



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

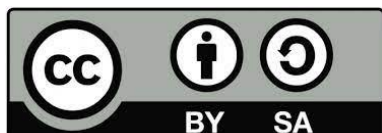


3D měřicí přístroj Alicona InfiniteFocus G5

Studijní opora

Autoři: prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.

Ing. Petra Sliwková, Ph.D.





EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



Obsah

1	Sestava přístroje Alicona.....	3
2	Instalace	5
3	Části měřicího systému	8
4	Technická specifikace.....	12
5	Polarizace	15
6	Seznam použitých zdrojů	18



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



1 Sestava přístroje Alicona

Dodávané balení IFM G5 obsahuje tyto komponenty, obr. 1:

1. Laboratorní měřicí zařízení
2. Kabely: FireWire, kabel od elektroniky k senzoru (5x), zdrojové kabely pro elektroniku a řídicí server
3. 19" stojan s IFM G5 řídicím serverem a IFM G5 Electronika
4. IFM manuál (tento dokument)
5. Kalibrační listy
6. IFM instalační CD
7. Nouzový vypínač (stop tlačítko)
8. Objektivy v rozsahu od 2,5x do 100x
9. Joystick
10. Obal na IFM
11. Není na obrázku: myš, klávesnice, monitor, počítačové příslušenství

Doplňkové příslušenství:

1. Osvětlovací kruh
2. Polarizační disk pro osvětlovací kruh
3. Kalibrační nástroj
4. Etalon drsnosti
5. Ověřovací nástroj
6. Upínací čelisti
7. Pokročilé upínací čelisti
8. Real3D Rotační Jednotka



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



Obr. 1 Dodávaná sestava [1].



2 Instalace

Pokyny pro montáž IFM G5 systému:

- Umístěte systém na robustní podstavec (např. na masivní stůl). Je vhodné, aby měřicí zařízení a elektronika nebyly umístěny na stejném stole, protože vibrace elektroniky by mohly ovlivnit měření.
- IFM G5 umístěte v nejlépe bezprašném prostředí bez přímého slunečního svitu na přístroj.
- Odstraňte přepravní pojistku z IF Senzoru (červený kolíček na boku snímače).
- Odstraňte přepravní pojistku z IFM G5 laboratorního měřicího zařízení (červené úchytky).
- Systém může být obsluhován pouze po odstranění přepravních pojistek.

Před spuštěním systému IFM G5 musí být zapojeny následující kabely:

- Kabely od elektroniky pro zapojení IF-Senzoru jsou připevněné k dodané elektronice. Prostrčte kabely označené x-axis (osa x) a y-axis (osa y) skrz spodní část rámu na zadní straně a zapojte je do označených konektorů na pracovním stole IFM G5 (obr. 2). Vezměte v úvahu rádius ohýbání kabelů (přibližně 100 mm) a rozsah pohyblivosti pracovního stolu!



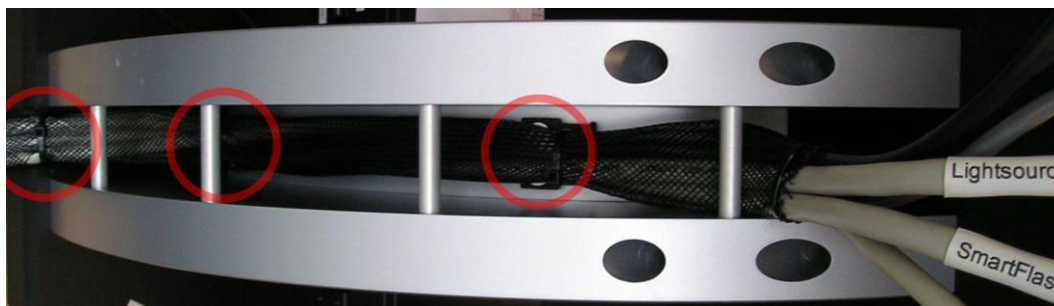
Obr. 2. Zapojení pracovního stolu [1].

- Zapojte kabely od elektroniky do příslušných označených konektorů IF-Senzoru. Položte kabely mezi zadní žebra rámu IFM G5 dle obr. 3. Vezměte v úvahu rádius ohýbání kabelů (přibližně 100 mm).



Obr. 3 Zapojení IF-Sensoru [1].

- Kruhové konektory musí být zabezpečeny otočením otočné části na konci konektoru.
- Umístěte kabely do prostoru mezi žebry a vzadu na základní desce (obr. 4) pomocí třech dodaných stahovacích pásek. To je nezbytné pro odstranění tahového napětí.



