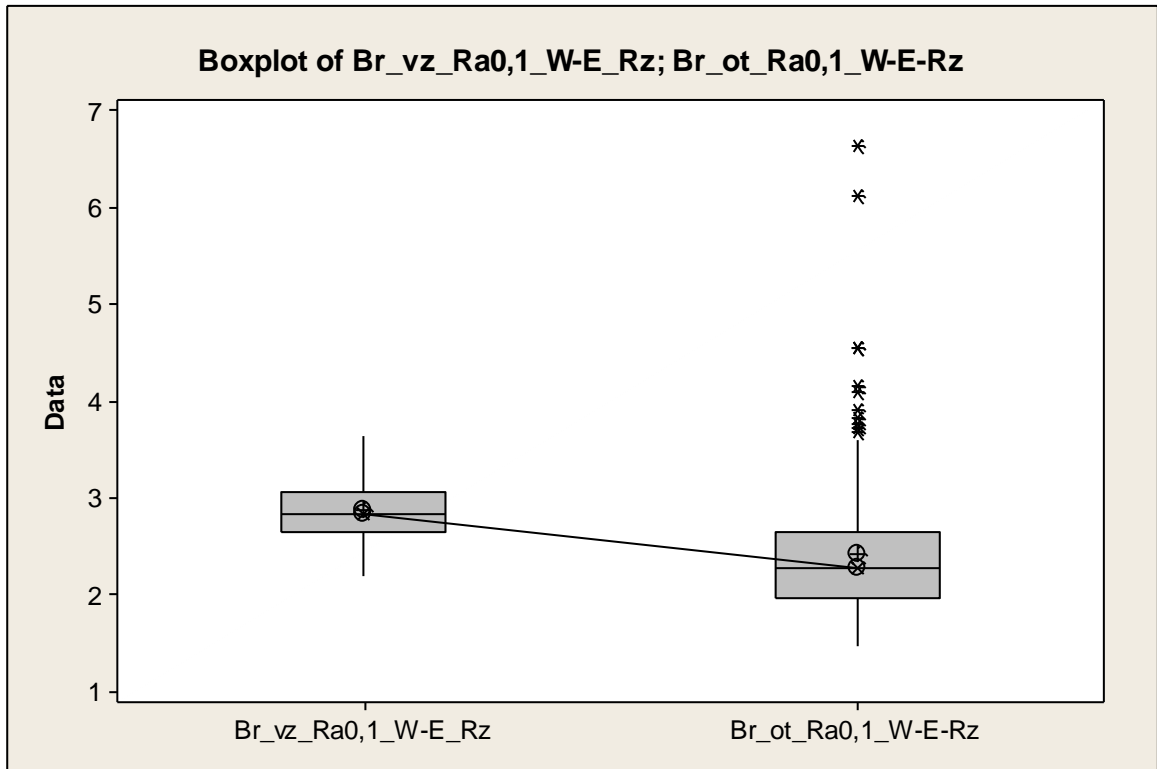


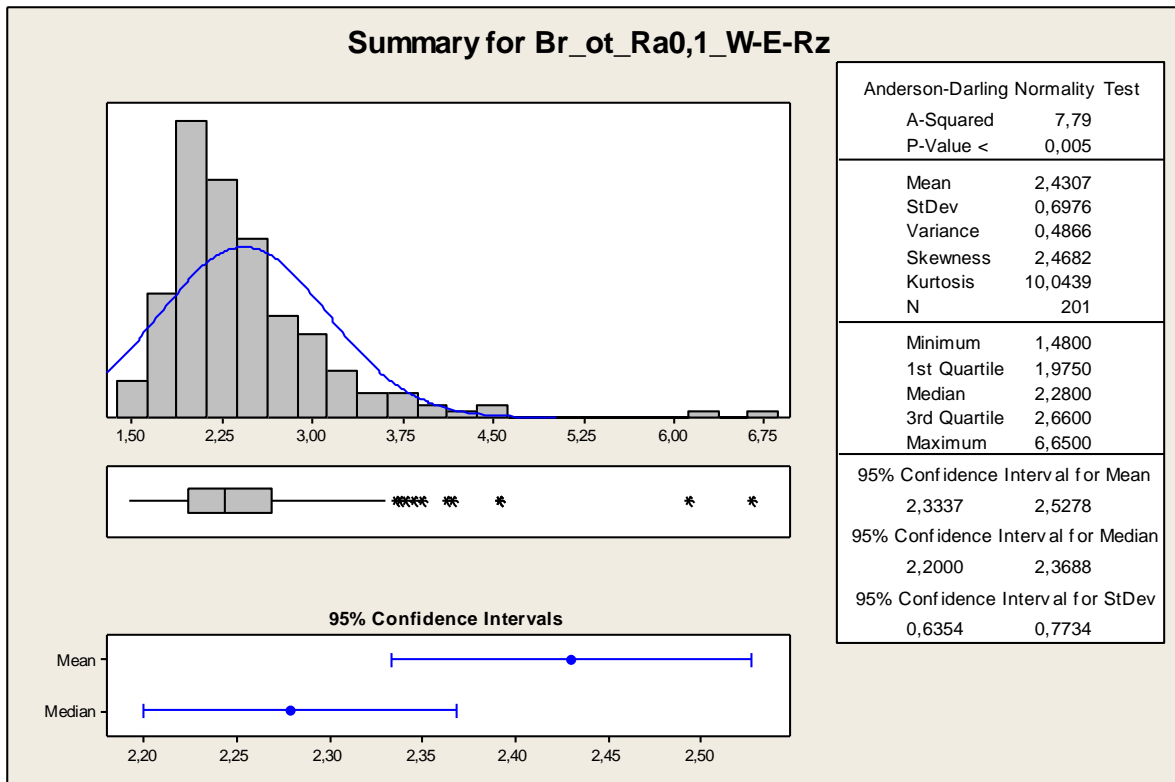
Hodnoty mediánů daných parametrů

Obvodové broušení - směr W-E				
Parametr	Vzorkovnice [μm]	Otisk [μm]	Rozdíl [μm]	% vyjádření
Rv_Ra0,1	1,4	1,14	0,26	18,57
Rv_Ra0,2	1,66	0,83	0,83	50,00
Rv_Ra0,4	1,98	1,15	0,83	41,92
Rv_Ra0,8	2,64	1,58	1,06	40,15
Rv_Ra1,6	4,89	3,1	1,79	36,61

PŘÍLOHA X: OBVODOVÉ BROUŠENÍ; SMĚR W-E; PARAMETR RZ

Broušení parametr Rz (Ra=0,1)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra0,1_W-E_Rz	201	2,87	0,02	0,31	10,66	2,85
Br_ot_Ra0,1_W-E_Rz	201	2,43	0,05	0,70	28,70	2,28

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra0,1_W-E_Rz; Br_ot_Ra0,1_W-E-Rz

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM \tilde{x}$	$HM \tilde{x}$
vzorkovnice	2,85	2,79	2,93
otisk	2,28	2,20	2,37

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 2,85 - 2,28 = 0,57 \mu\text{m}$$

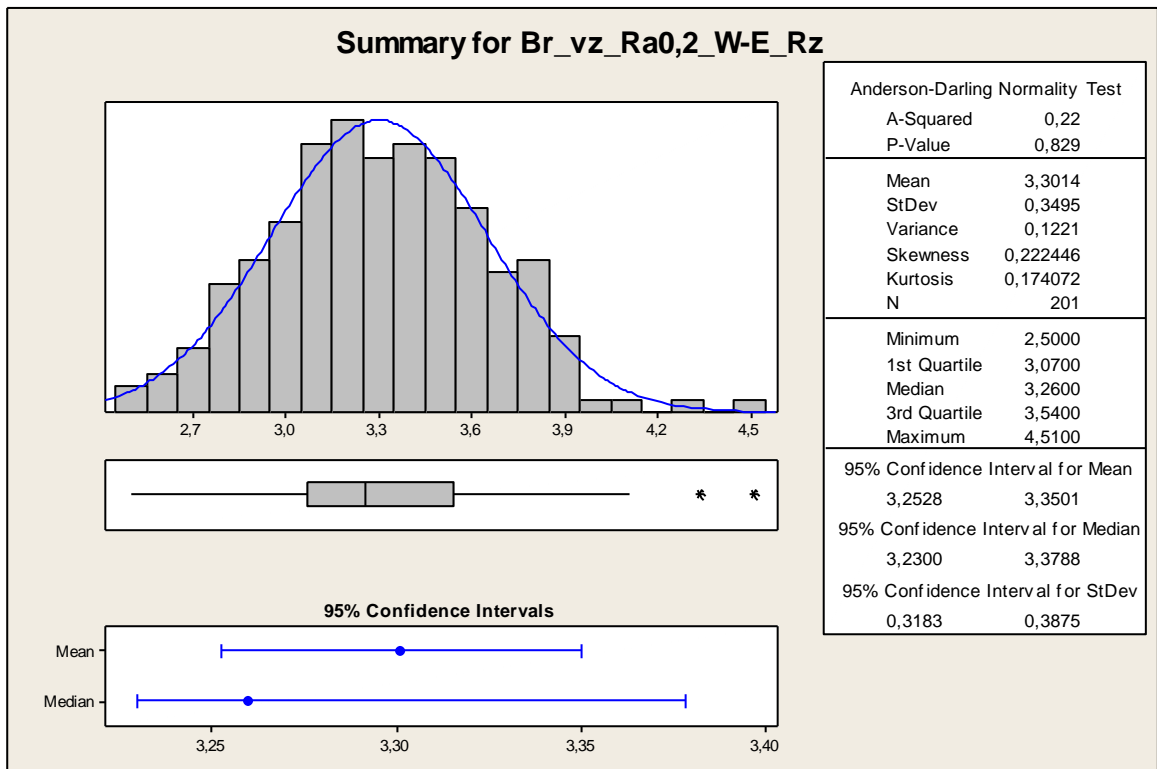
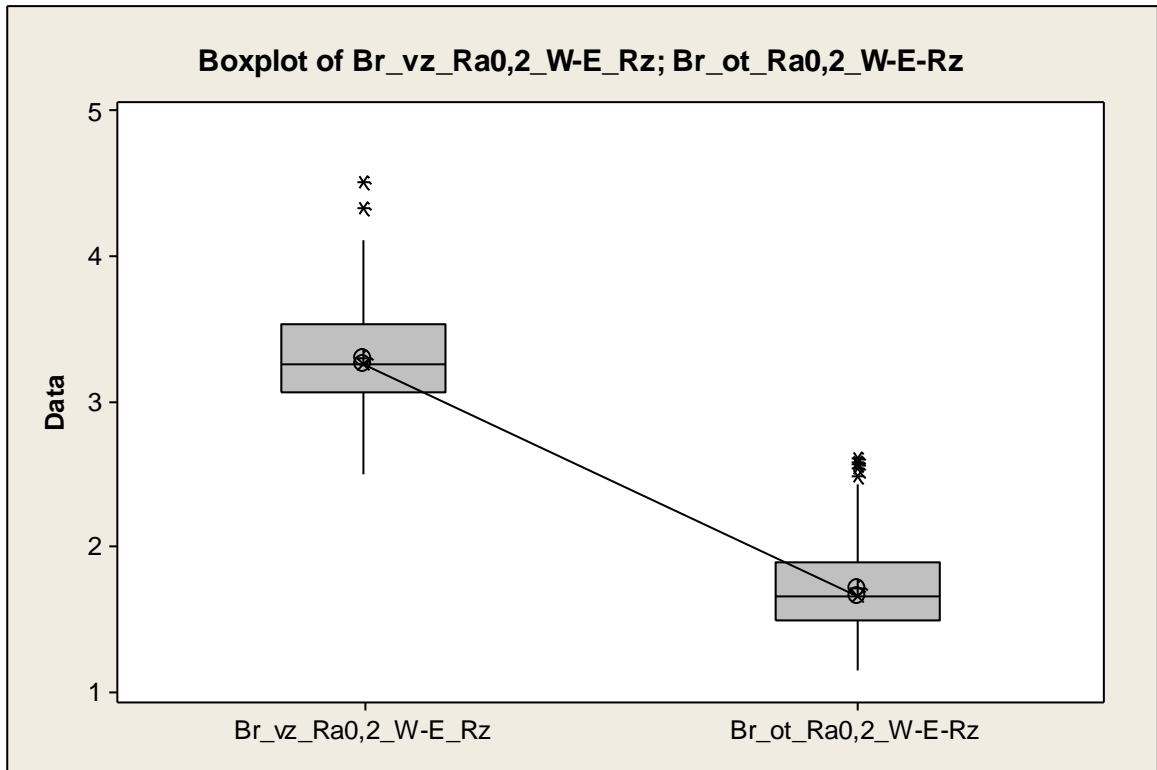
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

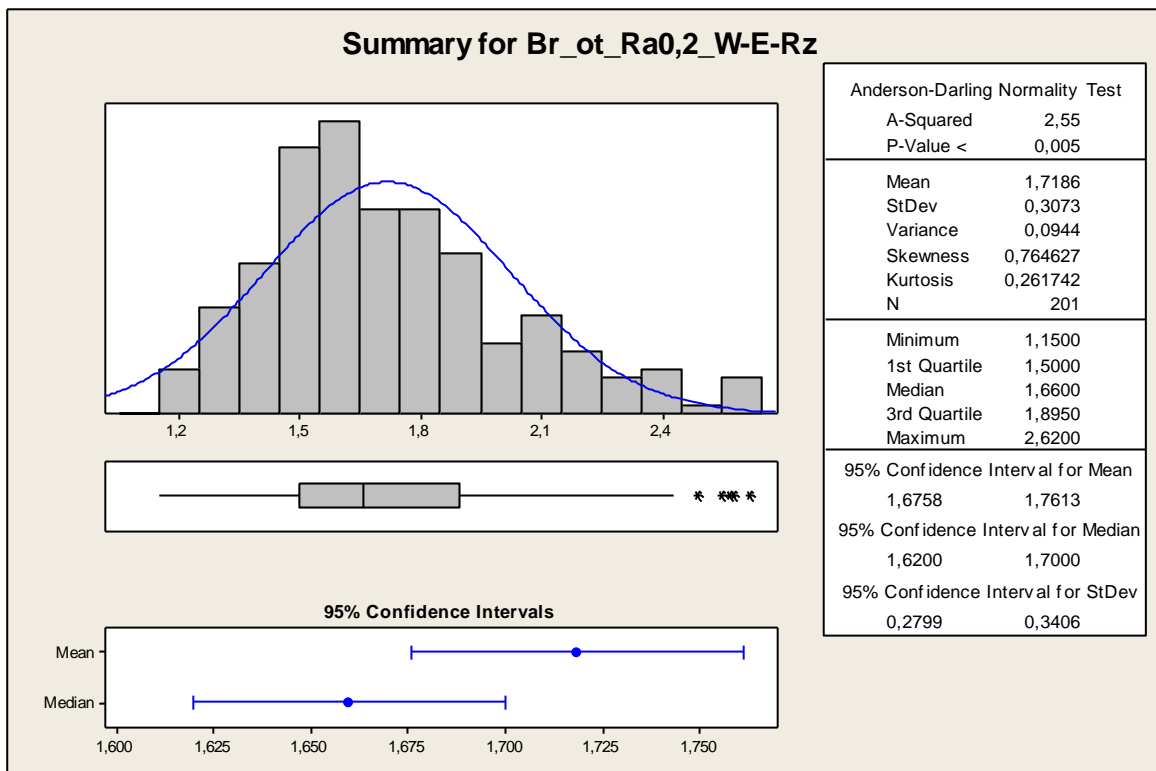
$$H_A: \text{NON}$$

$$1 - \alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr Rz se liší významně.

Broušení parametr Rz (Ra=0,2)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra0,2_W-E_Rz	201	3,30	0,02	0,35	10,59	3,26
Br_ot_Ra0,2_W-E_Rz	201	1,72	0,02	0,31	17,88	1,66

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra0,2_W-E_Rz; Br_ot_Ra0,2_W-E-Rz

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	3,26	3,23	3,38
otisk	1,66	1,62	1,70

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 3,26 - 1,66 = 1,60 \mu\text{m}$$

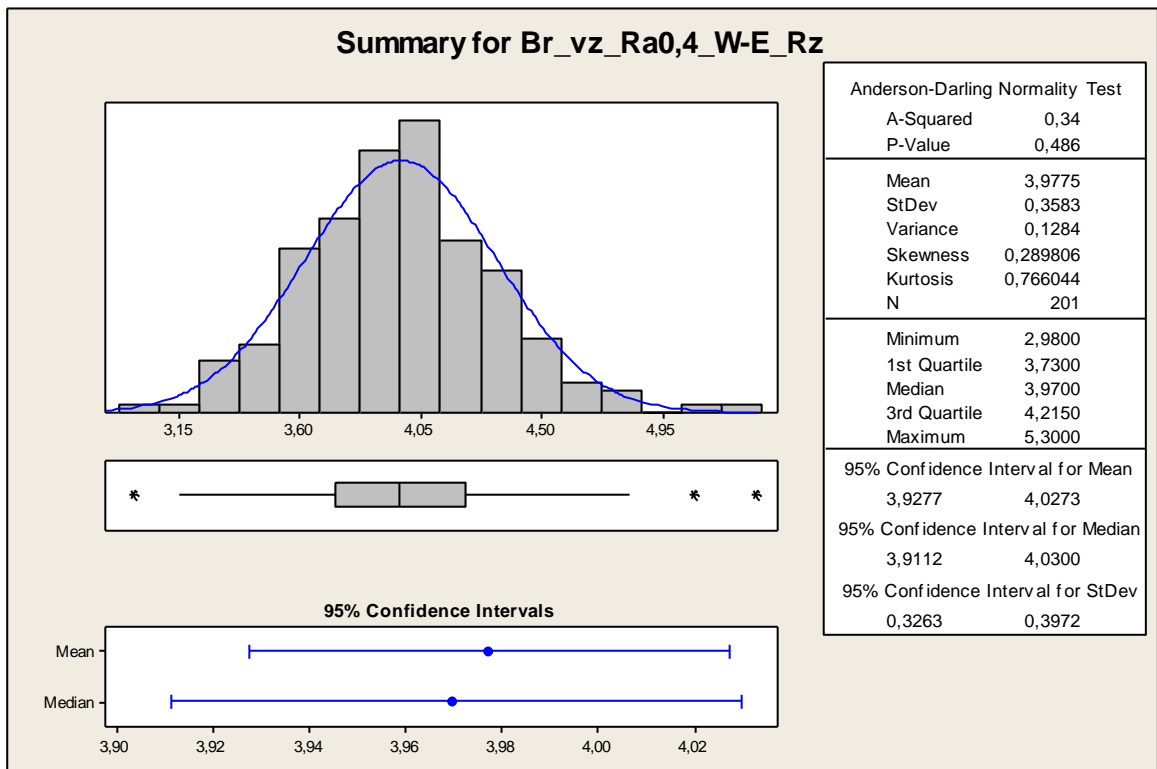
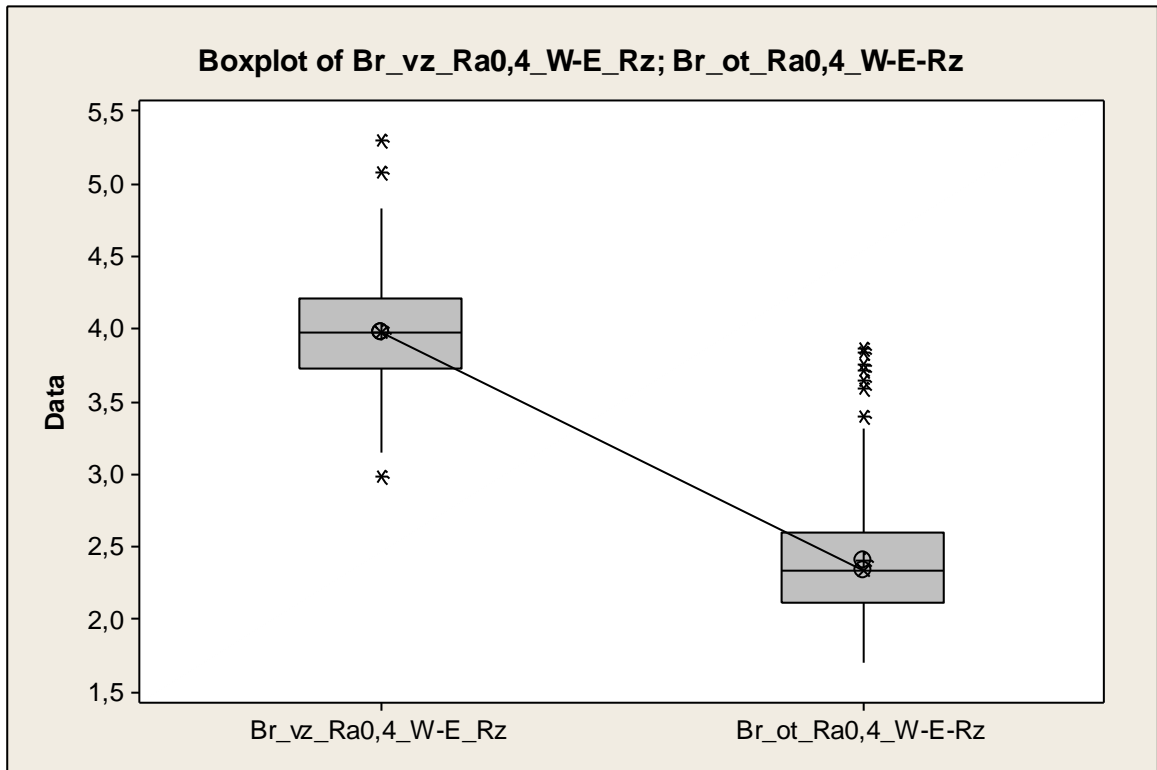
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

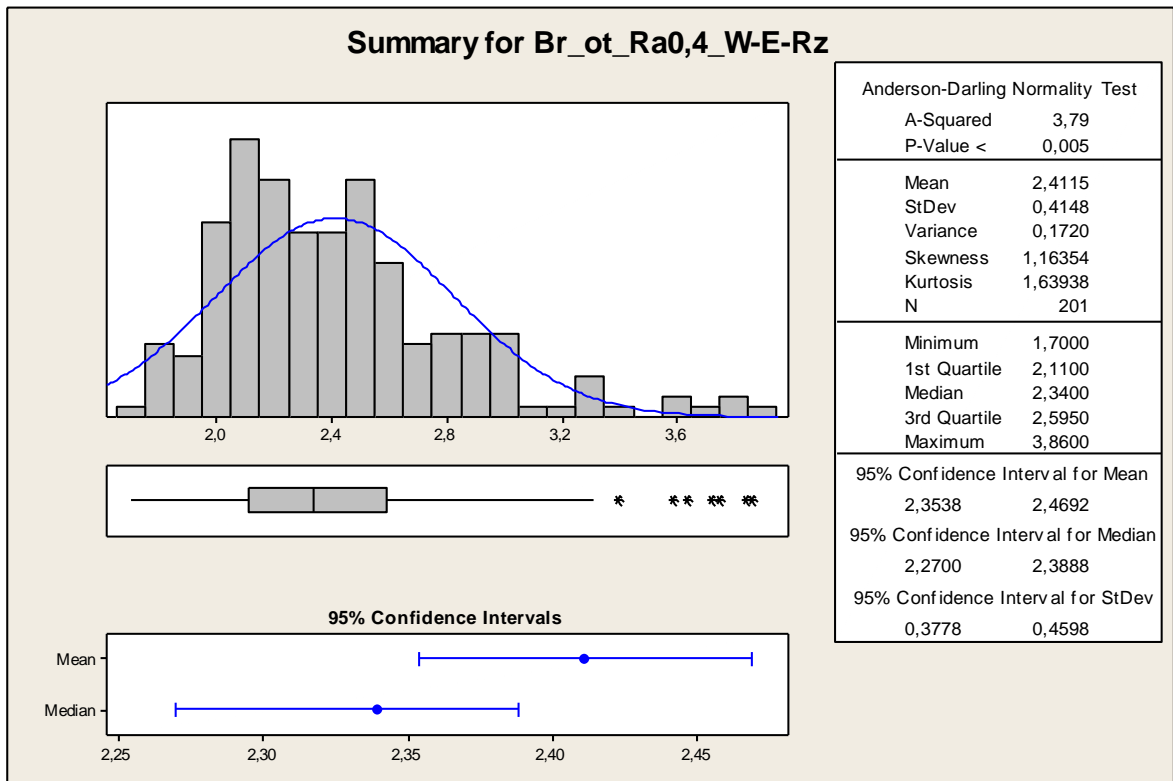
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr Rz se liší významně.

