

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE
FAKULTA STROJNÍ
ÚSTAV TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ, PROJEKTOVÁNÍ
A METROLOGIE



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

ANALÝZA DÉLKOVÝCH ROZMĚRŮ PLASTOVÝCH DÍLŮ
V ZÁVISLOSTI NA TEPLOTĚ A ČASE

HANA SVOBODOVÁ
2018

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracovala jsem ji samostatně pod vedením Ing. Petra Mikeše, Ph.D. a s použitím literatury uvedené v seznamu literatury.

V Praze dne

.....

Hana Svobodová

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto Ing. Petrovi Mikešovi, Ph.D. za cenné připomínky a rady, které mi poskytl při vypracování závěrečné práce. Zároveň bych chtěla poděkovat firmě Mann+Hummel v Nové Vsi za poskytnuté prostory a vybavení pro tvorbu bakalářské práce.

.....
Hana Svobodová

ZADÁNÍ VŠKP 1

(tento list nahradíte oficiálním zadáním práce)

ABSTRAKT

Cílem této bakalářské práce je minimalizace doby stabilizace polyamidových výlisků víka a tělesa využívaných pro sestavu palivových filtrů MB 1179, vyráběných ve firmě Mann + Hummel (CZ). V úvodní části práce je přiblížena společnost Mann + Hummel spolu s rešerší vyráběných druhů filtrů a postup jejich výroby. Detailněji je poté popsána funkce palivového filtru MB 1179 a charakterizovány vlastnosti využívaných materiálů. Stěžejní část práce se zabývá měřením rozměrových charakteristik konkrétních výlisků v závislosti na čase při teplotní stabilizaci za účelem optimalizace potřebné doby pro chladnutí. Následně jsou tyto výsledky popsány a zpracovány.

ABSTRACT

The aim of this bachelor thesis is to minimize the stabilization time of polyamide moldings of cover and body parts used for the MB 1179 fuel filters, produced by Mann + Hummel (CZ). In the introductory part of the work general information regarding the company Mann + Hummel as well as types of filters and the process of their production are discussed. In following chapters characteristics of the fuel filter MB 1179 with the properties of used materials are described in more detail. The main part of the thesis focuses on measurement of the dimensional characteristics of specific molding part while being cooled down in order to optimize the necessary cooling time. These results are then described and processed.

KLÍČOVÁ SLOVA

palivový filtr, Mann + Hummel (CZ), polyamid, rozměrová stabilita, měření rozměrových charakteristik

KEYWORDS

fuel filter, Mann + Hummel (CZ), polyamide, dimensional stability, measurement of dimensional characteristics

OBSAH

1	ÚVOD.....	12
2	MANN+HUMMEL (CZ) S.R.O	13
3	TYPY AUTOMOBILOVÝCH FILTRŮ	14
3.1	Vzduchové filtry	14
3.2	Olejové filtry.....	15
3.3	Palivové filtry	17
4	VÝROBA FILTRŮ VE FIRMĚ MANN + HUMMEL.....	18
4.1	Skládání filtračního papíru	18
4.2	Kompletace filtrační vložky (elementu)	19
4.3	Výroba víka a tělesa	20
4.4	Vstřikovací lis Engel 500 pro výrobu víka a tělesa	21
5	PALIVOVÝ FILTR MERCEDES MB 1179.....	22
5.1	Výroba filtrační vložka pro Mercedes MB 1179	24
5.2	Výroba víka a tělesa pro Mercedes MB 1179	24
5.3	Kompletace MB 1179.....	25
6	GRANULÁTY VYUŽÍVANÉ VE FIRMĚ MANN+HUMMEL	28
6.1	Polyamidy	28
6.2	PP GF 30 dodavatel Basell	29
6.3	PP Natural.....	30
6.4	PA 6.6 GF 35 dodavatel DuPont	31
7	ROZMĚROVÁ STABILITA VÝLISKU Z MATERIÁLU PA 6.6 GF 35 ...	32
7.1	Důvod analýzy	32
8	MĚŘENÍ NA SOUŘADNICOVÉM STROJI ZEISS DURAMAX.....	33
8.1	ZEISS CALYPSO	35
9	VLASTNÍ MĚŘENÍ CHARAKTERISTIK TĚSNOSTI VÍKA A TĚLESA PRO PALIVOVÝ FILTR MB 1179	37
9.1	Měření na tělese palivového filtru MB 1179	38
9.1.1	Měření v průběhu 24 hodin na průměru $120,7 \pm 0,1$ mm.....	38
9.1.2	Měření v průběhu 24 hodin na průměru $24,2 \pm 0,1$ mm.....	40
9.2	Měření na víku palivového filtru MB 1179	41
9.2.1	Měření v průběhu 24 hodin na průměru $115 \pm 0,1$ mm.....	42
9.2.2	Měření v průběhu 24 hodin na průměru $105,7 \pm 0,1$ mm.....	44
10	ZÁVĚR	46
11	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	47
12	SEZNAM OBRÁZKŮ	49
13	SEZNAM PŘÍLOH.....	50

1 ÚVOD

Výroba automobilových filtrů je nedílnou součástí automobilového průmyslu. Této skutečnosti úspěšně využila německá společnost Mann + Hummel, která se nyní zabývá výrobou veškerých druhů využívaných filtrů. Tato bakalářská práce byla zpracována pod záštitou pobočky v České Republice, zajišťující odbornou konzultaci a příslušné zařízení.

Cílem této bakalářské práce je s využitím výsledků získaných za pomoci speciální snímací techniky optimalizovat potřebnou dobu stabilizace výlisků z materiálu PA 6.6 GF 35, která podle výkresové dokumentace aktuálně činí čtyřadvacet hodin. Takto dlouhá doba pro odhalení případných zmetkovitých kusů může mít v praxi za následek poměrně velké finanční ztráty. V případě několikanásobného zkrácení potřebné doby stabilizace je možné riziko těchto ztrát minimalizovat.

V úvodu práce je přiblížena firma Mann + Hummel se sídlem pobočky v Nové Vsi. V následující části jsou podrobně popsány typy vyráběných filtrů a postup výroby jejich jednotlivých částí. Dále je detailněji přiblížen palivový filtr MB 1179, výroba částí tohoto filtru a jejich následná kompletace. Na tomto palivovém filtru bylo měření realizováno, konkrétně na výliscích víka a tělesa. Měření charakteristických rozměrů zajišťujících vnější, případně vnitřní těsnost filtru probíhalo kontinuálně po dobu čtyřadvacet hodin. Tyto rozměry byly ve výkresové dokumentaci označeny znaky S a F. Získané výsledky byly graficky zpracovány a vyhodnoceny.

2 MANN+HUMMEL (CZ) S.R.O

Firma MANN+HUMMEL (CZ) s.r.o. se zabývá výrobou filtrů od roku 1960. Skupina MANN+HUMMEL získala v roce 1993 částečný podíl ve výrobním závodě papírny. Společnost se rychle rozvíjela a bylo nutno rozšířit i výrobní prostory. V roce 1998 skupina MANN+HUMMEL odkoupila celý výrobní závod. Dnes má společnost MANN+HUMMEL (CZ) s.r.o. více než 900 zaměstnanců. V MANN+HUMMEL (CZ) s.r.o. se vyrábí hlavně kapalinové a vzduchové filtry pro automobilový a strojírenský průmysl. Nedílnou součástí výroby jsou i filtrační vložky vlastní značky MANN-FILTER. Pod touto značkou se v Nové Vsi vyrobí přibližně 20 milionů filtrů ročně. [1]



Obr. 1: Budova firmy Mann+Hummel [2]

3 TYPY AUTOMOBILOVÝCH FILTRŮ

Filtrační zařízení jsou nedílnou součástí automobilů. Pevné částice ve vzduchu, oleji nebo palivu mohou nevratně poškodit chod automobilu. Aby bylo zabráněno vniknutí těchto částic do důležitých funkčních částí, využívají se automobilové filtry. Druhy jednotlivých filtrů a jejich funkce jsou popsány v následujících kapitolách.

3.1 Vzduchové filtry

Funkcí vzduchového filtru je chránit motor před drobnými nečistotami, které se nacházející ve vzduchu. Vzduchový filtr snižuje hluk proudícího vzduchu do filtrační jednotky a snižuje hrozbu nasátí vody do filtračního systému.

Vzduchový filtr je důležitou součástí automobilu (systému sání). Motor vyžaduje přesný poměr paliva a vzduchu. Kdyby se do motoru dostaly nečistoty ze vzduchu, došlo by k jeho poškození. Nevýhodou filtru je, že snižuje výkon motoru tím, že tvoří odpor v sání.

Vzduchové filtry se vyrábí z papíru a vláknitých materiálů. Kvalitnější materiály pro filtry tohoto typu jsou tkaniny nebo bavlny. Materiál (papír) je složených do „harmoniky“ a vložen do plastové nebo kovové kostry. [3]

Pro správnou funkci vzduchového filtru je důležité zajistit, aby byl čistý. Špinavý vzduchový filtr zhoršuje sání vzduchu, zkracuje se životnost vozu a stoupá jeho spotřeba. Filtr by proto měl být pravidelně měněn.

Vzduchový filtr se nachází v motorovém prostoru pod černým krytem, který bývá přichycen svorkami, pro snadnou demontáž. [4]



Obr. 2: Plochý vzduchový filtr Mann Filter C37 153 [5]

3.2 Olejové filtry

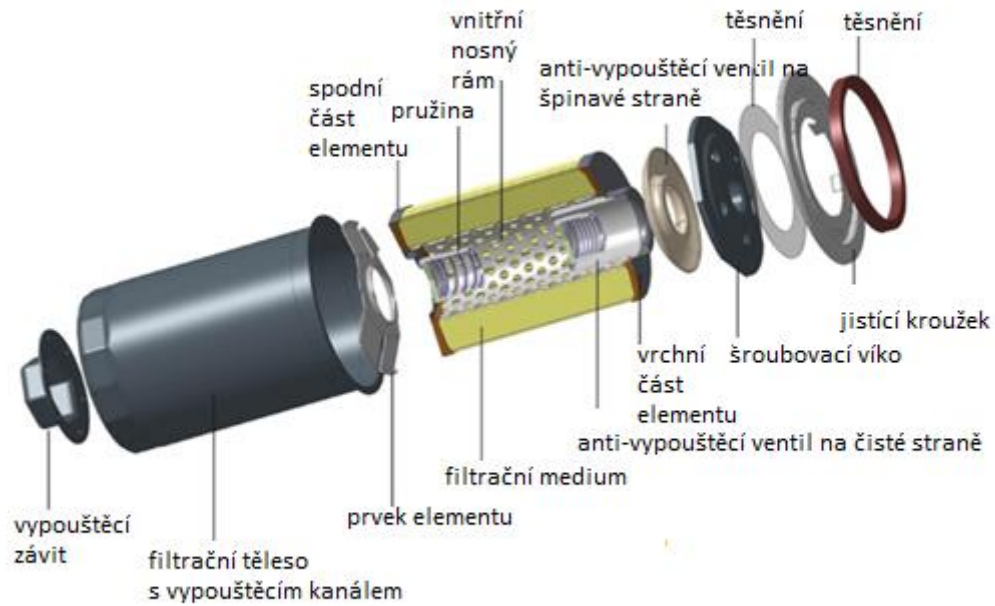
Hlavní funkcí olejového filtru (Obr. 3) je selekce drobných nečistot z cirkulujícího oleje automobilu. Při běhu motoru dochází k mechanickému tření. Čistý motorový olej je důležitý, protože v případě, že by olej zůstal po určitou dobu nefiltrován, mohl by být nasycen malými částicemi z obrobených součástí. Takto špinavý olej může poškodit nejen olejové čerpadlo, ale může také docházet ke korozi motoru.

Těleso filtru je kovová nádoba s těsněním, která umožňuje filtru pevně držet na protilehlé ploše motoru. Základová deska tělesa drží těsnění a je perforována otvory kolem oblasti těsnění. Centrální otvor je opatřen závitem, aby jej bylo možno spojit se sestavou olejového filtru na bloku motoru. V nádobě je umístěn filtrační element. Olejové čerpadlo motoru nasaje olej přímo do filtru, kde vystupuje z vývodů v obvodu základové desky. Znečištěný olej prochází tlakem přes filtrační médium a zpět přes středový otvor, kde se vrací do motoru.

Olejový filtr by se měl měnit společně s olejem cca každých 10 – 50 tisíc kilometrů. [6][7]



Obr. 3: Olejový filtr W719/5 firmy Mann+Hummel [8]



Obr. 4: Popis jednotlivých částí olejového filtru Mann Filter [9]

3.3 Palivové filtry

Palivový filtr je filtr, který je umístěný na palivovém potrubí, sloužící k odstraňování nečistot, které jsou přítomny v palivu. Tyto filtry slouží životně důležitým funkcím v palivových systémech.

Nefiltrované palivo může obsahovat několik druhů znečištění, jako jsou štěpky a nečistoty způsobené korozí, díky vlhkosti v nádrži. Pokud se tyto látky neodstraní dříve, než dojde k vniknutí paliva do systému, způsobí rychlé opotřebení a poruchy palivového čerpadla.

Palivové filtry také zlepšují výkon. Čím méně znečišťujících látek je v palivu obsaženo, tím efektivněji může být spalováno. Palivové filtry mají zpravidla dva kanálky, vstup a výstup. Vstupním kanálkem je palivo přiváděno na filtrační médium, kde jsou odstraněny nečistoty. Přefiltrované palivo proudí výstupním kanálem do motoru, kde dochází k jeho spalování.

Palivové filtry by měly být pravidelně vyměňovány, aby se nezašlely průtokové kanálky paliva. [10] [11]



Obr. 5: Palivový filtr WK 512 Mann Filter [12]

4 VÝROBA FILTRŮ VE FIRMĚ MANN + HUMMEL

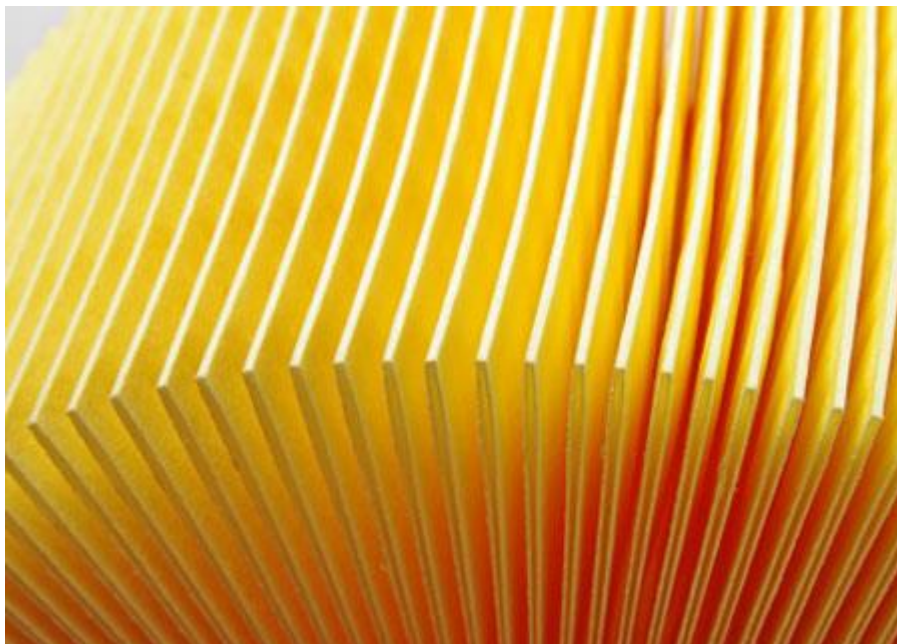
4.1 Skládání filtračního papíru

Filtrační papír je do firmy dovážen ze zahraničí. Pro různé filtry existují různé papíry, které jsou rozdílné velikostí a propustností síta.