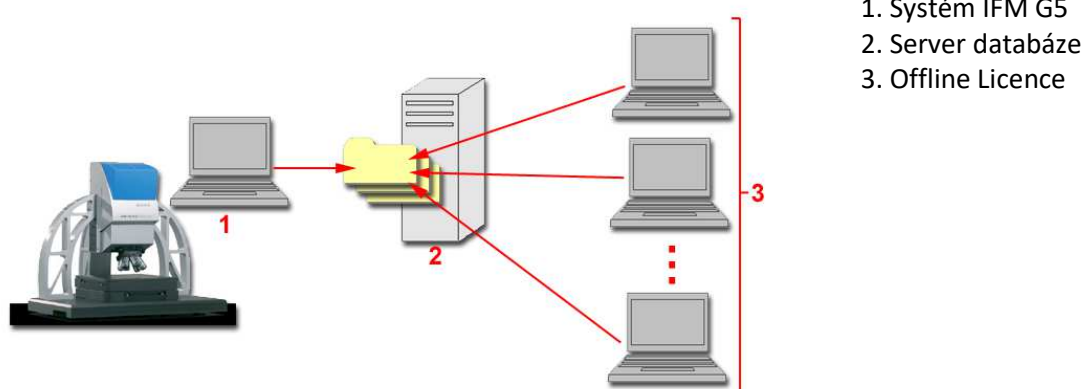
Obr. 4 Zajištění kabelů pomocí 3 stahovacích pásek zasunutých do poutek [1].

- Zapojte elektroniku a controller do elektrické sítě.
- Připojte monitor, myš, klávesnici a joystick k IFM G5 Řídicímu serveru
- Umístěte Nouzový vypínač z IFM G5 Elektroniky na místo, kde na něj kdykoli bez problémů dosáhnete.
- Zapněte IFM G5 elektroniku.
- Zapněte IFM G5 řídicí server.
- Přihlašte se do Windows na výchozí účet „ifm“ (zobrazí se po zapnutí), heslo je nastaveno prázdné.
- Zapněte IFM G5 software zástupcem na ploše. Hardware je již nastaven. Pokud se Vám zobrazí chybová hláška, zkontrolujte nejdříve, zda je externí hardware správně zapojen. Pokud problém přetrvává, kontaktujte Aliconu, zákaznické centrum.



Nastavení databází a offline licencí:

- Alicona doporučuje následující nastavení: databáze se nacházejí na centrálním síťovém serveru. Měření systému IFM G5 jsou uložena v této databázi. Mimoto je možné připojit přes offline licenci jeden nebo i více počítačů, které mají přístup k měřením pro následnou analýzu, obr. 5.



Obr. 5 Doporučené nastavení sítě [1].

Antivirový software:

- Alicona Imaging negarantuje kompatibilitu tohoto softwarového výrobku s jakýmkoli softwarovým nebo hardwarovým výrobkem nepocházející od firmy Alicona Imaging.
- Nicméně pokud i přesto bude nainstalován antivirový software, věnujte zvláštní pozornost jakékoli abnormalitě, zvláště v průběhu prvních dvou dnů užívání. Pokud se nebudou projevovat žádné abnormality během těchto dvou dnů, může se daný antivir používat na vlastní nebezpečí. V případě výskytu abnormalit odinstalujte antivirový software a restartujte systém. Antivirový software má silný vliv na systém a sníží jeho výkonnost.

Antivirový software známý jako NEkompatibilní:

- Symantec (AntiVirus, Internetové zabezpečení, . . .)
- ZoneAlarm

Kritéria pro kompatibilitu antivirového softwaru:

- Software nesmaže „registry windows“.
- Software nesmaže „IP adresy“.
- Software nezablokuje porty bez možnosti odblokace.
- Software nebude neustále skenovat hard disk.

Podniková síť:

- IP-adresy nesmí být změněny.
- Důležitá výše zmíněná část ohledně antivirového softwaru.

