

Automatická metrologie a skenování senzorů ATLAS18EC

- produkční část -

Potřebné znalosti manipulace se senzory a základy s prací v programu MeasureMind3D a se stanicí OGP SmartScope

→ Doporučuji oficiální manuály pro práci s OGP SmartScope a MeasureMind3D (User Manual, Fast Start Guide, Training Workbook, Service Manual).

Věřím, že systém je snadný na pochopení, přesto je manuál detailnější, aby se předešlo nesrovnalostem a bylo možné potřebné informace někde dohledat.

SYSTÉM

1. Tří-souřadnicová měřicí stanice OGP SmartScope Flash 500

Tato stanice dokáže měřit dotykově (touch probe), optickou sondou a laserem. Její rozlišení je až 0,5 μm . Veškerá měřená data v rámci metrologie a skenování senzorů v projektu ATLAS ITk upgrade a o kterých se píše dále je prováděno pomocí tohoto přístroje.

Skládá se z:

- a. Samotné stanice se stolem, na kterém měří v tomto případě senzory.
- b. Joysticku, kterým se ovládá její pohyb a další důležité procesy. Více informací v manuálu zaměřeného na práci s OGP SmartScope a MeasureMind3D.

2. Softwarové rozhraní stanice MeasureMind 3D

V tomto programu (dále jen mm3d) se ovládá všechno měření, které není možné provést skrze joystick. Obzvláště poté měřicí programy na této stanici (dále jen routiny), které procesy usnadňují.

Program se v tomto systému stará o přímé ovládání stanice, měření dat ze stanice jakožto jejich ukládání. V některých bodech postupu popsáném níže je potřeba s mm3d pracovat přímo, jinak to ale obstarává program SensorMeasurement.

Více informací v manuálu zaměřeného na práci s OGP SmartScope a MeasureMind3D.

3. Automatizační program SensorMeasurement

Je program vyvinutý speciálně pro účely produkční fáze v rámci ATLAS ITk. Je napsaný v jazyce Python (Python 3.6, 32-bit). Řídí celý systém, ovládá program mm3d tudíž i stanici stejně tak jako samotný počítač, vytváří GUI ale i spravuje logy nebo skládá fotky ze skenování senzoru. Program tedy propojuje jednotlivé procesy do autonomního měřicího celku.

Více informací lze nalézt v kapitole „CHRONOLOGIE A POPIS PROCESŮ“.

4. Podpůrné soubory

Jsou soubory, které slouží jednotlivým složkám tohoto systému nebo jsou přímo výsledným produktem sekundární činnosti systému mířeného pro uživatele (logy, ...).

a. Konfigurační soubory stanice a programu mm3d

Nedoporučuji je měnit. Jedná se o soubory, u kterých by změna mohla udělat systém nefunkčním.

b. Soubory automatizačního programu SensorMeasurement

Nachází se ve složce C:\Program Files\MetrologyAndScanning

i. Config.txt

V tomto souboru lze měnit údaje k programu SensorMeasurement.

```
#Measuring_Folder_Path = C:\Parttrt\  
#Program_Folder_Path = C:\Users\Uzivatel\Desktop\kingstone\senzors  
#  
#Default_Sensor_Type = R0; R3; B; R5; R4; R0; R0; R0; R0  
#Default_Product_type = ATLAS18EC; ATLAS18EC; ATLAS18; ATLAS18EC;  
#Default_Sensor_Batch = ; ; ; ; ; ; ; ;  
#Default_Sensor_Wafer = ; ; ; ; ; ; ; ;  
#Default_Serial_number = W032-; W032-; W032-; W032-; W032-; W032-;  
#Default_Sensor_Measuring = 0; 0; 0; 0; 0; 0; 1; 1; 1  
#Default_Sensor_Scanning = 1; 1; 1; 1; 1; 1; 1; 1; 1  
#Default_Sensor_APS = 1; 1; 1; 1; 1; 1; 1; 1; 1  
#Holder_Type = 1; 2; 1; 2; 2; 1; 1; 1; 1  
#  
#Limit_Size_R0 = 99000; 100000; 19000000; 20000000  
#Limit_Size_R1 = 99000; 100000; 19000000; 20000000  
#Limit_Size_R2 = 99000; 100000; 19000000; 20000000  
#Limit_Size_R3 = 99000; 100000; 19000000; 20000000  
#Limit_Size_R4 = 99000; 100000; 19000000; 20000000  
#Limit_Size_R5 = 99000; 100000; 19000000; 20000000  
#Limit_Size_B = 99000; 100000; 19000000; 20000000  
#  
#Limit_Control_Angle = 20; 88  
#Limit_Control_Distance_X = 2.1475; 2.1489  
#Limit_Control_Distance_Y = 1.9852; 1.9864  
#  
#Max_secons_of_wait_function = 10.0  
#Database_Website_Address = https://10.26.210.119/values.xml  
#Database_Temperature_Tag = c1  
#Database_Humidity_Tag = c2
```

Obsah souboru dle odstavců:

1. Cesty vedoucí k souborům a místu pro ukládání dat.
2. Zde lze měnit defaultní údaje pro jednotlivé pozice na stole.
Může velmi zjednodušit proces. Dobré měnit dle dané situace měřených senzorů.
Vždy by měli obsahovat 9 hodnot (podle pozic na stole, postupně) odděleny středníkem. Pokud hodnotu vyplnit nechcete, nechte v místě pouze mezeru.
POZOR: Podle údaje Product_Type program hledá názvy rutin pro program mm3d.