Firma Mann Hummel CZ využívá různé metody skládání filtračního papíru. Při skládání pomocí válců je výška skladu ovlivněna velikostí lišty umístěné na válci. Filtrační papír se odmotává z role, je narovnáván a nahříván pomocí topného zařízení. Papír prochází přes přesazené válcové lišty, které na něm vytvoří sklad. Sklady papíru jsou namačkané k sobě a vytvrzené v peci. Takto vytvrzený papír je dále stříhán, podle potřebného počtu skladů. Počet skladů se různí podle typu filtru.

Skládání pomocí nožů, je druhá metoda skládání filtračního papíru. Výhodou této metody je, že není potřeba pro různé výšky skladu měnit celý válec, jako je tomu u první metody. Lze jednoduše nastavit výšku nože. Papír je odmotáván z role a přechází přes vyrovnávací válce. Na papíru jsou vytvořeny prolisy, které zajišťují, aby se k sobě papír nelepil. Papír je pomocí nožů naskládán a zalepen speciálním lepidlem.

Palivové filtry a filtry pro hydrauliku se vytvrzují bez lepidla. Vzduchové (20 % impregnace) a olejové (18 % impregnace) filtry se navíc impregnují a jsou v peci po dobu několika minut.



Obr. 6: Naskládaný filtrační papír [13]

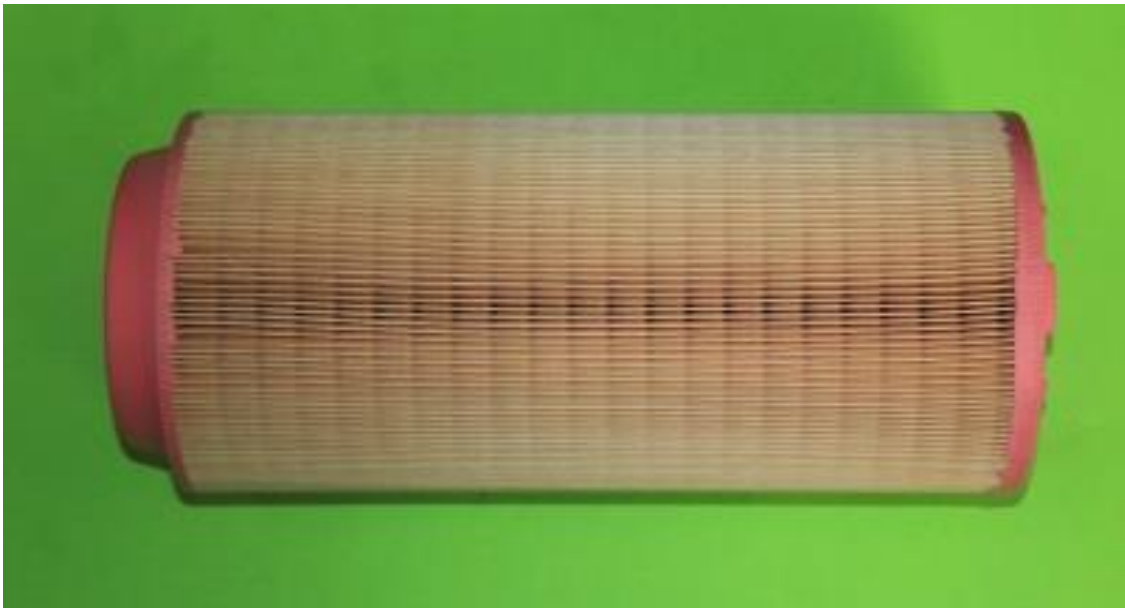
4.2 Kompletace filtrační vložky (elementu)

Naskládání papír je dále dodáván na různé výrobní linky. Vzduchové filtrační vložky mohou být ploché či kruhové. Naskládání filtrační papír je u plochých filtrů lepen pomocí tavného lepidla. Takto připravený článek je vložen do formy a zalit po obvodu polyuretanem. Každý polyuretan má jinou tvrdost, podle poměru složek polyolu a izokyanátu.

V případě kruhových filtrů je naskládání filtrační papír spojen kovovou sponou. Sesponkovaný papír je vložen do forem a z obou stran po obvodu založen do polyuretanu. Filtrační vložky pro olejové a palivové filtry jsou především kruhového tvaru. Naskládání filtrační papír se spojí kovovou sponou nebo je slepen lepidlem.

Filtrační elementy se vyrábí s dutinkou nebo bez dutinky. Dutinka bývá vyrobena z hliníku nebo plastu. V dnešní době se od hliníkových součástek spíše ustupuje a postupně jsou všechny kovové části nahrazovány plasty.

Filtrační element se skládá z filtrační vložky, dutinky a víčka. Důležité je udržovat takzvanou čistou stranu elementu opravdu čistou, neboť přes ni prochází média.



Obr. 7: Filtrační vložka Mann Filter [14]

4.3 Výroba víka a tělesa

Výroba vík a těles se ve firmě vyrábí z plastových granulátů PA se skleněným plnivem. Seznam používaných granulátů ve firmě Mann + Hummel lze nalézt v přílohách.

Tyto materiály se využívají díky vhodným vlastnostem, výlisek z těchto materiálů je tvrdý, pevný a pokud obsahuje 1,3 až 3 % vody, tak je také houževnatý. Výlisky křehnou při nízkých teplotách (-30°C), proto se přidává skleněné plnivo, které eliminuje smrštění a tím se zajistí rozměrová stálost. Materiály PA jsou chemicky odolné proti oleji, benzínu, rozpouštědlům, ketonům a esterům. Proto se jedná o vhodný materiál pro filtry téměř jakéhokoliv typu.

Výroba víka či tělesa začíná tavením granulátu. Granulát se přivede do šneku, kde se rozpouští pomocí tepelných pásů a samotným třecím mechanismem. Šnek má tvar zužující se šroubovice, postupuje od největšího průměru po nejmenší. Otáčky šneku volíme takové, aby byl průběh plastifikace zcela dokončen.

Výroba na lisech je řízena počítačově. Do programu se zadají všechny důležité parametry pro výrobu. Vstřikovací rychlost, lisovací síla, síla dotlaku a teploty stroje, na základě těchto parametrů je pak lze určit čas prováděných úkonů.

K některým lisům patří i takzvaná předmontážní linka. Zde se díl vyjme z formy a pro kontrolu se zváží. Pro jednotlivé typy jsou předepsané tolerance váhy. Jestliže je díl v pořádku, pokračuje dál na montáž vložek, pokud díl nespadá do předepsaných tolerancí, vyhodí se jako zmetek.

Díl s namontovanými vložkami se profoukne a natiskne se DMC kód. DMC kód je šestatřicetimístné číslo, podle kterého je možno dohledat informace, jako je číslo dílu, datum výroby, číslo vstřikovací formy, čas výroby a tak dále. Takto připravené díly se dále ionizují. Ionizace je proces, při kterém se nanese vrstva ochranného filtru, který chrání díl před působením nečistot. Celý proces lisování je plně automatický, finální kontrolu provádí však kvalifikovaný zaměstnanec.

4.4 Vstřikovací lis Engel 500 pro výrobu víka a tělesa

Firma Engel vyrábí velkou řadu vstřikovacích lisů, které umožňují použití větších forem, což je umožněno odstraněním vodící tyče ze stroje. To může mít za následek nepřesné zajištění pozice dosednutí formy a může dojít i ke zničení formy. Firma Engel má proto v nabídce i stroje s vodící tyčí, zákazník si tedy může vybrat, kterou variantu zvolí. [15]

Vstřikovací lis Engel 500 je hydraulický stroj pro 300 – 800 tun. Stroj umožňuje nastavení vstřikovací rychlosti, objemu, teploty a tlaku vstřikovaného plastu. Dále je možné nastavit zamykací sílu formy a ochranu formy, čímž zvyšujeme její trvanlivost.

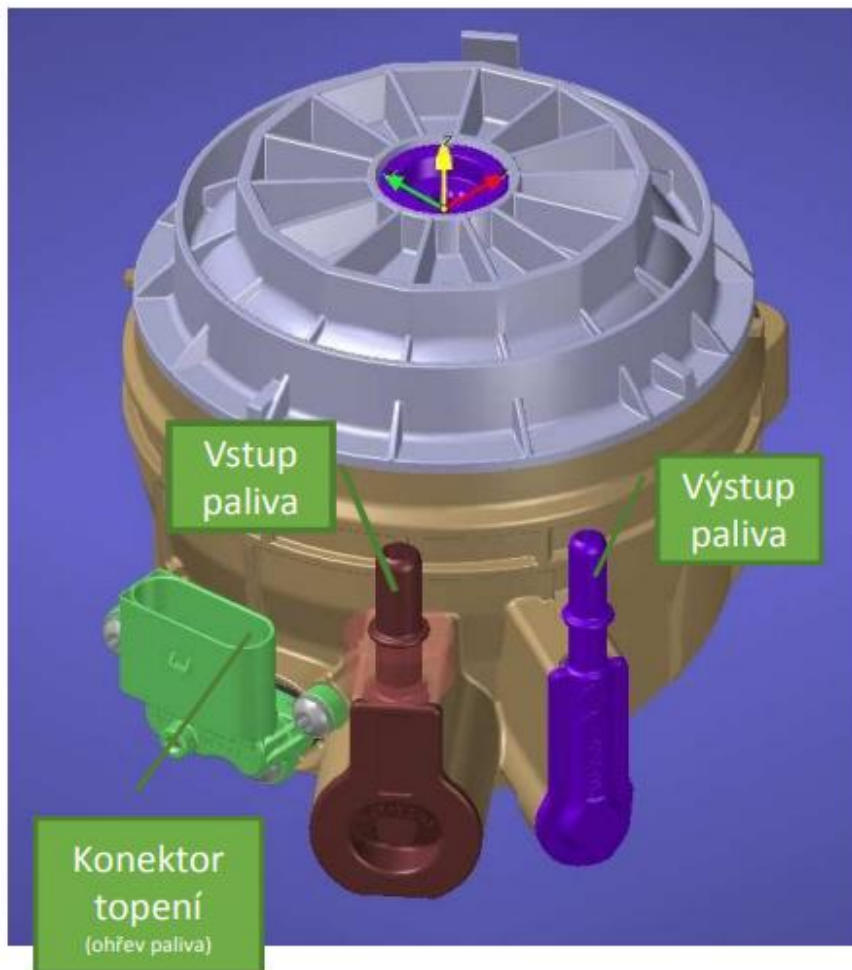
Kromě lisování víka a tělesa probíhá na lisovacím stroji také zalisování pouzder, které se na pracovišti kontroluje v automatickém cyklu. Po automatické kontrole následuje vizuální kontrola celého dílu. [16]



Obr. 8: Vstřikovací stroj Engel 500

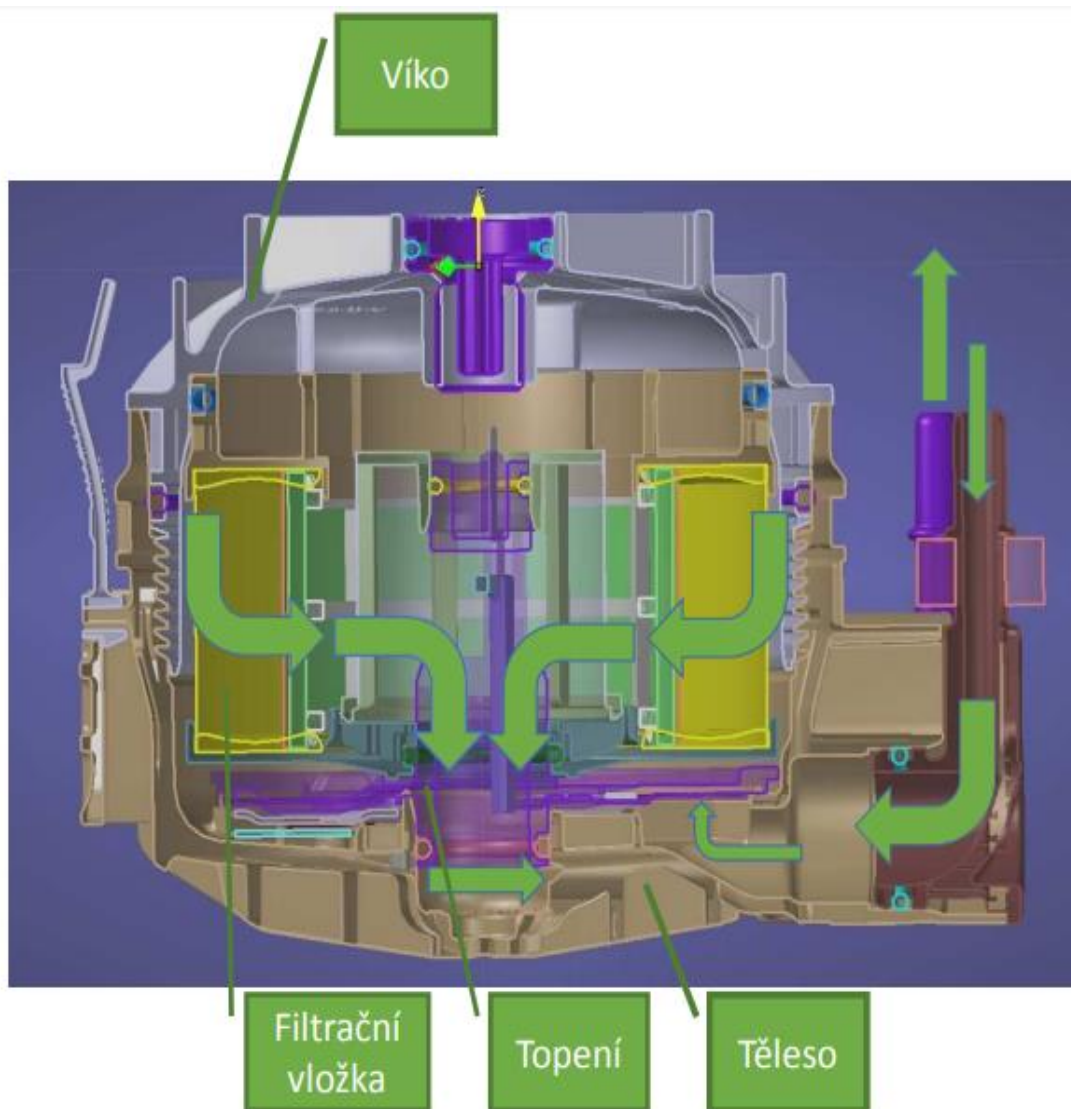
5 PALIVOVÝ FILTR MERCEDES MB 1179

Palivový filtr Mercedes MB 1179 se skládá z filtrační vložky, tělesa, víka, topení a těsnění (Obr. 9) Firma Mann + Hummel CZ si pro tento díl sama vyrábí filtrační vložku, těleso a víko.



Obr. 9: Palivový filtr MB 1179

Palivový filtr MB 1179 je určen pro všechny osobní auta Diesel Mercedes. Na obrázku (Obr. 10) můžeme vidět pomocí šipek naznačený průtok paliva, které je v tomto případě nafta.



Obr. 10: Průtok paliva filtrem MB 1179

Nafta je vstupním kanálem přiváděna přes středovou trubku do filtru, kde se pomocí topení ohřívá. Topení se skládá ze dvou plechů a čtyř TPC tablet. Pomocí odporu se plechy zahřívají a ohřívají naftu. Topení je vybaveno senzory, které snímají teplotu nafty. Nafta obsahuje 5 % biosložky, jedná se o složky, které kolem teploty 0 °C tuhnou. V naftě se vyskytuje také voda. Zmrzlé částice ucpávají filtr, a proto je nutno palivo zahřát alespoň na 4 °C. Zahřátá nafta, se čistí přes vnější stranu filtračního elementu. Přes čistou stranu filtru (jemné síto), odchází nafta středovým kanálem do výstupního kanálu a voda se usazuje ve spodní části filtru. Středová trubka je vybavena snímači, které hlídají hladinu vody a upozorňují, kdy je třeba vodu z filtru vypustit.

5.1 Výroba filtrační vložka pro Mercedes MB 1179

Filtrační vložka pro MB 1179 se vyrábí z naskládaného filtračního papíru, který se slepí lepidlem. K připravenému papíru se přidá víko. Vše společně odchází do manipulátoru, kde se přidá sítko a gumičky. Vyhovený filtrační element odchází pak jako polotovar k montáži celého dílu.