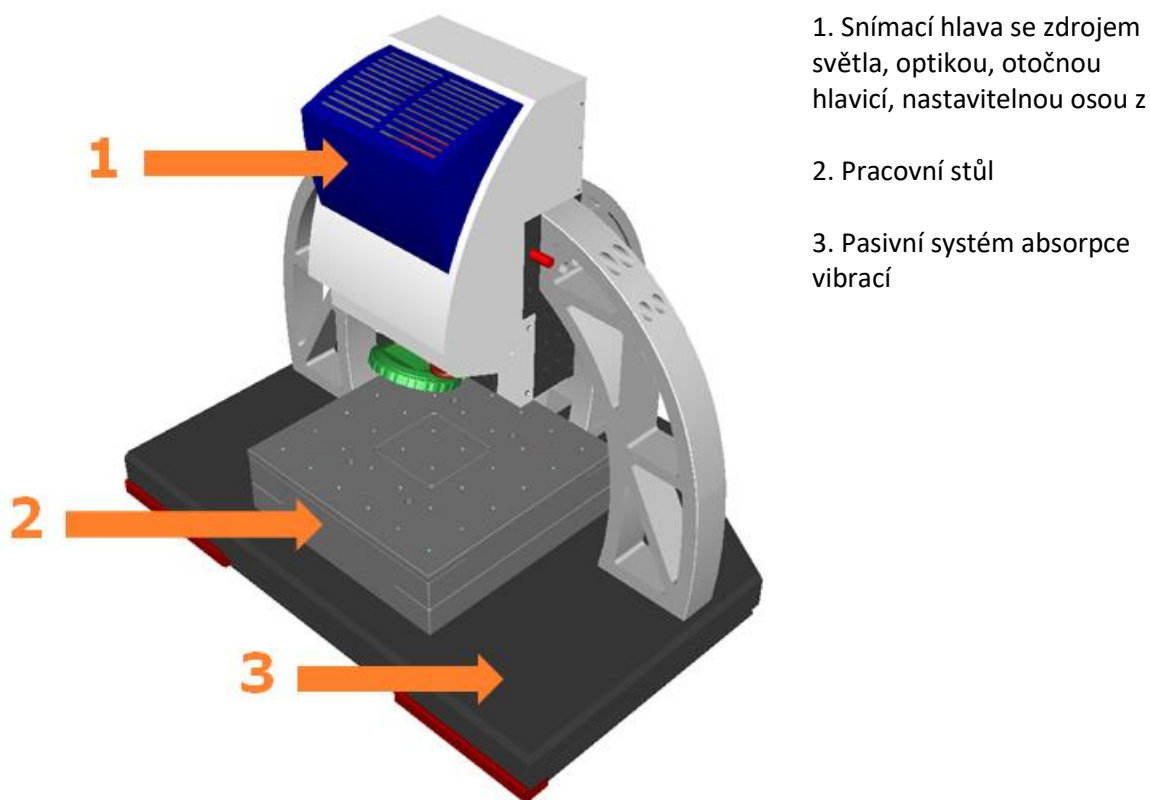


3 Části měřicího systému

IFM G5 je optické 3D zařízení pro měření plochy a jeho popis je uveden na obr. 6. Je založeno na principu kombinace malých hloubek zaostření a optického systému s vertikálním skenováním pro vytvoření topografické informace v pravdivých barvách z různých zaostření.

Nový a unikátní algoritmus toto kombinuje v jediném 3D datovém souboru s přesnými topografickými informacemi. Metrologicky dosledovatelné kalibrační etalony umožňují ověření naměřených výsledků. Vysoké vertikální rozlišení až 10 nm dělá přístroj ideální pro studium struktury materiálů jak homogenních, tak i heterogenních.

Přístroj může být použit jak v laboratoři, tak i v prostředí blízkém výrobě. Jeho snadné použití umožňuje i napůl zkušeným technickým pracovníkům obsluhovat zařízení. Automatizace funkcí a analýzu je také možno doplnit, aby přístroj mohl být použit na většinu požadavků metrologie pro měření povrchu i kontrolu jakosti.



Obr. 6. Části měřicího systému [1].

Důležité informace:

- Žádná automatická detekce srážky: Zaznamenejte, prosím, že hardware IFM G5 nezahrnuje žádnou automatickou detekci srážky.
- Nouzový vypínač: Pokud je během procesu automatického měření a pohybu pracovního stolu nebezpečí např. najetí do vzorku, zmáčkněte IF-nouzový vypínač pro okamžité přerušení

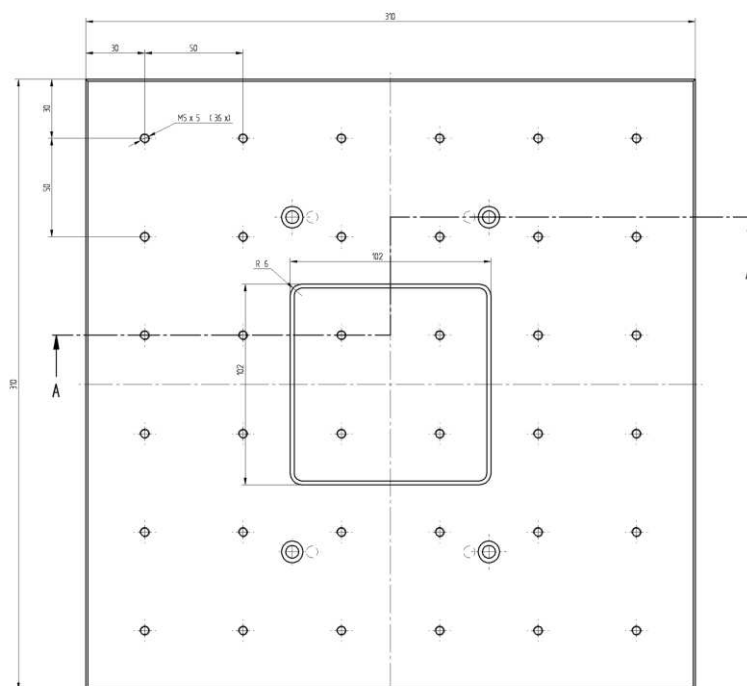


pohybu v ose z. Poté otočte horní část tlačítka IF-nouzového vypínače pro opětovnou pohyblivost v dané ose.

- Funkce Stop pomocí klávesy F8: Máte také možnost zastavit pohyb v ose z stisknutím tlačítka F8. Pro zrušení funkce stop klikněte na ikonu ozubeného kola. V nabídce „Extra“ zvolte „Reset Stage Emergency Break“.

Pracovní stůl:

- Na ploše pracovního stolu jsou otvory pro upevnění upínacích zařízení pro vzorky, obr. 7.