3. Datové velikosti naměřených souborů podle jejich typů.
Používané na kontrolu, zda vše proběhlo správně
(první 2 čísla velikosti min; max měření, druhé dvě min a max
scanování, [B] – kvůli jednoznačnosti).
 4. Limity pro správné umístění senzoru na stole při kontrole
pozice – pouze automatické měření.
(první číslo min, druhé max, [°] nebo [mm])
 5. Parametry programu jako je maximální čas, který čeká, zda se
předchozí krok udělal, pokud ne, ohlásí error. Dále zde jsou
údaje pro vstup do databáze a aktualizaci konkrétních
neznámých z ní.
- ii. Logs
Složka, ve které se nachází veškeré logy. Log se vytváří ve chvíli
spuštění procesu měření hned po odsouhlasení teploty a vlhkosti.
Velmi užitečné v případě erroru.
 - iii. Protocols
Složka, ve které jsou všechny protokoly. Ty se vytváří po celkovém
dokončení měření, pokud se nevyskytne error mimo měření, který
program zhroutí.
Užitečné hlavně pro kontrolu, zda se vše naměřilo.
 - iv. Error screenshots
Zde se nachází všechny snímky obrazovky, které program pořídil.
Vytváří je vždy, když se stane error během procesu.
Nejvíce nápomocné při hledání příčiny erroru.
 - v. wait.dat
Pokud je tento soubor přejmenován na soubor skip_wait.dat, program
mezi jednotlivými kroky čeká vždy 1 s a nikoliv dynamicky, dokud se
proces neudělá. Možné použít v případě jakýchkoliv problémů (nař.
aktualizace OS systému), co tento systém udělá nefunkčním. Není pak
systém odolný a nezjistí, když se předchozí krok neprovede, ale
poskytuje nouzový provoz do chvíle opravy.
 - vi. Screens
V této složce se nachází všechny snímky, které program používá ať
v GUI nebo při hledání známek, zda se provedl předchozí krok.
 - vii. JS_manual.txt
V tomto dokumentu je stručný popis jak zapnout skládání fotek pro
určitý senzor dodatečně ručně.
 - viii. JS_ConfigFile_”type”.txt
Textové soubory s parametry pro skládání fotek.

ČASOVÝ PLÁN A TECHNICKÉ PARAMETRY

Proces se provádí u všech **100%** senzorů!

Časová náročnost procesu od spuštění (potvrzení teploty a vlhkosti) až po dokončení.

Pro 9 senzorů, u kterých se měří i skenuje a je zapnutý automatický poziční systém doba měření trvá přibližně **18:00:00 – 20:00:00** podle typů senzorů.

Pro přesný čas trvání využijte následující rozdělení (n ... počet senzorů):

1. DEBUGING (0:30)

Program hledá veškerá tlačítka a ukládá si jejich pozici pro budoucí použití, dále také kontrolu mnoho dalších aspektů, potřebných pro správný běh programu.

2. SPOLEČNÁ KONTROLA SENZORŮ (n × 2:40-2:50)

Program kontroluje pozici senzoru a následně ji ukládá.

Přesnost automatické metody pro nalezení senzoru:

Počáteční odchylka	0	0.2 mm	0.5 mm	1.5 mm	4 mm
Přesnost nalezení senzoru	< ± 10 μm	< ± 10 μm	± 10 μm	± 20 μm	± 30 μm

(Ize využít pro opodstatněné limity kontroly ve 4 odstavci souboru config.txt)

3. JEDNOTLIVÉ PROCESY

Poté program provádí procesy pro každý senzor postupně zvlášť. Výsledný čas za tuto sekci je tedy **n × čas** uvedený podle typu senzoru v tabulce níže.

	MĚŘENÍ PLANARITY	SKENOVÁNÍ POVRCHU
R0	<i>Zatím neurčeno</i>	<i>Zatím neurčeno</i>
R1	<i>Zatím neurčeno</i>	<i>Zatím neurčeno</i>
R2	<i>Zatím neurčeno</i>	<i>Zatím neurčeno</i>
R3	<i>Zatím neurčeno</i>	<i>Zatím neurčeno</i>
R4	<i>Zatím neurčeno</i>	<i>Zatím neurčeno</i>
R5	<i>Zatím neurčeno</i>	<i>Zatím neurčeno</i>
B	<i>Zatím neurčeno</i>	<i>Zatím neurčeno</i>

Skládání fotek se provádí paralelně s měřením následujícího senzoru.

Je tedy nutné započítat pouze jednou čas cca + 3:00 (v rozmezí 2:30-3:40, podle typu senzoru a zatížení pc) za poslední ze senzorů.

Technické parametry procesů:

	Počet bodů planarity	Mřížka bodů planarity	Rozlišení skenování	Počet snímků ^{1.)}	Parametry složených fotek (počet, velikosti)
R0	99	9 mm × 9 mm	2.47 μm / px	6256 (5256)	16 × 352 MB (23 × 17 snímků)
R1	100	9 mm × 9 mm	2.47 μm / px	6080 (5185)	16 × 341 MB (20 × 19 snímků)
R2	89	9 mm × 9 mm	2.47 μm / px	5040 ()	12 × 378 MB (21 × 20 snímků)
R3	95	9 mm × 9 mm	2.47 μm / px	5304 (4711)	12 × 398 MB (17 × 26 snímků)
R4	101	9 mm × 9 mm	2.47 μm / px	5760 (5074)	16 × 323 MB (15 × 24 snímků)
R5	105	9 mm × 9 mm	2.47 μm / px	6144 ()	16 × 346 MB (16 × 24 snímků)
B	100	9 mm × 9 mm	2.47 μm / px	5376 (5376)	16 × 302 MB (21 × 16 snímků)

^{1.)} včetně dodatečně doplněných prázdných snímků, v závorce pouze reálně naskenované.

*** POSTUP ***

1. Je stanice i s počítačem zapnutá?

- a. ANO → Pokračovat krokem 2.
- b. NE → Zapněte nejprve stanici kolébkovým spínačem “POWER” na joysticku a poté zapněte i počítač.

2. Je systém inicializován?

(poznám např. podle toho, zda jde zapnout program MeasureMind 3D – v liště vpravo)

TIP: Pokud se právě měřilo, inicializace pravděpodobně proběhla již před tím.

- a. ANO → Pokračovat krokem 3.
- b. NE → Zvolte v pravé liště možnost „machine“ a „initialize“. Poté začne probíhat inicializace. V průběhu uživatele systém několikrát vyzve k akci, pozorujte tedy systém. Nejprve půjde o zapnutí “STOP/START” tlačítka na joysticku, poté zvolení, zda je na měřící hlavě připevněna nějaké z touch probe.

3. Je zapnutý program Measure Mind 3D?



- a. ANO → Pokračovat krokem 4.
- b. NE → Zvolte v pravé liště „Measure“ a z nabídky si vybereme měřící program MeasureMind 3D (dále jen mm3d). Po zapnutí bude potřeba opět stisknout tlačítko “STOP/START” na joysticku a poté opět potvrdit nastavení ve vyskočené tabulce.

4. Jsou všechna eLka v rámu uchycená správně a jsou typů, který vyhovuje senzorům, které plánují měřit?

- a. ANO → Pokračovat krokem 5.
- b. NE, nejsou umístěny dostatečně správně → Užitím klíče utáhneme případné povolené zářáčky.
- c. NE, typy zářáček senzorům nevyhovují → Vyměníme u požadovaných pozic na stole eL zářáčky za vhodné. Pokud měříme senzory typů R0, R1 nebo R2, potřebné zářáčky jsou typu 1 (kratší a s větším úhlem), pokud senzory R3, R4 nebo R5, je potřeba mít na pozici zářáčky typu 2 (delší s menším úhlem). Typy zářáček se dají libovolně na pozicích na stole kombinovat.