Broušení parametr Rz (Ra=0,4)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra0,4_W-E_Rz	201	3,98	0,03	0,36	9,01	3,97
Br_ot_Ra0,4_W-E_Rz	201	2,41	0,03	0,41	17,20	2,34

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra0,4_W-E_Rz; Br_ot_Ra0,4_W-E-Rz

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	3,97	3,91	4,03
otisk	2,34	2,27	2,39

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 3,97 - 2,34 = 1,63 \mu m$$

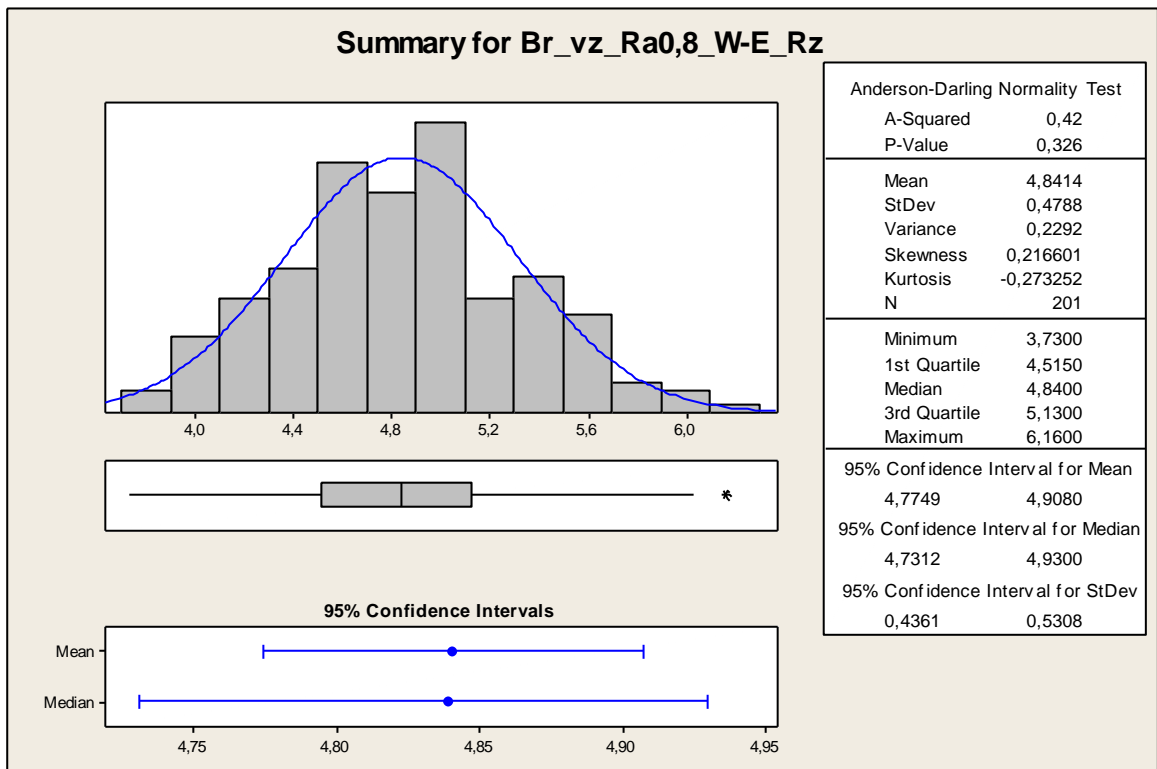
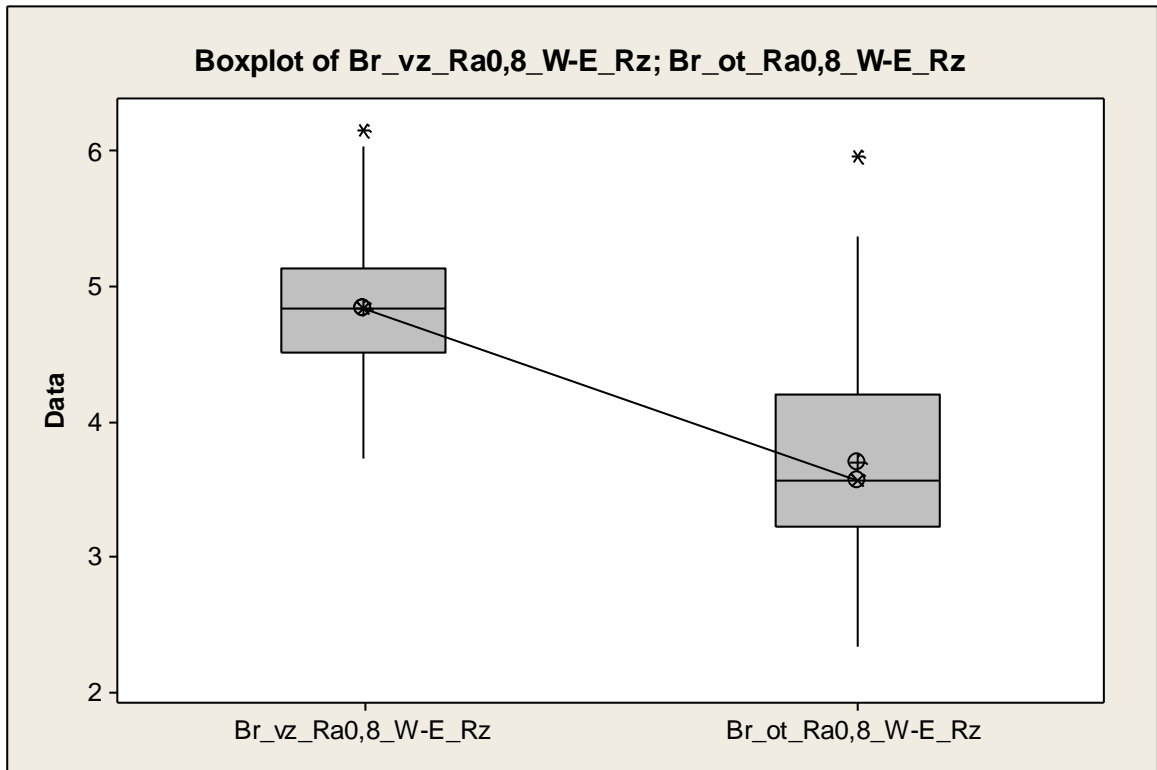
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

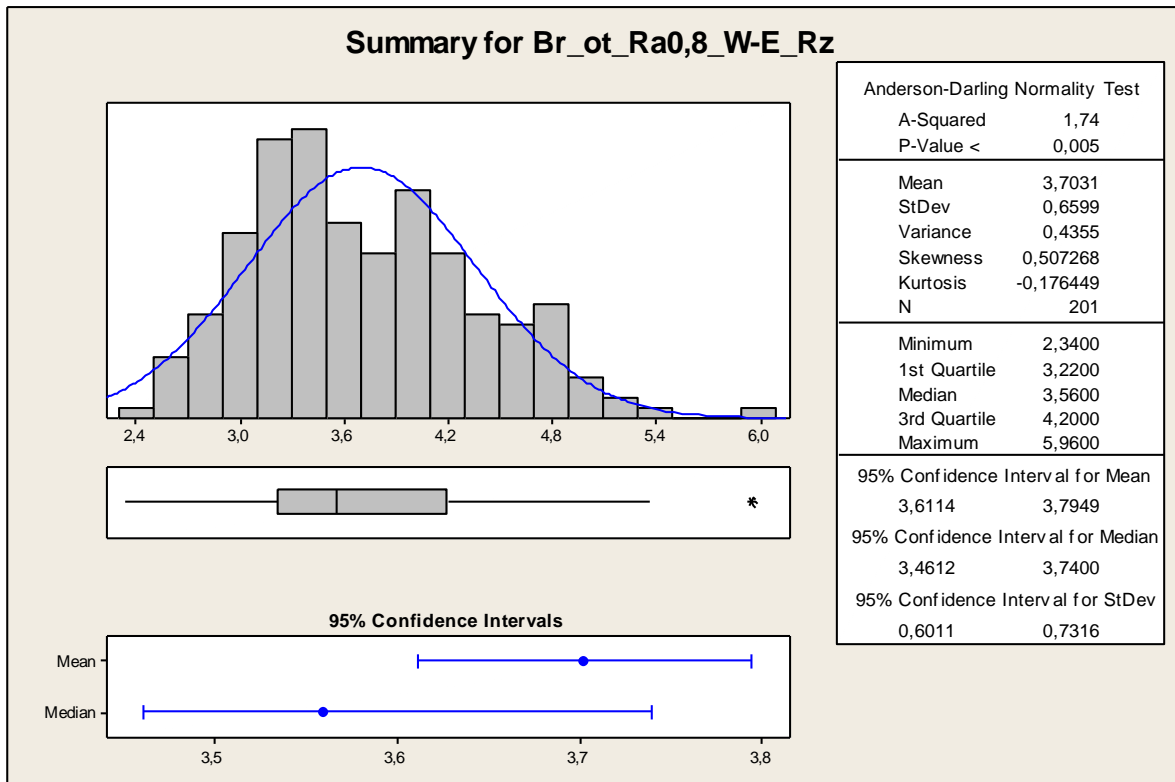
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr Rz se liší významně.

Broušení parametr Rz (Ra=0,8)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra0,8_W-E_Rz	201	4,84	0,03	0,48	9,89	4,84
Br_ot_Ra0,8_W-E_Rz	201	3,70	0,05	0,66	17,82	3,56

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra0,8_W-E_Rz; Br_ot_Ra0,8_W-E_Rz

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	4,84	4,77	4,91
otisk	3,56	3,46	3,74

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 4,84 - 3,56 = 1,28 \mu\text{m}$$

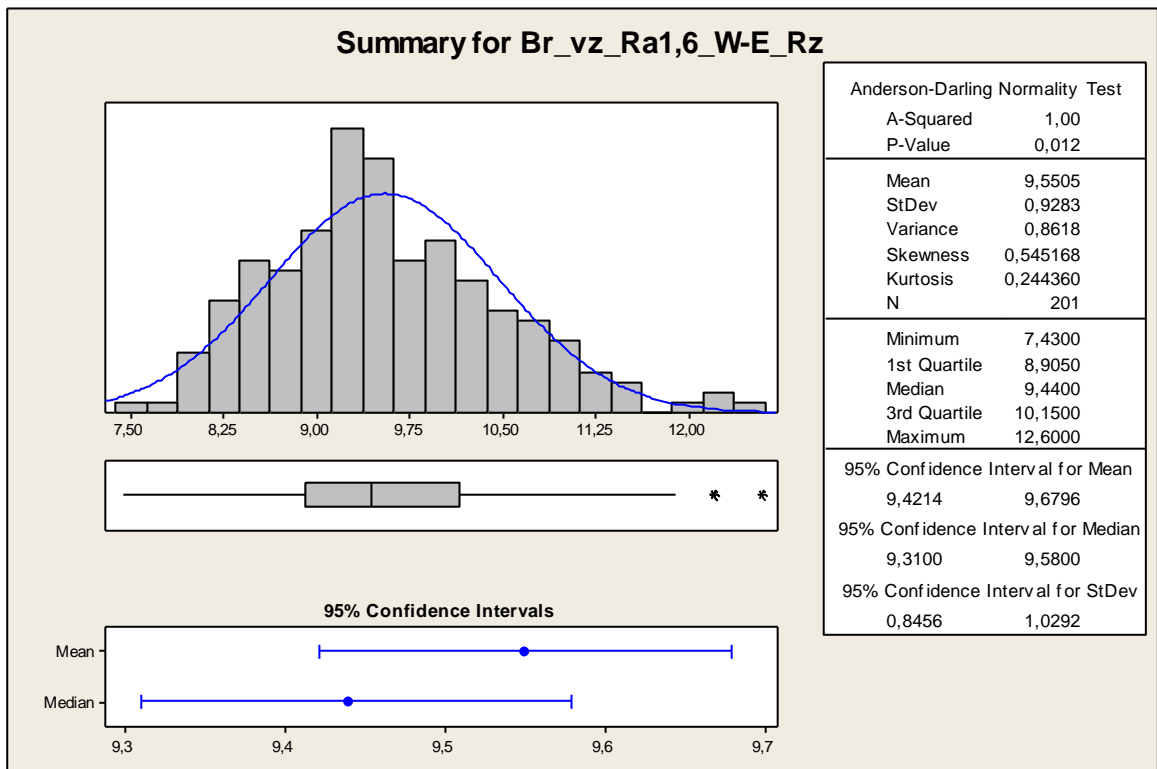
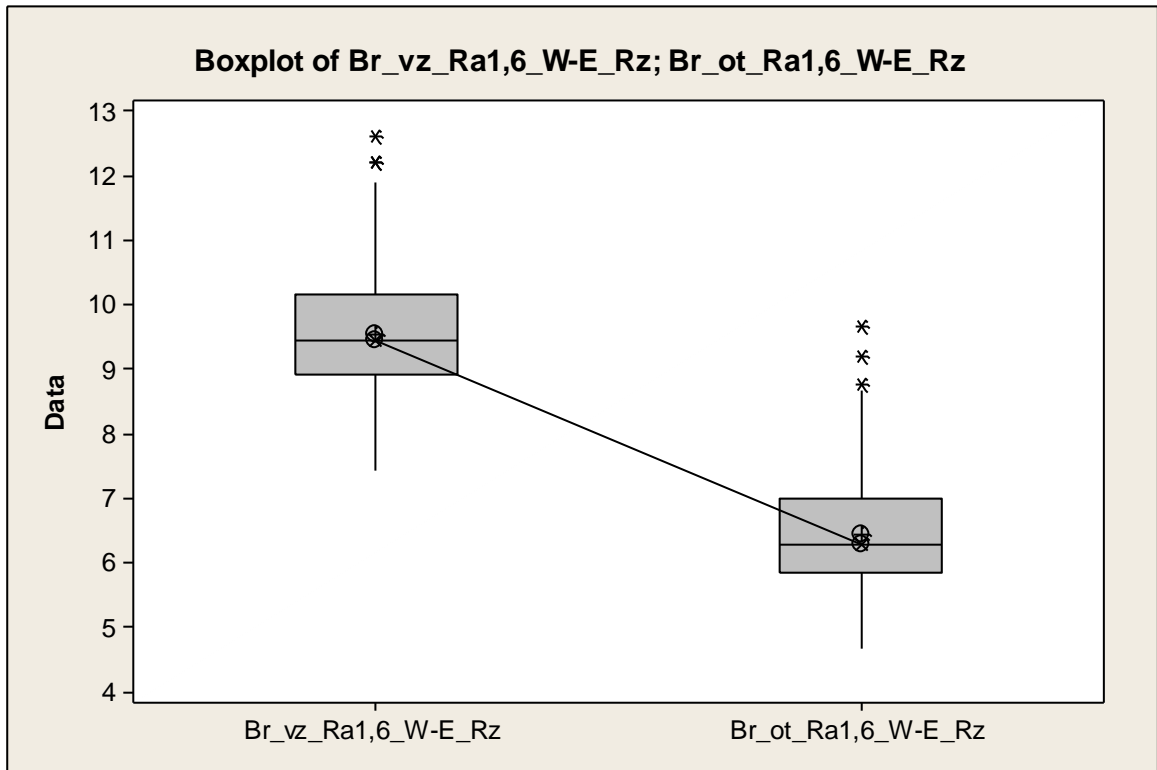
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

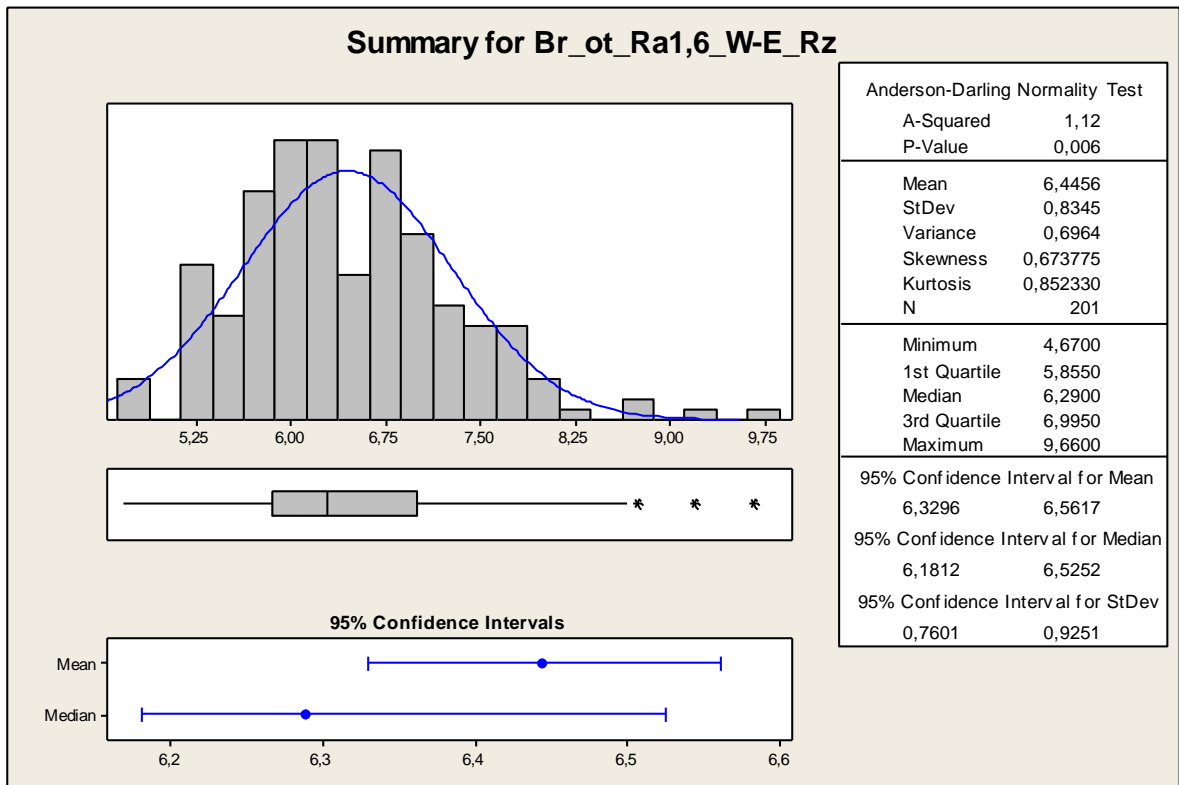
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr Rz se liší významně.

Broušení parametr Rz (Ra=1,6)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Br_vz_Ra1,6_W-E_Rz	201	9,55	0,07	0,93	9,72	9,44
Br_ot_Ra1,6_W-E_Rz	201	6,45	0,06	0,83	12,95	6,29

Mann-Whitney Test and CI: Br_vz_Ra1,6_W-E_Rz; Br_ot_Ra1,6_W-E_Rz

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	9,44	9,31	9,58
otisk	6,29	6,18	6,53

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 9,44 - 6,29 = 3,15 \mu\text{m}$$

$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

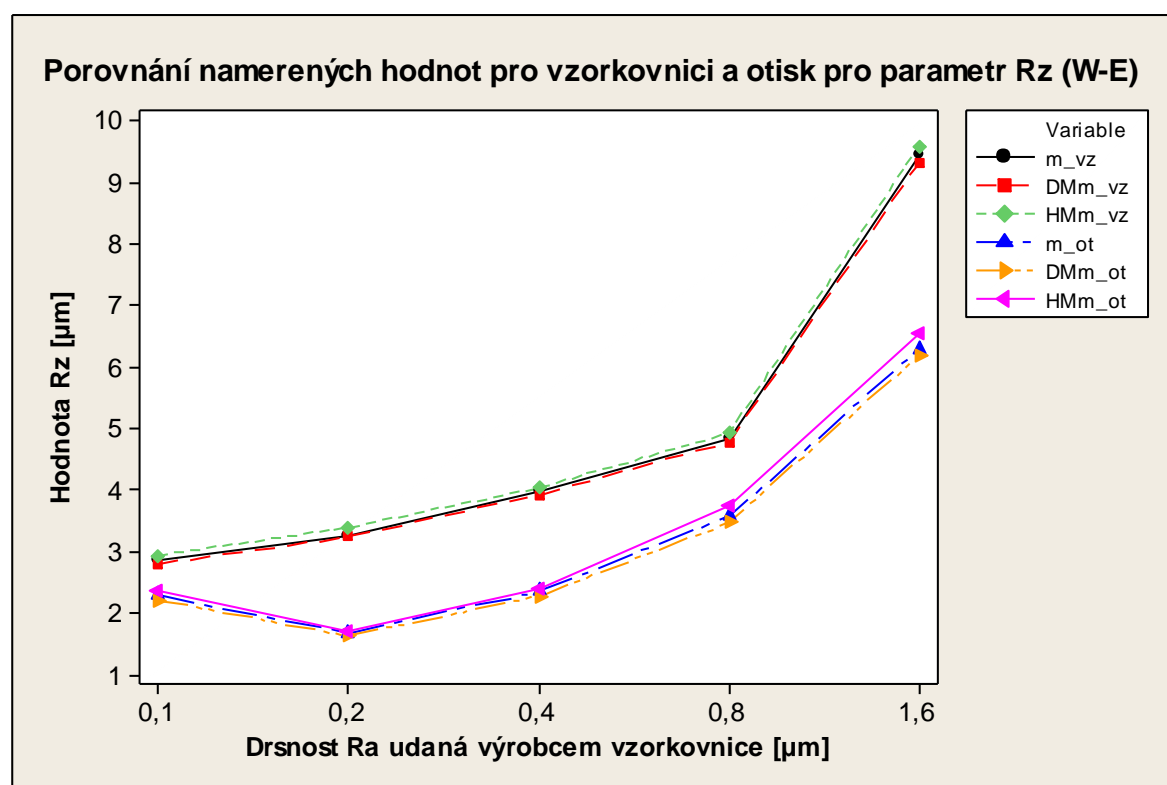
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr Rz se liší významně.

Tabulka hodnot mediánů a dolních a horních mezí konfidenčních intervalů pro mediány (hodnoty v μm)

	vzorkovnice			otisk		
	\bar{x}	$DM\bar{x}$	$HM\bar{x}$	\bar{x}	$DM\bar{x}$	$HM\bar{x}$
Rz_Ra0,1	2,85	2,79	2,93	2,28	2,2	2,37
Rz_Ra0,2	3,26	3,23	3,38	1,66	1,62	1,7
Rz_Ra0,4	3,97	3,91	4,03	2,34	2,27	2,39
Rz_Ra0,8	4,84	4,77	4,91	3,56	3,46	3,74
Rz_Ra1,6	9,44	9,31	9,58	6,29	6,18	6,53

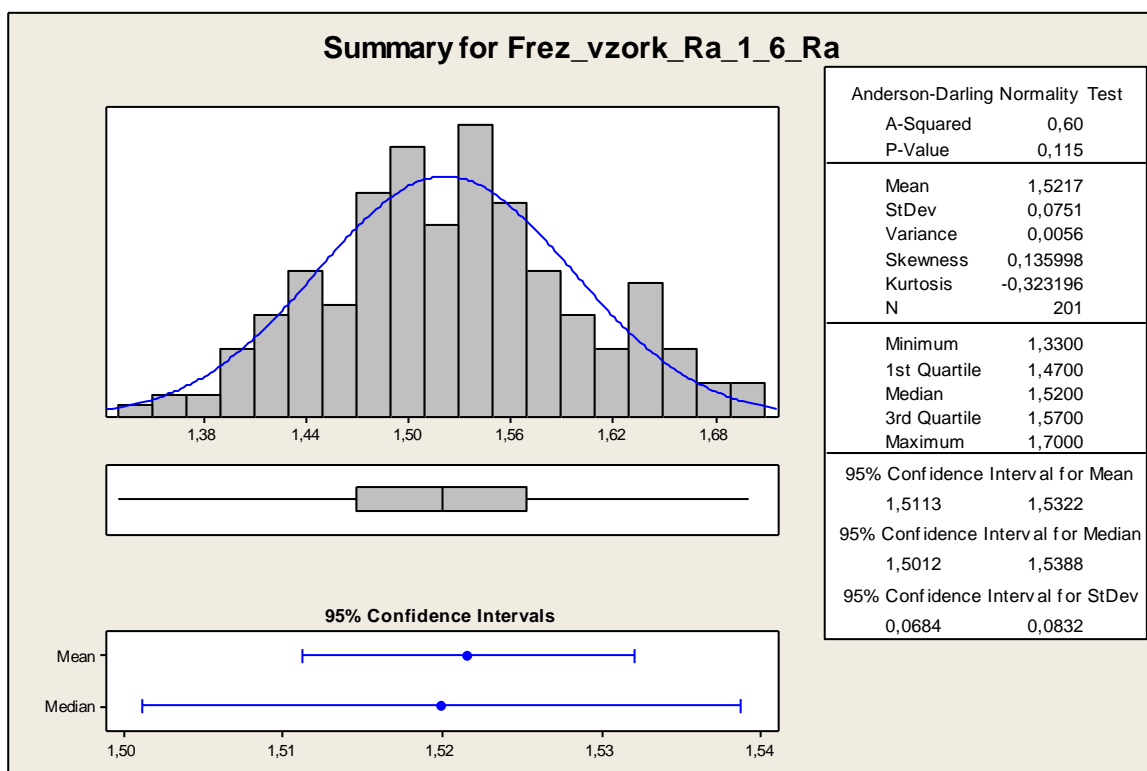
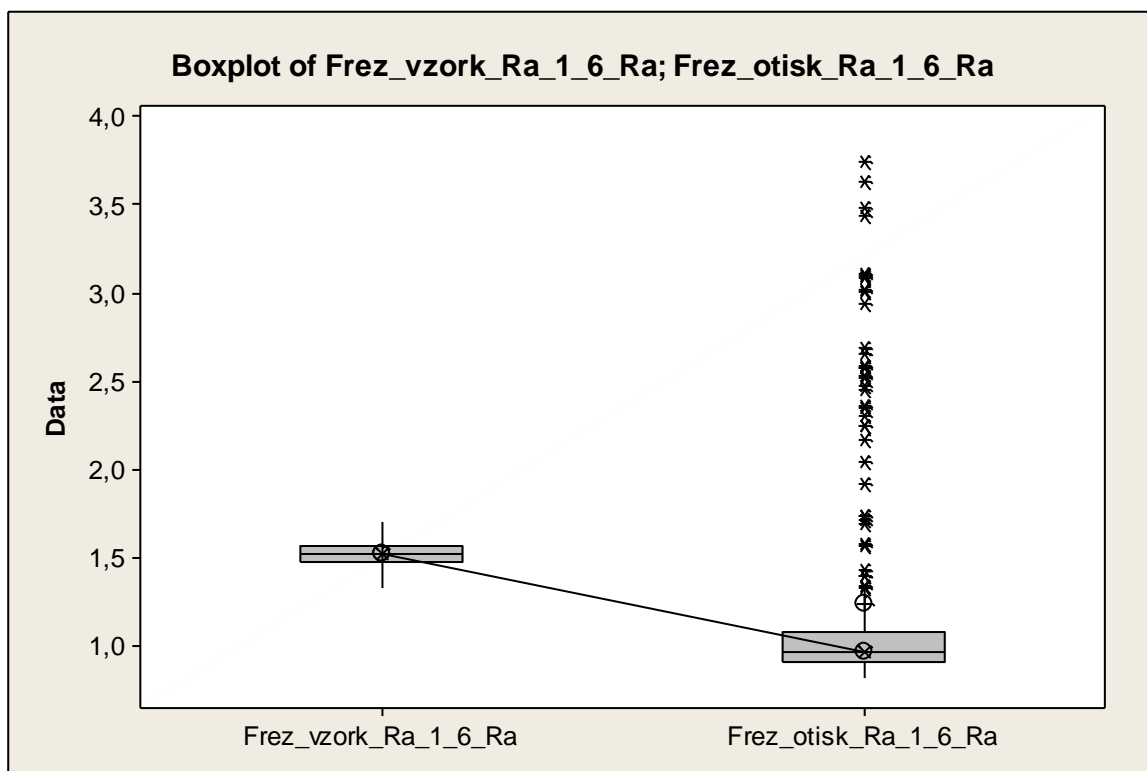