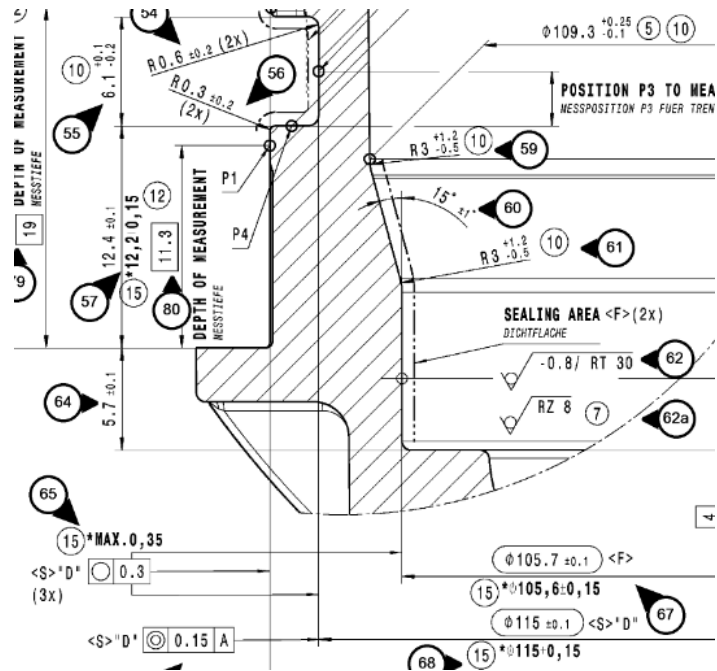
Obr. 11: Filtrační vložka pro MB 1179

5.2 Výroba víka a tělesa pro Mercedes MB 1179

Víko a těleso se vyrábí z granulátu PA 66 CF 35. Materiál se přivede do šneku, kde se při teplotě 285 až 290 °C plastifikuje, rychlost plastifikace je asi 0,28 m/s. Vstřikovací rychlost se pohybuje kolem 250 cm³/s, při tlaku 675 barů. Zamykací síla formy je 2000 kN, dotlak 500 barů a doba chlazení je 35 s.

Prvotní kontrola se provádí na předmontážní lince, kde se vylisovaný díl zvaží. Hmotnost tohoto dílu by se měla pohybovat v rozmezích 362 až 366 g. Na předmontážní lince se také natiskne DMC kód a díl se ionizuje.

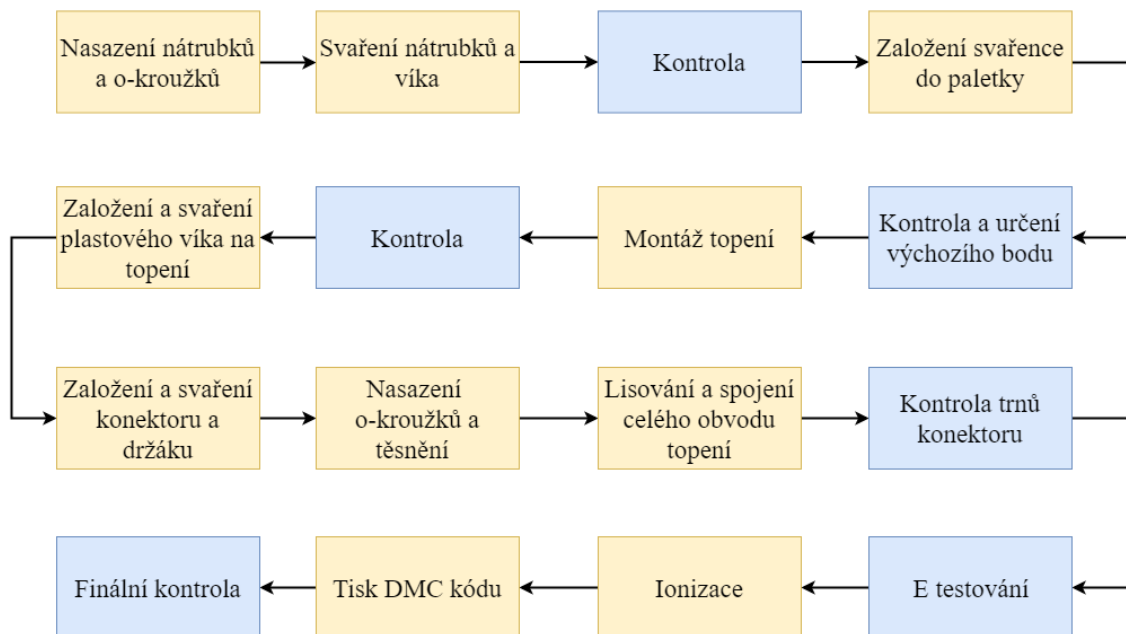
Dílčí kontroly se provádí na měrové místnosti, kdy se kontrolují rozměry dle výkresové dokumentace.



Obr. 12: Výřez z výkresové dokumentace pro víko MB 1179

5.3 Kompletace MB 1179

Schéma znázorňující postup kompletace palivového filtru MB 1179 můžeme vidět na Obr. 13.



Obr. 13: Schéma postupu kompletace MB 1179

Kompletace celého dílu začíná nasazením nátrubků vstupu a výstupu na spojovač, kde se nasadí o kroužky na nátrubky. Obsluha manuálně založí víko a připravené nátrubky do stanice linky. V dalším kroku dochází ke svařování nátrubků a víka pomocí ultrazvukových svářeček. Místa svarového spoje se předem mažou emulzí G 60, aby byl spoj kvalitní.

Automatické rameno vyjme svařený díl a vloží jej do paletky, ve které díl pokračuje dalšími stanicemi linky. Zde dochází také ke kontrole, kde se určí výchozí bod (nula), pro další montáž a měření.

Rameno naskládá na okraj paletky šroubky a pérka, pomocí kterých se montuje topení. Automatické rameno založí spodní plech, na který se následně naskládají TPC tablety (termistory) a zakryjí se horním plechem. V dalším kroku se pomocí připravených šroubů všechny sestavené díly sešroubují. Následuje kontrola správné pozice pérek, které zastávají funkci správného dosedu a těsnění.

Topení se přikryje plastovou součástí se středovou trubkou, kterou vedou kontakty topení. Na tomto díle se kontrolují výlisky vzhledem ke středové trubce. Na středovou trubku se navleče těsnící o-kroužek, celý díl se namaže emulzí G 60 a díl se ultrazvukovou svářečkou svaří.

Založí se konektor, případně držák a vše se opět svaří. Konektor má tři výstupy, na které se nasadí o-kroužky a těsnění. Všechny části se lisují a dojde ke spojení celého obvodu topení. V dalším kroku se šroubuje konektor společně se středovou trubkou. A následuje kontrola, kdy zjišťujeme, zda nedošlo k poškození trnů (výstupů) konektoru.

Důležitá kontrola při výrobě dílu je E testování, kdy zjišťujeme správnou funkci vývodů ve středové trubce, spojení kontaktů, a kontrola čidla pro obsah vody v naftě.

Po tom, co díl projde těmito stanicemi, dochází k jeho ionizaci, kde se odstraní všechny nečistoty po svařování, šroubování a manipulaci s dílem.

Před nasazením filtračního elementu se středová část musí znovu namazat, aby se filtrační element nepoškodil. Filtrační element je opatřen vlastním DMC kódem, aby mohlo docházet ke zpětnému kontrolování všech součástí. Filtr MB 1179 se vyrábí se dvěma druhy filtračního elementu. Liší se pouze parametry filtračního papíru. Různý zákazník vyžaduje použití různého filtračního papíru. Na těleso se nasadí o-kroužek a víko, které se utáhne definovanou silou.

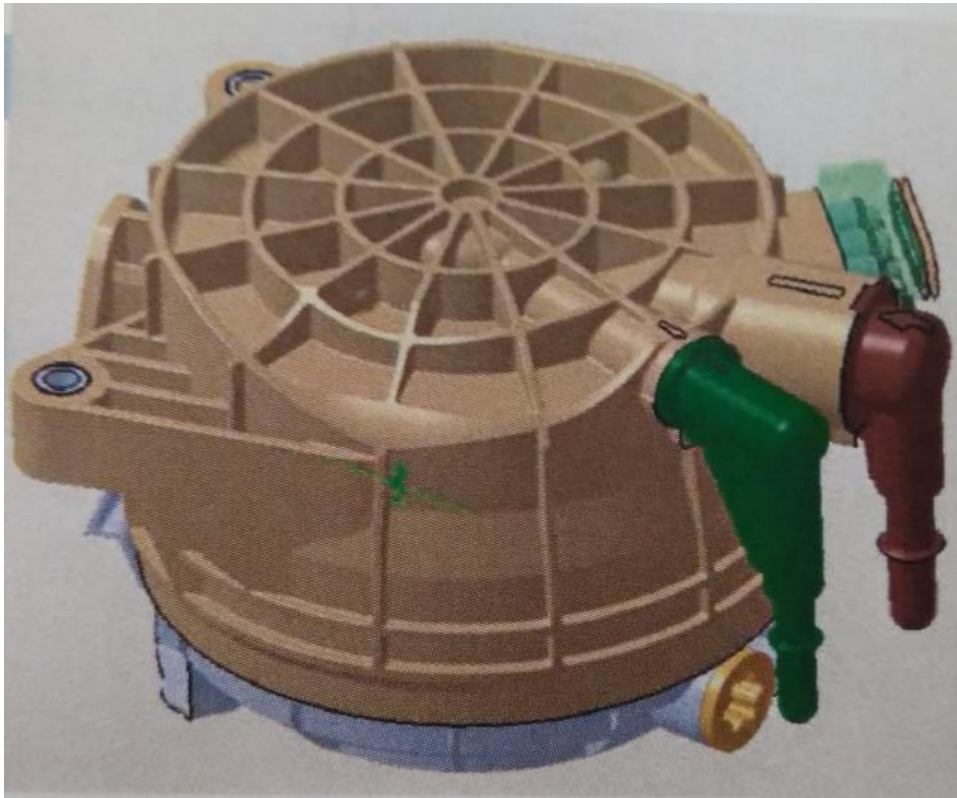
Těsnost zhotoveného filtru se kontroluje pomocí heliové zkoušky. Do filtru se pustí určitý obsah helia, pomocí kterého se určí všechny netěsnosti. Molekule helia je

menší než molekule vzduchu, tudíž je možno zjistit i opravdu malé úniky. Detektor počítá, kolik množství helia unikne, tyto hodnoty zpracuje a na základě toho vyhodnocuje, zda je filtr v pořádku nebo se jedná o zmetek.

Aby nedocházelo k zanášení nečistot do filtru, jsou na nátrubky vstupu a výstupu nasazovány plastové krytky.

Celý filtr se znovu zkontroluje laserem, který vyhodnotí, zda jsou šrouby a kryt dobře dotaženy. Laser nezastává pouze kontrolní funkci, jeho dalším úkolem je vypálení data a času výroby a číslo dílu.

Je zaručena 100% kontrola, neboť po celém výrobním procesu následuje kontrola filtru klasifikovanou osobou.



Obr. 14: Zkompletovaný palivový filtr MB 1179

6 GRANULÁTY VYUŽÍVANÉ VE FIRMĚ MANN+HUMMEL

Téměř všechny granuláty, které se ve firmě Mann+Hummel používají, obsahují polyamidy. Tyto granuláty využívá firma pro výrobu všech typů filtrů (vzduchových, olejových, palivových).

6.1 Polyamidy

Polyamidy se řadí mezi termoplasty. Jedná se o lineární polymery obsahují v řetězcích amidové skupiny -CONH-. Do nejvýznamnější skupiny polyamidů se řadí polyamidy s alifatickými řetězci, ne méně využívané jsou však i typy aromatické.

K označování alifatických polyamidů byl zaveden systém, udávající počet uhlíkových atomů ve stavebních jednotkách řetězců:

- Polyamid 6 se skládá z kyseliny 6-aminokapronové nebo 6-kaprolaktamu
[NH(CH₂)₅CO] n
- Polyamid 66 se skládá z hexamethyldiaminu a kyseliny adipové
[NH(CH₂)₆NHCO(CH₂)₄CO] n
- Polyamid 610 se skládá z hexamethyldiaminu a kyseliny sebakové
[NH(CH₂)₆NHCO(CH₂)₈CO] n

Vlastnosti polyamidů závisí na monomerech, které jsou výchozí látkou k tvorbě molekulárních látek. Nejvyužívanější polyamidy jsou v tuhém stavu z 30 až 50 % krystalické a neprůhledné. Řetězové molekuly jsou propojovány vodíkovými můstky mezi amidovými skupinami. Krystalickou strukturu, bod tání T_g a většinu dalších vlastností ovlivňuje právě množství vodíkových můstků.

Používání polyamidů je vhodné díky jejich vysoké houževnatosti, tvrdosti, odolnosti proti oděru a dobrým elektroizolačním vlastnostem. Nasákavost je dána koncentrací amidových skupin. Čím vyšší je poměr skupin -CONH- a -CH₂-, tím větší je nasákavost a změkčující účinek vody. Jednotlivé typy se také liší bodem tání T_g a rozpustností v kyselině mravenčí. U polyamidů nedochází díky relativně polárnímu charakteru a vysoké nasákavosti ke vzniku elektrostatického náboje a přitahování prachových částic. Polarita také usnadňuje snášenlivost s plnivý, např. křída, azbest, uhlíková a skleněná vlákna. Rozsah teplot tání a tuhnutí je u polyamidů poměrně úzký.

Všechny typy polyamidů odolávají účinku pohonných látek, olejů a velké řady technických rozpouštědel. Polyamidy mají na rozdíl od jiných termoplastů relativně nízkou tavnou viskozitu.

Alifatické polyamidy lze zpracovávat všemi postupy obvyklými pro termoplasty. Tyto materiály se využívají při vstřikování a vytlačování na fólie. Lze je svařovat, lepit, potiskovat i protlačovat. [17]

6.2 PP GF 30 dodavatel Basell

Granulát PP GF 30 se využívá pro výrobu dílů filtrů RSA 1022 (Dacia AC), FIA1090-04 (Fiat AC).

Granulát PP GF 30 (Polypropylen s 30 % skleněných vláken) je materiál s nízkou hustotou. Jedná se o snadno zpracovatelný plast, který má vysokou odolnost proti nárazu a rozměrovou stabilitu. Využívá se pro výrobu krytů vzduchových filtrů, lopatky ventilátorů a armatury s vysokým zatížením. Jeho mez pevnosti v ohybu se pohybuje kolem 135 MPA, Charpy-rázová houževnatost při 23 °C je 58 KJ/m². Je odolný proti minerálním mrazivům, alifatickým uhlovodíkům, organickým kyselinám, alkoholům a acetylenu. [18]



Obr. 15: Granulát PP GF 30

6.3 PP Natural

Polypropylen (PP), také známý jako polypropen, je termoplastický polymer používaný v nejrůznějších aplikacích včetně balení, textilie (lana, termoprádlo a koberce), papírenské zboží, plastové díly a opakovaně použitelné nádoby různých typů, laboratorní vybavení, reproduktory, automobilové součástky a polymerní bankovky. Příkladný polymer vyrobený z monomeru propylenu, je robustní a neobvykle odolný vůči mnoha chemickým rozpouštědlům, zásadám a kyselinám.