Dodržujte následující postup výměny zářáčky:


- i. Použitím klíče opatrně sundáme aktuální zářáčku
- ii. Poté ji vyměníme za novou a i s redukční modrou podložkou ji opatrně pořádně utáhneme, aby každá část plastové eL zářáčky dosedla krásně až na skleněný stůl.
- iii. V souboru “config.txt” ve složce C:\Program Files\MetrologyAndScanning upravíme hodnoty Holder_Type. Každá z hodnot musí být buď 1 nebo 2 a musí být odděleny “;”. Mělo by jich být 9 a jdou po sobě podle pozic na stole.

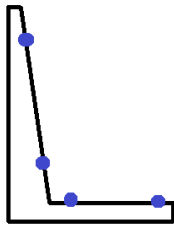
- iv. Poté musíme pro přesná měření, hlavně pokud jsme měnili typ zarážky, upravit měřicí rutinu pro pozici na stole. Nastavíme na dolní pravý roh plastové části eLka počátek os X a Y. Laserovým ostřením zvolíme počátek osy Z na skleněném stole. Zvolíme v mm3d rutinu new_eL1set_R0-R1-R2.RTN nebo new_eL2set_R3-R4-R5.RTN podle typu zarážky a spustíme rutinu. Systém resetujeme do globálních souřadnic pomocí tlačítka „reset“ v nabídce  v horní liště programu. Místo, kde se po skončení rutiny bude sonda nacházet, uložíme jako rutinu použitím vytvoření bodu v tomto místě (např. pomocí , poté kliknutím na vizuální část obrazovky a potvrzením bodu tlačítkem „Done“) ve složce C:\Parttrn\Routines s názvem „ATLAS18EC“ (typ senzoru jakožto produktu) + „_SensorPos_“ a číslo pozice např. „4“. Celý proces opakujeme pro všechny změněné zarážky.

POZOR!


V Případě, že rutina na nalezení průsečíku přímek zarážky selhala kvůli odlišnosti eLka, je nutné rutinu vypnout dole vpravo tlačítkem „stop“, resetovat systém a toto zaměření udělat ručně:

1. Vyberete si dva body na každé z dvou vnitřních hran eLka, na ty

si zaostříte a použitím  a stiskem tlačítka „enter“ na joysticku bod potvrdíte.



2. Vytvoříte mezi body na stejné hraně objekt „line“, který vyberete

v nabídce . Kliknete na oba body, tím je vyberete a poté potvrdíte tlačítkem „Done“.

3. Mezi oběma úsečkami vytvoříte další objekt a to průsečík .

4. Na místo průsečíku přemístíte sondu. Stačí na tento bod kliknout a potvrdit přesun.

5. Dále již postupuje stejně jako v případě rutiny (resetování systému, uložení nové rutiny atd...).

5. Zkontrolujeme následující:

- a. Zda je stanice schopná pohybu. Pokud ne, zapneme ji tlačítkem "STOP/START".
- b. Zda je prostor na stole prázdný a čistý. Pokud ne, odklidíme všechny předměty, co by mohli v měření překážet a poté stůl důkladně očistíme.
TIP: Vhodné použít čisticí prostředek s speciálním hadrem, poté případný prach ještě odfouknout čitým vzduchem z tlakové nádoby.
- c. Zda v pohybu sondy něco nebrání. Pokud ano, je třeba předměty odklidit. Celý prostor okolo stanice, kde se jak hlava sondy nebo deska stolu pohybují, nesmí být blokovány.

6. Zapneme program pro automatické měření (na ploše).

 SensorMeasurement.exe

7. Zapnul se úspěšně program?

- a. ANO → Pokračovat na krok 8.
- b. NE → Postupuje dle postupů v kapitole ERROR.

8. Na stůl po jednom umístíme senzory.

- a. Nezapomeneme na roušku, rukavice a popřípadě další vybavení, abychom senzor případně nepoškodili.
- b. Opatrně otevřeme obálku a senzor spolu se speciálními papíry, ve kterých je vložený, vyndáme.
- c. Svrchní papír sejmeme, otočíme a položíme na čistý prostor povrchem, který se senzoru nedotýkal.
- d. Senzor pomocí vakuové pinzety velmi opatrně postrčíme či nadzvednutím za pomoci sníženého tlaku v pinzetě přesuneme na volný prostor u eLka. A to tak aby nehrozil náraz senzoru do hrany rámu či eLka způsobené plutím senzoru na vzduchovém polštáři po stole.
- e. Je senzor typu:

i. R1-R5

Drobnou manipulací senzoru dokončíme jeho umístění tak aby se eLka dotýkal právě ve třech na to určených bodech.

TIP: Zatím nejosvědčenější způsob je nejprve dovést senzor k prvnímu bodu dotyku na spodní straně eLka a poté už jen v druhé ose senzor posouvat, dokud se jemně nezarazí i o zbylé dva body.

ii. B

Senzor umístíme na libovolné volné místo na stole (dát pozor na to, aby část senzoru neležela mimo možný pohyb sondy) co nejvíc to bude možné rovnoběžně s hranou stolu. Poté provedeme kontrolu umístění senzoru manuálně:

1. Najedeme na libovolný roh senzoru optickou sondou a pomocí



zaostříme a zaměříme střed kamery na daný roh.

2. Poté pomocí joysticku jedeme libovolným směrem podél hrany senzoru (ale POUZE v jedné ose!) dokud nedojedeme až k dalšímu rohu senzoru.
 3. Pokud v průběhu nevyjela hrana senzoru ze zorného pole kamery, vše je pořádku. Pokud ne a vyjela, upravíme podle toho vakuovou pinzetou úhel senzor a proces opakujeme.
- f. Jakmile máme senzor umístěný, pokračujeme bodem 9 a tuto sadu úkolů 8.) - 9.) opakujeme postupně pro všechny senzory.

9. V Grafickém rozhraní programu nastavíme vše o senzorech na jednotlivých pozicích:


- a. Zvolíme si typ senzoru. Lze vždy vybrat pouze kompatibilní se záříčkou, barelový typ, nebo žádný typ – to označuje možnost, že se na dané pozici žádný senzor měřit nebude.