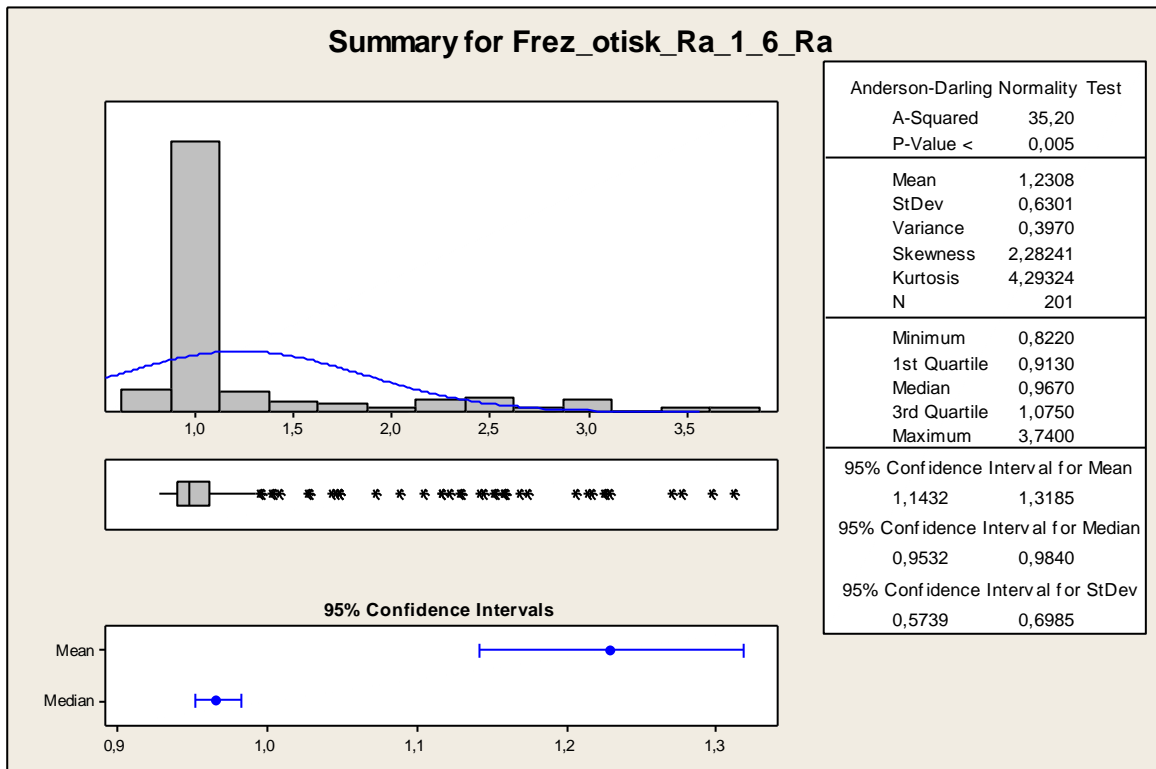
Hodnoty mediánů daných parametřů

Obvodové broušení - směr W-E				
Parametr	Vzorkovnice [μm]	Otisk [μm]	Rozdíl [μm]	% vyjádření
Rz_Ra0,1	2,85	2,28	0,57	20,00
Rz_Ra0,2	3,26	1,66	1,60	49,08
Rz_Ra0,4	3,97	2,34	1,63	41,06
Rz_Ra0,8	4,84	3,56	1,28	26,45
Rz_Ra1,6	9,44	6,29	3,15	33,37

PŘÍLOHA XI: ČELNÍ FRÉZOVÁNÍ; PARAMETR RA

Frézování parametr Ra (Ra=1,6)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Frez_vzork_Ra_1_6_Ra	201	1,52	0,01	0,08	4,93	1,52
Frez_otisk_Ra_1_6_Ra	201	1,23	0,04	0,63	51,19	0,97

Mann-Whitney Test and CI: Frez_vzork_Ra_1_6_Ra; Frez_otisk_Ra_1_6_Ra

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	1,52	1,50	1,54
otisk	0,97	0,95	0,98

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 1,52 - 0,97 = 0,55 \mu\text{m}$$

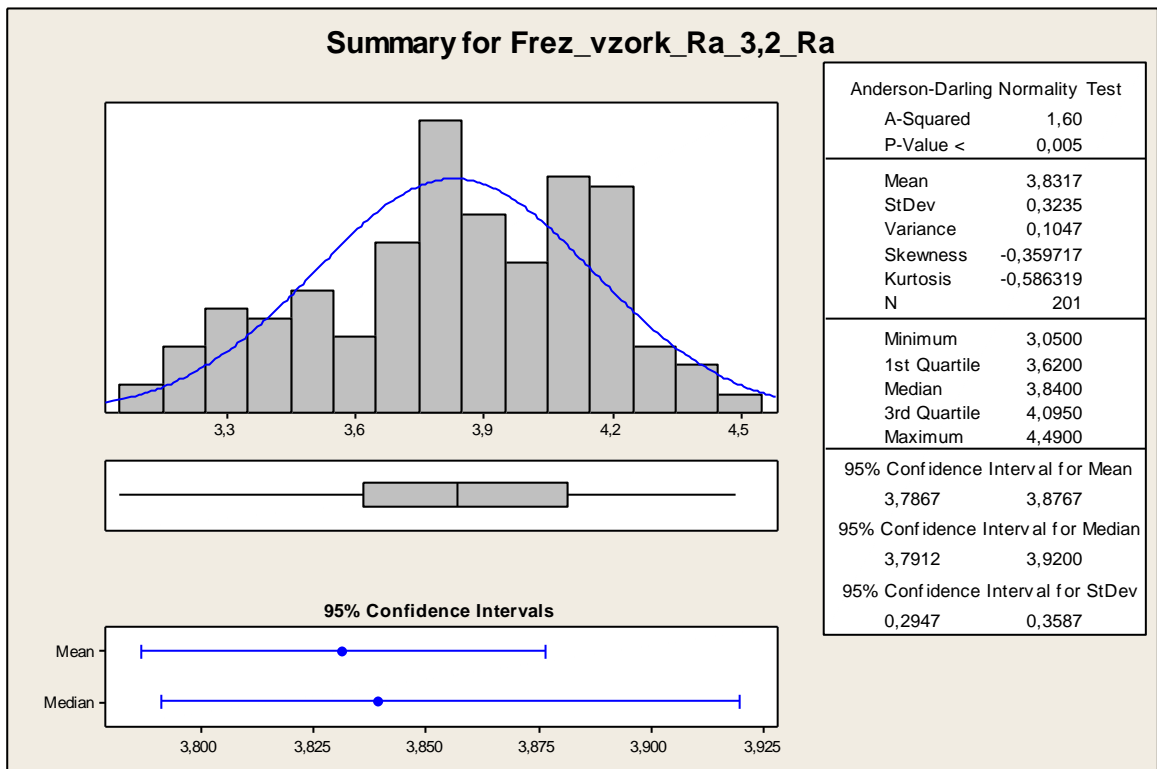
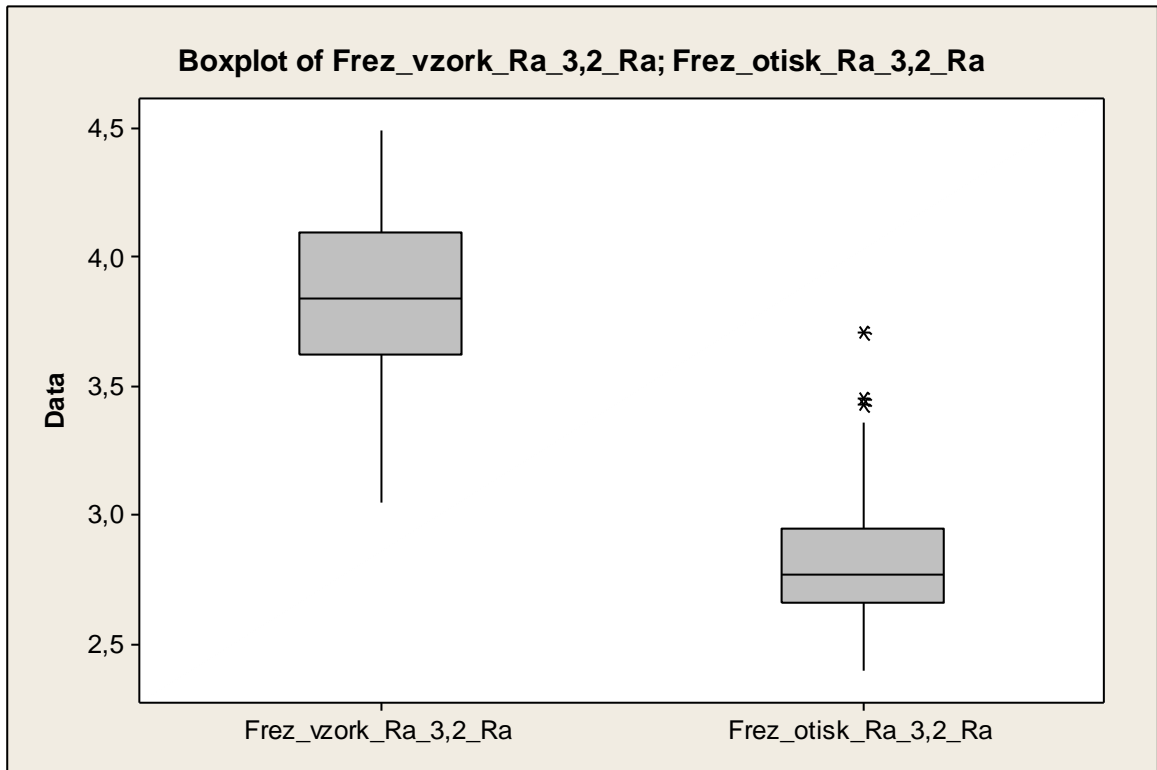
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

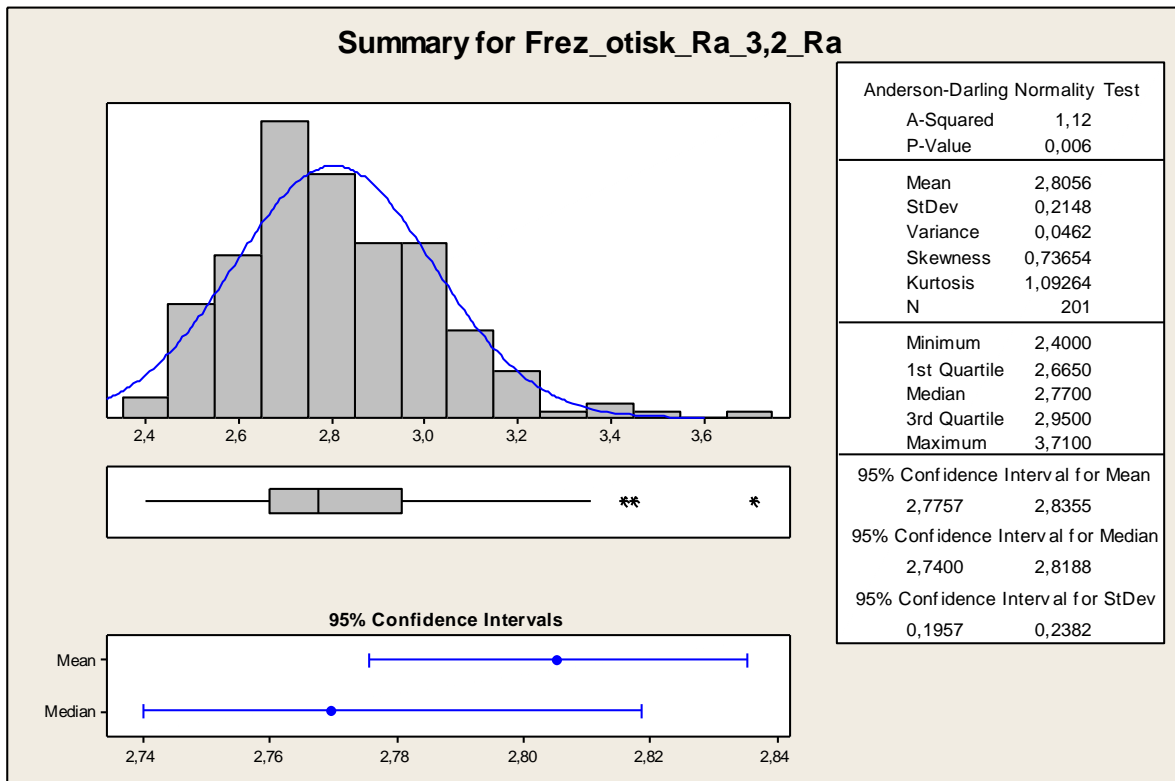
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr Ra se liší významně.

Frézování parametr Ra (Ra=3,2)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Frez_vzork_Ra_3,2_Ra	201	3,83	0,02	0,32	8,44	3,84
Frez_otisk_Ra_3,2_Ra	201	2,81	0,02	0,21	7,66	2,77

Mann-Whitney Test and CI: Frez_vzork_Ra_3,2_Ra; Frez_otisk_Ra_3,2_Ra

Test of $ETA1 = ETA2$ vs $ETA1 \text{ not } = ETA2$ is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	3,84	3,79	3,92
otisk	2,77	2,74	2,82

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 3,84 - 2,77 = 1,07 \mu\text{m}$$

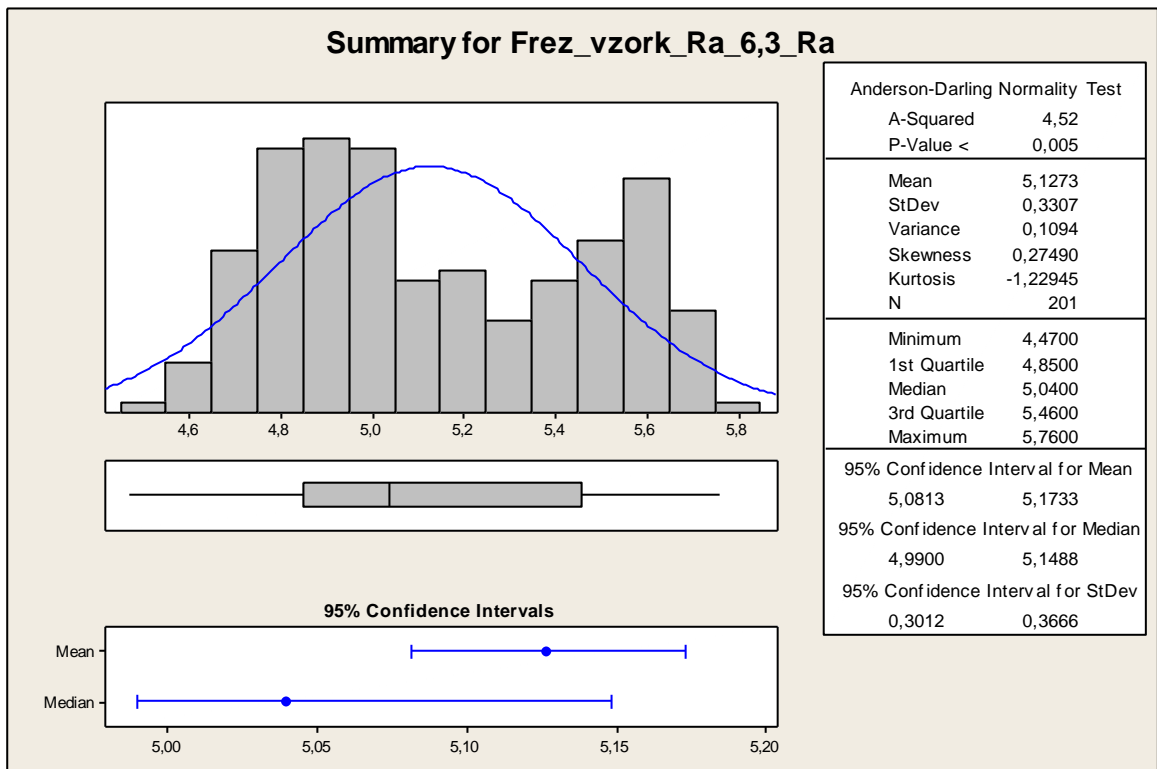
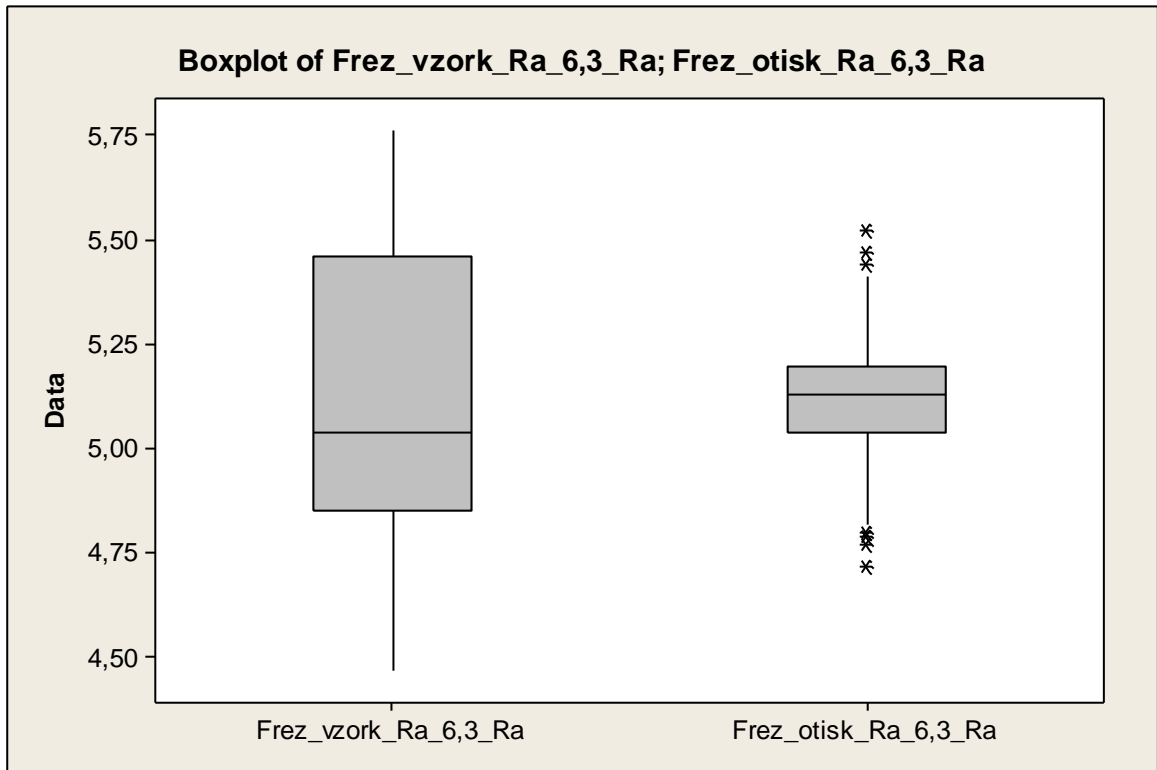
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

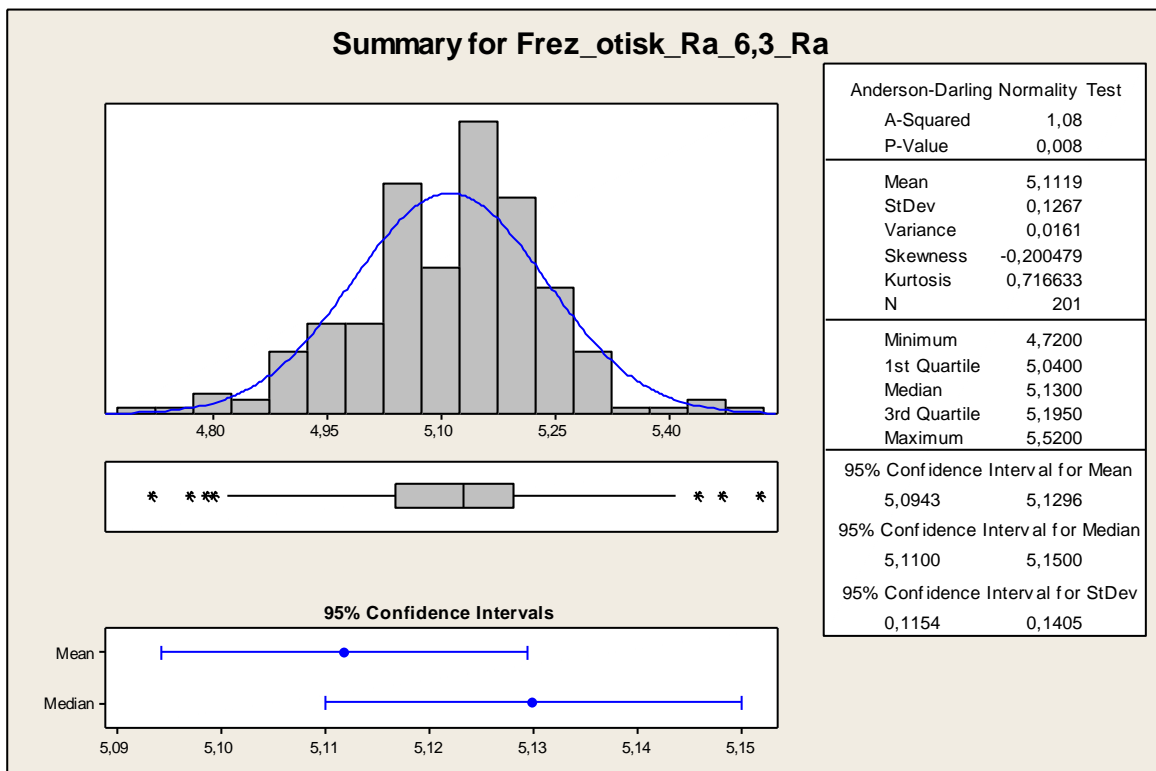
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr Ra se liší významně.