Polypropylen má poměrně kluzký nízkoenergetický povrch, což znamená, že mnoho běžných lepidel nebude tvořit odpovídající klouby. Spojování polypropylenu se často provádí svařovacími procesy. [20]



Obr. 16: Granulát PP Natural [21]

6.4 PA 6.6 GF 35 dodavatel DuPont

Granulát PA 6.6 GF 35 (polyamid s 35% obsahem skelných vláken) je vhodný nejen pro strojírenství a automobilový průmysl, lze také využít pro balicí a potravinářské technologie. Pevnost v tahu materiálu PA 6.6 GF 35 se pohybuje v rozmezí 150 – 210 MPa, pevnost v ohybu 230 -280 MPa a tvrdost podle Brinella 210 – 280 MPa. Tepelná vodivost materiálu dosahuje hodnoty 0,27 W/K m a teplota tavení 260 °C. Materiál je odolný proti minerálním mrazivům, uhlovodíkům, benzínu, acetonu a alkoholu. [22]



Obr. 17: Granulát PA 6.6 GF 35 [23]

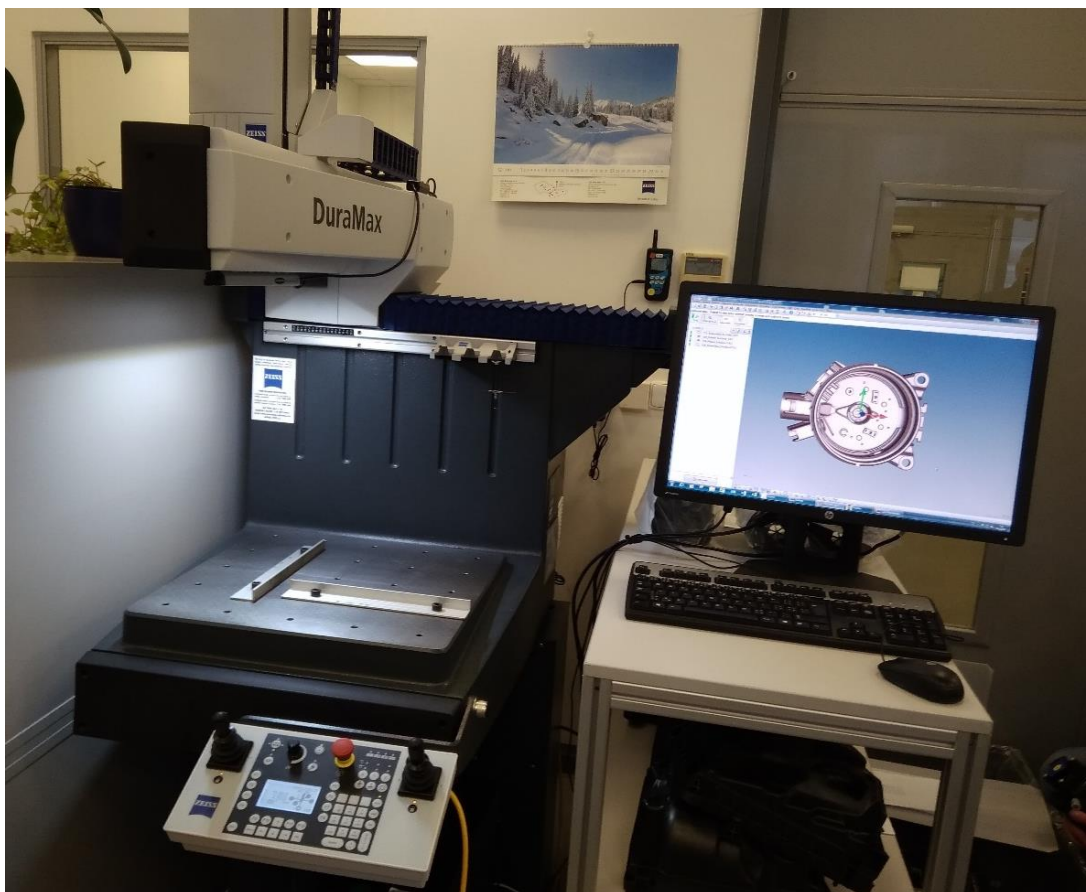
7 ROZMĚROVÁ STABILITA VÝLISKU Z MATERIÁLU PA 6.6 GF 35

7.1 Důvod analýzy

Výkresová dokumentace umožňuje měření výrobků z materiálu PA 6.6 GF 35 až po čtyřicetihodinovou stabilizaci. V případě nestabilního procesu najetí výroby, přináší tento požadavek riziko výroby neshodných dílů v průběhu těchto 24 hodin.

Na lisu, kde se vyrábí víko i těleso pro filtr MB 1179 se vyrábí v nepřetržitém provozu. Za jednu dvanáctihodinovou směnu se vyrobí 1350 kusů víka a 850 kusů tělesa. Náklady na výrobu tělesa a víka na jednu směnu jsou 299 200 Kč. V nestabilním případě najetí výroby po čtyřicetihodinové stabilizaci to znamená 3 050 zmetkovitých kusů. Pokud tedy zjistíme zmetkový kus až po 24 hodinách, vyhozené náklady se vyšplhají až na 414 800 Kč, což poměrně vysoká částka.

Možnost, jak zamezit tomuto riziku, je rozměrová kontrola s korektními výsledky v co nejkratším čase.

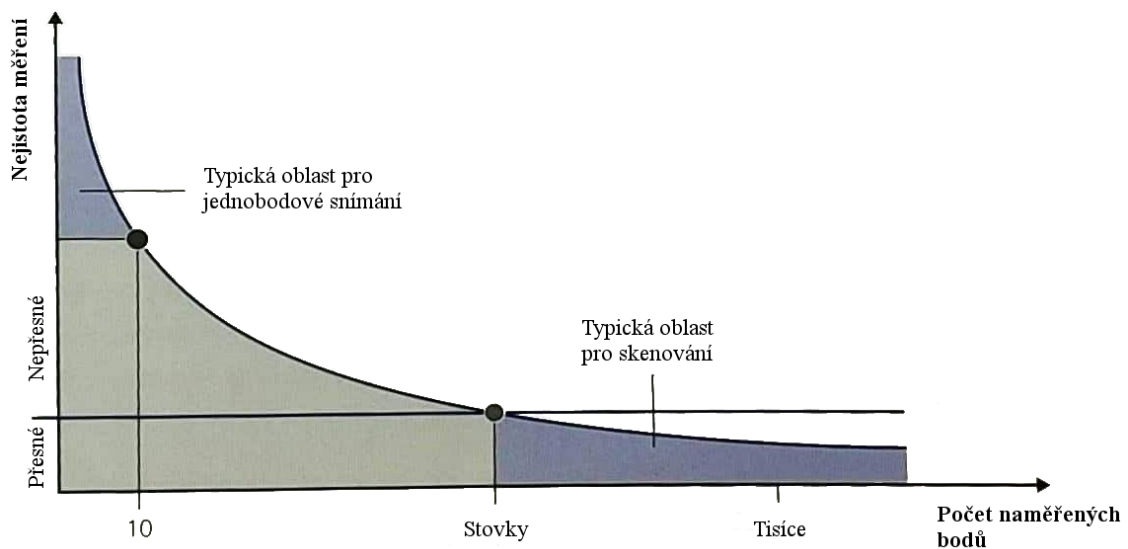


Obr. 18: Měrová místnost ve firmě Mann + Hummel

8 MĚŘENÍ NA SOUŘADNICOVÉM STROJI ZEISS DURAMAX

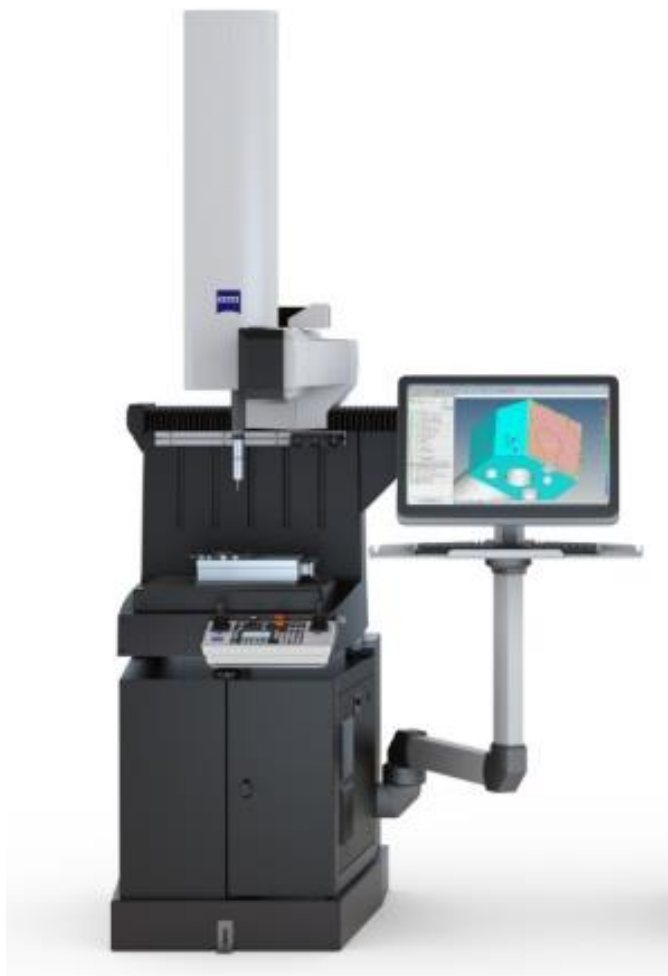
Měření víka a tělesa pro palivový filtr MB 1179 probíhalo na souřadnicovém stroji ZEISS DuraMax. Souřadnicové stroje jsou velkým přínosem pro kontrolu kvality výrobků. Pomocí souřadnicových strojů je možno kontrolovat rozměry, tvary a polohy běžných geometrických útvarů jako je kružnice, válec, kužel apod., lze také kontrolovat obecné tvarové plochy téměř všech výrobků.

Vysoká hustota naměřených bodů je výhodou pro opakovatelnost měření. Odebere-li se měřená součást z přípravku a poté bude opět měřena, nemusí být ve stejné pozici. [24]



Obr. 19: Závislost nejistoty měření na počtu měřených bodů

Měření na souřadnicovém stroji Zeiss DuraMax přináší výhodu v eliminaci potřeby pevných kalibrů. Kompaktní a skenovací hlava se senzory VAST XXT umožňují provádět rychlá, přesná a bezpečná měření. [25]



Obr. 20: Zeiss DuraMAX [26]

Technické specifikace:

Měřící rozsah [mm]	500 x 500 x 500
Max. hmotnost součásti [kg]	100
Senzor	VAST XXX
Chyba při měření délky [μm]	$2,4 + L/300$ při 18-22 °C
	$2,7 + L/250$ při 18-26 °C
	$2,9 + L/200$ při 18-30 °C

Skenovací senzor, na rozdíl od bodového poskytuje díky komplexnímu měření diferencovanou analýzu polohy a tvaru. Na senzor je možné připevnit i boční snímače, které umožňují snímání do 65 mm. [25]



Obr. 21: Snímač VAST XXT [27]

8.1 ZEISS CALYPSO

Měřicí software ZEISS CALYPSO umožňuje měření pomocí CAD modelů nebo výkresů. V tomto programu je možné definovat prvky, které chceme měřit. Výhodou programu je, že není třeba jej programovat pro každou součást znovu. Při nastavování vyhodnocovaných prvků integrovaný asistent podporuje výběr potřebných referencí, tím lze snadno vytvořit plán měření. [28]

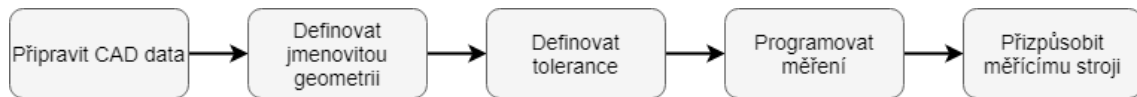
Hlavní vlastnosti softwaru:

CAD

- Přímé rozhraní pro CAD
- Rychlé generování jmenovitých hodnot
- Převzetí tolerancí rozměrů a polohy
- Samovysvětlující offline programování
- Spolehlivý průběh měření díky simulaci

PROGRAMOVÁNÍ

- Automatická kalibrace snímačů
- Flexibilní úprava průběhu měření
- Měření pomocí programové knihovny

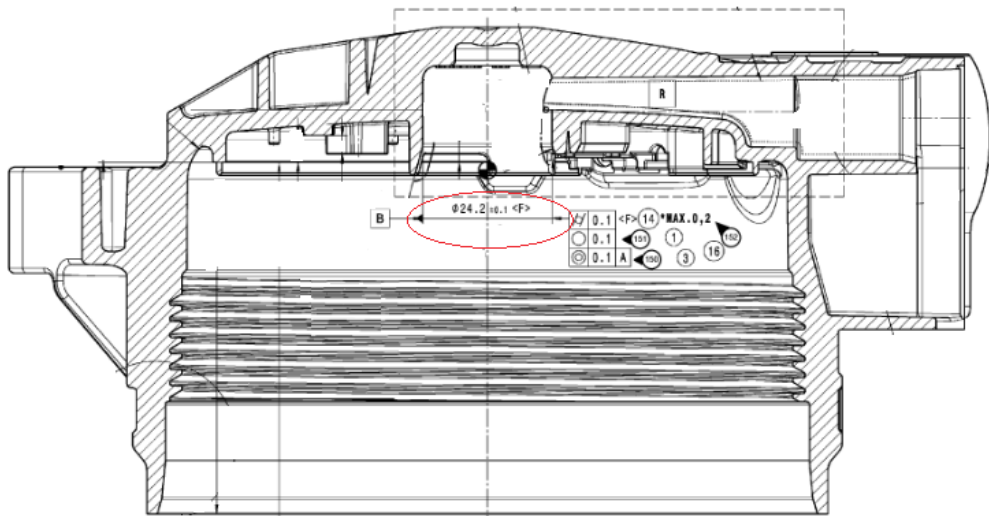


Obr. 22: Proces měření v programu CALYPSO

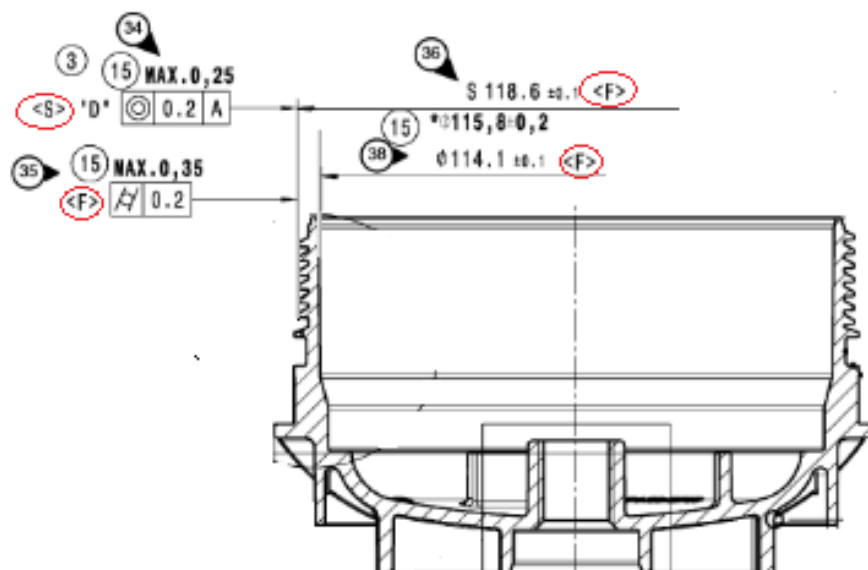
Software CALYPSO pracuje s různými datovými formáty různých výrobců CAD systémů. V případě dílu MB 1179 byl model ve formátu IPT. Soubor CAD se načte, vyberou se měřené prvky a automaticky se získají jmenovité hodnoty. Pomocí funkce lze tolerance rozměrů a polohy získat z CAD modelu, čehož bylo využito i pro měření dílu MB 1179. Po nadefinování měřených prvků se vytvořila strategie měření. Tuto strategii bylo možné kdykoliv upravit. Software CALYPSO kolem měřené součásti generuje optimální pojezd snímače, tím bylo zajištěno správné najíždění k měřeným prvkům. Zvolené nastavení bylo třeba předem odzkoušet, kdyby došlo k nějaké chybě a bylo třeba nastavení zvlášť přizpůsobit měřicímu stroji. Celý proces je možno vidět na Obr. 22. [28]

9 VLASTNÍ MĚŘENÍ CHARAKTERISTIK TĚSNOSTI VÍKA A TĚlesa PRO PALIVOVÝ FILTR MB 1179

Měření u tělesa i víka bylo provedeno na charakteristikách elementů zajišťujících vnější případě vnitřní těsnost filtru. Označené S a F znaky.