TIPY:

* V případě zvolení „EMPTY POSITION“ se nebude na této pozici žádný senzor měřit, zároveň tedy program zamezí i úpravu údajů v GUI.

* Pokud je zvolen typ B „barelový typ“, není možné upravovat bod g). Je automaticky nastaven na manuální zaměření, protože eLka pro tento typ nevyhovují. Pozici tohoto senzoru je poté potřeba nastavit manuálně.

* Pokud v nabídce nevidíte požadovaný typ senzoru, je v souboru „config.txt“ nastaven jiný typ eL držáku. Budete ho muset podle pokynů v bodu 4.) vyměnit.

- b. Zde, v prvním textovém poli, si můžeme nastavit typ senzoru jakožto produktu. Podle tohoto názvu se odvíjí názvy rutin ovládající stanici.
POZOR: Pro produkci HL-LHC ITk R0-R5 => ATLAS18EC, ale typ B => ATLAS18
- c. Nastavení batche senzoru.
- d. Nastavení waferu senzoru.
- e. Zde se zvolí sériové, unikátní, číslo senzoru. Podle tohoto čísla se data evidují a ukládají do patřičné složky s tímto názvem. Nelze měření spustit, pokud by toto číslo nebylo odlišné od defaultně nastaveného v config.txt.
- f. Nastavení, zda se bude používat automatické systém pro kontrolu umístění senzoru a jeho přesnému nalezení. Pokud je zapnutý, není potřeba nic dále řešit a program vše udělá automaticky, pokud chcete nějaký senzor měřit s manuálním zaměřením nebo se jedná o senzor typu „B“, zde je postup:
 - i. Najedeme si v globálních souřadnicích na levý dolní roh senzoru, zvolíme si vhodné přiblížení, zaostření a osvětlení a co nejpřesněji na rohu vložíme bod (pomocí  postup v 4.c.iv.1.), poté rutinu uložíme do složky C:\Parttrn\Routines pod názvem číslo pozice + „_left“, např. „2_left.RTN“.
 - ii. Poté resetujeme rutinu a na tomto bodu nastavíme lokální souřadný systém s $x = 0$ a $y = 0$
 - iii. Nakonec najedeme na pravý dolní roh senzoru a opakujeme proces stejně jako v bodě i.) akorát s rouzdílem, že rutinu ukládáme pod názvem s „_right“.
- g. Zde si zvolíme, zda u tohoto senzoru chceme měřit planaritu povrchu či nikoliv
- h. Zde lze zvolit, zda u daného senzoru chceme skenování povrchu. Alespoň jedna z možností g.) nebo h.) musí být vybrána.
- i. Na obrázku (v programu) v bodě i.) si tlačítka „Previous sensor“ a „Next sensor“ přesouváme mezi nastaveními jednotlivých senzorů. O tom, u kterého senzoru nás informuje popis s číslem senzoru a obrázek znázorňující umístění daného senzoru na stole pro lepší představu, o jaký senzor se jedná. Postupně je potřeba nastavit všech devět senzorů, a to buď k nějakému měření (pak tedy vše potřebné jak je to popsáno výše), nebo nastavit, že je pozice prázdná. Měřit se dá jakýkoliv počet senzorů mezi 1-9.

TIP: Je výhodné si v souboru config.txt nastavit všechny defaultní údaje pro neznámé v GUI pro jednotlivé pozice na stole a výrazně tím zmenšit množství psaní při každém nastavování senzorů. Např. pokud víme, že tento týden budeme muset změřit 28 R1 a 8 R3 senzorů, nastavíme si v config.txt pro 7 pozic holder typ na 1 a typ na R1 a pro

2 holder typ na 2 a typy na R3. Také se to hodí u dalších parametrů, u kterých se třeba první znaky nebudou většinou nebo nikdy lišit.

10. Spustíme tlačítkem „Start measuring”.

- a. Program následně ukáže postupně údaje všech nastavených senzorů k měření nebo skenování.
- b. Zkontrolujeme u každého senzoru, zda jsou všechny údaje správně, pouze pokud ano, potvrdíme tlačítkem „CONFIRM”. Pokud ne, opravíme je a až poté potvrdíme.

11. Potvrdíme teplotu a vlhkost v místnosti.

- a. Počítač nám zobrazí data teploty a vlhkosti, které si přebírá z databáze, do které je ukládá čidlo v laboratoři nedaleko stanice.
- b. Neodporují zásadně tyto data vašemu odhadu nebo vám nepřijdou divná? (Pokud si nejste jisti, můžete je zkontrolovat s databází)
 - i. NE → Hodnoty pouze potvrdíte. Program si je nadále bude sám během měření aktualizovat z databáze.
 - ii. ANO → Hodnoty přepíšete podle skutečných (buď z databáze, grafany a nebo pomocí jiné měřicí techniky). Program poté tyto údaje bude používat po celou dobu měření.

<p>Insert temperature [°C]:</p> <p>21.4</p> <p>OK Cancel</p>	<p>Insert humidity [%]:</p> <p>42.4</p> <p>OK Cancel</p>
--	--

12. Začalo kontrolování pozice senzorů. Jsou umístěny správně?

POZOR: Sledujte občasné vývoj až do chvíle, kdy se dokončí kontrola senzorů a program přejde k měření a skenování jednotlivých senzorů již postupně.

- a. SENZOR(Y) NEJSOU SPRÁVNĚ UMÍSTNĚNY ↓

Tato hláška se objevila z důvodů, že systémem našel minimálně jeden senzor, u kterého nevyhovuje jeho pozice zvládnutí měření nebo nevyhovuje specifikacím v souboru „config.txt”. Je potřeba tyto senzory přemístit tak, aby jejich pozice byla v pořádku. Pokud to z jakéhokoliv důvodu není možné, je potřeba nastavit u daného senzoru/senzorů manuální měření a uložit jeho/jejich pozici manuálně
- b. ŽÁDNÁ HLÁŠKA SE NEOBEJVILA, VŠE POKRAČUJE →

Vše je tedy hotovo a můžete program nechat pracovat. Pokračujte po jeho dokončení bodem 13.

TIP: Během celého procesu pokud možno na počítači nic neděláme a necháváme systém pracovat.

13. Po dokončení:

a. VŠE PROBĚHLO V POŘÁDKU ↓

Pokud se zobrazí hláška, že vše proběhlo v pořádku, neměl by s ničím být problém.