Frézování parametr Ra (Ra=6,3)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Frez_vzork_Ra_6,3_Ra	201	5,13	0,02	0,33	6,45	5,04
Frez_otisk_Ra_6,3_Ra	201	5,11	0,01	0,13	2,48	5,13

Mann-Whitney Test and CI: Frez_vzork_Ra_6,3_Ra; Frez_otisk_Ra_6,3_Ra

Test of $ETA1 = ETA2$ vs $ETA1 \text{ not } = ETA2$ is significant at 0,2638
 The test is significant at 0,2638 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	5,04	4,99	5,15
otisk	5,13	5,11	5,15

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 5,04 - 5,13 = -0,07 \mu\text{m}$$

$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

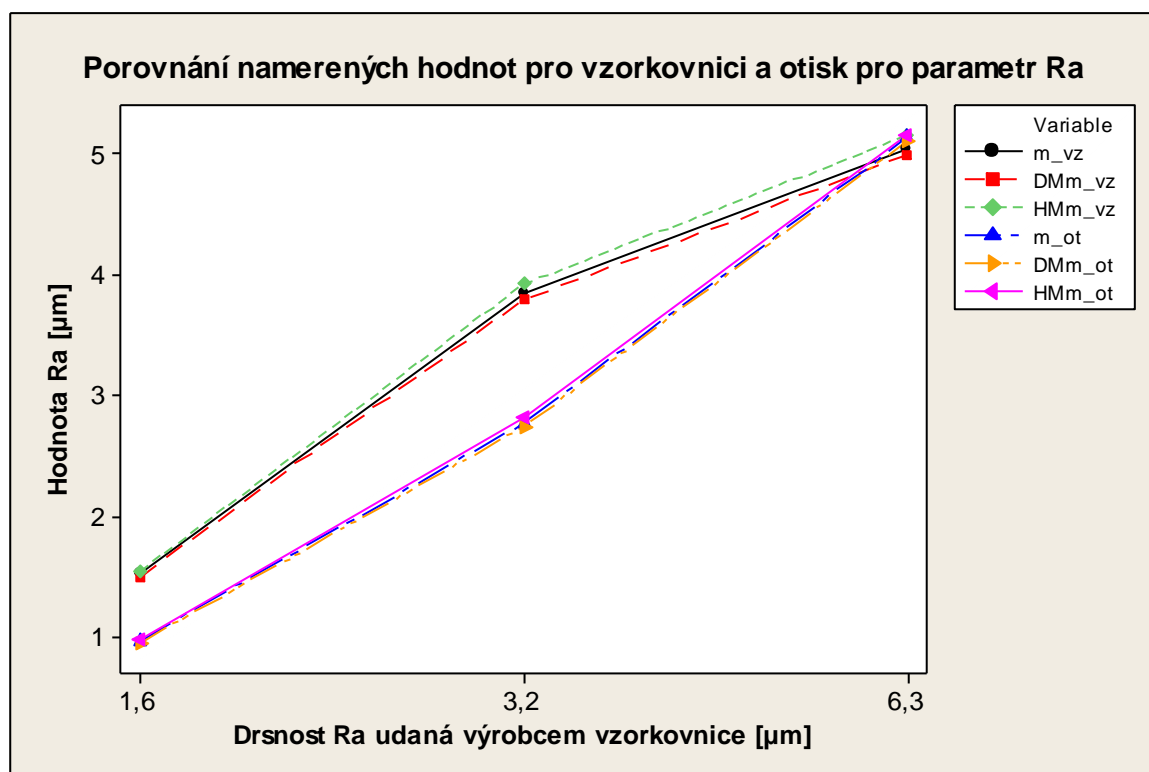
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,2638 \rightarrow$ Nezamítáme H_0 o rovnosti mediánů s pravděpodobností $1-\alpha=0,95$ a tedy s možností omylu 5%

Tabulka hodnot mediánů a dolních a horních mezí konfidenčních intervalů pro mediány (hodnoty v μm)

	vzorkovnice			otisk		
	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
Ra_Ra1,6	1,52	1,5	1,54	0,97	0,95	0,98
Ra_Ra3,2	3,84	3,79	3,92	2,77	2,74	2,82
Ra_Ra6,3	5,04	4,99	5,15	5,13	5,11	5,15

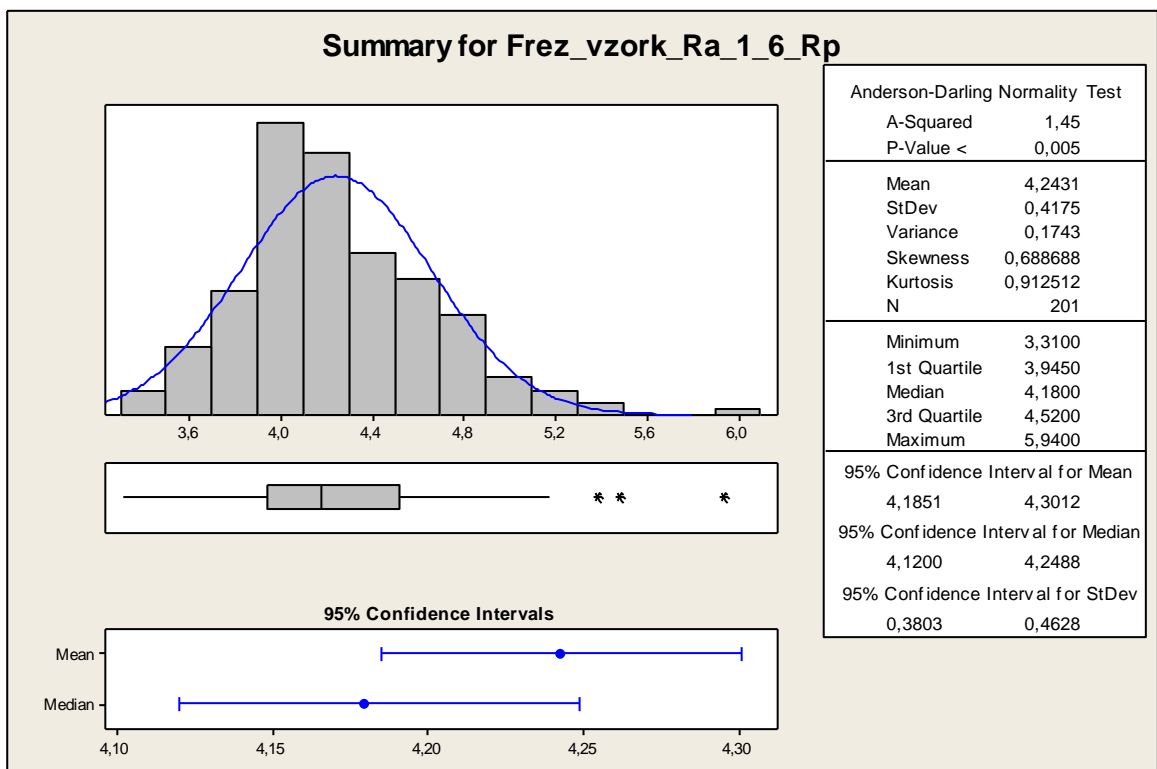
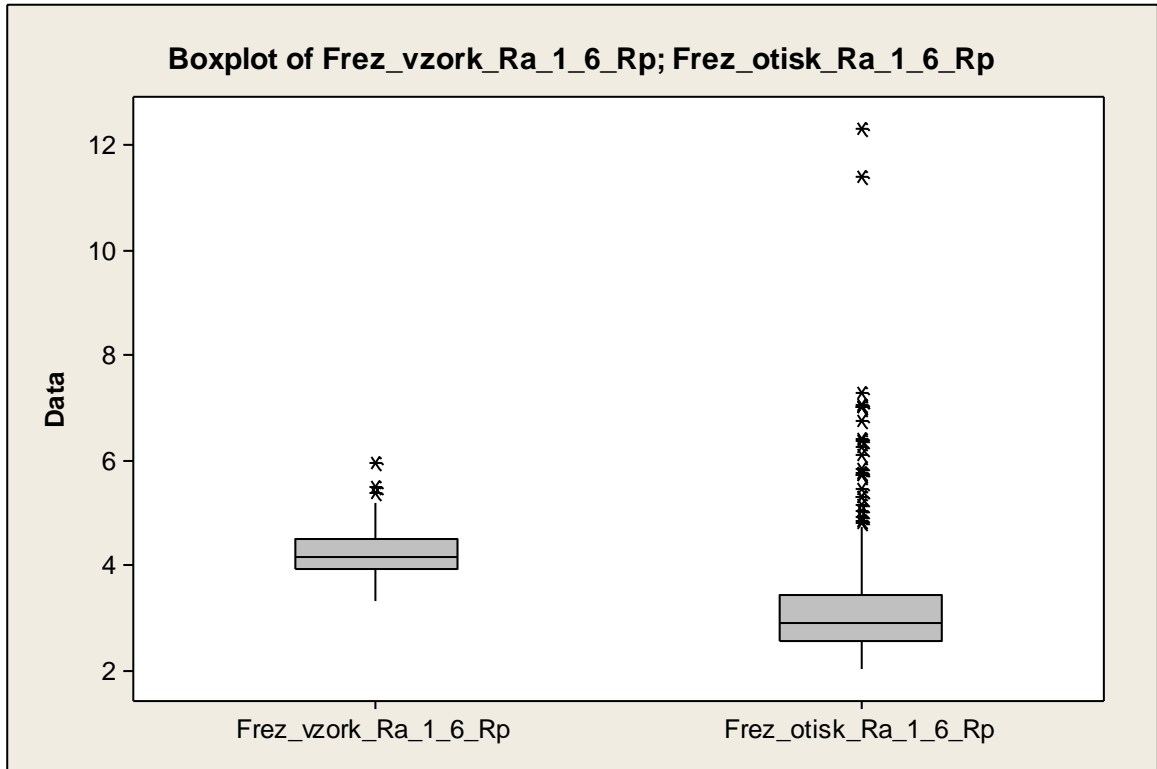


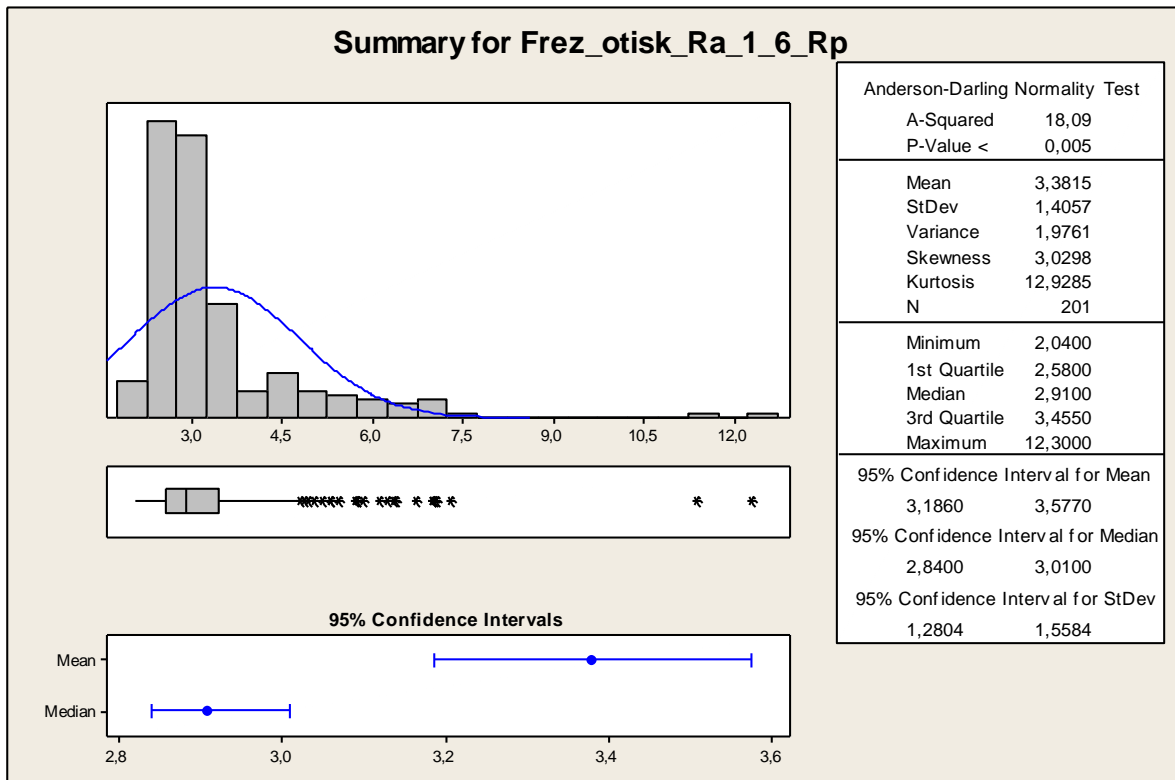
Hodnoty mediánů daných parametrů

Čelní frézování				
Parametr	Vzorkovnice [μm]	Otisk [μm]	Rozdíl [μm]	% vyjádření
Ra_Ra1,6	1,52	0,97	0,55	36,18
Ra_Ra3,2	3,84	2,77	1,07	27,86
Ra_Ra6,3	5,04	5,13	-0,09	-1,79

PŘÍLOHA XII: ČELNÍ FRÉZOVÁNÍ; PARAMETR RP

Broušení parametr Rp (Ra=1,6)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Frez_vzork_Ra_1_Rp	201	4,24	0,03	0,42	9,84	4,18
Frez_otisk_Ra_1_Rp	201	3,38	0,10	1,41	41,57	2,91

Mann-Whitney Test and CI: Frez_vzork_Ra_1_6_Rp; Frez_otisk_Ra_1_6_Rp

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	4,18	4,12	4,25
otisk	2,91	2,84	3,01

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 4,18 - 2,91 = 1,27 \mu\text{m}$$

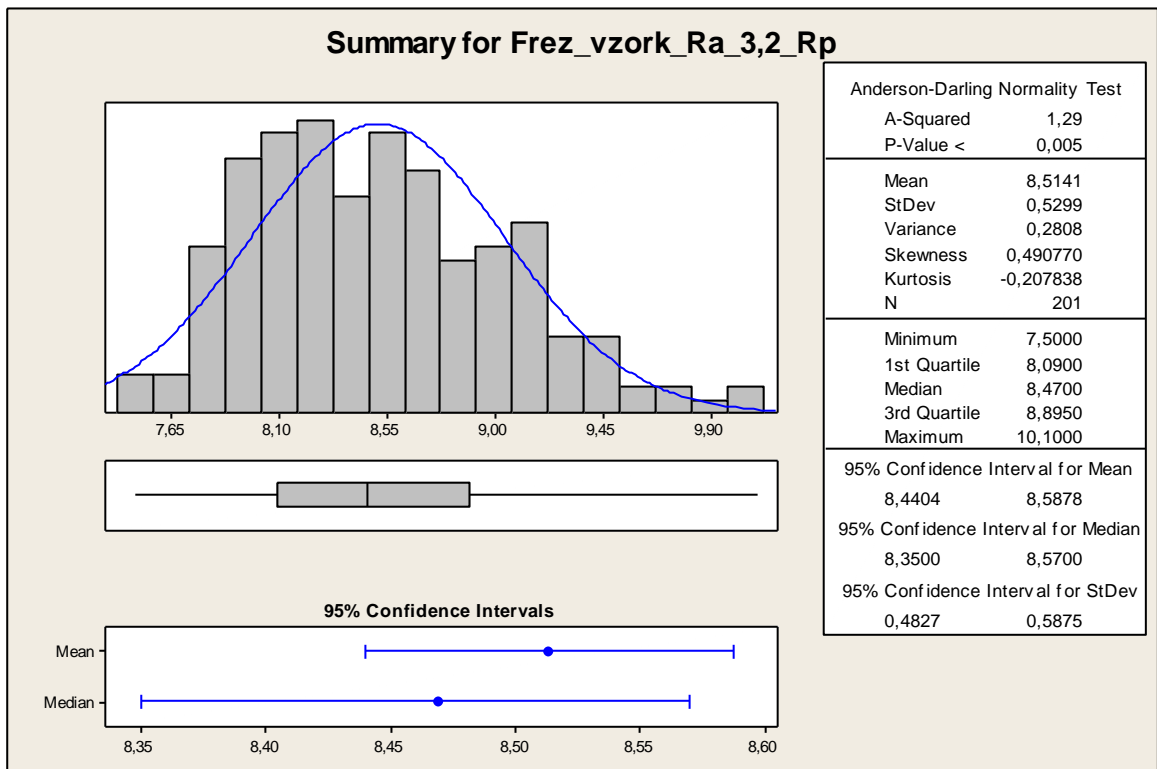
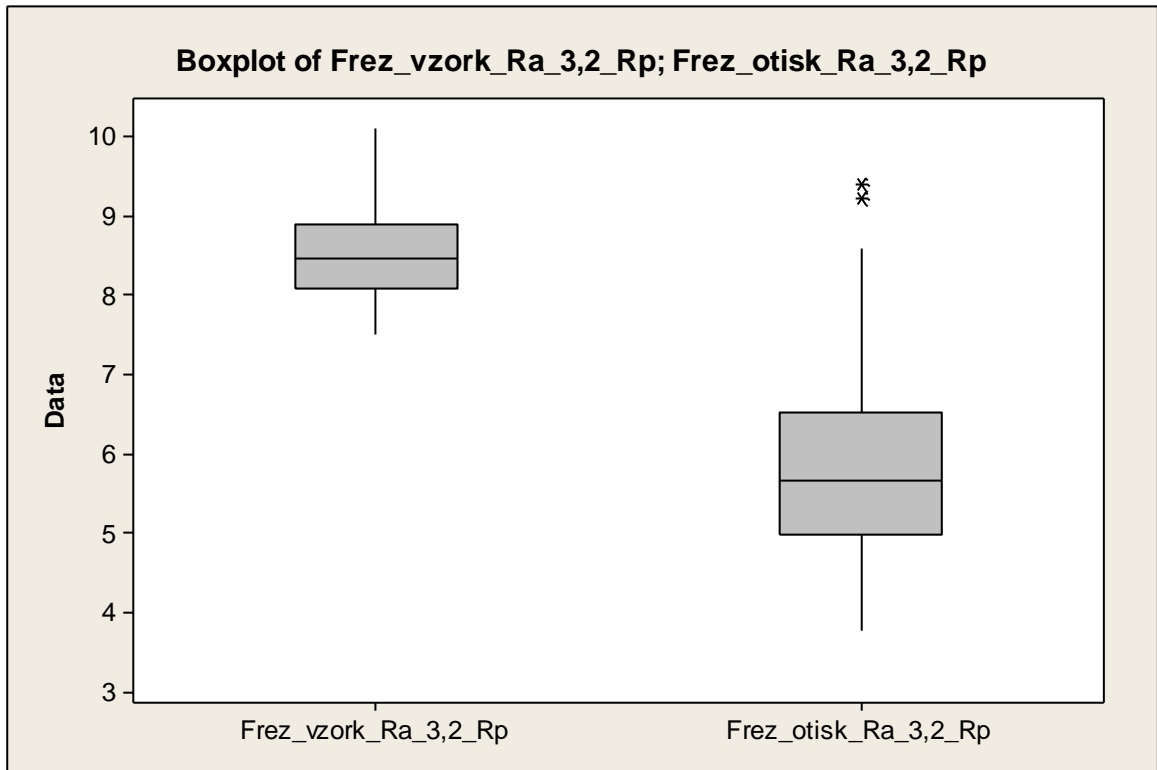
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

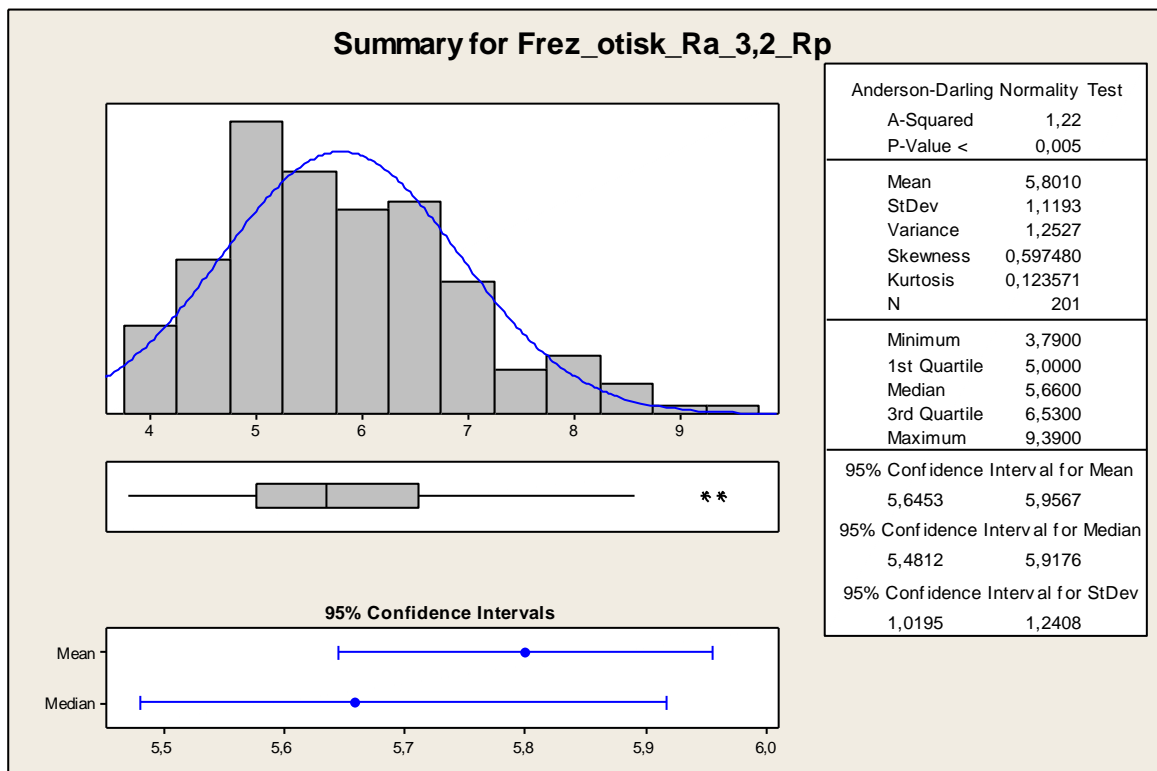
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr Rp se liší významně.

Broušení parametr Rp (Ra=3,2)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Frez_vzork_Ra_3,2_Rp	201	8,51	0,04	0,53	6,22	8,47
Frez_otisk_Ra_3,2_Rp	201	5,80	0,08	1,12	19,29	5,66

Mann-Whitney Test and CI: Frez_vzork_Ra_3,2_Rp; Frez_otisk_Ra_3,2_Rp

Test of $ETA1 = ETA2$ vs $ETA1 \text{ not } = ETA2$ is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	8,47	8,35	8,57
otisk	5,66	5,48	5,91

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 8,47 - 5,66 = 2,81 \mu\text{m}$$

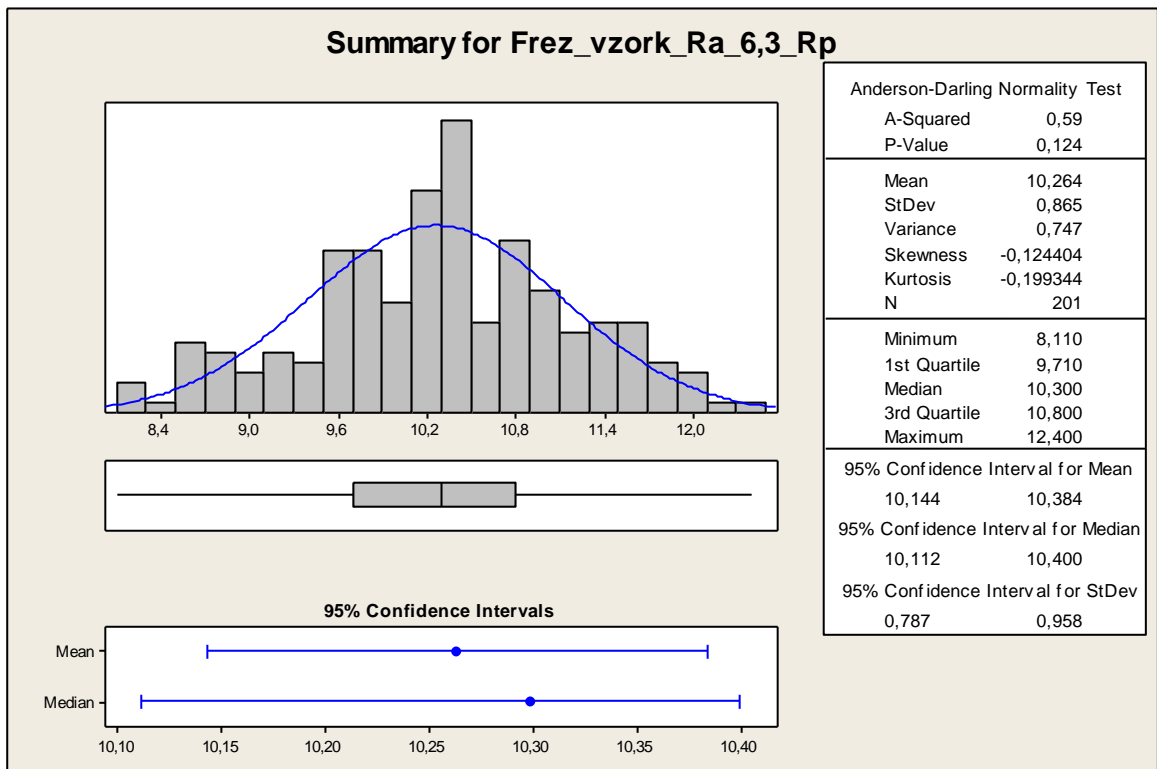
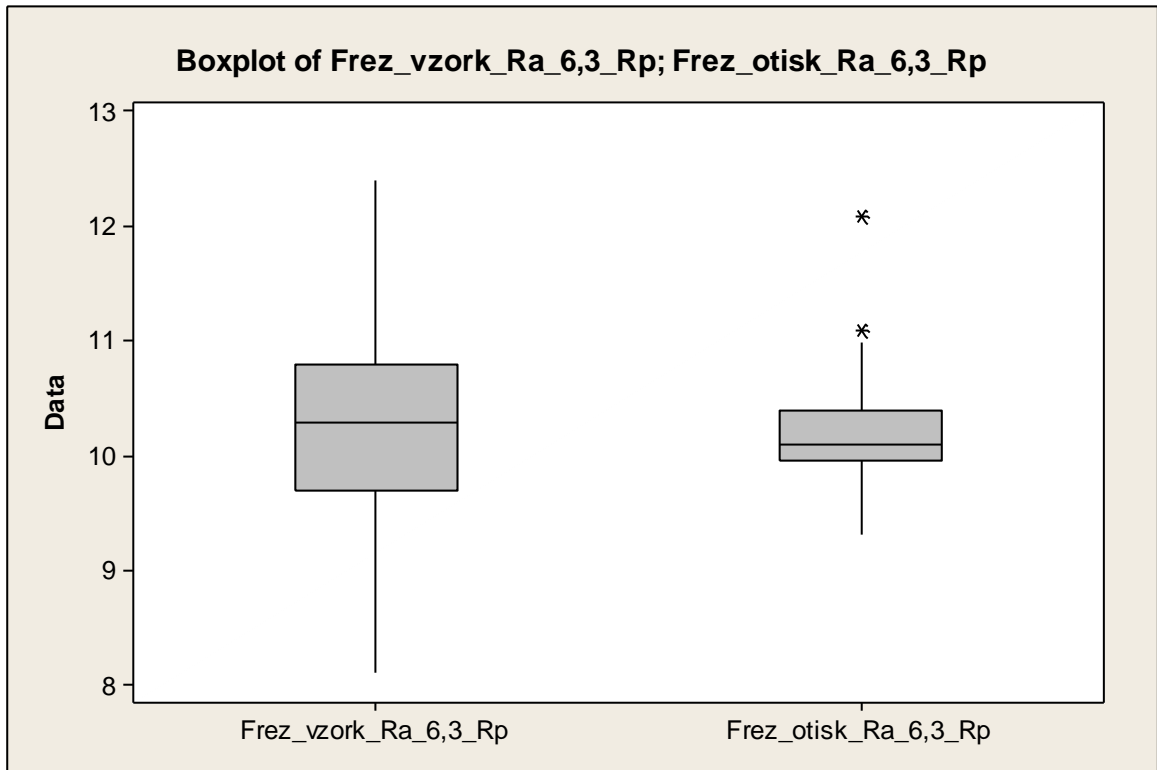
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