Obr. 23: Výkres tělesa s kótou rozměru charakteristiky vnitřní těsnosti a F znakem



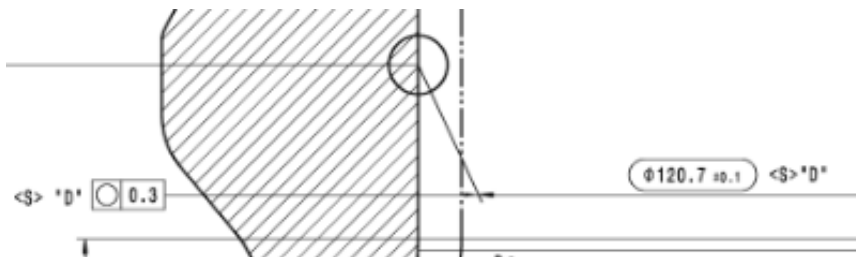
Obr. 24: Výkres víka s kótami rozměrů charakteristik vnější a vnitřní těsnosti s S a F znaky

9.1 Měření na tělese palivového filtru MB 1179

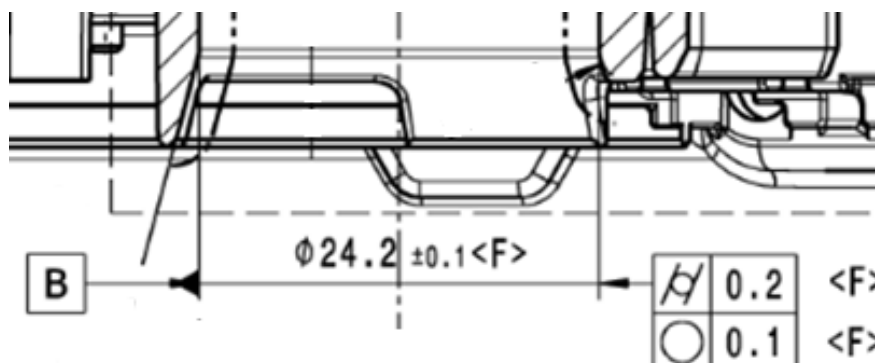
Pro měření tělesa palivového filtru MB 1179 byl odebrán náhodný díl z lisu. Měření probíhalo v měrové laboratoři při teplotě 21 °C a vlhkosti 40 % kontinuálně 24 hodin. Počet měření na tělese filtru dosáhl hodnoty 600, což je znázorněno na vodorovné ose v grafech. To znamená, že jeden cyklus (od výchozího bodu a zpět) trvá 2,4 minuty.

Vybrané rozměry pro měření na tělese:

- Průměr $120,7 \pm 0,1$ mm a kruhovitost 0,3 mm
- Průměr $24,2 \pm 0,1$ mm a kruhovitost 0,1 mm



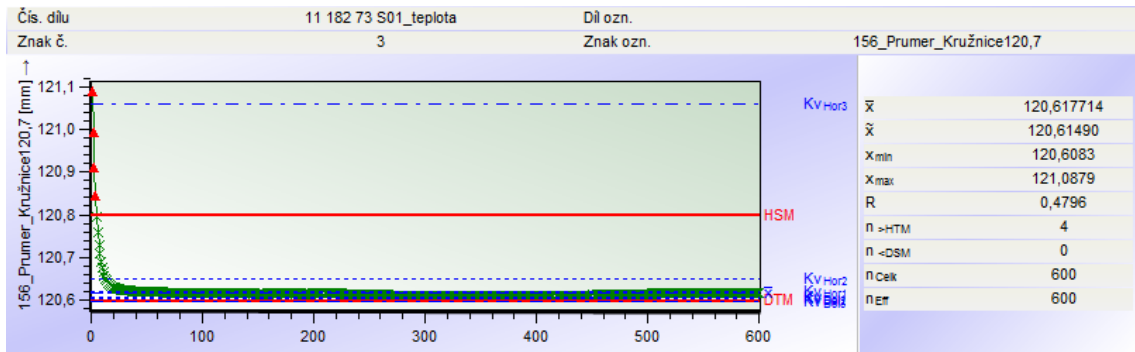
Obr. 25: Řez výkresu tělesa s kótou průměru $120,7 \pm 0,1$ mm



Obr. 26: Řez výkresu tělesa s kótou průměru $24,2 \pm 0,1$ mm

9.1.1 Měření v průběhu 24 hodin na průměru $120,7 \pm 0,1$ mm

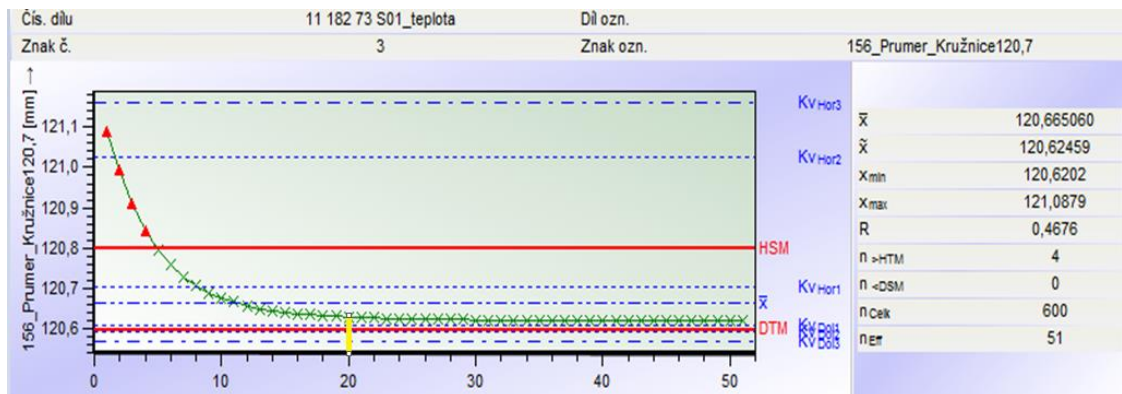
Na grafu (Obr. 27) je možné vidět průběh měření na průměru $120,7 \pm 0,1$ mm. V momentě upnutí do stroje měl díl teplotu cca 180 °C. Při této teplotě byla hodnota průměru $\bar{x} = 121,088$ mm. Při postupném ochlazování se po dvou hodinách průměr ustálil na hodnotě $120,617 \pm 0,01$ mm. Minimální naměřená hodnota průměru dosahovala $x_{min} = 120,608$ mm.



Obr. 27: Graf s průběhem měření

Graf (Obr. 27) byl vytvořen přímo softwarem CALYPSO. Při zadání hodnoty měřeného průměru a tolerance program vyznačí horní a dolní mezní rozměr, čímž se jasně vizualizuje, ve kterých hodnotách se může rozměr průměru pohybovat tak, aby byl výsledek žádoucí.

Z doplňkové tabulky připojené ke grafu lze vyčíst průměrnou hodnotu rozměru $\bar{x} = 120,618$ mm, medián (hodnota ve vzestupně seřazeném souboru, která dělí tento soubor na dvě stejně velké části) $\tilde{x} = 120,615$ mm, $x_{min} = 120,608$ m, $x_{max} = 121,088$ mm. Dále poté rozptyl (ukazuje, jak jsou hodnoty rozptýleny kolem střední hodnoty souboru) $R = 0,480$ m². Tyto hodnoty jsou uváděny pro kontrolu a lepší orientaci v grafu.



Obr. 28: Rozptyl hodnot v rozmezí 0 - 2 hodin

Roztýl měření v rozmezí 0 – 2 hodin dosáhl hodnoty 0,467 m². Z grafu (Obr. 28) je patrné, že v prvních čtyřiceti osmi minutách chladnutí (po dvaceti měření) dochází k výraznému poklesu hodnoty průměru. Během dalších sedmdesáti dvou minut se rozměr průměru pohybuje těsně nad hranicí dolního mezního rozměru 120,6 mm.

V časovém rozmezí 2 - 8 hodiny byl zjištěn rozptyl $R = 0,006 \text{ m}^2$, průměrná hodnota průměru $\bar{x} = 120,616 \text{ mm}$, minimální naměřená hodnota $x_{min} = 120,615 \text{ mm}$ a maximální hodnota $x_{max} = 121,620 \text{ mm}$.

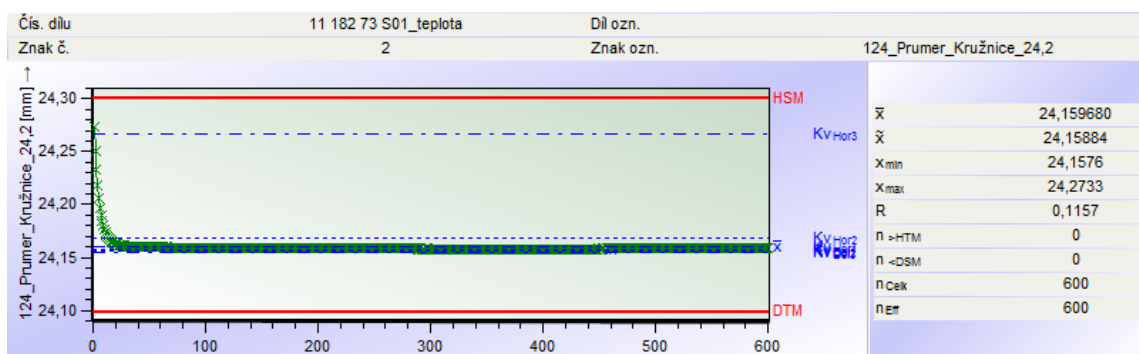
Další graf znázorňuje průběh měření během 8 – 18 hodin. Rozptyl v tomto časovém intervalu činil $R = 0,007 \text{ m}^2$, průměrná hodnota v tomto intervalu $\bar{x} = 120,611 \text{ mm}$, $x_{min} = 120,608 \text{ mm}$ a maximální hodnota $x_{max} = 121,615 \text{ mm}$.

V posledních 6 hodinách v rozmezí 18 – 24 hodiny se hodnoty nijak výrazně neměnily, což lze pozorovat už v předchozích šestihodinových intervalech. Hodnota rozptylu rozptyl $R = 0,006$, $x_{min} = 120,612 \text{ mm}$ a maximální hodnota $x_{max} = 121,618 \text{ mm}$. Hodnoty naměřené po dvou hodinách stabilizace se liší v setinách mm, což nemá na funkci tělesa vliv a rozměry vyhovují výkresové dokumentaci.

Na každém z průměrů byla pro kontrolu měřena kruhovitost. Naměřený rozptyl kruhovitosti na průměru $120,7 \pm 0,1 \text{ mm}$ dosahoval v intervalu 0 – 2 hodin hodnoty $R = 0,015 \text{ m}^2$, rozptyl $R = 0,0019 \text{ m}^2$ měřený v intervalu 2 – 24 hodin, vykazoval nižší hodnotu, jelikož byl tento rozptyl měřen po již dvou hodinové stabilizaci, je tento jev zcela očekávatelný a můžeme říct, že stabilizace 24 hodin nemá vliv na kruhovitost.

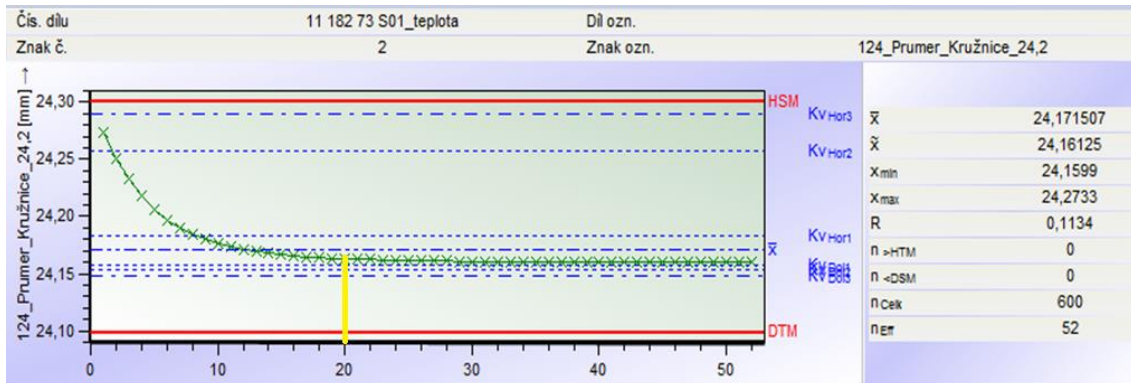
9.1.2 Měření v průběhu 24 hodin na průměru $24,2 \pm 0,1 \text{ mm}$

V případě měření na průměru $24,2 \pm 0,1 \text{ mm}$ se průběh grafu (Obr. 29) velmi podobná grafu s průběhem měření na průměru $120,7 \pm 0,1 \text{ mm}$. V případě měření na průměru $24,2 \pm 0,1 \text{ mm}$ lze říct, že maximální rozměr $x_{max} = 24,273 \text{ mm}$ nepřekročil horní mezní rozměr průměru $HSM = 24,30 \text{ mm}$. Minimální naměřený rozměr pro průměr $24,2 \pm 0,1 \text{ mm}$ činil $x_{min} = 24,158 \text{ mm}$. Průměrná hodnota měření $\bar{x} = 24,159 \text{ mm}$, hodnota mediánu $\tilde{x} = 24,159 \text{ mm}$.



Obr. 29: Graf s průběhem měření na průměru $24,2 \pm 0,1 \text{ mm}$

Rozptyl měření na průměru $24,2 \pm 0,1$ mm dosahoval v hodinách 0 - 2 hodnoty $R = 0,113 \text{ m}^2$. Z grafu (Obr. 30) je patrné, že rozměr začal být stálý po prvních čtyřiceti osmi minutách. Takový jev byl pozorován i u prvního měřeného rozměru průměru.



Obr. 30: Rozptyl hodnot na průměru $24,2 \pm 0,1$ mm v čase 0 – 2 hodin

Během prvních dvou hodin měření byla dosažena hodnota průměru $\bar{x} = 24,172$ mm. Z grafu (Obr. 30) lze odečíst maximální naměřenou hodnotu $x_{max} = 24,273$ mm a minimální hodnotu $x_{min} = 24,160$ mm. Po čtyřiceti osmi minutách můžeme pozorovat, hodnotu průměru pohybující se těsně nad minimální naměřenou hodnotou.

V intervalu 2 – 8 hodin byl u průměru $24,2 \pm 0,1$ mm naměřen rozptyl hodnot $R = 0,001$, stejně tak v intervalu 8 – 18 hodin a 18 – 24 hodin. Hodnota rozptylu ukazuje stálý průběh stabilizace, což je dáno malým rozměrem průměru. Minimální hodnota $x_{min} = 24,159$ mm a maximální hodnota $x_{max} = 24,160$.

Minimální naměřená hodnota v intervalu 8 – 18 hodin $x_{min} = 24,158$ mm a maximální hodnota $x_{max} = 24,159$ mm, stejné hodnoty pak byly zjištěny u intervalu 18 – 24 hodin. Od dvacátého měření na průměru $24,2 \pm 0,1$ mm, vykazují výsledky konstantní průběh stabilizace.

Při měření kruhovitosti na průměru $24,2 \pm 0,1$ mm dosahoval naměřený rozptyl v intervalu 2 – 24 hodin hodnou $R = 0,0012 \text{ m}^2$.