(Pro jistotu je dobré zkontrolovat protokol a log v patřičných složkách v program files a podle nich i zda ve složkách pro dané senzory jsou všechna požadovaná data.)

b. DOŠLO K ERRORU ↓

Error se stal během procesu měření?

- i. ANO → Pomocí logu, protokolu, popřípadě error screenshotů a informací v kapitole ERRORY určíme problém. Pokud to nebyl jednorázový problém, zkusíme ho vyřešit.

Vše co podle logu a protokolu nebylo naměřeno či bylo, ale nedá se daným datům z jistých důvodů věřit, je potřeba (měření, skenování nebo oboje u konkrétních senzorů podle toho, co se nezvládlo provést) změřit znovu.

TIP: Je dobré si rozvrhnout časový plán k nejlepšímu dohnání skluzu.

V denním plánu pro 9 senzorů je časová rezerva, je tedy jistě možné každý den dohnat jeden nenaměřený senzor. Ideální stihnout nenaměřené doměřit daný den a před odchodem zapnout měření pro novou várku. Popřípadě rovnou namíchat i s novými.

- ii. NE → Protože error neovlivnil měření, stačí stejně jako v bodě i.) přijít na problém a pokud to není jednorázová chyba, zkusit ji opravit. Poté program spustit znovu dle instrukcí.

TIP: Zde pravděpodobně nepomůže log, protože nemusel být ještě vytvořen, a už vůbec ne protokol nebo error screenshoty. Zato je velmi užitečná hláška rovnou na vyskakujícím okně (v případě přílišné délky erroru se uloží na plochu) a proto je dobré si ji vyfotit.

14. Po celkovém dokončení je potřeba uklidit opatrně senzory stejně jako v bodě 8.) jen v opačném pořadí.

- a. Podle informací v kapitole ÚDRŽBA zvažte preventivní kroky pro efektivní produkci.
- b. Pokud dále nehodláte měřit, vypněte programy na počítači, následně počítač a poté i stanici.

CHRONOLOGIE A POPIS PROCESŮ

Popis úkonů, které provádí automatizační program SensorMeasuremet. Slouží hlavně k lepší orientaci během měření a k lepšímu pochopení jeho python zdrojového kódu. Dalším využitím je lokalizace možné příčiny erroru → k propojení typu erroru s procesy jsou přidány barevné kódy, které jsou rovněž v kapitole ERRORY (např. ■). Ty části, které nejsou nutné

pro ovládání programu, jsou heslovitější (slouží hlavně pro dohledání informací při chybě nebo pochopení kódu).

TIP: Položky číslované jsou řazeny, jak jdou časově po sobě během měření.

Procesy, které se dějí během prostupu prováděného uživatelem (kapitola * POSTUP *):

1. Zapínání – inicializace programu ■ ■

Jakmile se zapíná program (krok 7.), program si kontroluje veškerá data, která k běhu bude potřebovat. Zároveň si do své paměti ukládá snímky, které bude často používat, aby se zkrátila odezva programu při detekci měřicího programu. Dále si také aktualizuje parametry, které jsou specifikovány v souboru config.txt (pro účinnou změnu parametrů je tedy po změně nutné restartovat program).

2. GUI ■

- a. Po spuštění program vytváří grafické rozhraní (krok 9). Zde program zobrazuje informace o aktuálním nastavení senzorů. Jak s GUI pracovat je popsáno níže v postupu v korku 9.

Jakmile se uživatel posouvá tlačítka mezi senzory, nastavení daného senzoru se vždy ukládá. Pokud nějaký z parametrů nevyhovuje nebo je podezření na omyl ze strany uživatele, program ho varuje. ■

- b. Jakmile uživatel nastaví v rozhraní vše, co potřebuje, program jeden po druhém zobrazí znovu senzory (pouze už ty, které jsou nastavené pro měření a nejsou tedy prázdné) a vyžádá u každého potvrzení (10. krok), aby se zamezilo chybnému zápisu. Během potvrzování je možné data i měnit. ■
- c. Program zobrazí postupně hodnoty teploty a vlhkosti, které importoval z databáze. Uživatel je musí potvrdit nebo upravit (11. krok). Pokud jsou hodnoty potvrzené nebo uživatel neudělá do 5 minut žádný zásah, jsou během celého měření postupně z databáze hodnoty aktualizovány a používány. Jakmile uživatel hodnoty přepíše, nebo je program z databáze nedokáže aktualizovat, jsou používána data poslední (v případě přepsání hodnot uživatelem, jsou používána celé měření data, která vepsal on) ■

3. Inicializace procesů ■

- a. Nejprve program zjistí, zda nejsou přetíženy RAM počítače, mohlo by dojít k potížím během měření (zvláště během spojování fotografií). Také zkontroluje, zda je v cílovém úložišti pro data (cesta nastavená v config.txt) dost místa pro uložení všech nastavených senzorů (počítá dle hodnot v 3. odstavci config souboru)
- b. Zároveň program čeká do doby, než uživatel po tom, co nastavoval hodnoty (předchozí bod), přestane hýbat myší a přejde k inicializaci prvků programu mm3d.
Pokud tak již není, přepne počítač na program mm3d. Zde si aktualizuje pozice tlačítek pro ovládání (hledá je podle snímků ve své paměti, aktualizované

podle snímků ve složce „screens“) a zároveň zkusí několik základních úkonů, zda je vše v pořádku.

4. Kontrola senzorů

Následně program ovládá měřící program tak, aby postupně změřil pozici všech měřených senzorů (krom těch, u kterých je nastaveno manuální měření). Pokud měřící program ani senzor nenalezne na místě, kde by měl být, usoudí se, že je špatně umístěn, stejně tak, jakmile automatizační program z naměřených hodnot vypočítá, že vzdálenost nebo úhel senzoru je mimo toleranci (lze nastavit v config souboru v 4. odstavci). Naopak, pokud je senzor umístěn v pořádku, rovnou program uloží i jeho přesnou pozici, aby ji znovu již nemusel hledat. Hned po zkontrolování všech senzorů uživatele upozorní na všechny chybné senzory (12. krok).

Procesy, které se provádí po provedení postupu (až do kroku č. 13):

Program provádí všechny následující kroky zvlášť pro každý senzor postupně: (velmi zjednodušeně a zkráceně, úkonů provádí řádově více než v předchozí části)

5. Default měřícího programu

Před každým nově měřeným senzorem program pro jistotu provede resetování programu do defaultní pozice.