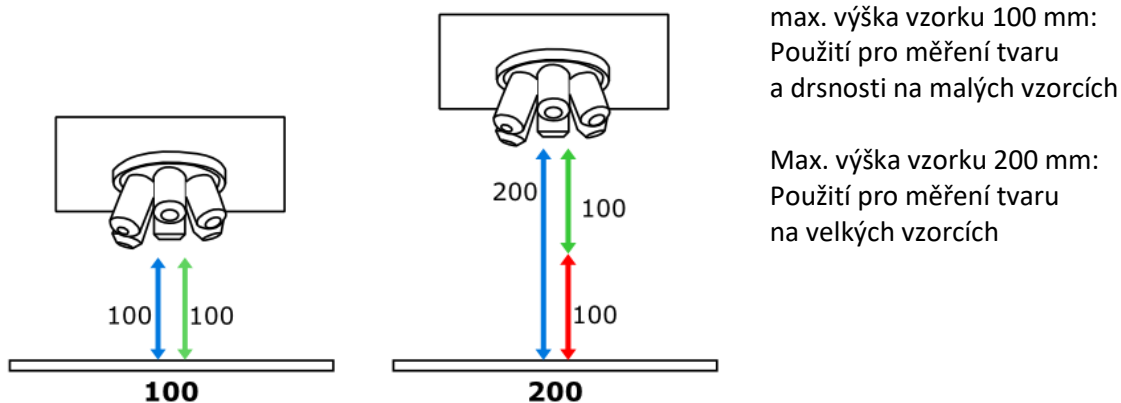
Obr. 7 Plocha pracovního stolu s otvory [1; 2].

Maximální výška vzorku:

- Maximální výška vzorku, který může být změřena, závisí na poloze senzoru. Tato poloha může být upravena Aliconou na místě. Změna polohy si vyžaduje kompletní přenastavení a kalibraci systému.
- Pro polohy senzoru 200 a vyšší je potřeba IF-výškový adaptér.

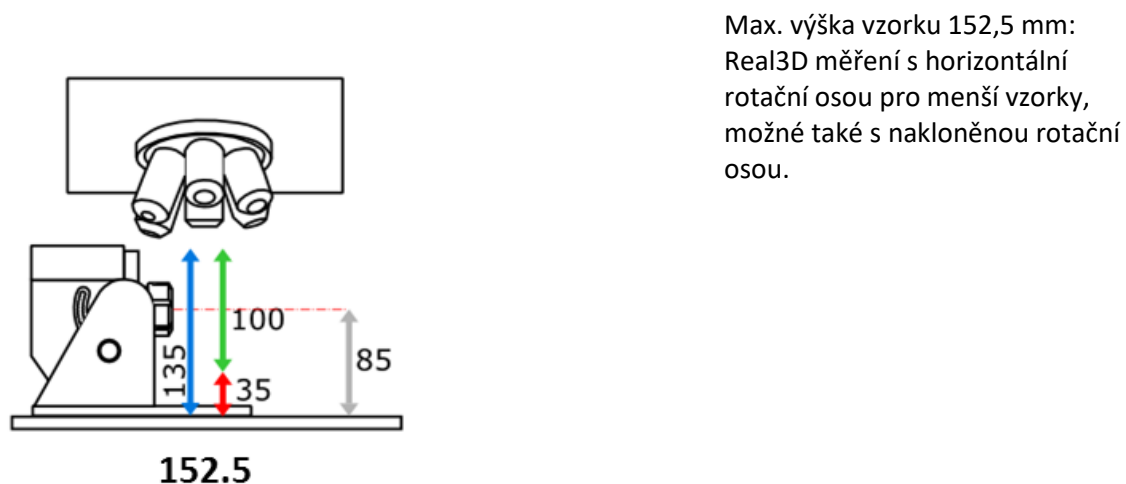


Doporučené polohy senzoru bez Real3D rotační jednotky, obr. 8.



Obr. 8 Doporučené polohy senzoru bez Real3D rotační jednotky [1].

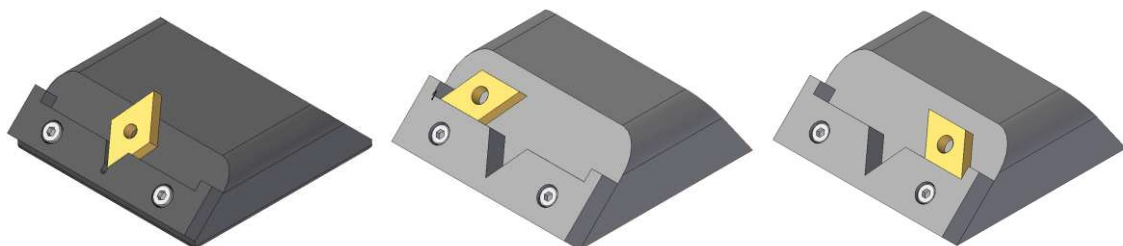
Doporučené polohy senzoru s Real3D rotační jednotkou, obr. 9.



Obr. 9. Doporučené polohy senzoru s Real3D rotační jednotky [1].

IF-Upínací čelisti, obr. 10:

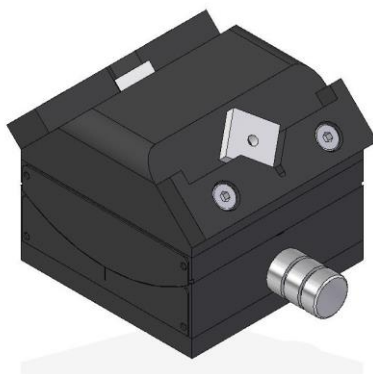
- Upínací čelisti jsou zařízení umožňující měření vyměnitelné břitové destičky pod úhlem 45°.