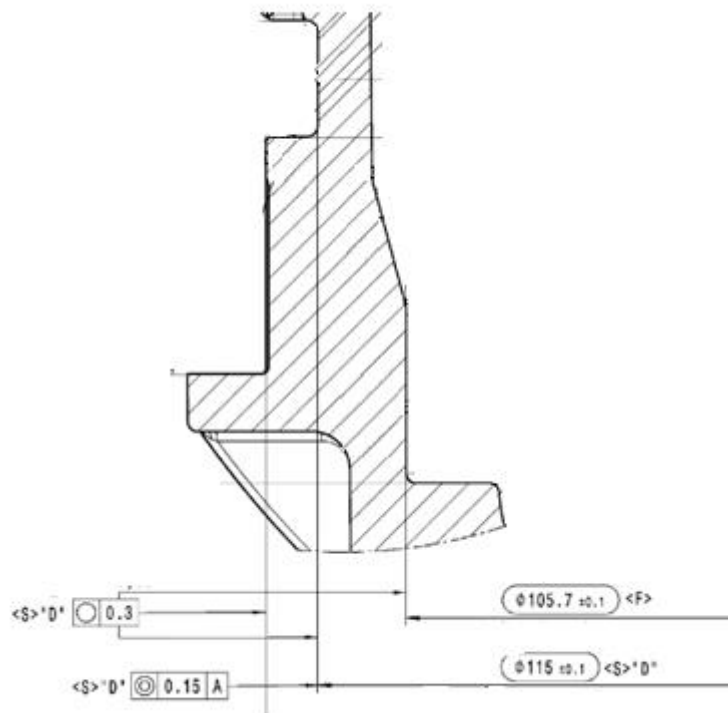
9.2 Měření na víku palivového filtru MB 1179

Měření na víku palivového filtru MB 1179 probíhalo stejně, jako na tělese. Byl odebrán náhodný díl z lisu. V laboratoři byly zajištěny stejné okolní podmínky, teplota $21 \text{ }^\circ\text{C}$ a vlhkost 40 % a měření probíhalo opět kontinuálně 24 hodin. Počet měření na víku

filtru je znázorněn na vodorovné ose, v tomto případě počet měření dosáhl hodnoty 380. To znamená, že jeden cyklus měření (od výchozího bodu a zpět) trvá 3,8 minuty.

Vybrané rozměry pro měření na tělese:

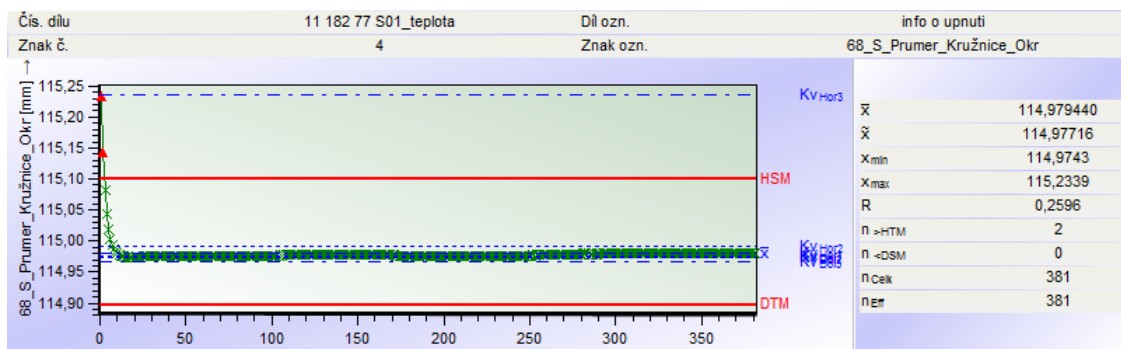
- Průměr $115 \pm 0,1$ mm a kruhovitost 0,3 mm
- Průměr $105,7 \pm 0,1$ mm a kruhovitost 0,3 mm



Obr. 31: Řez výkresu víka s kótami $115 \pm 0,1$ mm a $105,7 \pm 0,1$ mm

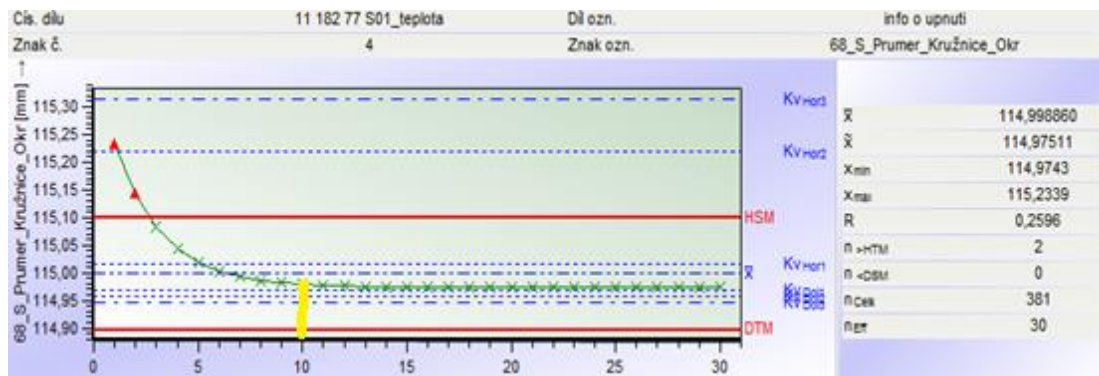
9.2.1 Měření v průběhu 24 hodin na průměru $115 \pm 0,1$ mm

Na grafu (Obr. 32) lze vidět, že dvě první naměřené hodnoty přesahují horní mezní rozměr HSM = 115,1 mm. V momentě upnutí do stroje měl díl teplotu cca 160 °C. Při této teplotě byla hodnota průměru $\bar{x} = 114,979$ mm. Minimální naměřená hodnota průměru dosahovala $x_{min} = 114,974$ mm a maximální hodnota $x_{max} = 115,234$ mm, rozptyl tedy činil $R = 0,269$ mm.



Obr. 32: Graf s průběhem měření na průměru $115 \pm 0,1$ mm

Rozptyl měření v rozmezí 0 – 2 hodin dosáhl hodnoty $0,467 \text{ m}^2$. Z grafu (Obr. 33) je patrné, že v prvních třiceti osmi minutách chladnutí (po deseti měření) dochází k výraznému poklesu hodnoty průměru. Během zbývajících 82 minutách byl průběh chladnutí téměř konstantní.



Obr. 33: Rozptyl hodnot na průměru $115 \pm 0,1$ mm v čase 0 – 2 hodin

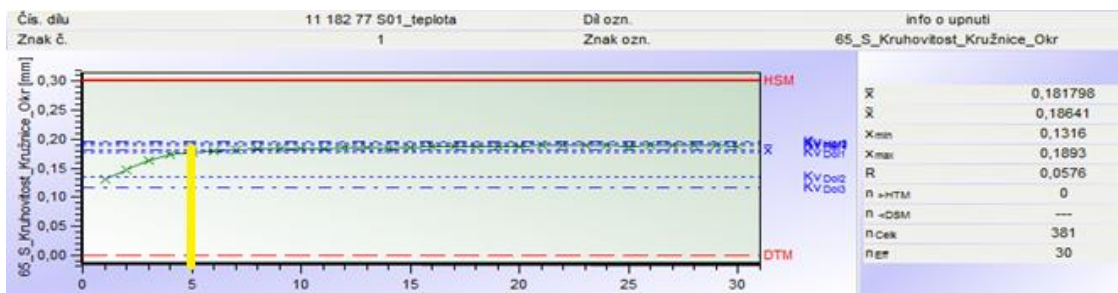
V časovém rozmezí 2 - 8 hodiny byl zjištěn rozptyl $R = 0,003 \text{ m}^2$, průměrná hodnota průměru $\bar{x} = 114,976 \text{ mm}$, minimální naměřená hodnota $x_{min} = 114,976 \text{ mm}$ a maximální hodnota $x_{max} = 114,978 \text{ mm}$.

V intervalu 2 – 8 hodin byl u průměru $115 \pm 0,1 \text{ mm}$ naměřen rozptyl hodnot $R = 0,003 \text{ m}^2$, minimální hodnota $x_{min} = 114,975 \text{ mm}$ a maximální hodnota $x_{max} = 114,978$.

Interval 8 – 18 hodin po celou dobu vykazoval konstantní průběh s rozptylem hodnot $R = 0,003 \text{ m}^2$, minimální hodnota intervalu $x_{min} = 114,976 \text{ mm}$ a maximální hodnota $x_{max} = 114,979 \text{ mm}$.

V posledním intervalu 18 – 24 hodin byl naměřen nejmenší rozptyl $R = 0,002 \text{ m}^2$, což ukazuje na velmi stálý průběh stabilizace a tedy, že čtyřicetihodinová stabilizace vyžadovaná výkresovou dokumentací je zbytečná.

Při měření kruhovitosti jsme v intervalu 0 – 2 hodin získali graf (Obr. 34).



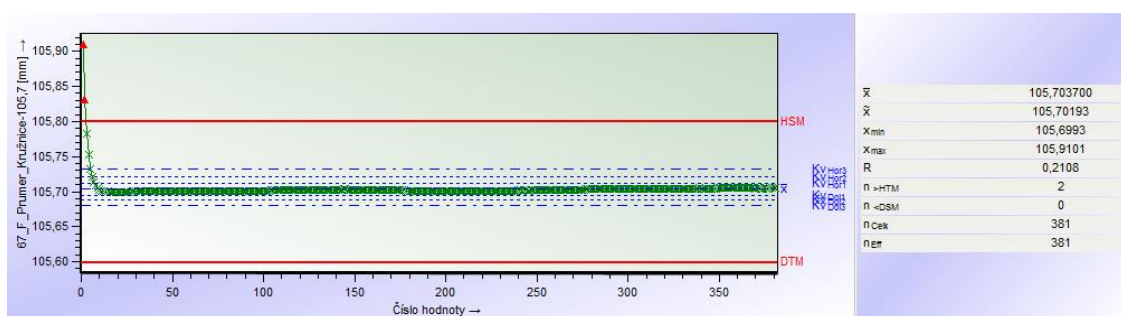
Obr. 34: Kruhovitost na průměru $115 \pm 0,1$ mm

Naměřený rozptyl hodnot v tomto intervalu činil $R = 0,058$. Poměrně vysoká hodnota rozptylu je ovlivněna prvními pěti měřeními. Od dvacáté minuty měření můžeme pozorovat hodnoty, ustálené na hodnotě 0,2 mm. Naměřený rozptyl hodnot v intervalu 2 – 24 hodin $R = 0,003$ můžeme uvažovat již od pěti měření a říci, že čtyřiadvaceti hodinová stabilizace nemá vliv na kruhovitost.

9.2.2 Měření v průběhu 24 hodin na průměru $105,7 \pm 0,1$ mm

Měření na průměru na průměru $105,7 \pm 0,1$ mm probíhalo standardně, viz předchozí případy. Průměrná hodnota měření $\bar{x} = 105,704$ mm, hodnota mediánu $\tilde{x} = 105,702$ mm. Maximální naměřený rozměr $x_{max} = 105,910$ mm překročil dvakrát horní mezní rozměr průměru HSM = 105,8 mm. Minimální naměřený rozměr pro průměr $105,7 \pm 0,1$ mm činil $x_{min} = 105,699$ mm.

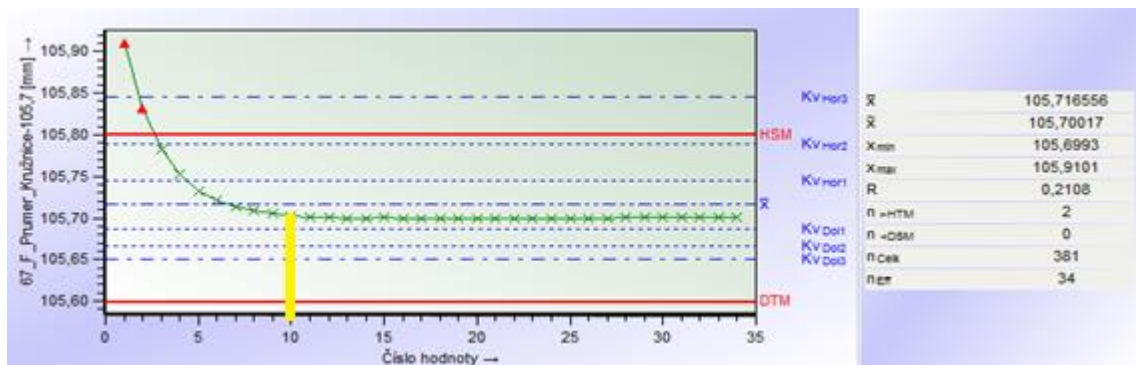
V žádném z měření nedošlo k překročení dolního mezního rozměru. Naměřené hodnoty se od první hodiny měření pohybují ve středu mezních hodnot, je tedy na první pohled patrné, že výsledky vyhovují výkresové dokumentaci.



Obr. 35: Graf s průběhem měření na průměru $105,7 \pm 0,1$ mm

Během prvních dvou hodin měření byla zjištěna hodnota průměru $\bar{x} = 105,717$ mm. Z grafu (Obr. 36) lze odečíst maximální naměřenou hodnotu $x_{max} = 105,910$ mm a

minimální hodnotu $x_{min} = 105,699$ mm. Po deseti měření můžeme pozorovat, hodnotu průměru pohybující se těsně pod průměrnou naměřenou hodnotou.



Obr. 36: Rozptyl hodnot na průměru $105,7 \pm 0,1$ mm v čase 0 – 2 hodin

V intervalu 2 – 8 hodin byl u průměru $105 \pm 0,1$ mm naměřen rozptyl hodnot $R = 0,001$ m². Minimální naměřená hodnota $x_{min} = 105,700$ mm a maximální naměřená hodnota $x_{max} = 105,701$.

Rozptyl v intervalu 8 – 18 hodin činil $R = 0,002$ m², minimální naměřená hodnota v intervalu 8 – 18 hodin $x_{min} = 105,701$ mm a maximální hodnota $x_{max} = 105,703$ mm.

V intervalu 18 – 24 hodin měl rozptyl hodnotu $R = 0,003$ m², minimální naměřená hodnota činila $x_{min} = 105,702$ mm a maximální naměřená hodnota $x_{max} = 105,705$.

Naměřena hodnota rozptylu kruhovitosti u průměru $105 \pm 0,1$ mm byla $R = 0,003$ m². Tato hodnota byla naměřena až po dvou hodinách stabilizace. Na začátku měření (v intervalu 0 – 2 hodin) byla hodnota rozptylu rovna $R = 0,044$ m². Na začátku měření vychází rozptyl hodnot větší, neboť při vyjmutí dílu z lisu a jeho následné upnutí do měřicího stroje probíhá při vysoké teplotě. Nejvíce ochlazován je díl v první hodině měření a v tomto úseku dochází k největším změnám rozměrů průměrů a kruhovitosti

10 ZÁVĚR

V rámci bakalářské práce bylo provedeno měření dvou vybraných dílů vyliisovaných z materiálu PA 6.6 GF 35. Analýza byla provedena za účelem zjištění co možná nejkratšího času potřebného pro stabilizaci rozměrů průměrů, které zajišťují vnější, případně vnitřní těsnost filtru.

Pro ucelení informací v oblasti výroby filtrů a pro přiblížení portfolia firmy Mann + Hummel, byla zpracována část zabývající se jednotlivými typy automobilových filtrů. Detailnější popis palivového filtru MB 1179 zahrnuje výrobu jednotlivých částí, jejich kompletaci a funkci filtru. Samotné měření bylo realizováno na tělese a víku filtru pomocí snímací technologie na souřadnicovém stoju firmy Zeiss.

Výsledkem měření byla řada grafů znázorňující průběh stabilizace společně s klíčovými hodnotami pro vytvoření závěru. Ze všech dostupných informací je tedy zřejmé, že všechny sledované rozměry se v rozmezí 2 – 24 hodin po lisování pohybovaly v rozptylu max. $0,012 \text{ m}^2$. U všech měřených rozměrů je známá tolerance $\pm 0,1 \text{ mm}$. Čtyřicetihodinová stabilizace již po uplynutí určité doby nemá na změnu hodnoty rozptylu téměř žádný vliv.

U větších průměrů je zjištěn větší rozptyl. Největší rozptyl byl naměřen na průměru $120,7 \pm 0,1 \text{ mm}$ u tělesa, kde je nejslabší síla stěny minimálně zesílená žebry. U průměru $115 \pm 0,1 \text{ mm}$ je rozptyl rozměru za dvacet dva hodin měření roven hodnotě $0,006 \text{ m}^2$, což ukazuje na vliv množství materiálu v oblasti měřených charakteristik.