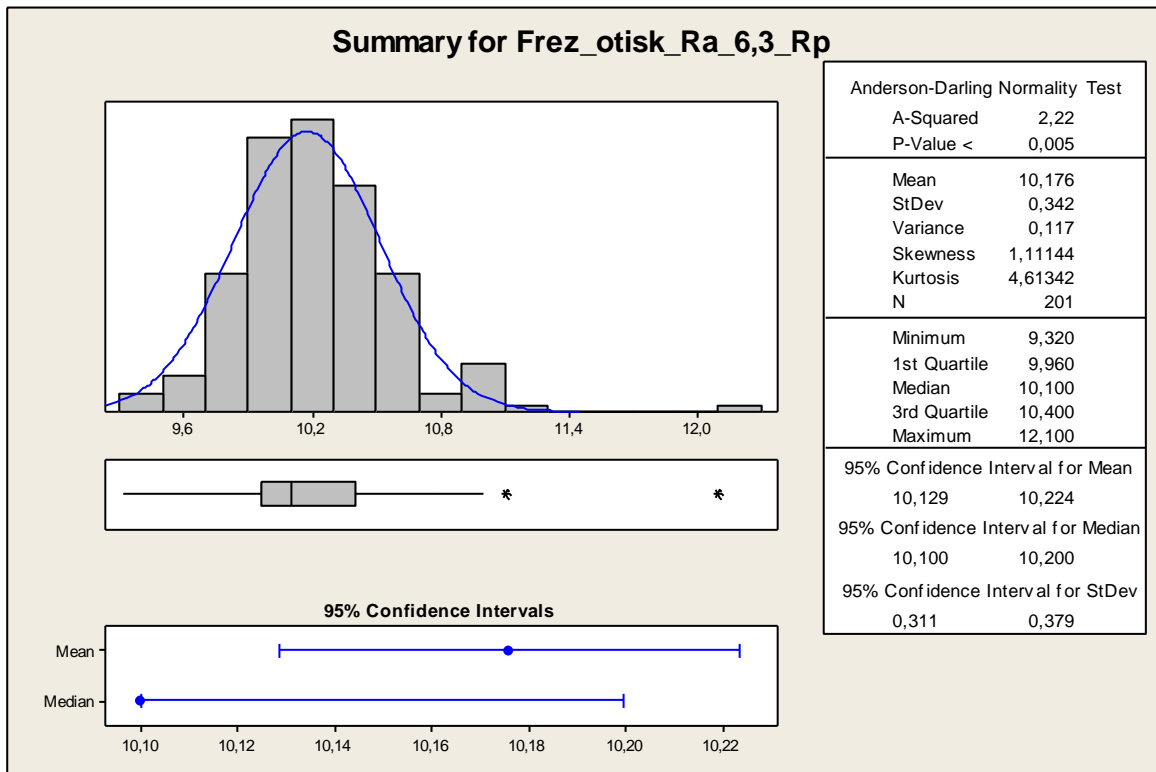
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Mediány pro parametr Rp se liší významně, zamítáme H_0 o rovnosti mediánů

Broušení parametr Rp (Ra=6,3)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Frez_vzork_Ra_6,3_Rp	201	10,26	0,06	0,87	8,42	10,30
Frez_otisk_Ra_6,3_Rp	201	10,18	0,02	0,34	3,36	10,10

Mann-Whitney Test and CI: Frez_vzork_Ra_6,3_Rp; Frez_otisk_Ra_6,3_Rp

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0933
 The test is significant at 0,0928 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	10,30	10,11	10,30
otisk	10,10	10,10	10,20

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 10,3 - 10,1 = 0,2 \mu\text{m}$$

$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

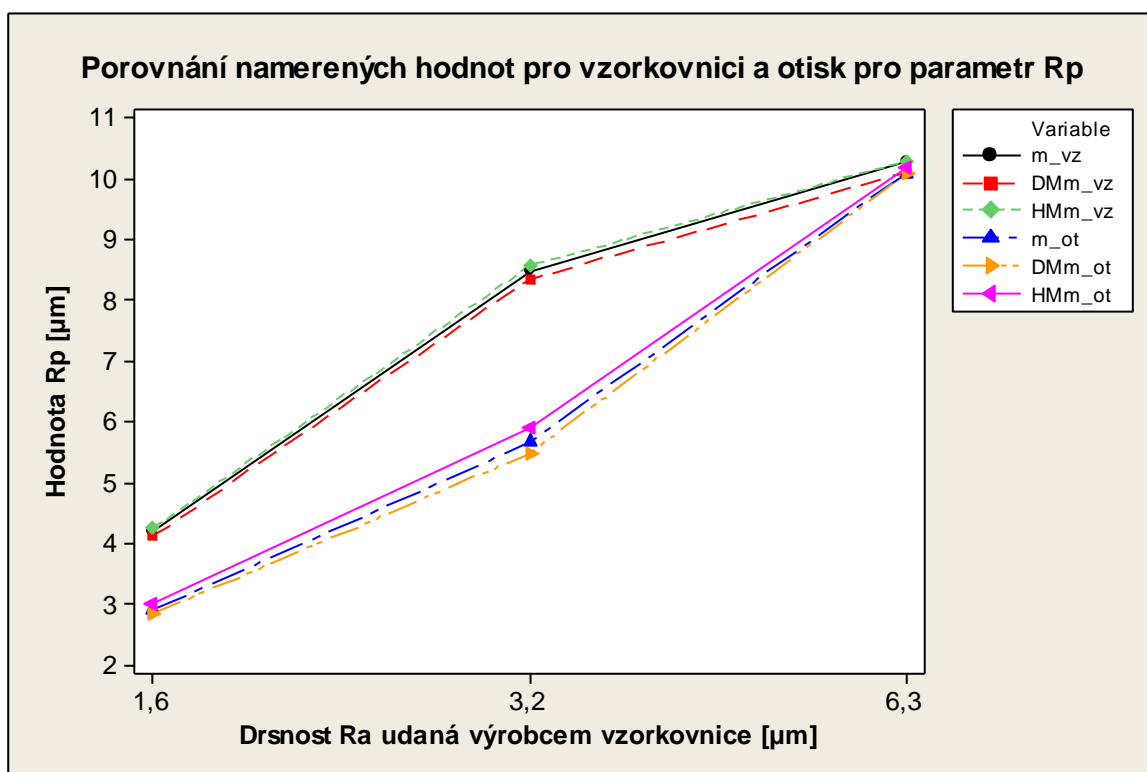
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,0933 \rightarrow$ Nezamítáme H_0 o rovnosti mediánů s pravděpodobností $1-\alpha=0,95$ a tedy s možností omylu 5%

Tabulka hodnot mediánů a dolních a horních mezí konfidenčních intervalů pro mediány (hodnoty v μm)

	vzorkovnice			otisk		
	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
Rp_Ra1,6	4,18	4,12	4,25	2,91	2,84	3,01
Rp_Ra3,2	8,47	8,35	8,57	5,66	5,48	5,91
Rp_Ra6,3	10,3	10,11	10,3	10,1	10,1	10,2

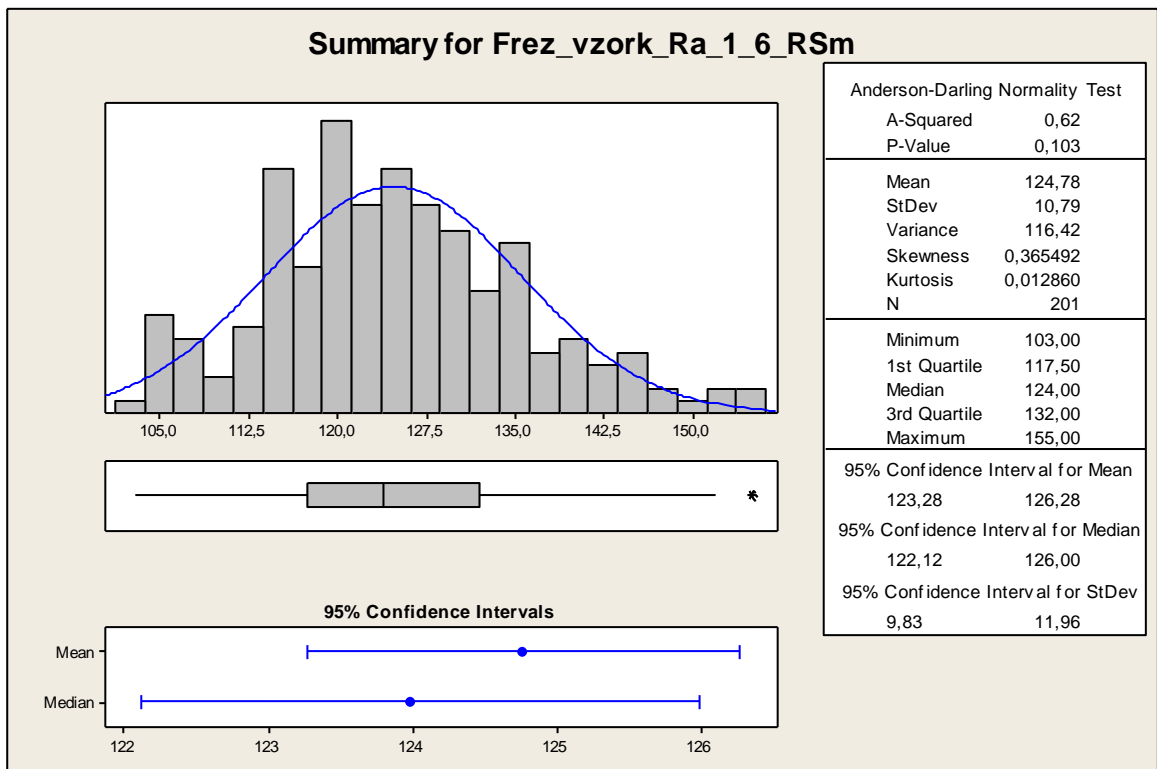
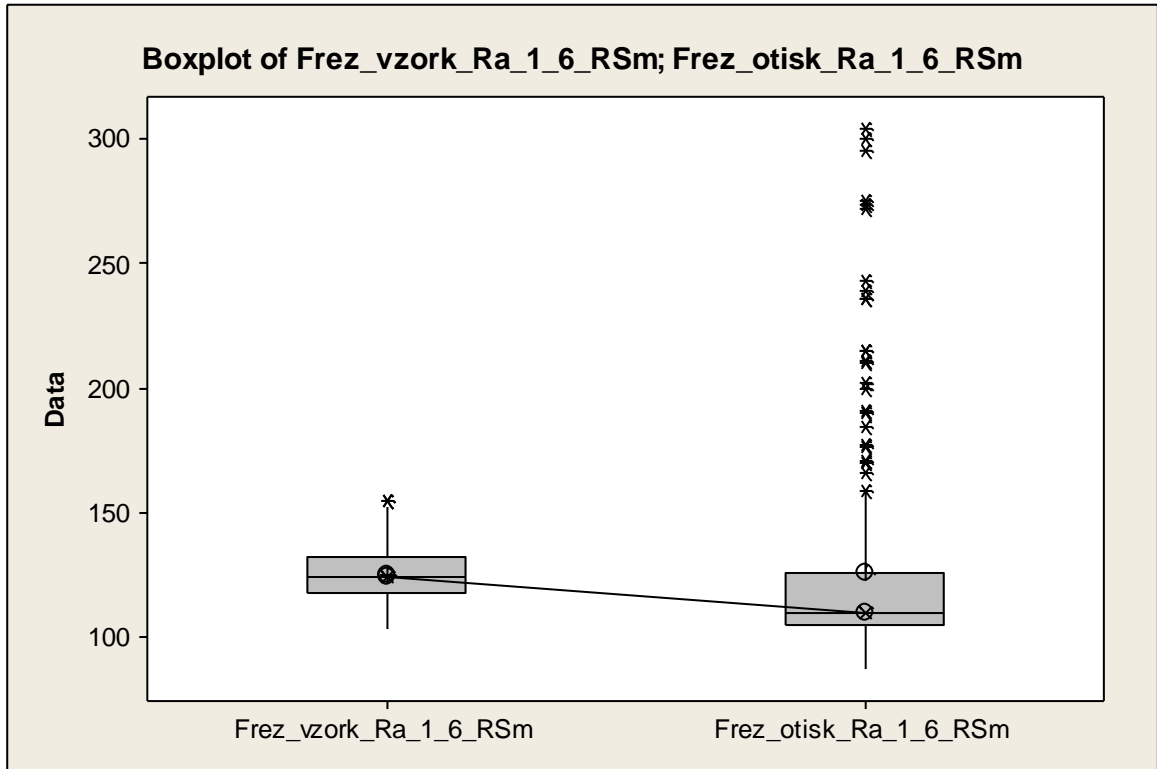


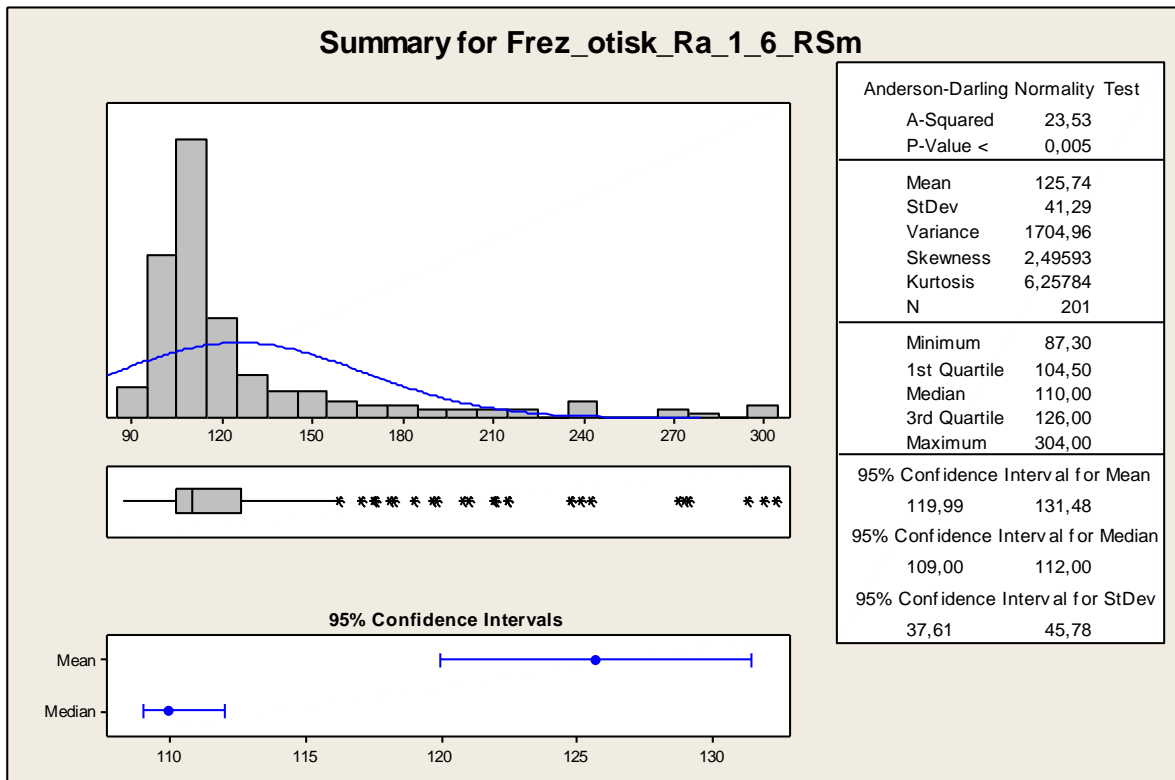
Hodnoty mediánů daných parametrů

Čelní frézování				
Parametr	Vzorkovnice [μm]	Otisk [μm]	Rozdíl [μm]	% vyjádření
Rp_Ra1,6	4,18	2,91	1,27	30,38
Rp_Ra3,2	8,47	5,66	2,81	33,18
Rp_Ra6,3	10,3	10,1	0,20	1,94

PŘÍLOHA XIII: ČELNÍ FRÉZOVÁNÍ; PARAMETR RSM

Frézování parametr RSm (Ra=1,6)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Frez_vzork_Ra_1,6_RSm	201	124,78	0,76	10,79	8,65	124,00
Frez_otisk_Ra_1,6_RSm	201	125,74	2,91	41,29	32,84	110,00

Mann-Whitney Test and CI: Frez_vzork_Ra_1_6_RSm; Frez_otisk_Ra_1_6_RSm

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	124,00	122,12	126,00
otisk	110,00	109,00	112,00

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 124,00 - 110,00 = 14,00 \mu\text{m}$$

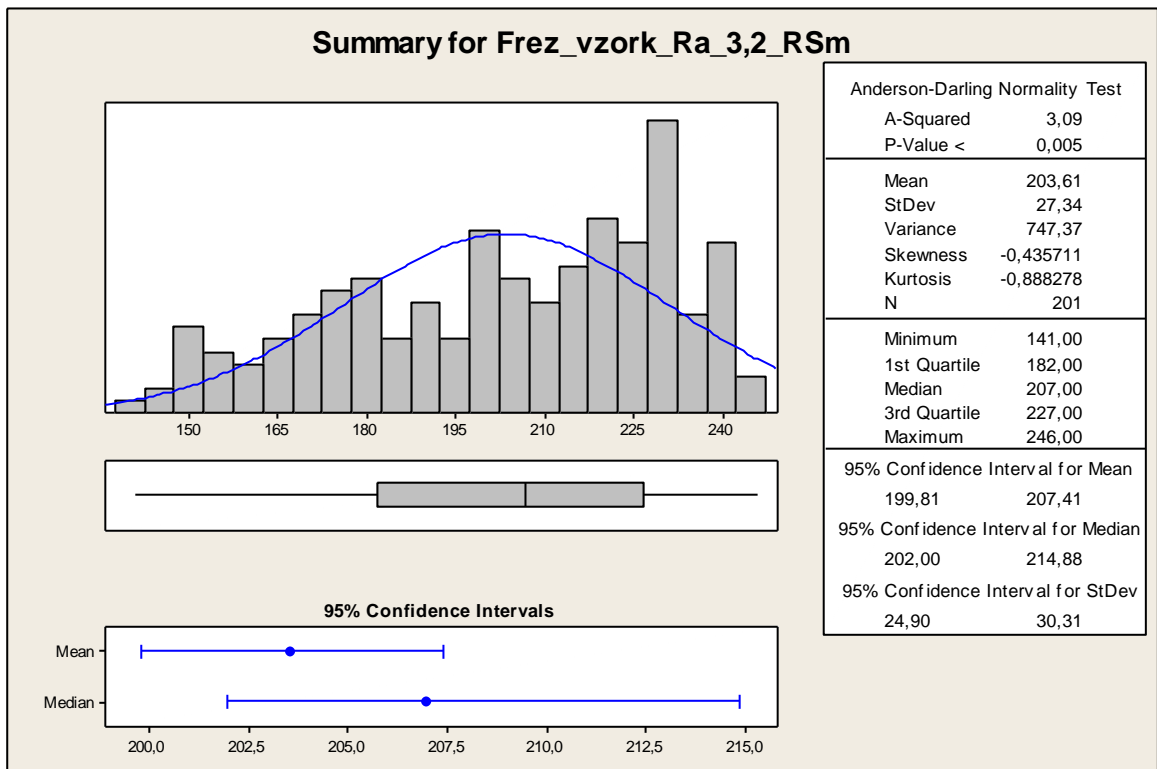
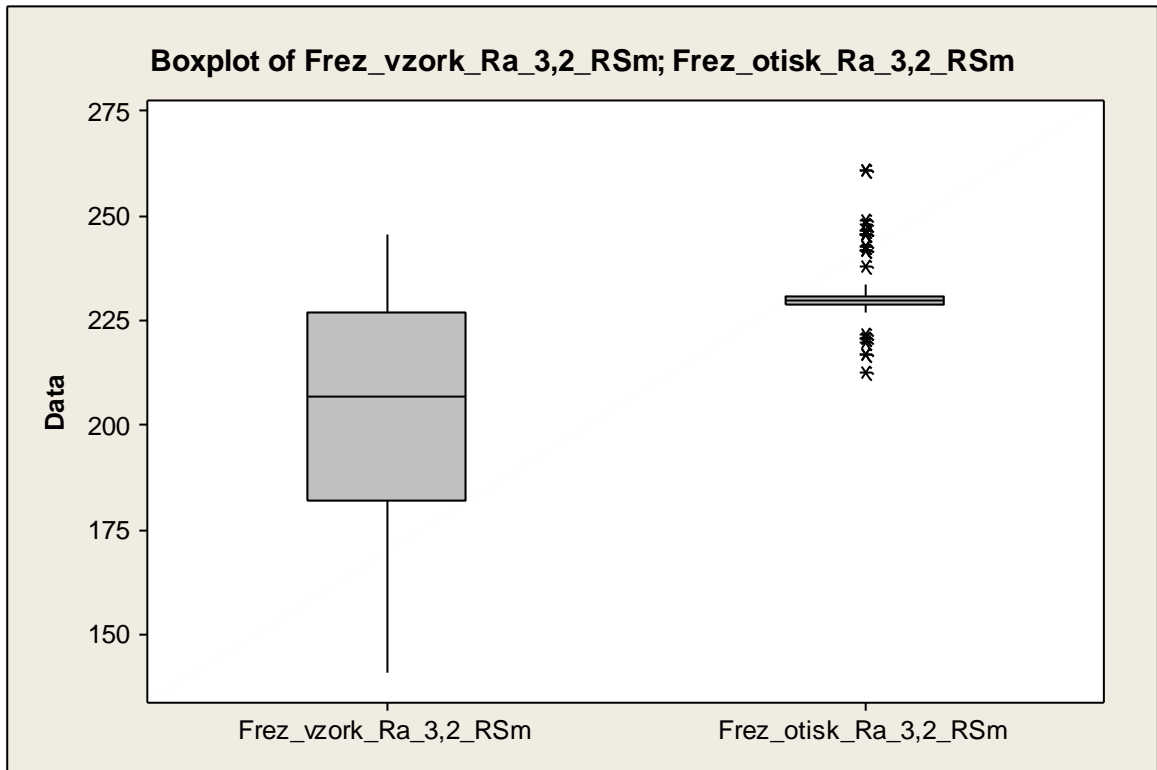
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

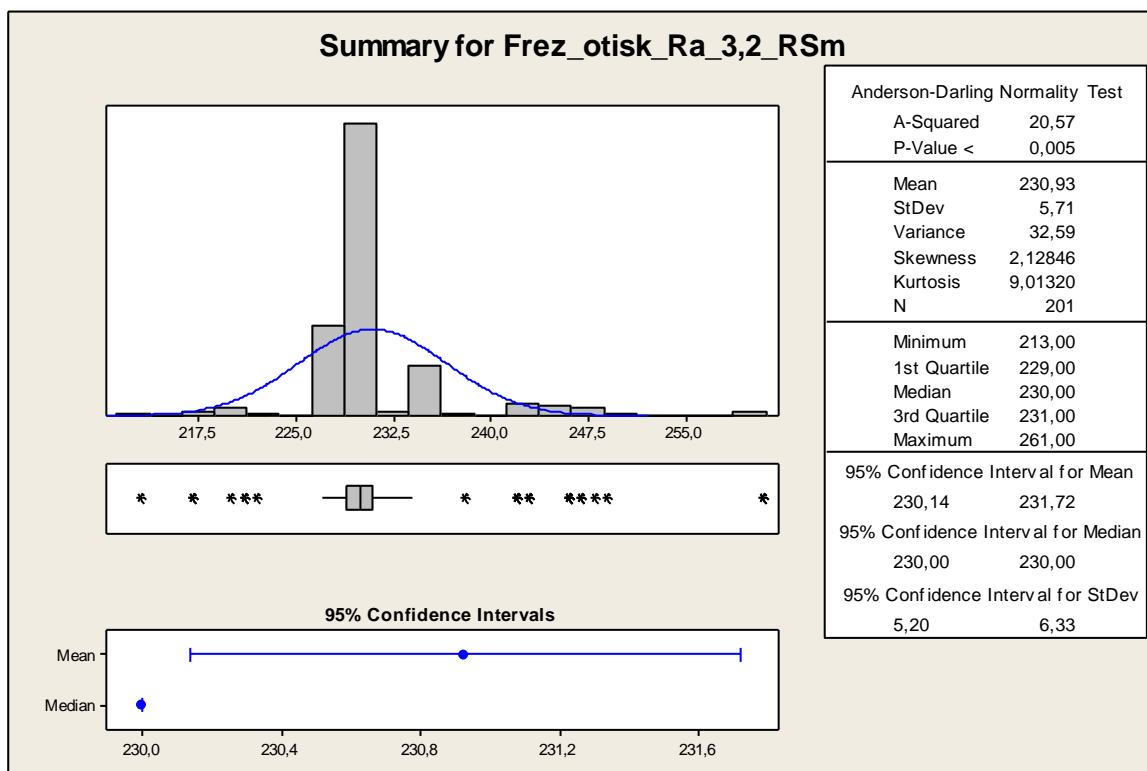
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr RSm se liší významně.