Obr. 10 Upínací čelisti, pozice 1-3 [1].

IF-speciální upínací čelisti, obr. 11:

- IF-speciální upínací čelisti jsou nastavitelné upínací zařízení pro rozmanité typy vyměnitelných břitových destiček. Lze je nastavit v závislosti na tvaru řezného nástroje.
- Tyto upínací čelisti lze umístit na pracovní stůl pod objektiv na měřicím zařízení.



Obr. 11 Speciální upínací čelisti [1].

IF-sklíčidlo, obr. 12:

- IF-sklíčidlo je nastavitelné upínací zařízení pro vzorky se stopkou. Upnutý vzorek může být otáčen kolem dokola.



Obr. 12 Sklíčidlo [1].



4 Technická specifikace

Obecná specifikace [2]:

Princip měření	bezkontaktní, optický, 3 rozměrný, založený na technologii Focus-variation G5
Naměřené výsledky	velká hustota bodů, vytvořený model s pravdivou barevnou informací, s G5 a-f: 2-25 milionů generovaných 3D bodů
	s G5 g a výše: 2–100 milionů generovaných 3D bodů
Měřicí čas	od 10 s (2 miliony naměřených bodů v jednom měření)
Údržba	bezúdržbové

Vzorek [2]:

Struktura povrchu vzorku	drsnot povrchu Ra více než 10–15 nm, záleží na struktuře povrchu
Materiál	jakákoli pevná plocha
Max. výška vzorku	100 mm až 340 mm
Max. váha vzorku	35 kg, viz následující detaily
	(na žádost i více)
Max. úhel stěny	až do 85°
Nutná příprava vzorku	žádná

Měřicí zařízení [2]:

Osvětlení	bílé LED koaxiální světlo s vysokým výkonem, ovladatelné
Volitelné osvětlení	bílý LED osvětlovací kruh s vysokým výkonem, ovladatelný
Volitelné osvětlení	polarizace pro koaxiální světlo a osvětlovací kruh
Objektivy	2.5x, 5x, 10x, 20x, 50x, 100x
Senzor	Barevný zaměřovací senzor (1624x1236 3D bodů)
Otočná hlavice	6 objektivů, manuální nebo motorizovaná
Max. horizontální dosah (XY)	100 mm x 100 mm
Max. vertikální dosah (Z)	100 mm
Max. moment stolu – osa X	200 Nm
Max. moment stolu – osa Y	200 Nm
Hmotnost	95–100 kg, v závislosti na vybavení
Velikost	šířka: 710 mm, hloubka: 540 mm
Výška	628 mm až 868 mm
Teplotní rozsah	možné: 5–40 °C, kalibrované pro: 18–22 °C (možnost kalibrace i na jiné teploty)
Teplotní gradient	méně než 1° za hodinu
Vzdušná vlhkost	ideální 45 % (+/- 5%)
	platný rozsah 45 % (+/- 15%)
IP třída	IP20 (podle DIN EN 60529)



Detaily objektivů [2]:

Objektivy		2,5x	5x	10x	20x	50x	100x
Strana vzorkovacího pole skenu	μm	3.52	1.76	0.88	0.44	0.18	0.09
Min. horizontální rozlišení	μm	58.71	23.48	11.74	8.8	6.4	4.4
Max. horizontální rozlišení	μm	6.92	3.49	1.75	0.88	0.64	0.44
Min. opakovatelnost (vert.)	μm	0.8	0.12	0.03	0.015	0.008	0.003
Max. vzdálenost skenování (cca)	mm	8	22	16	12	9	3.2
Nejlepší vertikální rozlišení*	nm	2300	410	100	50	20	10
Vertikální dynamika		3400	52000	160000	250000	430000	380000
Pracovní vzdálenost	mm	8.8	23.5	17.5	13.0	10.1	3.5
Zorné pole - osa X	μm	5716	2858	1429	715	286	143
Zorné pole - osa Y	μm	4351	2175	1088	544	218	109
Max. rozsah zorného pole	mm ²	10000	10000	10000	4500	700	150
Max. rozsah skenování v jednom směru	mm	100	100	100	100	100	100

*) Vertikální rozlišení lze nastavit v závislosti na použití, má vliv na skenovací rychlost

Limity a rozlišení a použití [2]:

Objektivy		2,5x	5x	10x	20x	50x	100x
Min. měřitelná výška	nm	2300	410	100	50	20	10
Max. měřitelná výška (přibližně)	mm	8	22	16	12	9	3.2
Krok výškové přesnosti (1mm výška kroku)	%	-	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Max. měřitelná oblast	mm ²	10000	10000	10000	4500	700	150
Max. měřitelná délka profilu	mm	100	100	100	100	100	100
Min. opakovatelnost	nm	800	120	30	15	8	3
Min. měřitelná drsnost (Ra)*	nm	7000	1200	300	150	60	30
Min. měřitelná drsnost (Sa)*	nm	3500	600	150	75	30	15
Min. měřitelný rádius	μm	20	10	8	5	2	1
Min. měřitelný vertikální úhel	°	20	20	20	20	20	20