U všech měřených charakteristik kruhovitosti byl zjištěn maximální rozptyl hodnot průměru $0,003 \text{ m}^2$. U průměru $120,7 \pm 0,1 \text{ mm}$ došlo v intervalu 8 – 18 hodin stabilizace ke zmenšení průměru o $0,005 \text{ mm}$. V konečných šesti hodinách měření se rozměr ustálil na stejnou hodnotu zjištěnou při měření v prvních 2 – 8 hodinách. U ostatních měřených rozměrů není tento jev pozorován.

Měření po dvou hodinách stabilizace je plně dostačující a vypovídající. Zkrácením potřebné doby chladnutí se v praxi zmenší riziko zjištění zmetkovitosti výroby, sníží se potřeba skladovacích prostorů a tím se minimalizují finanční ztráty ve výrobním procesu, těchto poznatků firma Mann + Hummel v budoucnu využije pro ekonomičtější způsob kontroly výlisků víka a tělesa.

11 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] MANN+HUMMEL Service, s. r. o. Pracenadalku.trebic[online]. [cit. 2018-07-26]. Dostupné z: <http://pracenadalku.trebic.cz/seznam-firem/mann-hummel/>
- [2] MAHEL, Luděk. Mann Hummel v Nové Vsi nově vedou Rostislav Khýr a Bernd Boketta. In: *Trebitsky.denik*[online]. 1.10.2017 [cit. 2018-07-27]. Dostupné z: <https://trebitsky.denik.cz/podnikani/mann-hummel-v-nove-vsi-nove-vedou-rostislav-khyr-a-bernd-boketta-20171001.html>
- [3] LAUKKONEN. What is an Air Filter?. Crankshift [online]. [cit. 2018-07-26]. Dostupné z: <http://www.crankshift.com/air-filter/>
- [4] Vzduchové filtry. Autofiltr [online]. [cit. 2018-07-26]. Dostupné z: <http://www.autofiltr.cz/vzduchove-filtry-2>
- [5] Vzduchový filtr Mann C 37 153. In: *Kupoleje* [online]. 1.10.2017 [cit. 2018-07-27]. Dostupné z: <https://www.kupoleje.cz/cz-detail-884171-vzduchovy-filtr-mann-c-37-153.html>
- [6] How oil filters work. Mobiloil [online]. [cit. 2018-07-26]. Dostupné z: <https://mobiloil.com/en/article/car-maintenance/learn-about-motor-oil-facts/how-an-oil-filter-works>
- [7] Olejové filtry. Autofiltr [online]. [cit. 2018-07-26]. Dostupné z: <http://www.autofiltr.cz/olejove-filtry-2>
- [8] Olejový filtr Mann W 719/5. In: *Kupoleje* [online]. [cit. 2018-07-27]. Dostupné z: <https://www.kupoleje.cz/cz-detail-884256-olejovy-filtr-mann-w-719-5.html>
- [9] Components of a spin-om oil filter. In: *Quora* [online]. [cit. 2018-07-27]. Dostupné z: <https://www.quora.com/Why-is-a-BMW-unreliable-after-high-mileage#>
- [10] Fuel filters. My-cardictionary [online]. [cit. 2018-07-26]. Dostupné z: <https://www.my-cardictionary.com/filters/fuel-filters.html>
- [11] Palivové filtry. Autofiltr [online]. [cit. 2018-07-26]. Dostupné z: <http://www.autofiltr.cz/palivove-filtry-2>
- [12] Palivový filtr Mann WK 512. In: *Kupoleje* [online]. [cit. 2018-07-27]. Dostupné z: <https://www.kupoleje.cz/cz-detail-884160-palivovy-filtr-mann-wk-512.html>
- [13] Air Filter Paper. In: *Chentai* [online]. [cit. 2018-07-27]. Dostupné z: http://www.chentai.net/air_filter_paper/
- [14] Filtrační vložka I - MANN. In: *Eshop.agroad* [online]. [cit. 2018-07-27]. Dostupné z: <https://eshop.agroad.cz/eshop-filtracni-vlozka-i-mann.html>
- [15] Vstříkovací stroje. Engelglobal [online]. [cit. 2018-07-26]. Dostupné z: <https://www.engelglobal.com/cs/cz/reseni/vstrikovaci-stroje.html>
- [16] ENGEL duo. Engelglobal [online]. [cit. 2018-07-26]. Dostupné z: <https://www.engelglobal.com/cs/cz/reseni/vstrikovaci-stroje/duo.html>
- [17] MLEZIVA, Josef a Jaromír ŠŇUPÁREK. Polymery - výroba, struktura, vlastnosti a použití. 2. přeprac. vyd. Praha: Sobotáles, 2000. ISBN 80-85920-72-7.
- [18] Polypropylen mit 30 % Glasfaser. Lpm [online]. [cit. 2018-07-26]. Dostupné z: <https://www.lpm.cz/cgi-bin/riweta.cgi?nr=1513&lng=1&popup=1>
<http://www.lpm.cz/cgi-bin/riweta.cgi?nr=1513&lng=1&popup=2>

- [19] PP. In: *Xytplast* [online]. [cit. 2018-07-27]. Dostupné z: <http://www.xytplast.com/pp/503.html>
- [20] PP (Polypropylen). *Georgfischer* [online]. [cit. 2018-07-26]. Dostupné z: <http://www.georgfischer.cz/produkty/materialy/pp-polypropylen-progef-standard-plus-natural>
- [21] Natural PP Granules. In: *Indiamart* [online]. [cit. 2018-07-27]. Dostupné z: <https://www.indiamart.com/proddetail/pp-natural-granules-6430706755.html>
- [22] Polymid 66 s 35 % skleněné vlákno. Lpm [online]. [cit. 2018-07-26]. Dostupné z: https://www.lpm.cz/cs/technicky-datovy-list-plasty/polymid-pa-66-gf35?n=1154_5
- [23] PA. In: *Alibaba* [online]. [cit. 2018-07-27]. Dostupné z: https://www.alibaba.com/product-detail/pa66-plastic-raw-material-nylon-granules_60304771057.html?spm=a2700.7724857.main07.14.1bcf8171PE0fKA
- [24] ZEISS DuraMax. *Zeiss* [online]. [cit. 2018-07-26]. Dostupné z: <https://www.zeiss.com/metrology/products/systems/coordinate-measuring-machines/production-cmms/duramax.html>
- [25] ZEISS VAST XXT. *Zeiss* [online]. [cit. 2018-07-26]. Dostupné z: <https://www.zeiss.com/metrology/products/sensors/on-cmm/tactile-scanning-probe/vast-xxt.html>
- [26] ZEISS DuraMax Production CMM. In: *Zeiss* [online]. [cit. 2018-07-27]. Dostupné z: <https://www.zeiss.cz/metrologie/produkty/systemy/production-cmms/duramax.html>
- [27] ZEISS VAST XXT. In: *Zeiss* [online]. [cit. 2018-07-27]. Dostupné z: <https://www.zeiss.com/metrology/products/sensors/on-cmm/tactile-scanning-probe/vast-xxt.html>
- [28] Calypso Software pro snadné programování měření součástí. *Tuke* [online]. [cit. 2018-07-26]. Dostupné z: <http://web.tuke.sk/smetrologia/prospekty/calypso.pdf>

12 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 : Budova firmy Mann+Hummel [2].....	13
Obr. 2 : Plochý vzduchový filtr Mann Filter C37 153 [5]	15
Obr. 3 : Olejový filtr W719/5 firmy Mann+Hummel [8]	16
Obr. 4 : Popis jednotlivých částí olejového filtru Mann Filter [9]	16
Obr. 5 : Palivový filtr WK 512 Mann Filter [12].....	17
Obr. 6 : Naskládání filtračního papíru [13].....	18
Obr. 7 : Filtrační vložka Mann Filter [14]	19
Obr. 8 : Vstřikovací stroj Engel 500	21
Obr. 9 : Palivový filtr MB 1179.....	22
Obr. 10 : Průtok paliva filtrem MB 1179.....	23
Obr. 11 : Filtrační vložka pro MB 1179	24
Obr. 12 : Výřez z výkresové dokumentace pro víko MB 1179	25
Obr. 13 : Schéma postupu kompletace MB 1179	25
Obr. 14 : Zkompletovaný palivový filtr MB 1179.....	27
Obr. 15 : Granulát PP GF 30.....	29
Obr. 16 : Granulát PP Natural [21]	30
Obr. 17 : Granulát PA 6.6 GF 35 [23]	31
Obr. 18 : Měřová místnost ve firmě Mann + Hummel	32
Obr. 19 : Závislost nejistoty měření na počtu měřených bodů	33
Obr. 20 : Zeiss DuraMAx [26].....	34
Obr. 21 : Snímač VAST XXT [27].....	35
Obr. 22 : Proces měření v programu CALYPSO.....	36
Obr. 23 : Výkres tělesa s kótou rozměru charakteristiky vnitřní těsnosti a F znakem ...	37
Obr. 24 : Výkres víka s kótami rozměrů charakteristik vnější a vnitřní těsnosti s S a F znaky	37
Obr. 25 : Řez výkresu tělesa s kótou průměru $120,7 \pm 0,1$ mm.....	38
Obr. 26 : Řez výkresu tělesa s kótou průměru $24,2 \pm 0,1$ mm.....	38
Obr. 27 : Graf s průběhem měření	39
Obr. 28 : Rozptyl hodnot v rozmezí 0 - 2 hodin	39
Obr. 29 : Graf s průběhem měření na průměru $24,2 \pm 0,1$ mm	40
Obr. 30 : Rozptyl hodnot na průměru $24,2 \pm 0,1$ mm v čase 0 – 2 hodin.....	41
Obr. 31 : Řez výkresu víka s kótami $115 \pm 0,1$ mm a $105,7 \pm 0,1$ mm	42
Obr. 32 : Graf s průběhem měření na průměru $115 \pm 0,1$ mm	43
Obr. 33 : Rozptyl hodnot na průměru $115 \pm 0,1$ mm v čase 0 – 2 hodin.....	43
Obr. 34 : Kruhovitost na průměru $115 \pm 0,1$ mm	44
Obr. 35 : Graf s průběhem měření na průměru $105,7 \pm 0,1$ mm	44
Obr. 36 : Rozptyl hodnot na průměru $105,7 \pm 0,1$ mm v čase 0 – 2 hodin.....	45

13 SEZNAM PŘÍLOH

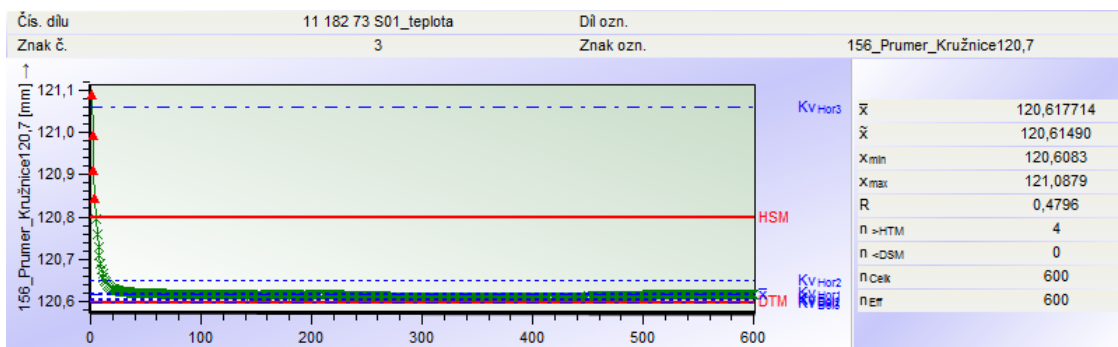
- A. Seznam granulátů využívaných ve firmě
- B. Měření hodnot průměrů
- C. Měření hodnot kruhovitosti

A. SEZNAM GRANULÁTŮ VYUŽÍVANÝCH VE FIRMĚ

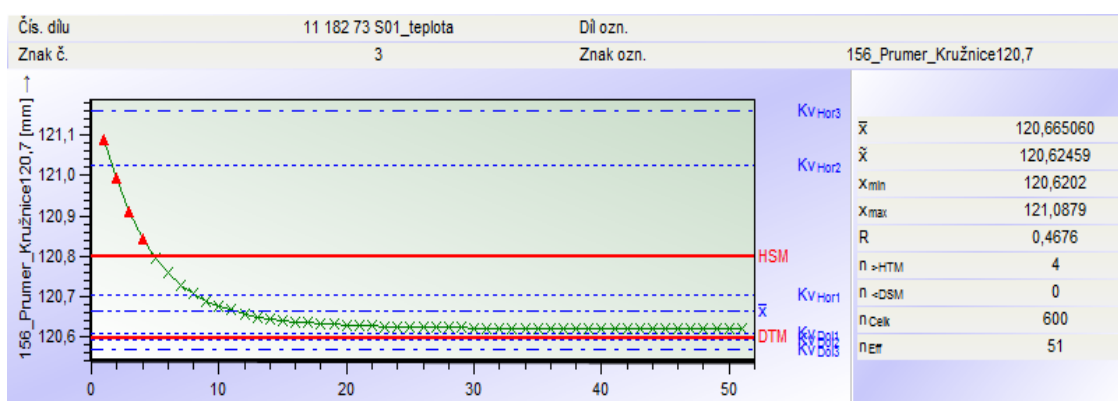
Přehled granulátů používaných v MHCZ							Povolena
Číslo	Balení	Název v SAP	10 l / kg	Dodavatel	Typ	Projekt	vlhkost dle dodavatele
16 707 22 203	Silo	HOSTACOM G3 U01		Basell	PP-GF 30	RSA 1022 (Dacia AC), FIA1090-04 (Fiat AC)	max. 0,15
16 708 22 001	Silo	HOSTACOM X M2 U34	6,7	Basell	PP-TD20	V 486 (Škoda AC), VW 1017, VW 1133 (AC), GM 1044 (Delta AC)	max. 0,15
16 733 22 003		Zýtel 70G35 HSLX_SCH	7,9	DuPont	PA6.6-GF35	PSA 1044 (Resonator), VW 188 AE (OM), MAN1006	max. 0,18
16 735 22 003	Silo	ULTRAMID VE 30 CW	8,25	BASF	PA6-GF30	GM 1015/1026 (IM),	max. 0,15
16 708 22 005		HOSTACOM M4 N01		Basell	PP-TD40	PSA 1065 (DV6 AC)	
16 708 22 059		SPARTECH Polycrom PP5	6,5	Spartech	PP-TD20	GM 1044 (Delta AC),	max.0,4
16 735 22 021		DURETHAN BKV 35 H2.0	7,6	Lanxess	PA6-GF35	PSA 1012 (Bracket)	max. 0,12
16 733 22 040		DURETHAN AKV 35 H2.0	7,9	Lanxess	PA6.6-GF35	AUDI 552 (OM)	max.0,12
16 735 22 505		PENTAMID B GV30H2 RCS Schwarz		Pentac	regranulát	GM1015 - GM1026 Future ???	
16 735 22 012	Silo	DURETHAN BKV 30 H2.0 Schwarz 901510	8,2	Lanxess	PA6-GF30	FOR 1120 - Upper and Lower part (IM), GM 1350 - kryt, FOR1309	max.0,12
16 735 22 039		DURETHAN BKV 60 H2.0 Schwarz 901510 EF	8,6	Lanxess	PA6-GF60	FOR 1120 - Bracket (IM)	max.0,2
16 707 22 219		ALITECH PP-H A 2030/750 GF30 CP Schwarz		Albis	PP-GF30	VW 1133 - Housing (AC)	
16 708 22 505		MAFILL RHTS344 Black (Recompounded material)	7,4	Resin Express	PP-TD20	BMW1100 (AC)	<0,2
		Schulamid		Schulmann	PA6-GF30	VW 1258 (IM)	
16 706 22 042	Silo	BOREALIS BC612 WG natur	6,2	Borealis	PP Natural	BMW 1073 (WB)	dod.neudává
16 735 22 101		Durethan DP BCF 30 XM		Lanxess	PA6-GFCF30	GM 1350 - těleso, GM 1429 - těleso	
16 733 22 002		Zýtel 70G35 HSLR A4 BK - 267 schwarz		DuPont	PA 6.6 - GF 35	MB 1179 - těleso / kryt	max. 0,18