Broušení parametr RSm (Ra=3,2)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Frez_vzork_Ra_3,2_RSm	201	203,61	1,93	27,34	13,43	207,00
Frez_otisk_Ra_3,2_RSm	201	230,93	0,40	5,71	2,47	230,00

Mann-Whitney Test and CI: Frez_vzork_Ra_3,2_RSm; Frez_otisk_Ra_3,2_RSm

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	207,00	202,00	214,88
otisk	230,00	230,00	230,00

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 207,00 - 230,00 = -23\mu\text{m}$$

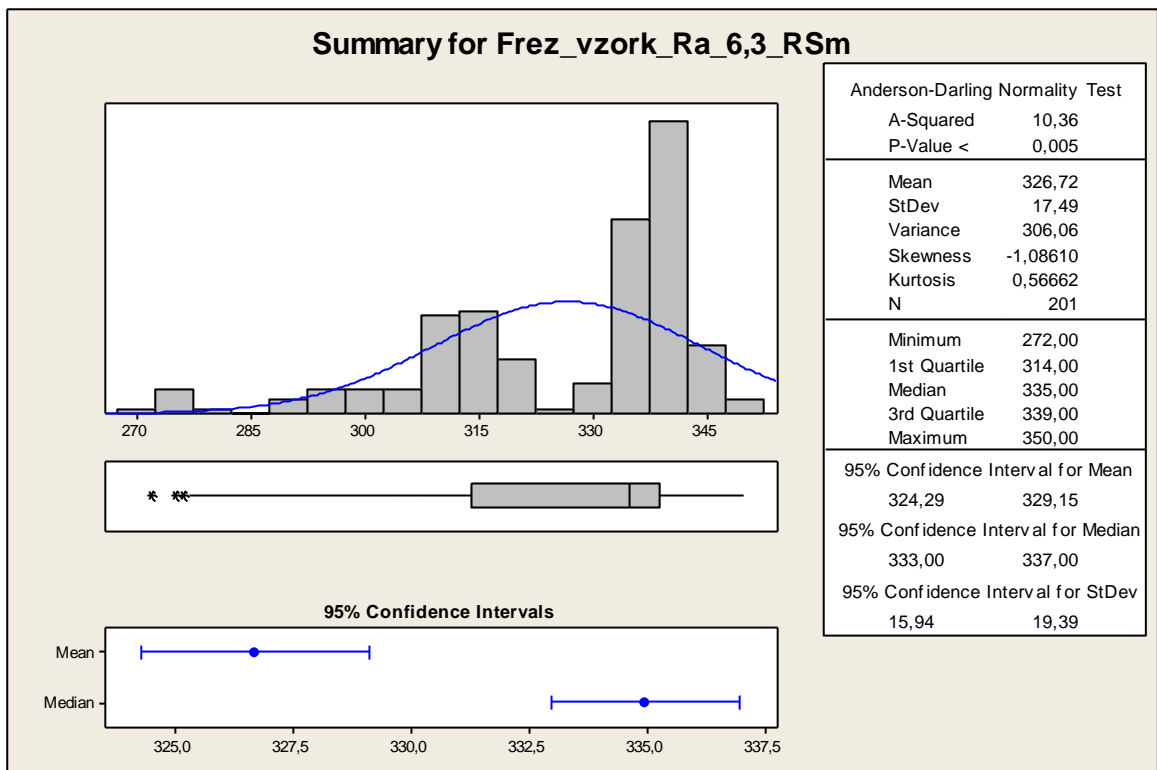
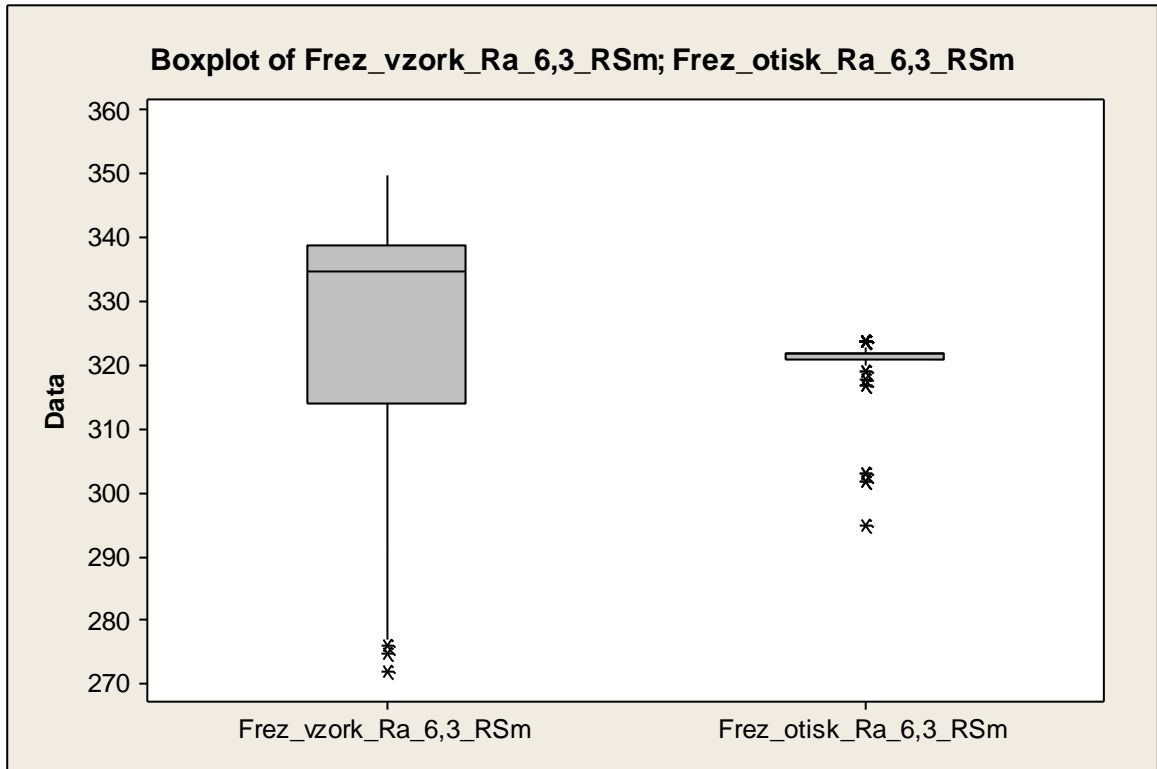
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

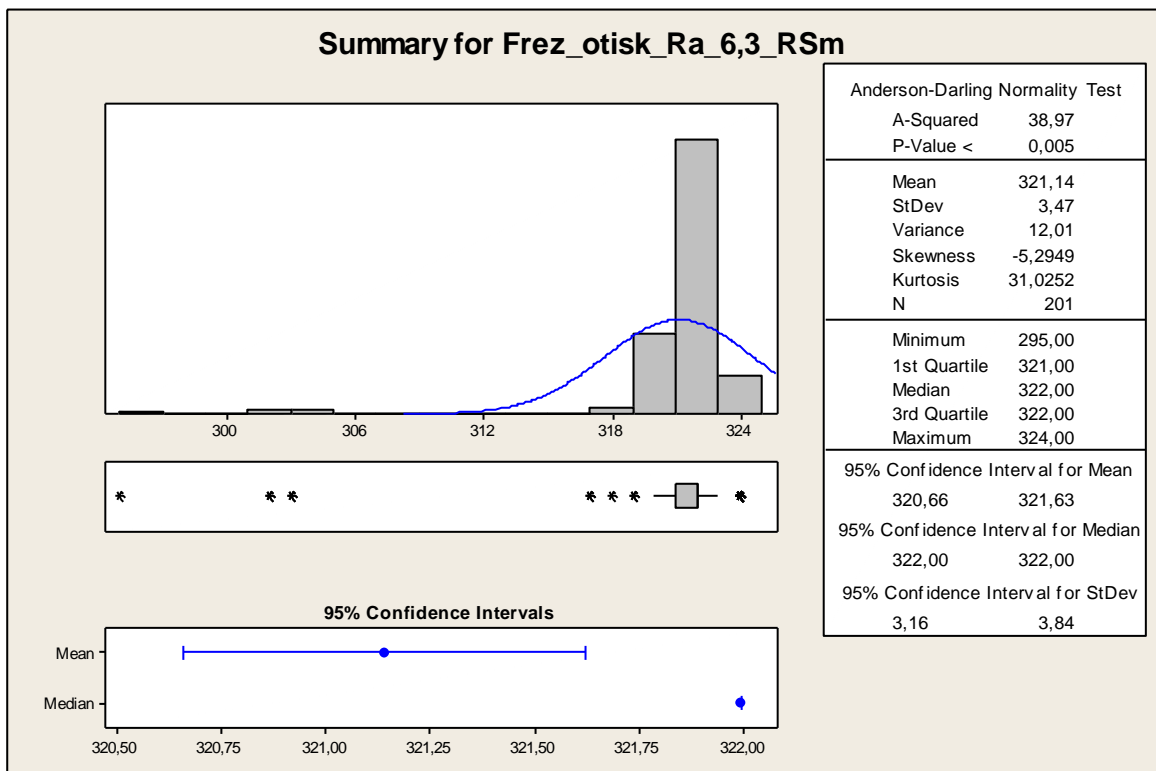
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr RSm se liší významně.

Broušení parametr RSm (Ra=6,3)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Frez_vzork_Ra_6,3_RSm	201	326,72	1,23	17,49	5,35	335,00
Frez_otisk_Ra_6,3_RSm	201	321,14	0,24	3,47	1,08	322,00

Mann-Whitney Test and CI: Frez_vzork_Ra_6,3_RSm; Frez_otisk_Ra_6,3_RSm

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	335,00	333,00	337,00
otisk	322,00	322,00	322,00

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 335,00 - 322,00 = 13,00 \mu\text{m}$$

$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

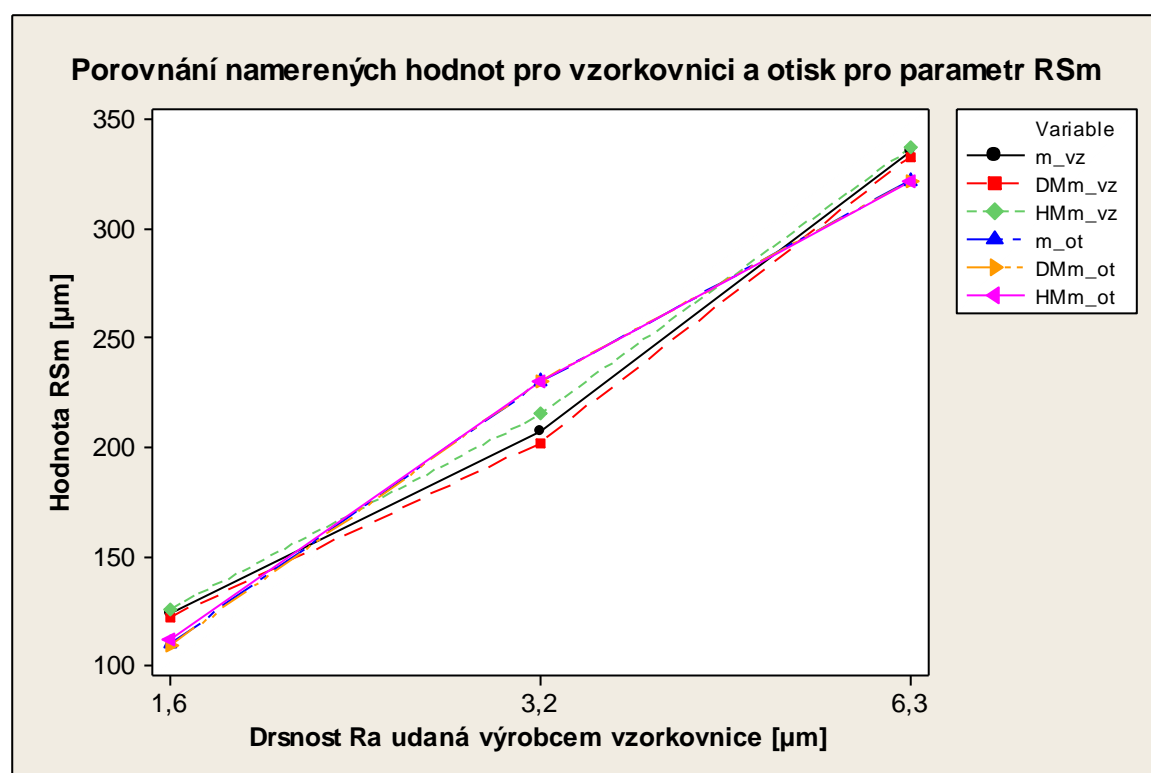
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr RSm se liší významně.

Tabulka hodnot mediánů a dolních a horních mezí konfidenčních intervalů pro mediány (hodnoty v μm)

	vzorkovnice			otisk		
	\bar{x}	$DM\bar{x}$	$HM\bar{x}$	\bar{x}	$DM\bar{x}$	$HM\bar{x}$
RSm_Ra1,6	124	122,12	126	110	109	112
RSm_Ra3,2	207	202	214,88	230	230	230
RSm_Ra6,3	335	333	337	322	322	322

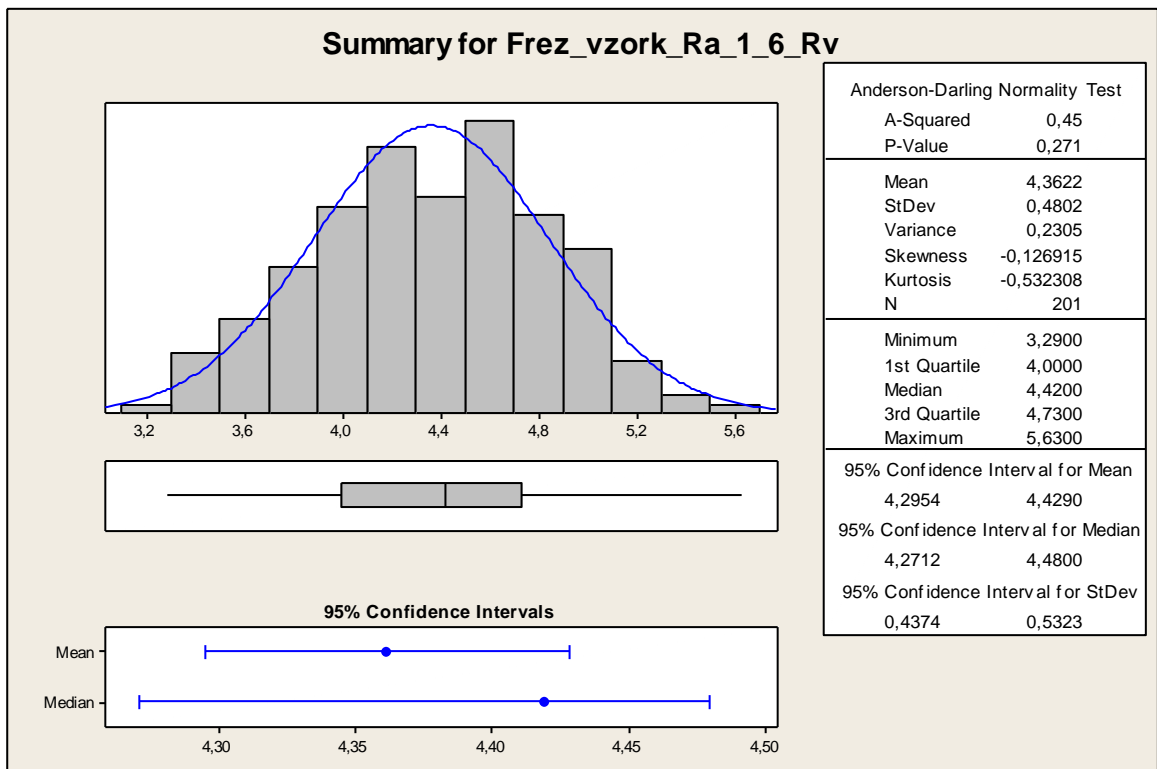
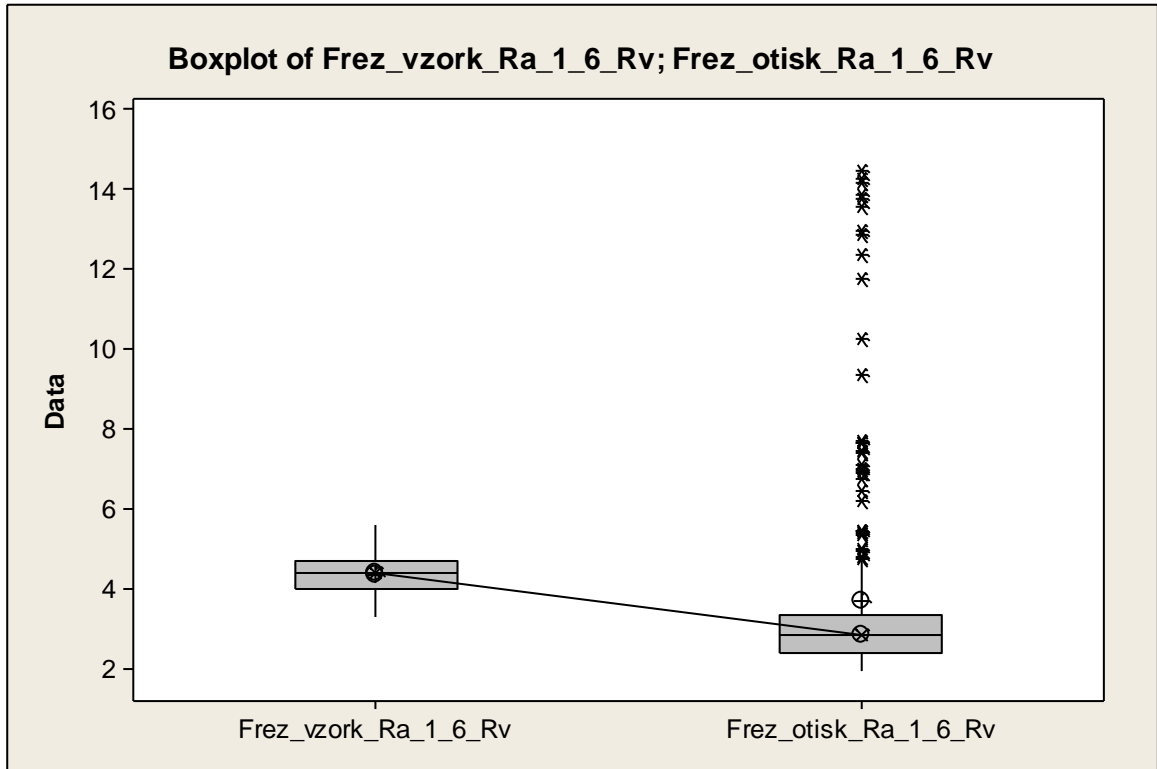


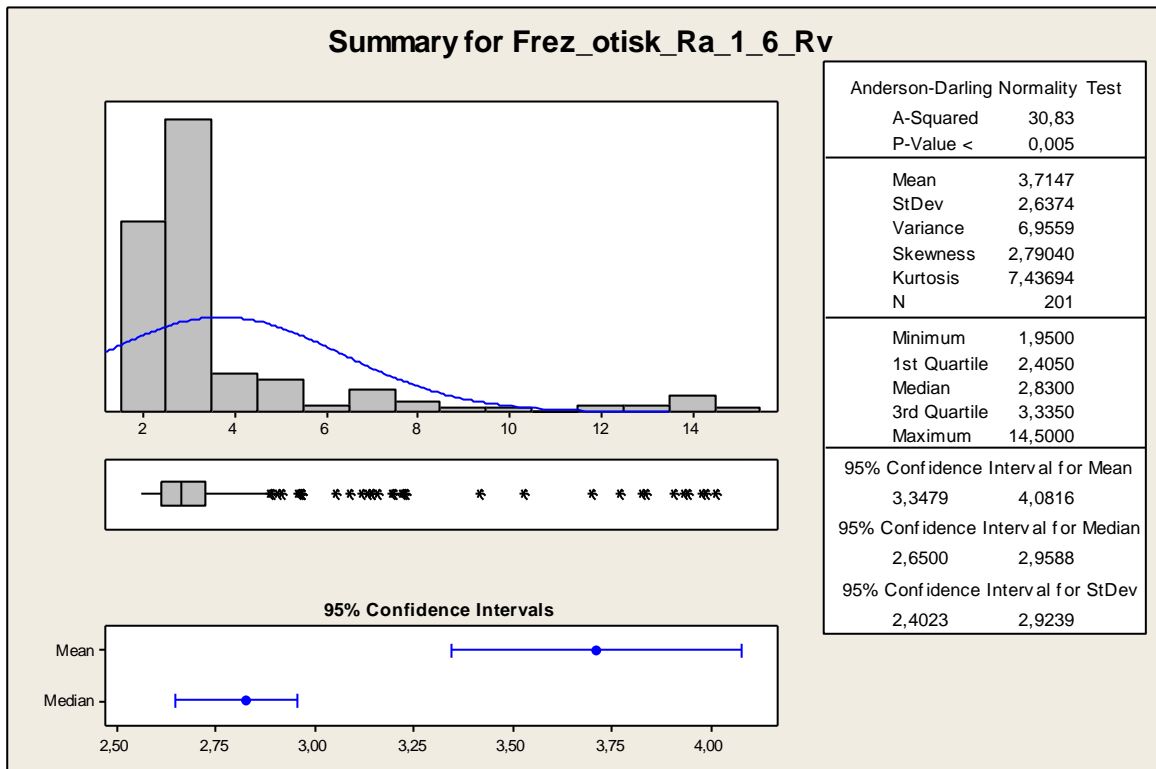
Hodnoty mediánů daných parametrů

Čelní frézování				
Parametr	Vzorkovnice [μm]	Otisk [μm]	Rozdíl [μm]	% vyjádření
RSm_Ra1,6	124	110	14,00	11,29
RSm_Ra3,2	207	230	-23,00	-11,11
RSm_Ra6,3	335	322	13,00	3,88

PŘÍLOHA XIV: ČELNÍ FRÉZOVÁNÍ; PARAMETR Rv

Frézování parametr Rv (Ra=1,6)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Frez_vzork_Ra_1,6_Rv	201	4,36	0,03	0,48	11,01	4,42
Frez_otisk_Ra_1,6_Rv	201	3,72	0,19	2,64	71,00	2,83

Mann-Whitney Test and CI: Frez_vzork_Ra_1_6_Rv; Frez_otisk_Ra_1_6_Rv

Test of $ETA1 = ETA2$ vs $ETA1 \text{ not } = ETA2$ is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	4,42	4,27	4,48
otisk	2,83	2,65	2,96

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 4,42 - 2,83 = 1,59\mu\text{m}$$

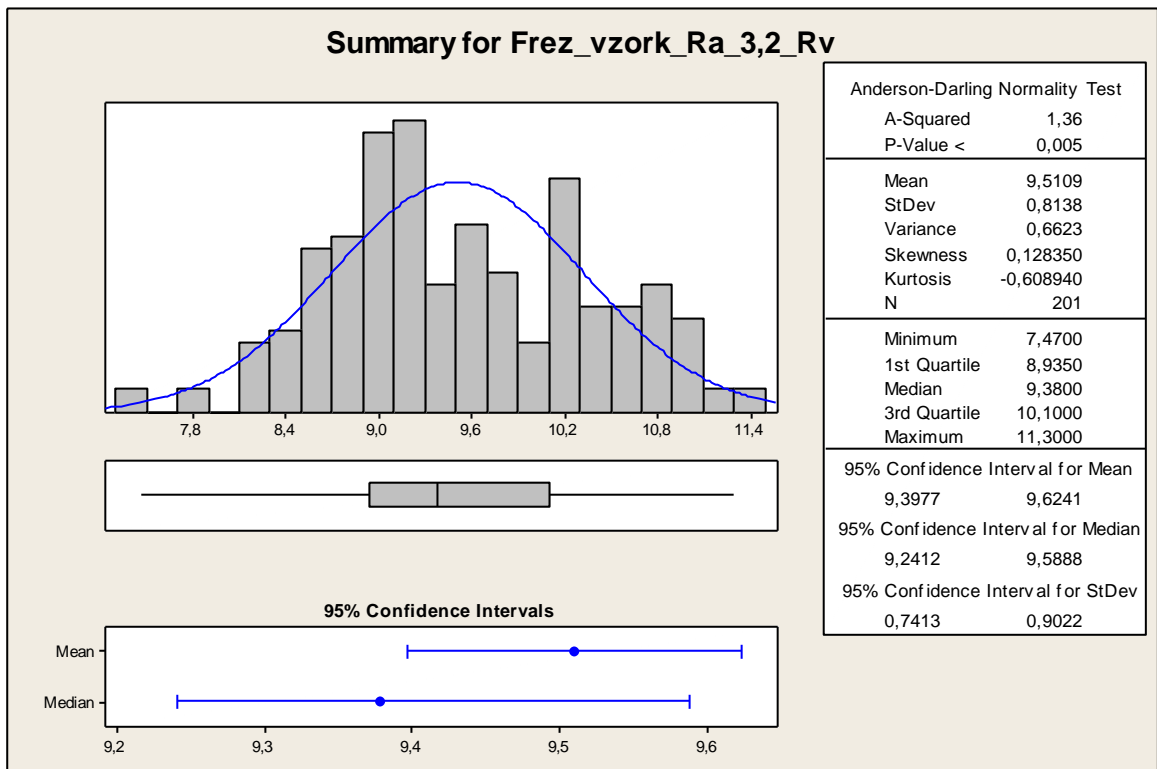
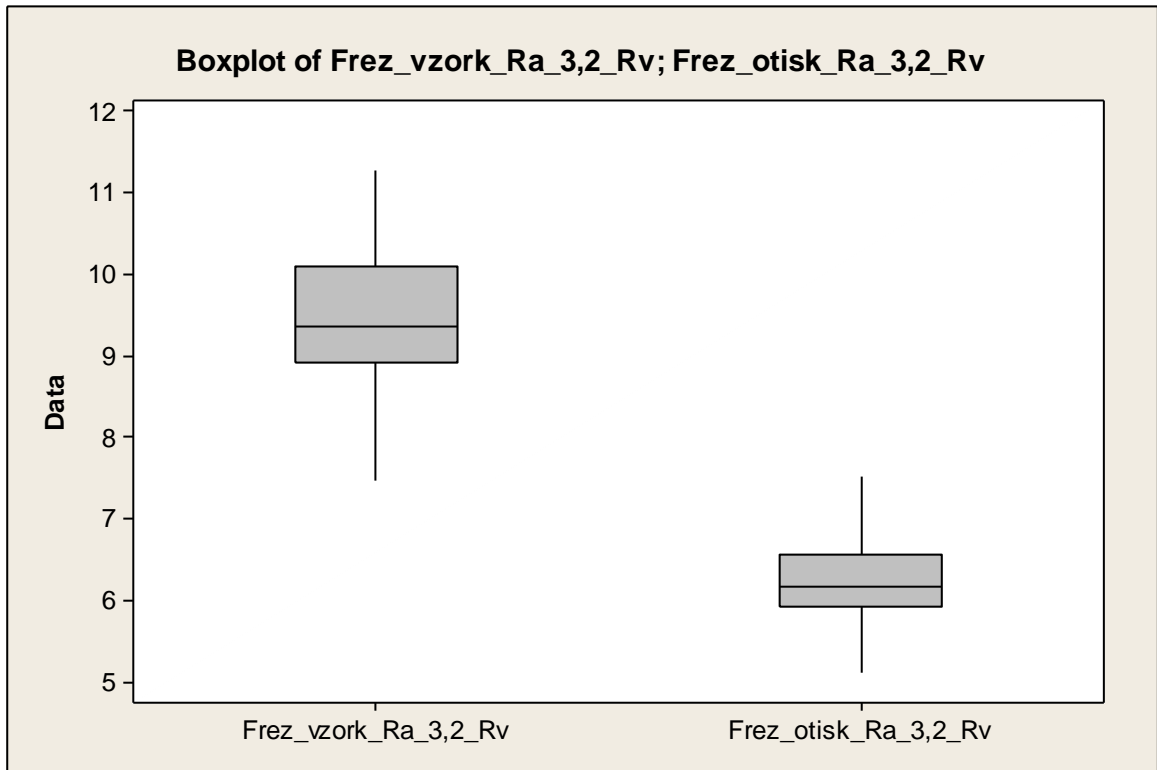
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