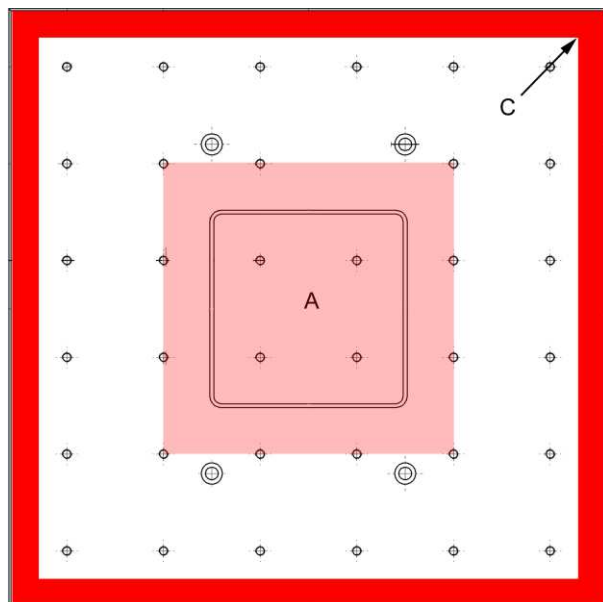
Hodnoty v tabulce jsou zpětně odvoditelné hodnoty.

*) Minimální měřitelné hodnoty závisí na struktuře vzorku.



Maximální zatížení [2]:

- Stůl v centrální pozici, obr. 13.



Váhové limity:

Oblast A 35 kg

Okraj C 13 kg

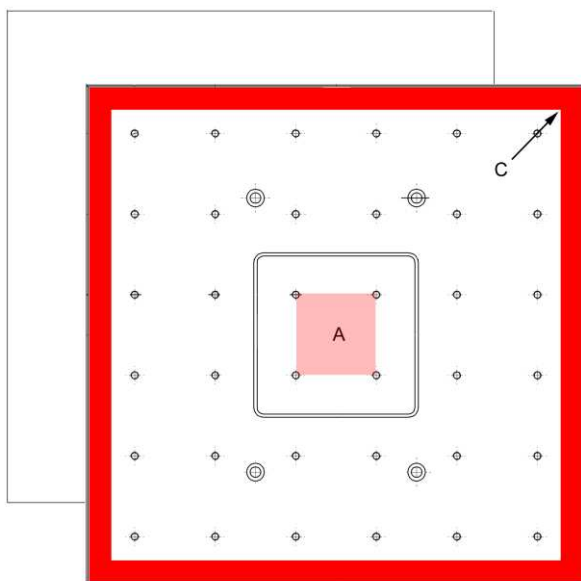
Při měření vzorků těžších než 20 kg:

- těžiště vzorku musí být umístěno uvnitř oblasti A,
- vzorek musí být pokládán velmi pomalu a opatrně,
- nikdy nepokládejte vzorek tak, aby bylo jeho těžiště vně oblasti A.

Pokud nejsou tyto pokyny dodržovány, tak to může vézt až k poškození pracovního stolu.

Obr. 13 Oblast zatížení stolu v centrální pozici [2].

- Stůl v krajní pozici, obr. 14.



Váhové limity:

Oblast A 35kg

Okraj C 8kg

Při měření vzorků těžších než 20 kg:

- těžiště vzorku musí být umístěno přesně uvnitř oblasti A,
- vzorek musí být pokládán velmi pomalu a opatrně,
- nikdy nepokládejte vzorek tak, aby bylo jeho těžiště vně oblasti A.

Pokud nejsou tyto pokyny dodržovány, tak to může vézt až k poškození pracovního stolu.

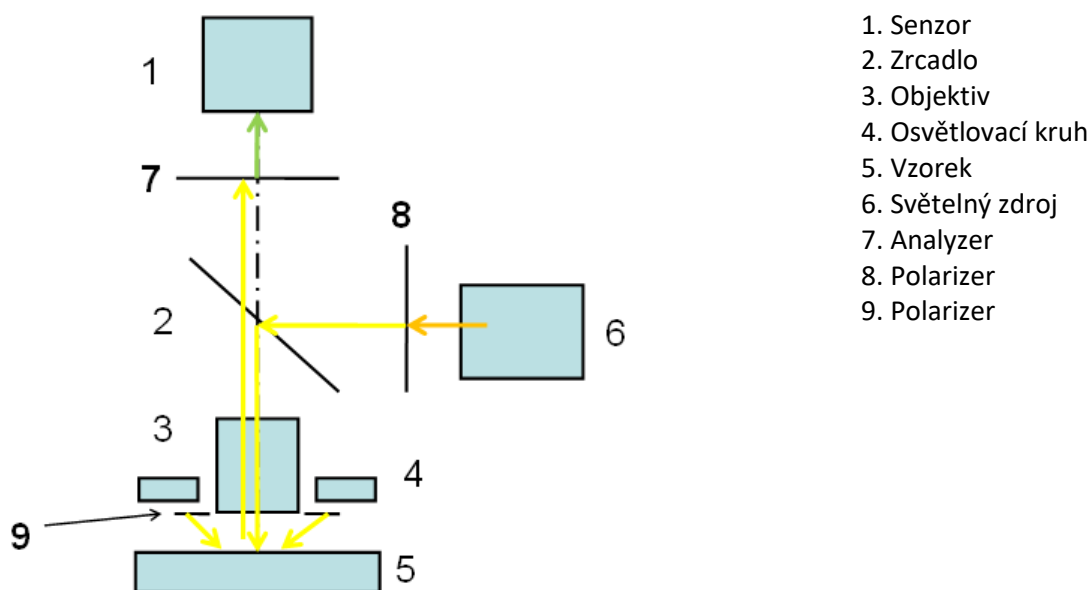
Obr. 14 Oblast zatížení stolu v krajní pozici [2].