6. Vytvoření složky

Program vytvoří v adresáři daného typu senzor složku se jménem senzoru (Sériové číslo). V případě, že složka již existuje (pravděpodobně proto, že se něco od již měřeného senzoru doměřuje dodatečně), pouze na to v logu uživatele varuje. Pokud se ale složka v cílovém úložišti nepodaří vytvořit, vyvolá se chyba a přeskočí se na další senzor.

7. Načtení uložené pozice senzoru

Program si načtením souboru s uloženými souřadnicemi spodního levého rohu nastaví pozici senzoru: Nejprve se zapne rutina se souřadnicí tohoto rohu (uložená v kroku č. 4) a poté se tato pozice nastaví jako počátek os. Naposled se uloží log a přejde se k další části programu.

V případě, že se jedná o manuální měření, načte se i pozice pravého spodního rohu pro nastavení úhlu senzoru. Ten se při automatickém měření nastaví sám během rutiny planarity. Proces je stejný jako v případě počátku os, který je popsán výše.

8. Měření planarity senzoru

Program otevře a zapne danou rutinu v mm3d programu. Poté sleduje průběh měření. Pokud dojde k erroru, měření ukončí a přejde k dalším úkonům, pokud dojde k chybě laseru (řešitelný), program ho vyřeší a pokračuje v měření (u měření planarity je maximální počet takovýchto řešení 2 za sebou v řadě). Během měření také program ukládá textový soubor s naměřenými daty do složky měřeného senzoru. Nakonec program detekuje dokončení měření a zapíše výsledky do log souboru a pokračuje dalším úkonem.

9. Úprava výstupního souboru s daty ■

Dále program přepíše do graficky přijatelnější, standardizované podoby textový soubor s daty, přejmenuje ho a přidá do něj hlavičku se všemi informacemi o měřeném senzoru, mimo jiné včetně teploty a vlhkosti během měření.

10. Přesun starých fotografií ■

Program přesune pomocí subprocessů staré fotky, které se nachází v adresáři, kam je ukládá měřicí program, aby se nesmíchali s novými. Přesouvá je do složky \Trash, kde je poté možné nalézt. Z tohoto procesu poté program ukládá log o úspěšnosti.

11. Načtení uložené pozice senzoru

Program si načtením souboru s uloženými souřadnicemi spodního levého rohu nastaví pozici senzoru: Nejprve se zapne rutina se souřadnicí tohoto rohu ■ (uložená v kroku č. 4) a poté se tato pozice nastaví jako počátek os ■. Naposled se uloží log a přejde se k další části programu ■.

12. Skenování senzoru

Otevře se a zapne rutinu pro skenování senzoru ■. Stejně jako u rutiny měřicí planaritu detekuje program chování měřicí stanice a na něj reaguje ■. S rozdílem, že během procesu nic neukládá, fotky si ukládá sama stanice, a chybu laseru opraví až $3 \times$ (z důvodu delší rutiny). Při laser chybě navíc program přejmenovává jednotlivé snímky tak, aby i přes změnu rutiny (z důvodu opravení laser chyby a zamezení opětovného skenování stejných snímků) bylo možné fotky na konci úspěšně složit ■. Po dokončení opět program zapíše výsledek průběhu do log souboru a pokračuje dál ■.

13. Přesun naskenovaných fotografií ■

Zde program pouze přesune naskenované fotky z adresáře, kam je stanice ukládá do složky daného senzoru (navíc také správně přejmenovává fotky, které vznikly po případném posledním laser erroru).

14. Testování velikosti naměřených souborů

Program zde testuje velikost naměřených dat v porovnání s limity nastavenými v „config“ textovém souboru. Hodnoty bud':

- Vyhovují → Zapíše se log a program jde dál.
- Nevyhovují → Vyvolá procesní error ■
- Nepovedlo se změřit hodnotu → Vyvolá procesní error ■

Ve všech případech, i v b.) a c.) se spojování fotografií nepřeskakuje (Nemusí být nutně špatné snímky, když program najde chybu (chyba může být v datech planarity), v případě c.) navíc může být vše správně, jen z nějakého důvodu program nedokázal změřit velikost souborů), je ale po chybě nutné složené fotky zkontrolovat.

15. Spojování fotografií ■

Hlavní python program, pokud došlo ke správnému naskenování všech fotek, spouští druhý (paralelně běžící) program, který až snímky spojuje. Je to z důvodu ušetření času (spojování fotek cca 3 min za každý senzor)

Druhý program (join_images_script.exe) si nejprve podle argumentů se kterými se

program zavolal, uloží neznámé (tj. např. sériové číslo senzoru, jeho typ). Pokud se volá manuálně/dodatečně, podle JS_manual.txt lze tyto argumenty nastavit a zvolit např. od jaké tile se fotky budou skládat. Poté si program podle typu senzoru uloží z konkrétního konfiguračních souborů ve složce C:\Program Files\MetrologyAndScanning\ parametry skládané matice. Prázdná-nenaskenovaná místa v mřížce nahrazuje automaticky prázdnými fotkami. Poté již ukládá pouze výsledné složené tile fotky o velikosti mezi cca 300 a 400 MB (podle typu senzoru, viz kapitola ČASOVÝ PLÁN A TECHNICKÉ PARAMETRYČASOVÝ PLÁN A TECHNICKÉ PARAMETRY). Podle úspěšnosti skládání ukládá log zápisy do text log souboru ■. V Případě vážného erroru, nemůže-li program zapsat ani log, ukládá na ploše textový soubor s popisem problému.

- **Čekací funkce** ■

Používá se kdykoliv program udělal úkon na pc pomocí kliknutí či jiné metody simulující člověka u počítače. Je tedy přítomna v částech **4.)** Kontrola senzorů a v této sekci u **5.), 7.), 8.), 11.) a 12.)**.

Hodnota času, jak dlouho maximálně čeká, než se provede úkon, který měl, lze nastavit v config souboru v posledním odstavci.

Funkce funguje na základě principu hledání klíčového znaku na obrazovce, který poukazuje na splnění podmínky.

- **Detekční funkce**

Figuruje v částech **7.), 8.), 11.) a 12.)**.