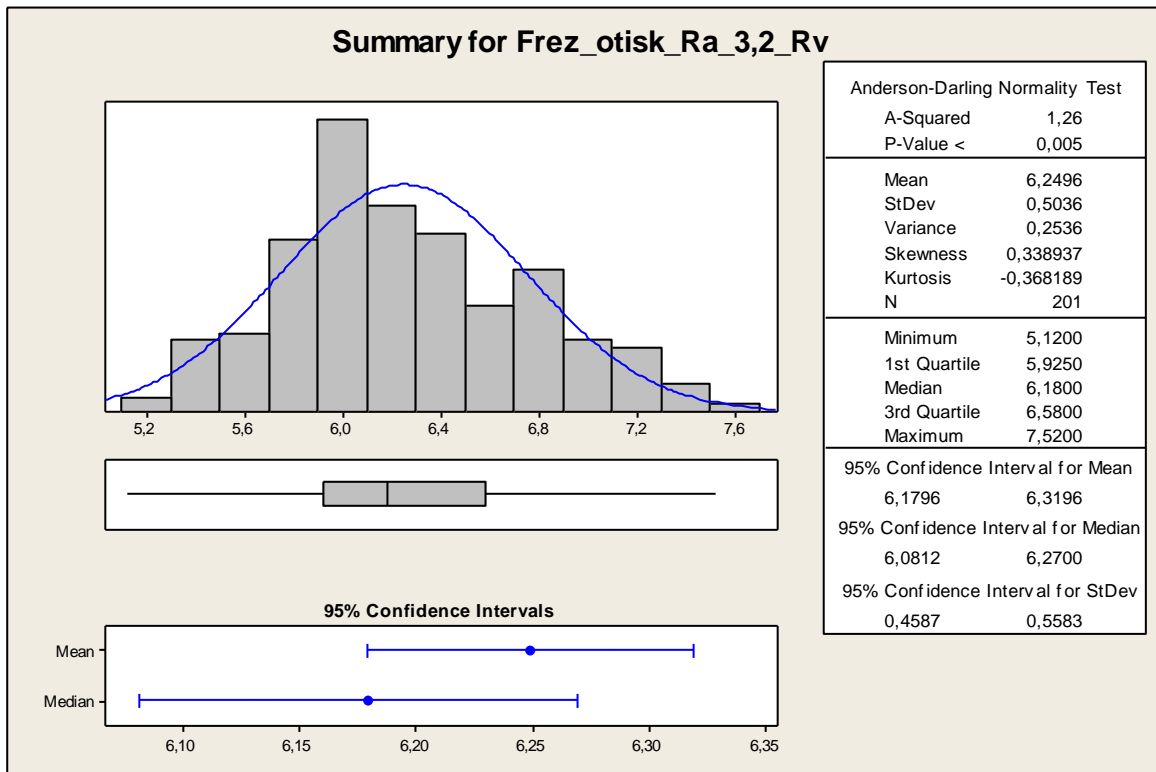
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr Rv se liší významně.

Frezování parametr Rv (Ra=3,2)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Frez_vzork_Ra_3,2_Rv	201	9,51	0,06	0,81	8,56	9,38
Frez_otisk_Ra_3,2_Rv	201	6,25	0,04	0,50	8,06	6,18

Mann-Whitney Test and CI: Frez_vzork_Ra_3,2_Rv; Frez_otisk_Ra_3,2_Rv

Test of $ETA1 = ETA2$ vs $ETA1 \text{ not } = ETA2$ is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	9,38	9,24	9,59
otisk	6,18	6,08	6,27

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 9,38 - 6,18 = 3,20 \mu\text{m}$$

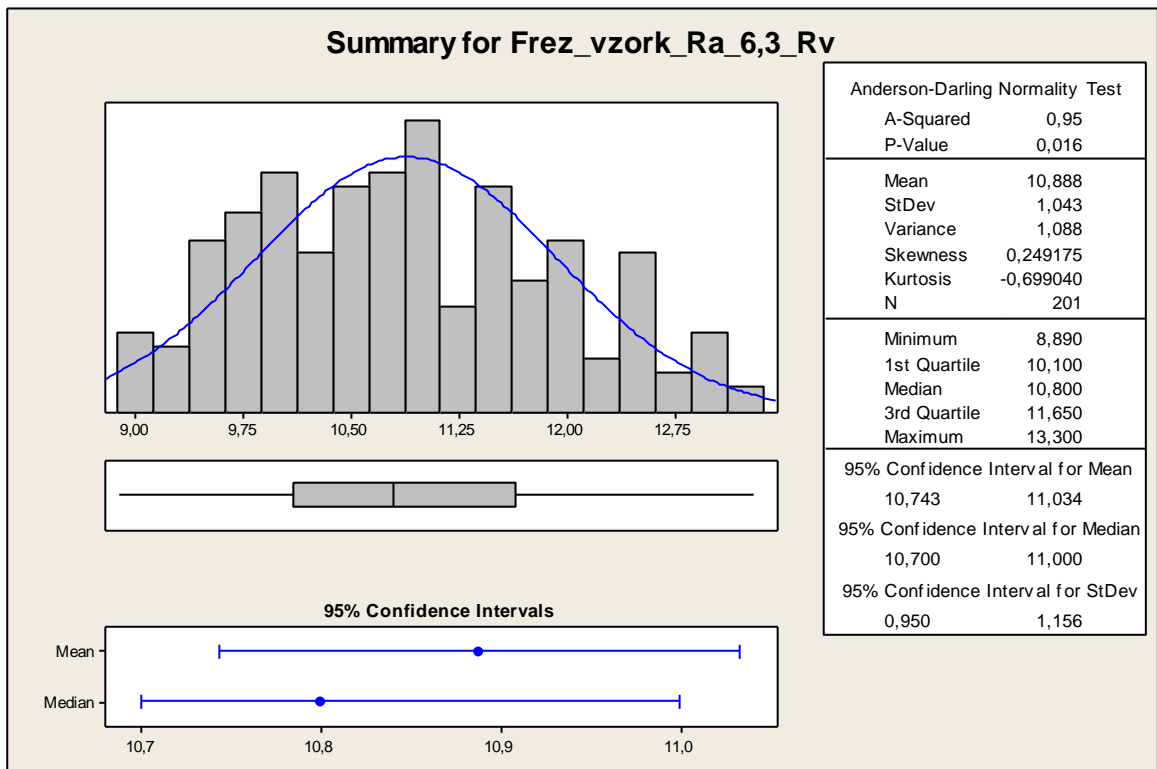
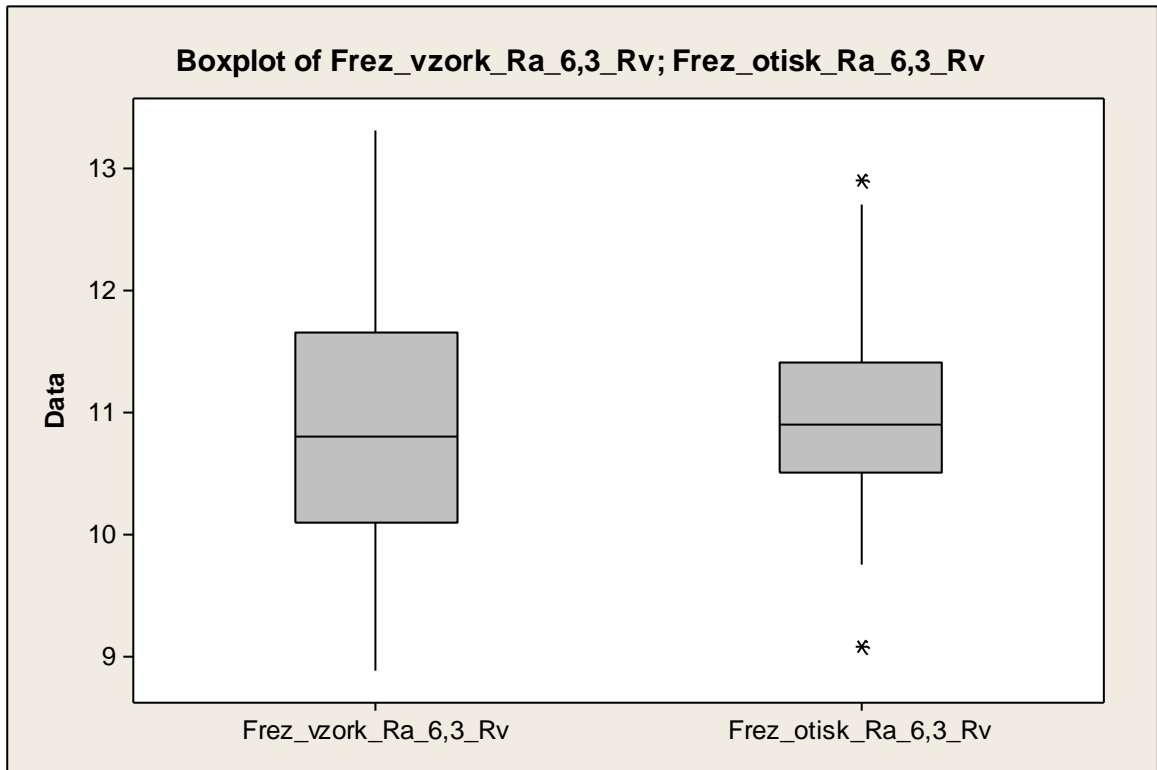
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

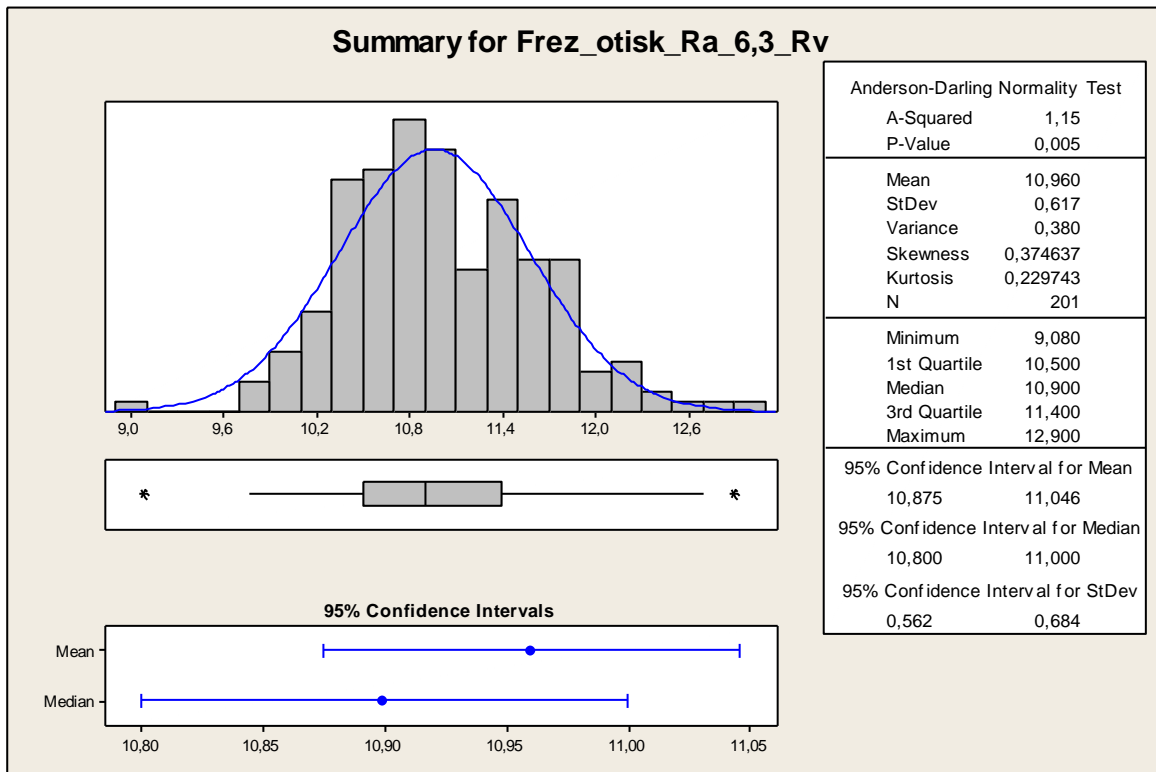
$$H_A: \text{NON}$$

$$1 - \alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr Rv se liší významně.

Frezování parametr Rv (Ra=6,3)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Frez_vzork_Ra_6,3_Rv	201	10,89	0,07	1,04	9,58	10,80
Frez_otisk_Ra_6,3_Rv	201	10,96	0,04	0,62	5,63	10,90

Mann-Whitney Test and CI: Frez_vzork_Ra_6,3_Rv; Frez_otisk_Ra_6,3_Rv

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,2031
 The test is significant at 0,2028 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	10,80	10,70	11,00
otisk	10,90	10,80	11,00

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 10,80 - 10,90 = -0,10 \mu\text{m}$$

$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

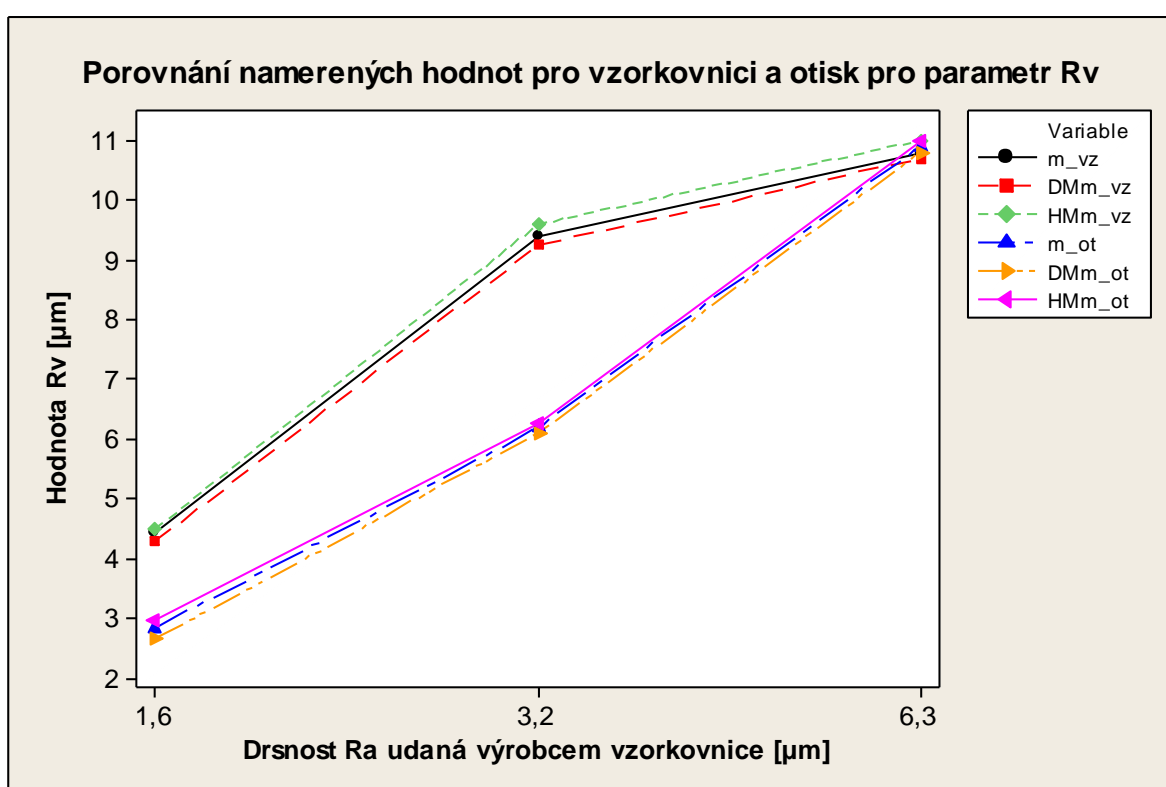
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,02028 \rightarrow$ Nezamítáme H_0 o rovnosti mediánů s pravděpodobností $1-\alpha=0,95$ a tedy s možností omylu 5%

Tabulka hodnot mediánů a dolních a horních mezí konfidenčních intervalů pro mediány (hodnoty v μm)

	vzorkovnice			otisk		
	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
RSm_Ra1,6	4,42	4,27	4,48	2,83	2,65	2,96
RSm_Ra3,2	9,38	9,24	9,59	6,18	6,08	6,27
RSm_Ra6,3	10,8	10,7	11	10,9	10,8	11

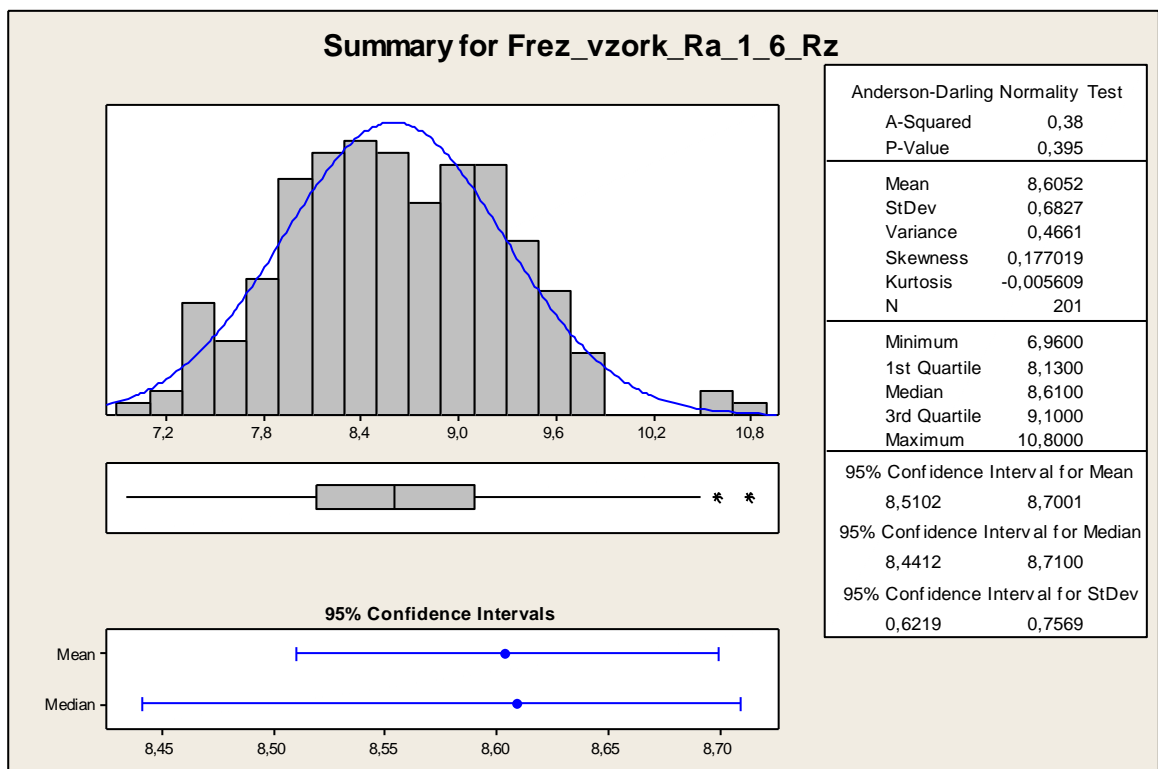
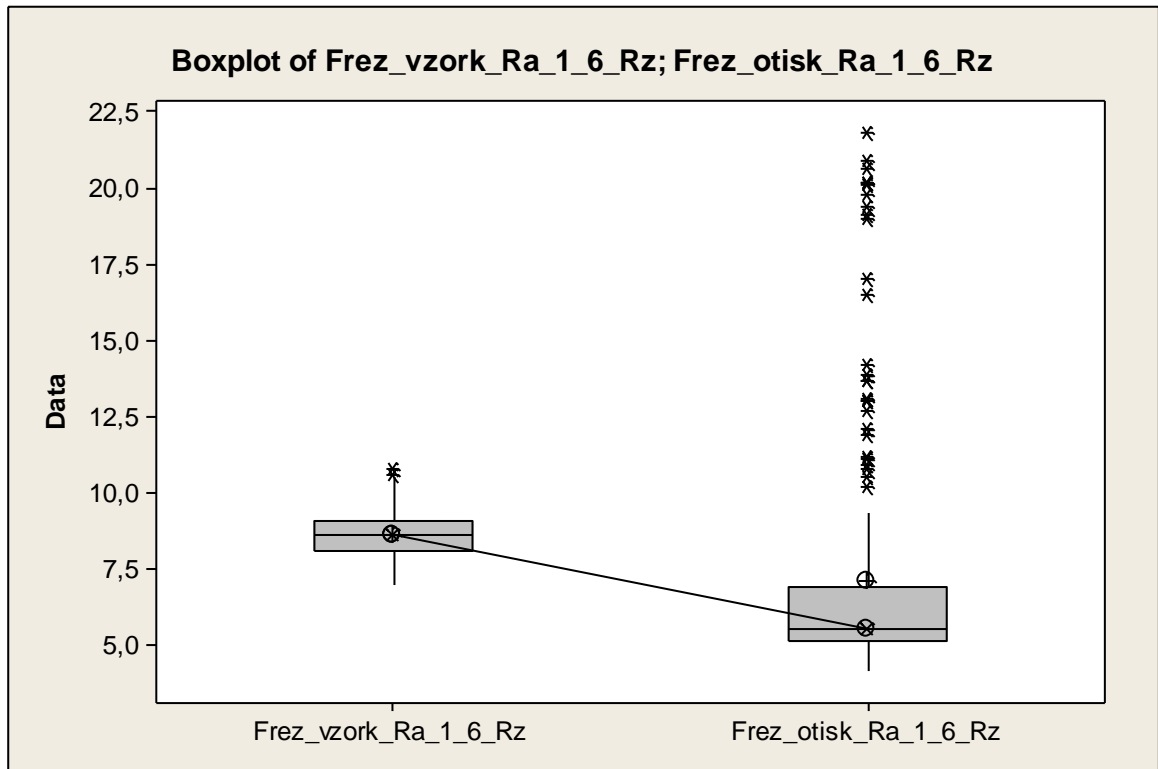