5 Polarizace

Polarizace, obr. 15, je metoda měření vzorků, které mohou být za normálních okolností měřeny jen stěží nebo vůbec ne. Měla by být použita v případě, že se jedná o plochu plochu, která není homogenně osvětlena. Polarizace může pomoci v mnoha případech. Zvláště tehdy, kdy přímé odlesky kovových ploch budou odfiltrovány a zůstanou pouze ty rozptýlené. To vytvoří obraz, ve kterém jas závisí na struktuře povrchu a ne na úhlu natočení plochy. Pokud je měřen vzorek s téměř kolmými stěnami, bude vidět, že jas obrazu stěny a rovné plochy bude velmi rozdílný. Ale pokud v tomto případě bude použita polarizace, pak rovné a strmé plochy budou mít téměř stejný jas. To samozřejmě značně zjednoduší měření.

Pro ploché vzorky, resp. se vzorky, které mohou být snadno změřeny i za normálních podmínek, bude polarizace vést téměř vždy k horším výsledkům. To proto, že polarizační filtr je přídatný optický prvek, který ovlivní měření. To může vést např. ke zvýšené drsnosti při měření s polarizací ve srovnání s měřením bez polarizace.



Obr. 15. Schéma polarizace [1].

Aktivace polarizace:

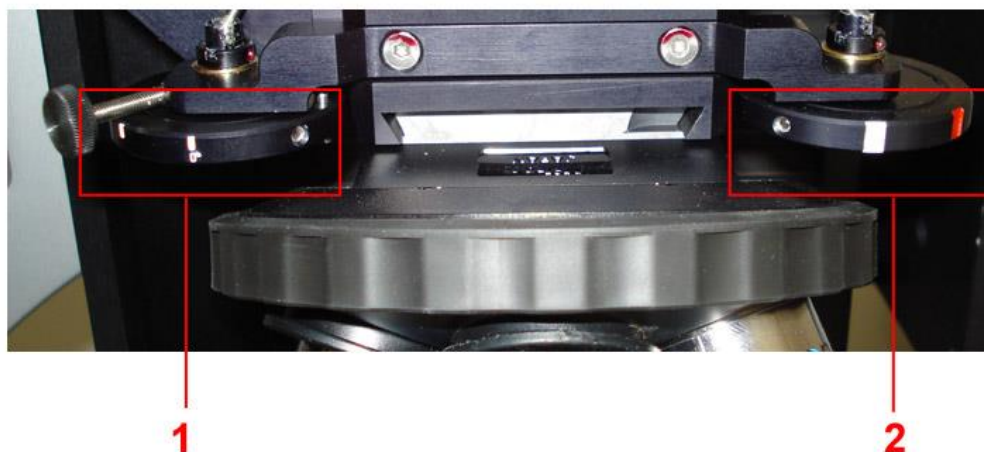
- V případě, že se měří vzorky vykazující velké rozdíly v jas. Důvodem mohou být např. strmé stěny.
- Pokud se měří kovové vzorky nebo vzorky s rovnými plochami, tam mohou být také s velké rozdíly v jas.

Vzorky, které mohou být měřeny bez větších problémů bez polarizace, by měly být měřeny bez polarizace.

Vzorky, které nemohou být měřeny bez polarizace, by měly být měřeny s polarizací.



Nastavení polarizace, obr. 16.



1 - nastavení úhlu polarizace

Pozn: Toto kolečko není obsaženo v novějších HW verzích.

Rozsah: 0° (nejsvětlejší) – 90°.(nejtmavší)

2 - zapnutí (červená značka) nebo vypnutí (bílá značka) polarizace

Obr. 16 Polarizační kolečka [1].

Příklady s polarizací a bez polarizace, obr. 17:

a) s použitím polarizačního filtru - Obraz, kde jsou redukovány rozdíly v jas. 3D model bude zobrazen jako model s velmi dobrou strukturou povrchu.

b) bez polarizačního filtru - Obraz s velkým rozsahem jas. Některé části obrazu mohou být na 3D měření příliš tmavé, což může vyústit v nechtěná maxima.