Funguje stejně jako čekací funkce (v kódu se dokonce jmenuje stejně), akorát s tím rozdílem, že hledá odezvy měřicího programu. Dokáže poznat zda:

- Zda již měření skončilo → přesune proces k dalším krokům
- Zda se stala chyba → vyvolá procesní měřicí error. ■
- Zda se stala chyba laseru
→ Chybu program dokáže vyřešit. Resetuje se měřicí program, znovu se načte pozice senzoru, upraví se měřicí nebo skenovací program podle již naměřených dat nebo naskenovaných fotografií, aby nedošlo k prodloužení procesu a zbytečnému přeměření naměřených dat. Nakonec měřicí proces spustí od chvíle, kdy byl přerušen. ■ ■

- **Funkce defaultní pozice**

Funguje na principu souboru detekce obrazovky a následného řešení. Je zde mnoho možných jednotlivých oken, hlášek a zapnutých programů (vše, s čím se počítač během měřicích procesů setká), které jakmile program zpozoruje, dokáže je správně zavřít a přejít do základní, začáteční pozice. Vždy ukládá snímek obrazovky při chybě, který ukládá do složky „Error Screenshots“.

Spouští se v částech:

- **7.), 8.), 11.) a 12.)** v případě, že dojde k chybě ve chvíli, kdy se pracuje s počítačem na bázi uživatelského rozhraní (simuluje uživatele).
 - Po úspěšném resetu pokračuje měření dalším procesem.
 - V případě, že program počítač do defaultní pozice nedokáže dostat, vyvolá se procesní error ■ a měřit se začne až další senzor.
- V případě, že se stane neočekávaný nebo nelokalizovatelný procesní error. Z toho důvodu program provede funkci pro defaultní pozici, aby si byl jistý, že pro měření dalšího senzoru bude vše v pořádku.
 - Provede-li se správně, pokračuje se v měření.
 - Nedovede-li program počítač uvést do defaultní pozice, vyvolá mimoprofesionální error a celkové měření skončí. ■
- **Zápisy do log souboru**

Vytváří přehledný zápis všech důležitých informací ohledně probíhajícího měření v textovém souboru ve složce „logs“.

Vyskytuje se v úplně každé části programu od zapnutí procesu v POSTUPu krokem 11.) až do úplného konce měření.

Zapisuje informace:

 - O aktuálním stavu programu – tedy to co se právě udělalo (když se to nepovede → ■)
 - O chybě, které se právě stala (V případě nezdaru vede → ■ nebo v případě, že se již jedná o zápis chybové hlášky, která se stala při zápisu jiné chybové hlášky, program vyvolá mimoprofesionální error ■ (aby se program nezacyklil).)

ERRORY

1. Počítače

Řešte dle klasických konceptů chyb OS Windows, počítač není nijak speciálně upravován.

POZOR: Zamezte ale změnám v nastavení počítače a aktualizace OS systému, systém pro měření by mohl přestat správně fungovat.

2. Stanice a programu MeasureMind3D

Použijte oficiální návod ke stanici nebo programu mm3d a vyhledejte daný problém. Nejčastější:

- a. U inicializace stanice na pc píše „Motor under voltage“
→ Pravděpodobně špatně proveden krok 1.) b.) v POSTUPu. Vypněte počítač a poté stanici a až pak opět oboje pusťte, ale ve správném pořadí.
- b. Vyskočí, že systém nemá licenci pro mm3d když by ji mít měl
→ zavřete systém a zkuste znovu inicializovat. Pokud to nepomůže, vypněte a znovu zapněte počítač se stanicí (samozřejmě ve správném pořadí) a zkuste celý postup znovu. Mělo by to zabrat.

3. Automatického programu SensorMeasurement

Kombinací možný problémů je mnoho a není možné je spolehlivě v manuálu přehledně obsáhnout, je zde tudíž pouze rozdělení chyb do logických skupin, podle vzniku a následného řešení následků, které tato chyba má a procesy, při kterých error mohla vzniknout. Toto rozdělení tedy slouží hlavně pro lepší orientaci a pochopení případných chyb.

Při hledání původce erroru vždy dejte na rady u hlášky jak ve vyskakujícím okně, tak v logu. Pomocí této hlášky, logu a popř. error screenshotů a protokolu by mělo být téměř vždy možné zjistit důvod problému. Ve výjimečných případech, kdy to nestačí, je k dispozici i originál python kód, kde se již původce problému najde (vyžaduje ale jistou znalost pythonu a čas na zorientování v kódu – ideálně kontaktovat)

Typy errorů:

a. FATÁLNÍ ERRORY

Jsou chyby, které vedou k úplnému pádu programu, nejen měření. Evidovány jsou pouze ve vyskakovacím okně, které je oznamuje.

i. ŘÍZENÉ ■

Při spouštění programu probíhá inicializace souborů. Program hledá, zda má k dispozici všechny data, soubory a přístupy, které v samotném fungování programu potřebovat. Pokud je něco v nepořádku (např. nenajde důležitý soubor), ani se program nezapne a rovnou upozorní uživatele na zcela konkrétní problém.

Program v tomto případě vždy zcela jednoznačně určuje, v čem je

chyba. S opravou by tedy neměl být žádný problém.

ii. NEŘÍZENÉ ■

Může vzniknout kdykoliv během procesu jako neočekávaný a předem nenadefinovaný možný problém. Může ho např. spustit prvně procesní error, který se nedokáže vyřešit a tak spustí mimoprofesní error, který se ale nedokáže z nějakého důvodu zobrazit a tak dojde až k fatálnímu erroru. Nebo ho může spustit zcela jiná chyba např. ve vytváření GUI. Nelze je predikovat a neměli by se zcela stávat, je to tedy čistě teoretický scénář. Pokud by se již náhodou nějaký stal, je potřeba použít všechny soubory s údaji pro jeho identifikaci.

b. MIMOPROCESNÍ ERROR

Nejpravděpodobněji vznikly mimo fázi měření, nebo vzácněji i během ní. Program si s těmito problémy nedokáže poradit, a proto se přeruší celé měření. Nespadne však samotný program.

Upozorněn na problém je uživatel vždy vyskakovacím oknem, ve kterém se nachází patřičná error hláška (je dobré si ji vyfotit pořízením snímku obrazovky) nebo v případě příliš dlouhé chybové hlášky program vytváří na ploše soubor (.txt), ve kterém jsou další informace.