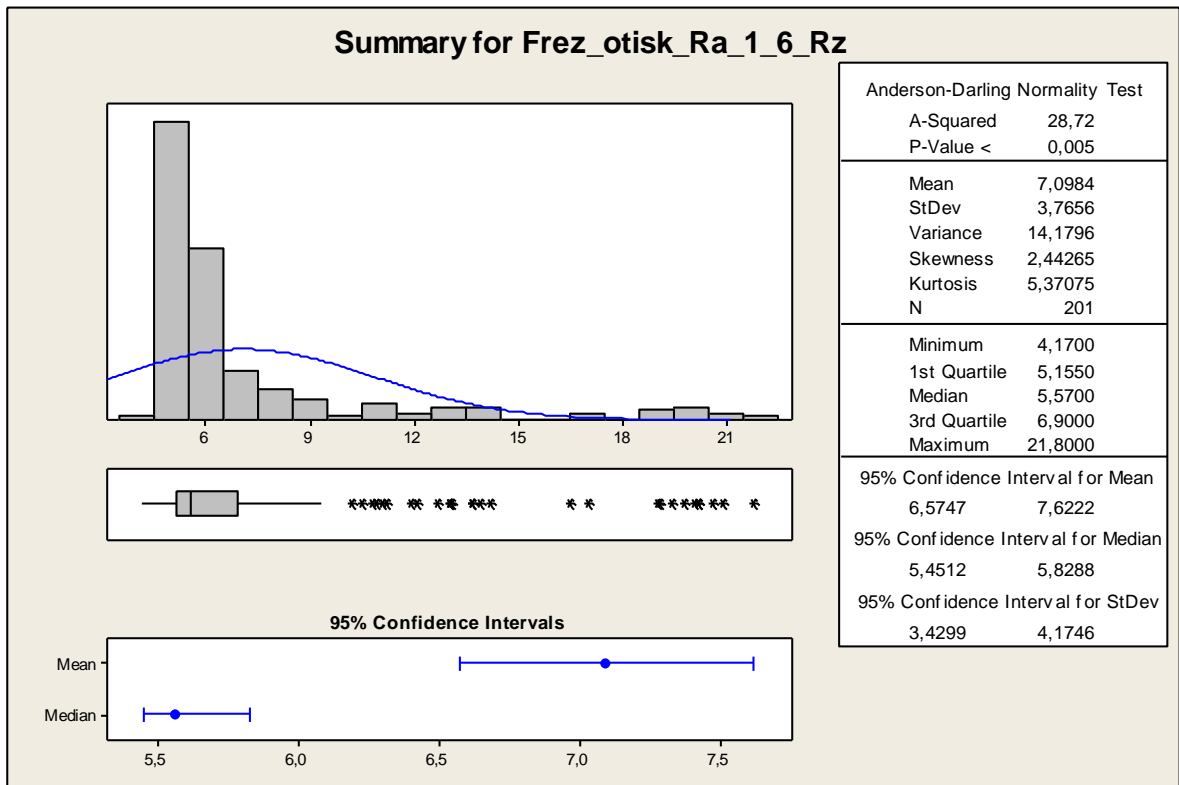
Hodnoty mediánů daných parametrů

Čelní frézování				
Parametr	Vzorkovnice [μm]	Otisk [μm]	Rozdíl [μm]	% vyjádření
Rv_Ra1,6	4,42	2,83	1,59	35,97
Rv_Ra3,2	9,38	6,18	3,20	34,12
Rv_Ra6,3	10,8	10,9	-0,10	-0,93

PŘÍLOHA XV: ČELNÍ FRÉZOVÁNÍ; PARAMETR RZ

Broušení parametr Rz (Ra=1,6)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Frez_vzork_Ra_1,6_Rz	201	8,61	0,05	0,68	7,93	8,61
Frez_otisk_Ra_1,6_Rz	201	7,10	0,27	3,77	53,05	5,57

Mann-Whitney Test and CI: Frez_vzork_Ra_1_6_Rz; Frez_otisk_Ra_1_6_Rz

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	8,61	8,44	8,71
otisk	5,57	5,45	5,83

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 8,61 - 5,57 = 3,04 \mu\text{m}$$

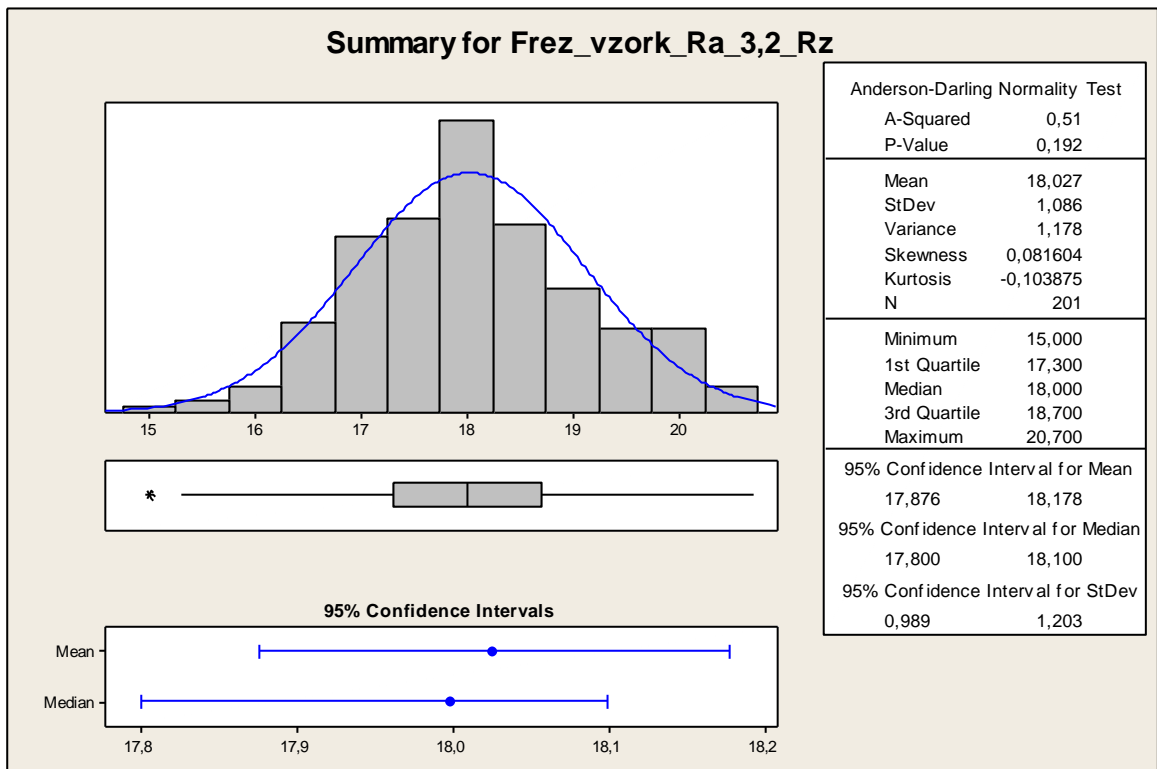
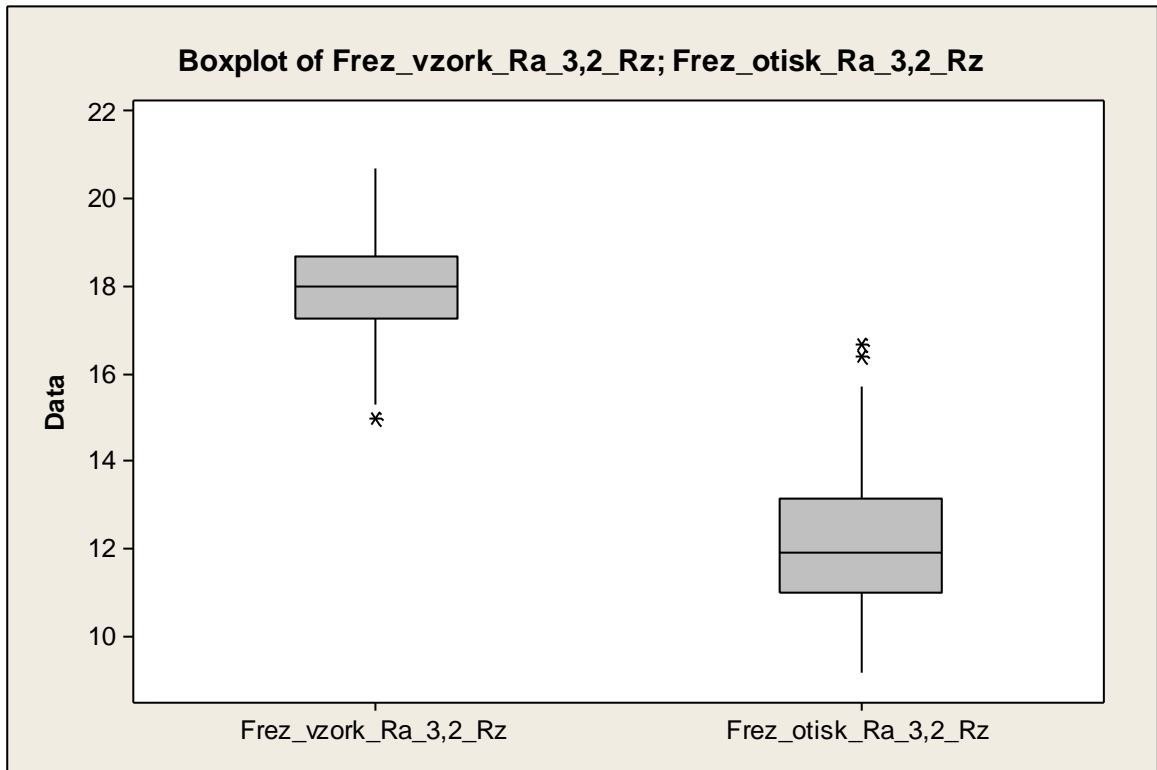
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

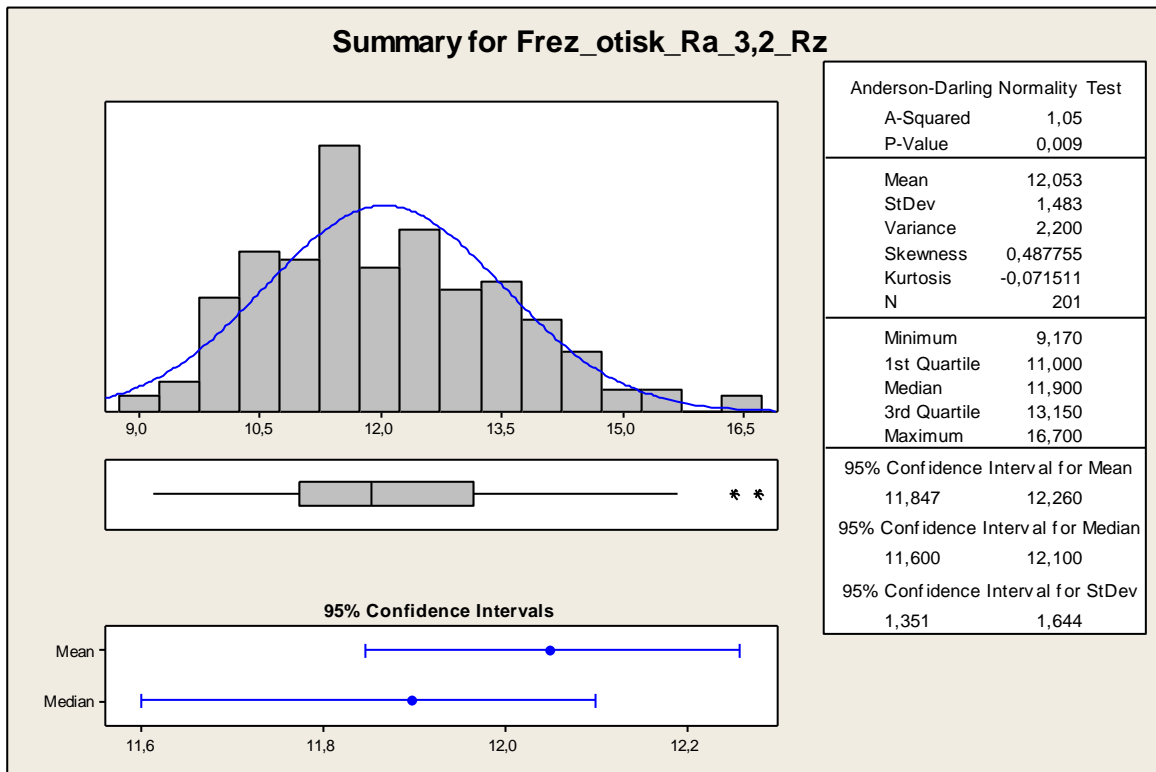
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr Rz se liší významně.

Broušení parametr Rz (Ra=3,2)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Frez_vzork_Ra_3,2_RZ	201	18,03	0,08	1,09	6,02	18,00
Frez_otisk_Ra_3,2_Rz	201	12,05	0,11	1,48	12,31	11,90

Mann-Whitney Test and CI: Frez_vzork_Ra_3,2_Rz; Frez_otisk_Ra_3,2_Rz

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
 The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	18,00	17,88	18,18
otisk	11,90	11,60	12,10

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 18,00 - 11,90 = 7,10 \mu\text{m}$$

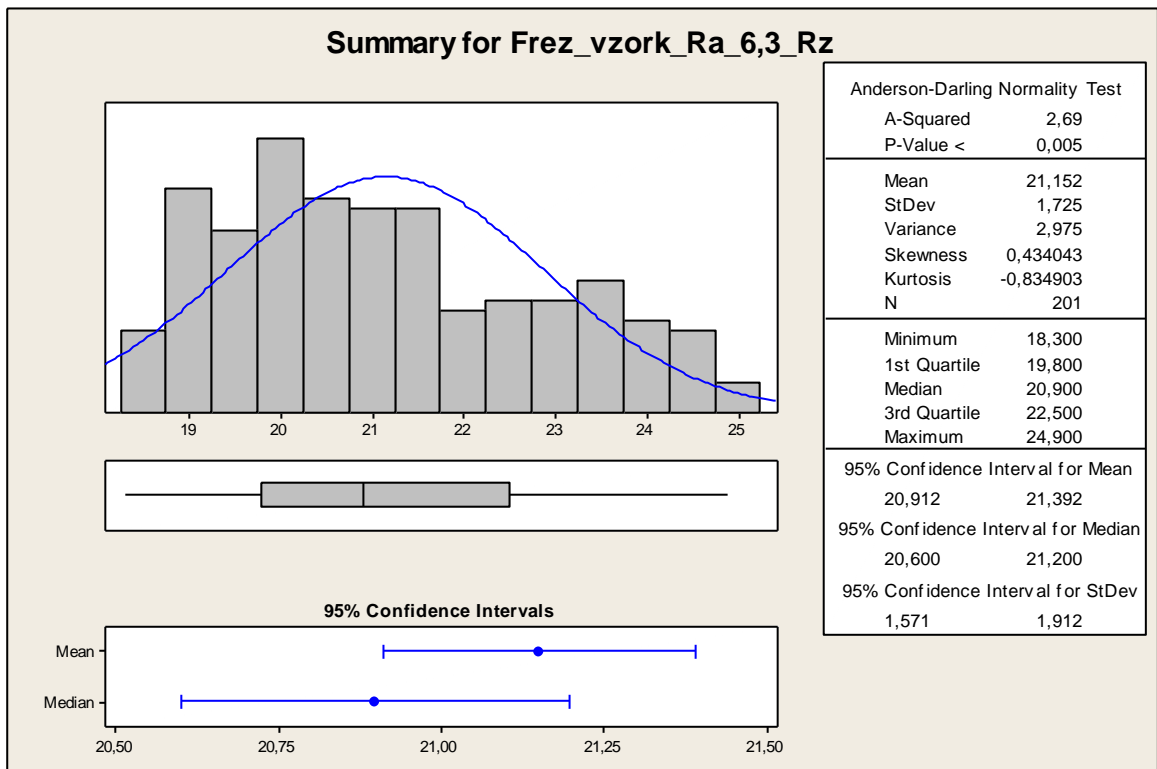
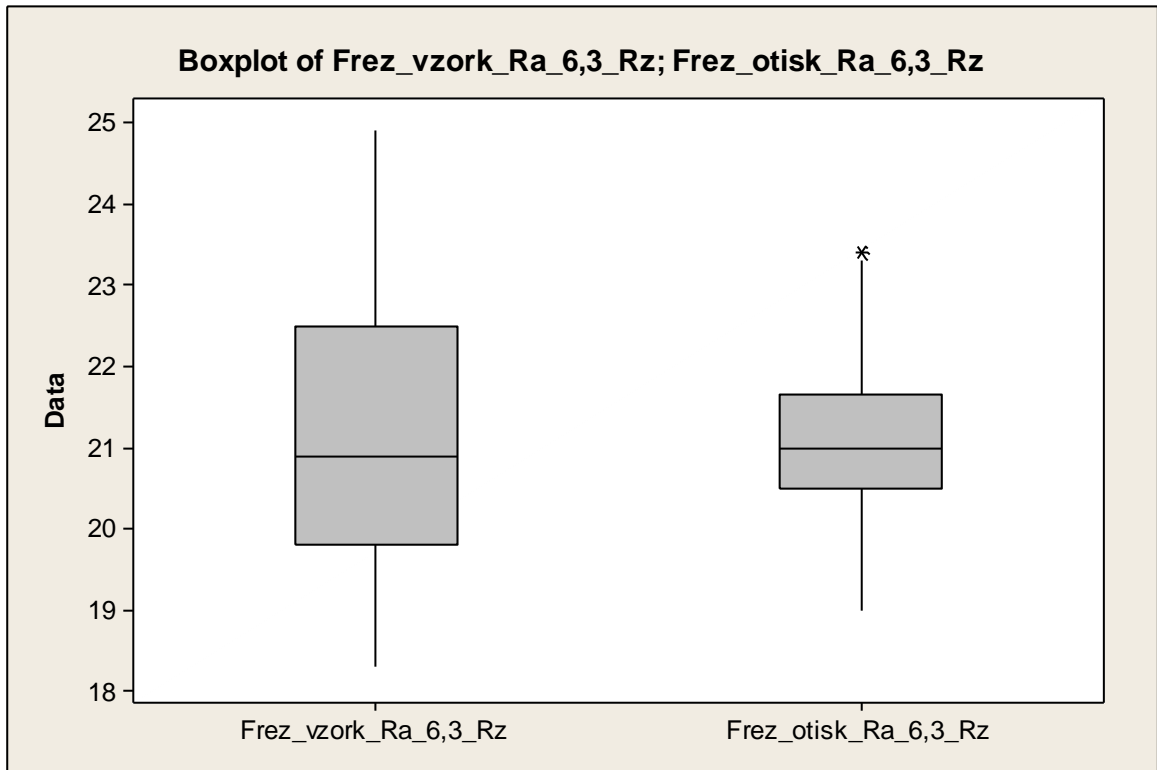
$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

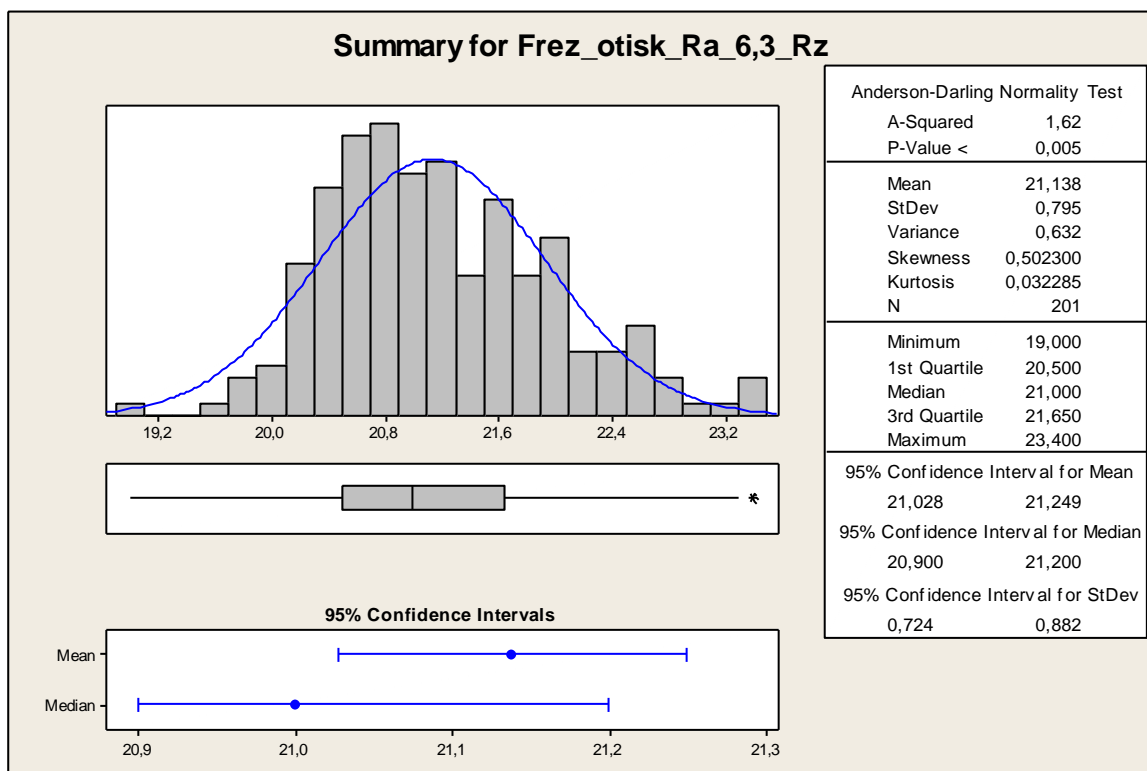
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,000 \rightarrow$ Zamítáme H_0 o rovnosti mediánů. Mediány pro parametr Rz se liší významně.

Broušení parametr Rz (Ra=6,3)





Popisná statistika (hodnoty v μm)

	Total Count	Mean	SE of Mean	StDev	CoefVar	Median
Frez_vzork_Ra_6,3_Rz	201	21,15	0,12	1,73	8,15	20,90
Frez_otisk_Ra_6,3_Rz	201	21,14	0,06	0,80	3,76	21,00

Mann-Whitney Test and CI: Frez_vzork_Ra_6,3_Rz; Frez_otisk_Ra_6,3_Rz

Test of $ETA1 = ETA2$ vs $ETA1 \text{ not } = ETA2$ is significant at 0,1856
 The test is significant at 0,1854 (adjusted for ties)

(hodnoty v μm)	\tilde{x}	$DM\tilde{x}$	$HM\tilde{x}$
vzorkovnice	20,90	20,60	21,20
otisk	21,00	20,90	21,20

$$\tilde{x}_{\text{vzorkovnice}} - \tilde{x}_{\text{otisk}} = 20,90 - 21,00 = -0,10\mu\text{m}$$

$$H_0: M_{\text{vzorkovnice}} = M_{\text{otisk}}$$

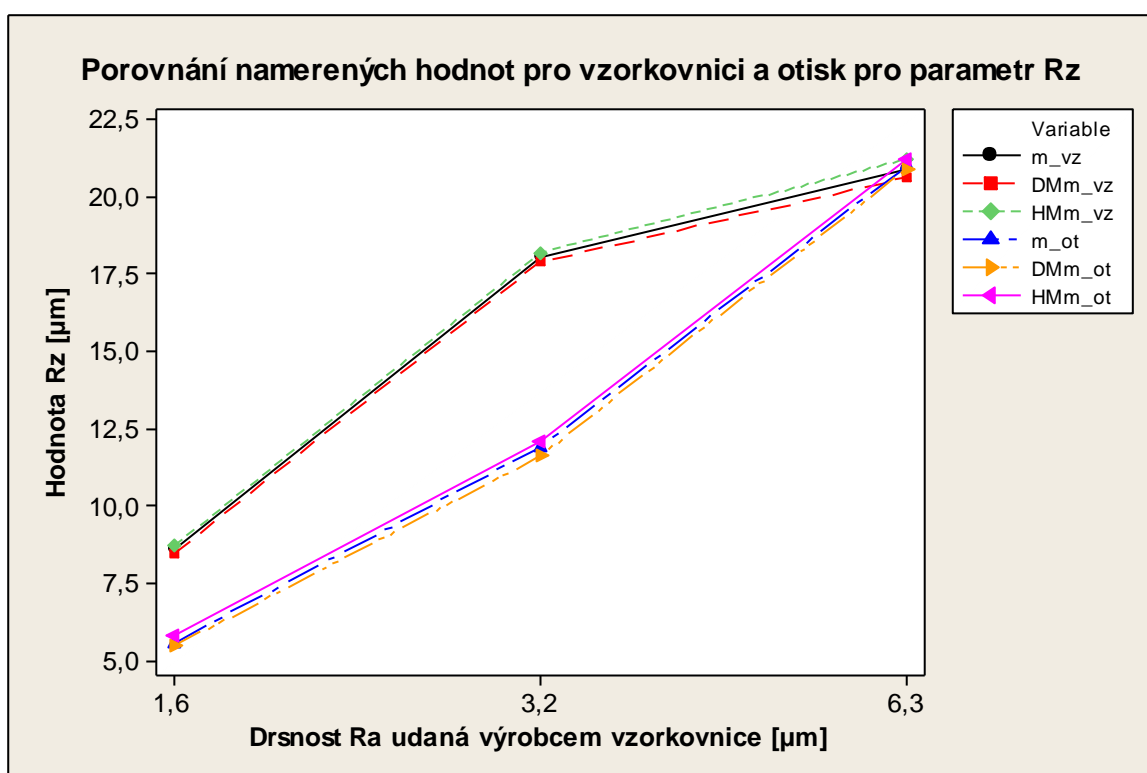
$$H_A: \text{NON}$$

$$1-\alpha = 0,95$$

$p = 0,1854 \rightarrow$ Nezamítáme H_0 o rovnosti mediánů s pravděpodobností $1-\alpha=0,95$ a tedy s možností omylu 5%

Tabulka hodnot mediánů a dolních a horních mezí konfidenčních intervalů pro mediány (hodnoty v μm)

	vzorkovnice			otisk		
	\bar{x}	$DM\bar{x}$	$HM\bar{x}$	\bar{x}	$DM\bar{x}$	$HM\bar{x}$
Rz_Ra1,6	8,61	8,44	8,71	5,57	5,45	5,83
Rz_Ra3,2	18	17,88	18,18	11,9	11,6	12,1
Rz_Ra6,3	20,9	20,6	21,2	21	20,9	21,2



Hodnoty mediánů daných parametrů

Čelní frézování				
Parametr	Vzorkovnice [μm]	Otisk [μm]	Rozdíl [μm]	% vyjádření
Rz_Ra1,6	8,61	5,57	3,04	35,31
Rz_Ra3,2	18	11,9	6,10	33,89
Rz_Ra6,3	20,9	21	-0,10	-0,48