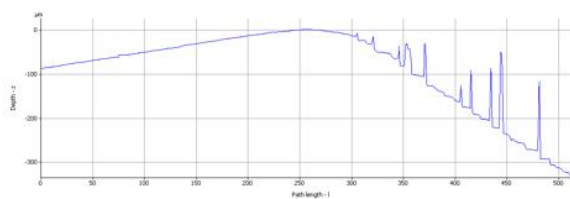
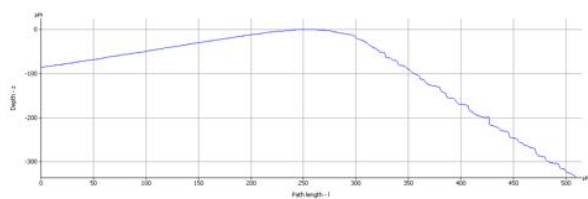
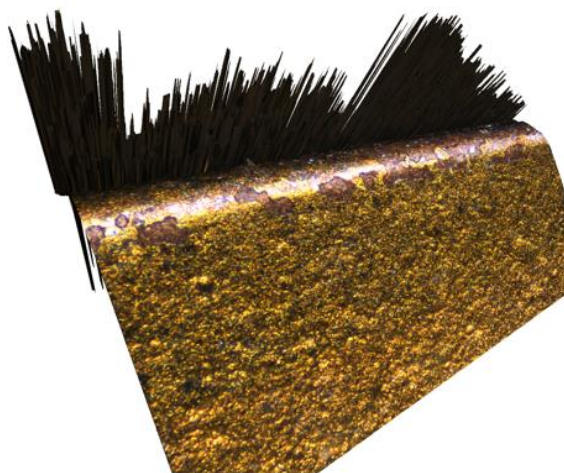
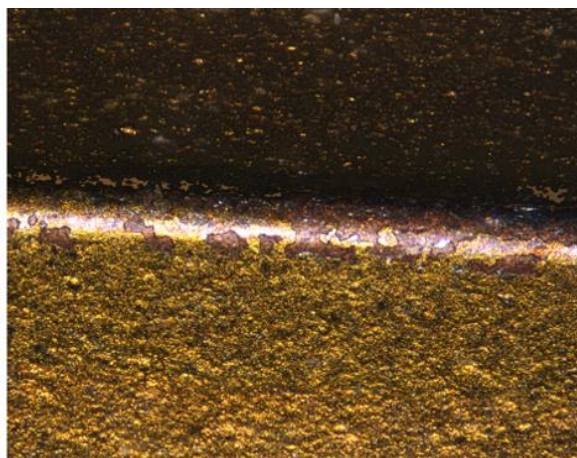
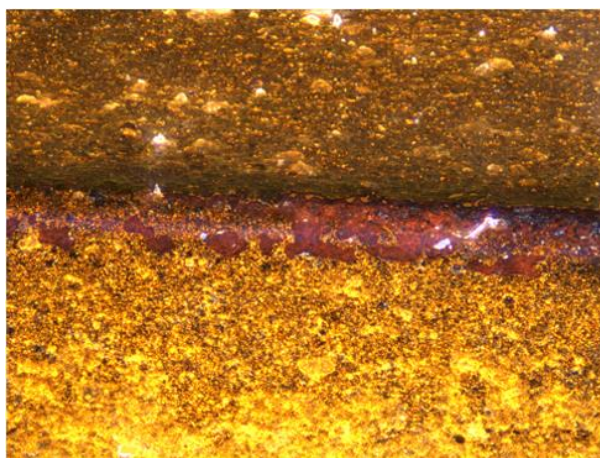
c) s použitím polarizačního filtru - Rovnoměrné rozložení světla za cenu ztráty pravdivé barevné informace. Velmi dobře osvětlené, dobré pro 3D měření.

d) bez polarizačního filtru - Světlé a tmavé oblasti s velmi lesklými materiály (např. kovy). Tmavá místa nejsou moc dobře osvětlena.



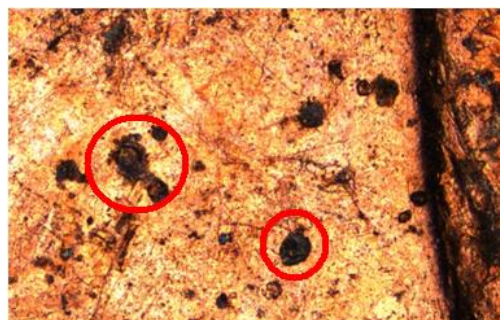
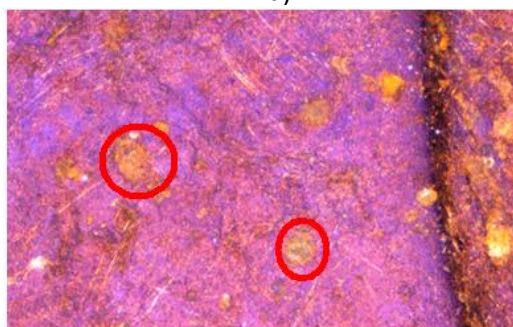
EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



a)

b)



c)

d)

Obr. 17 Příklady s polarizací a bez polarizace [1].



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



6 Seznam použitých zdrojů

1. ALICONA. *InfiniteFocus G5: Hardware* [pdf]. Graz, 2020.
2. ALICONA. *InfiniteFocus G5: manual EN* [pdf]. Graz, 2016.
3. ALICONA. *InfiniteFocus G5: Technical Specifications* [pdf]. Graz, 2016.



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



Studium moderní a rozvíjející se techniky VUT

CZ.02.2.69/0.0/0.0/18_056/0013325