Chyba vznikla:

i. PŘED SPUŠTĚNÍM MĚŘENÍ ■

Error nastal ještě před tím, než se přešlo k měření jednotlivých senzorů (uživatel by to tedy měl zaregistrovat ještě během pobytu v laboratoři). Po vyřešení erroru tedy stačí program zapnout v nezměněném nastavení znovu. Je však samozřejmě nutné nejprve vyřešit příčinu problému, aby se chyba znovu nestala.

ii. BĚHEM MĚŘENÍ ■

Se stane pouze v případě, že se opakovaně nepovede opravit procesní error, který se stal v rámci měření nebo skenování jednoho ze senzorů. Z pravidla ho předchází i procesní error. Zde je zcela nezbytné zkontrolovat pomocí logů, protokolů a dalších pomocných informací, jaké procesy měření je potřeba zopakovat.

iii. PO DOKONČENÍ MĚŘENÍ ■

Se stal z důvodu selhání jednoho z procesů, které následovali po měření. Chyba tedy neovlivnila měření a není potřeba data přeměřovat (je však dobré je zkontrolovat, zda jsou opravdu v pořádku). Zároveň je možné spustit další měření. Přesto je důrazně doporučeno nalézt původce erroru a příčinu vyřešit.

c. PROCESNÍ ERROR

Error vzniklé během měření, které však nevedou k ukončení celého měření – program je dokáže opravit.

Jsou vždy evidovány zápisem v log souboru.

Na procesní error program upozorňuje hláškou „Error(s) was/were occurred during processing! More info about error is in protocol in foyer:“ ...

Je vždy potřeba si důkladně projít protokol (ideálně si ověřit informace v logu) a určit, jaký senzor(y) je potřeba přeměřit. Také je nutné pomocí všech informací určit chybu a opravit ji.

i. PROGRAMOVÉ ■

Chyba nastala z důvodu problému týkajícího se přímo python programu. Takový to error zachová informaci o důvodu pouze v logu. Vždy ale připojuje celou chybovou hlášku, díky které je pak určení problému mnohem snazší.

Takovýmto errorem není měření ovlivněno přímo, ale je pravděpodobné, že kvůli chybě program nezvládl udělat některý z podstatných úkonů, které by po části, kde se stala chyba, následovaly.

V některých případech je možné tento nedostatek dodělat ručně, ale ve většině bude potřeba daný proces opakovat a senzor přeměřit znovu.

ii. DETEKOVANÉ

Krom informací v log souboru je tato chyba evidována (složka „Error screenshots“) také snímkem obrazovky ve chvíli, kdy se chyba stala.

1. MĚŘÍCÍ ■

Chyba nastala během samotného procesu (měření nebo skenování) stanice. Program SensorMeasurement ji zjistil díky sledování chování programu mm3d (detekci obrazovky).

Takovýto error vede k neúplnému naměření či naskenování daného senzoru, je tedy potřeba ho přeměřit znovu.

Pouze v případě laser-erroru je program schopný sám problém opravit a na přerušené měření navázat (to tedy poté nevyvolá žádný error, pouze informaci zapíše do logu jako varování).

2. ČEKACÍ ■

Tato chyba nastává tehdy, nepozoruje-li automatizační program pozitivní provedení úkonu na počítači do určité

požadované doby (nastavitelné v config souboru v 5. Odstavci, defaultní je doporučována na 10 s). Při této chybě nedochází k přímému ovlivnění měřených dat. Pokud se tedy zároveň nevyskytuje jiná chyba, lze již naměřeným datům věřit. Chyba ale způsobí přeskočení dalších úkonů u měřeného senzoru. Je potřeba následující procesy přeměřit.

d. VAROVÁNÍ

Jsou pouze upozorněním uživatele na nechtěnou či zvláštní situaci, která však nevyžaduje přerušení procesu měření u daného senzoru či vznik jiného typu erroru.

i. EVIDOVÁNY V LOGU ■

Vznikne například při neúspěšném aktualizování dat z databáze.

Vzhledem k tomu, jak málo se data v průběhu pár hodin mění, to není dostatečně opodstatněný důvod k přerušení měření a tak se použijí hodnoty starší.

Výjimkou je informování o tom, že došlo k laser-erroru. Běžný error, se kterým si ale python program dokáže poradit a nedojde tedy k žádné ztrátě dat (Pokud se nestane příliš mnohokrát za sebou, kvůli statistické nepravděpodobnosti takové události to poté python program přestane řešit a vyhodí to jako klasickou procesní chybu typu měření).

ii. UPOZORNĚNÍ HLÁŠKOU ■

Upozorňují na situaci, která se musí vyřešit pro úspěšné následující měření. Vyskakuje během práce s GUI, kde uživatel nastaví hodnoty, které jsou nelogická či program vyhodnotí, že jsou pravděpodobně neúmyslné či nejednoznačné.

Výjimkou je upozornění, které vzniká po potvrzení teploty a vlhkosti a informuje o příliš malé volné paměti RAM, potřebné pro jistotu, že se vše naměří a hlavně složí fotografie ze skenování senzoru. Nebo o tom, že v místě úložiště není dost místa pro uložení samotných dat. To počítá přesně podle nastavených senzorů pomocí datových velikostí v souboru config.txt

ÚDRŽBA

Je nutné v určitých intervalech provádět kontroly a preventivní údržbu stanice a systému pro dosažení maximálně přesných výsledků a vyvarování se případné závadě.

- ČIŠTĚNÍ SKLA A ZARÁŽEK

Před každým měřením

Důležité, aby se nezašpinily senzory. Minimálně zkontrolovat, zda jsou plochy opravdu čisté.

- ČIŠTĚNÍ OPTIKY, SENZORU LASERU A SVĚTELNÉHO RINGU

jakmile je potřeba – kontrola 1-2× měsíčně

Pouze pokud je část špinavá, opatrně – použít oficiální manuál „Service manual“!

- ČIŠTĚNÍ DALŠÍCH ČÁSTÍ STANICE

jakmile je potřeba

Okolní plochy stanice, pohyblivé části, kamenná deska nebo rám pro zarážky. Čistit, pouze pokud je daná část špinavá, samovolně by se v čistém prostoru laboratoře neměli špinit. Zkontrolovat možnosti čištění dané části v oficiálním manuálu „Service manual“.

- KONTROLA PC A SLOŽEK

popřemýšlím a doplním- v závislosti na vyřešení úložiště

- ČIŠTĚNÍ SACÍHO FILTRU

každé 4 měsíce

Je potřeba tento filtr vyndat, vyčistit (nejlépe luxem) a opět vrátit. Jde primárně o filtr v zadním větráku na boku stanice. Detailnější informace v „Service manual“, str. 82.

- ČIŠTĚNÍ A MAZÁNÍ KOLEJNIC OS X-Y-Z

každých 6 měsíců

Je potřeba vyčistit a poté důkladně promazat kolejnice pro pohyb sondy ve všech třech směrech. K tomu použijte manuál „Service manual“, od strany 69 do 81.

- KONTROLA KALIBRACE

každých 6 měsíců

popřemýšlím a doplním