Obr. 1: Seznam granulátů využívaných ve firmě

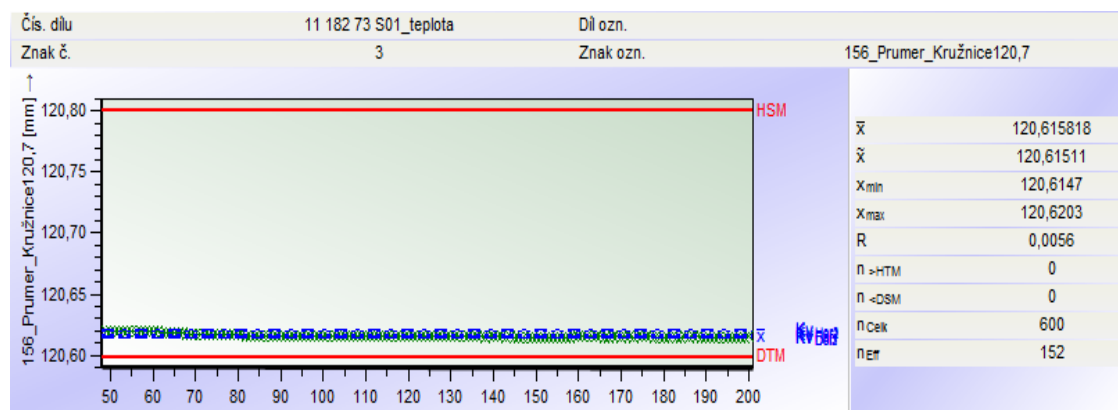
B. MĚŘENÍ HODNOT PRŮMĚRŮ



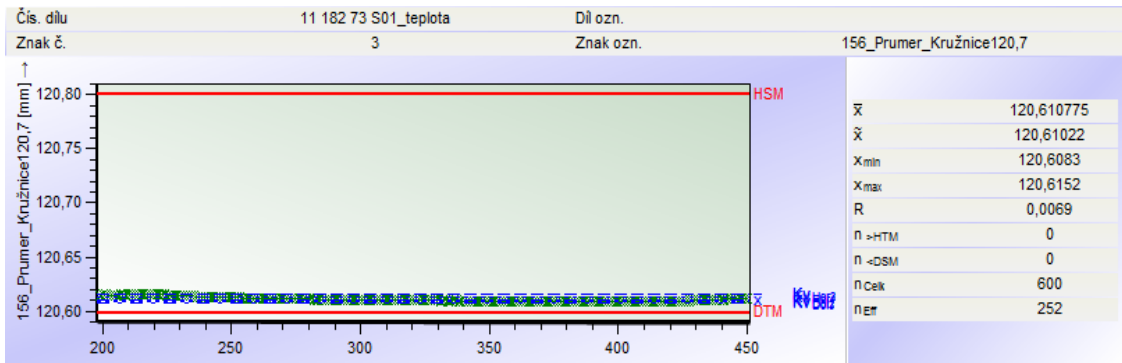
Obr. 1: Měření v průběhu 24 hodin na průměru $120,7 \pm 0,1$ mm



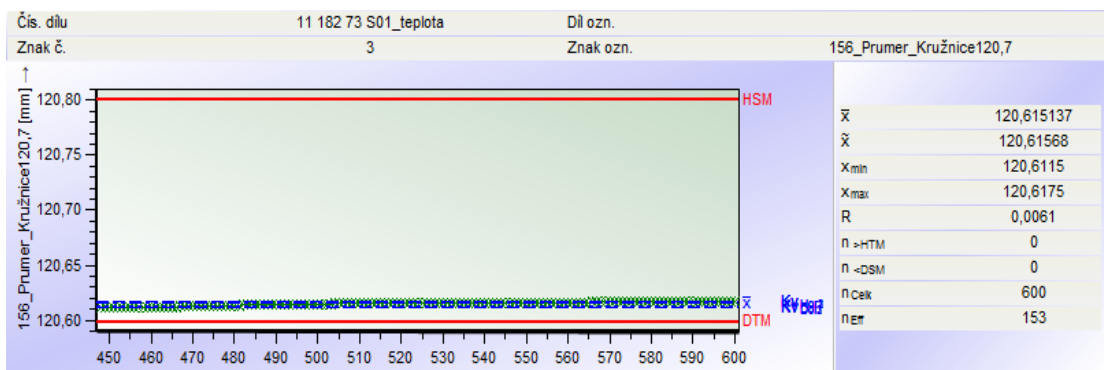
Obr. 2: Měření v intervalu 0-2 hodin na průměru $120,7 \pm 0,1$ mm



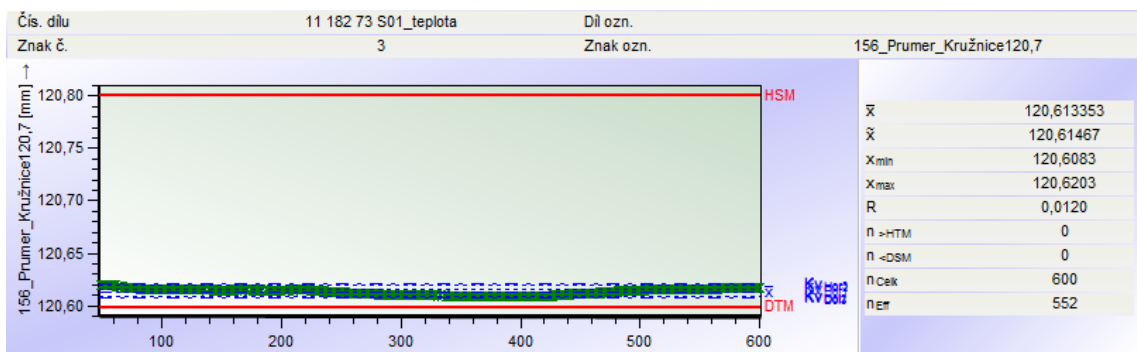
Obr. 3: Měření v intervalu 2-8 hodin na průměru $120,7 \pm 0,1$ mm



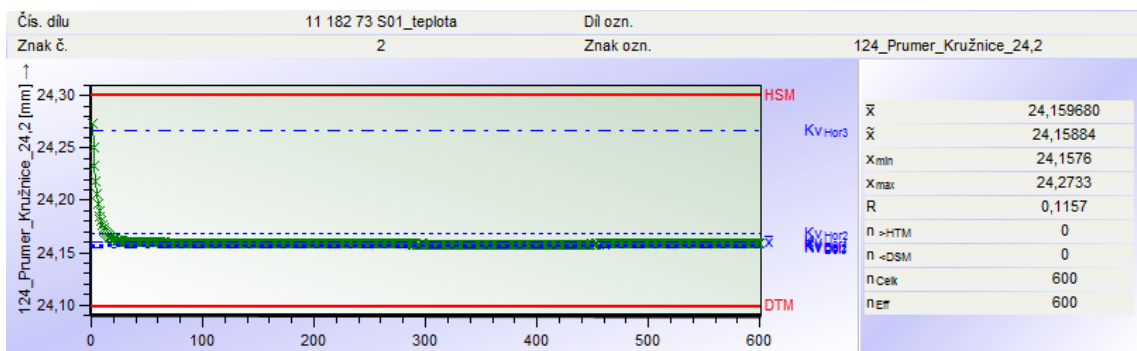
Obr. 4: Měření v intervalu 8-18 hodin na průměru $120,7 \pm 0,1$ mm



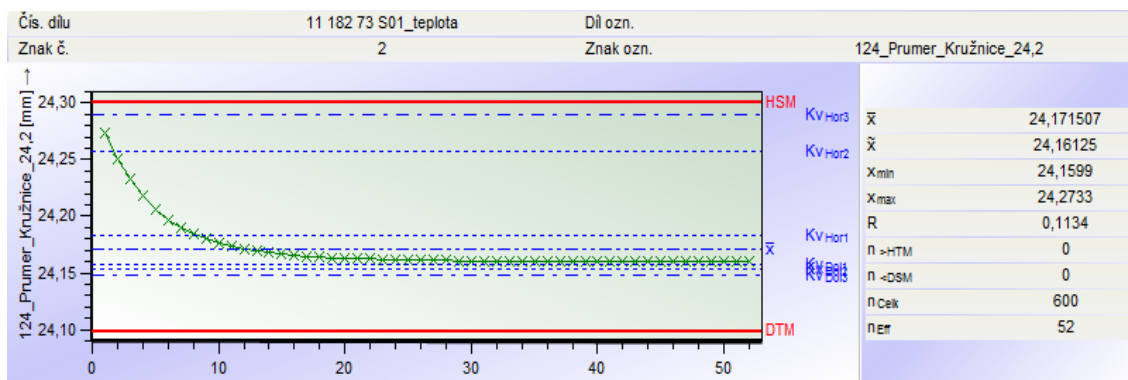
Obr. 5: Měření v intervalu 18-24 hodin na průměru $120,7 \pm 0,1$ mm



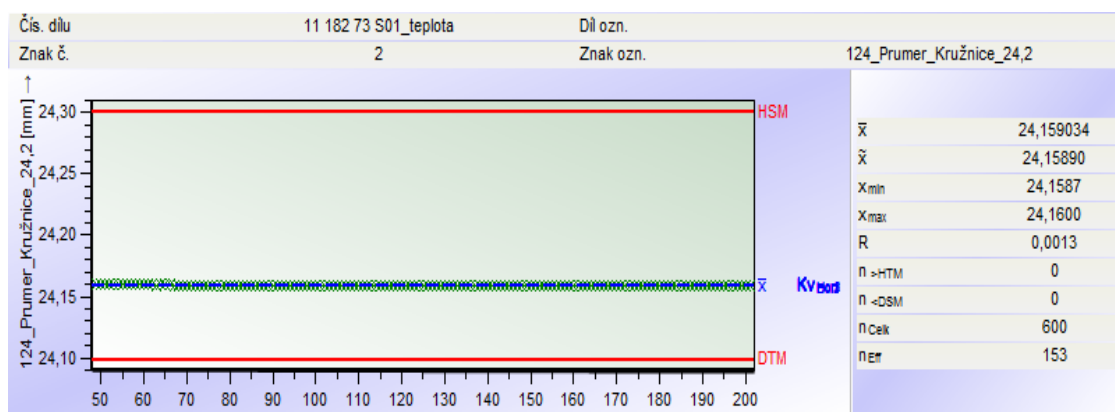
Obr. 6: Měření v průběhu 2-24 hodin na průměru $120,7 \pm 0,1$ mm



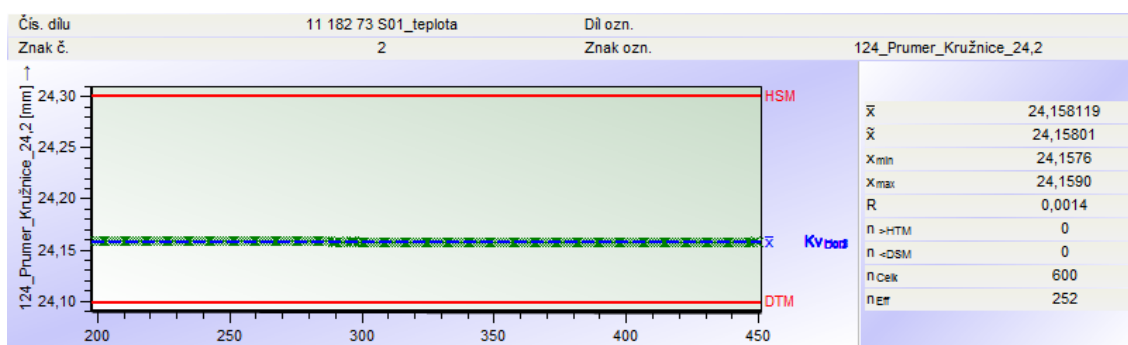
Obr. 7: Měření v průběhu 24 hodin na průměru $24,2 \pm 0,1$ mm



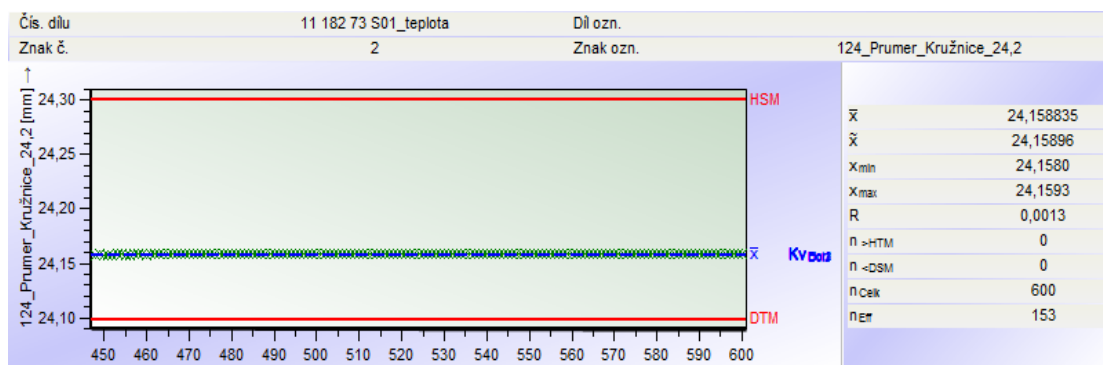
Obr. 8: Měření v intervalu 0-2 hodin na průměru $24,2 \pm 0,1$ mm



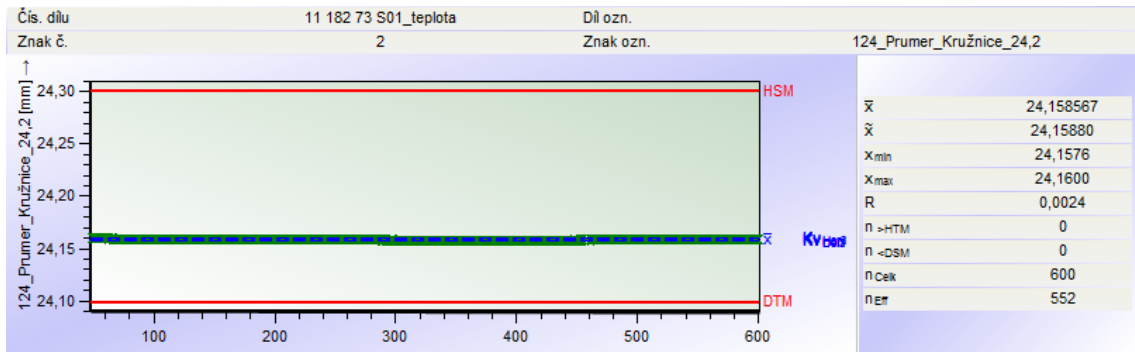
Obr. 9: Měření v intervalu 2-8 hodin na průměru $24,2 \pm 0,1$ mm



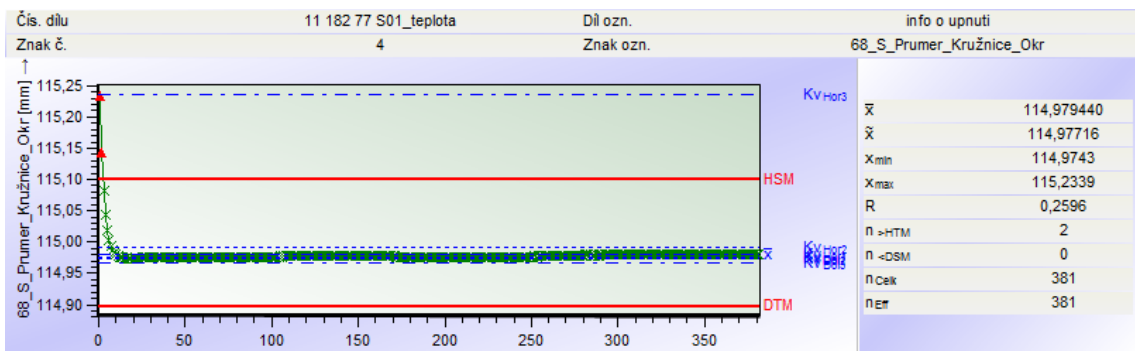
Obr. 10: Měření v intervalu 8-18 hodin na průměru $24,2 \pm 0,1$ mm



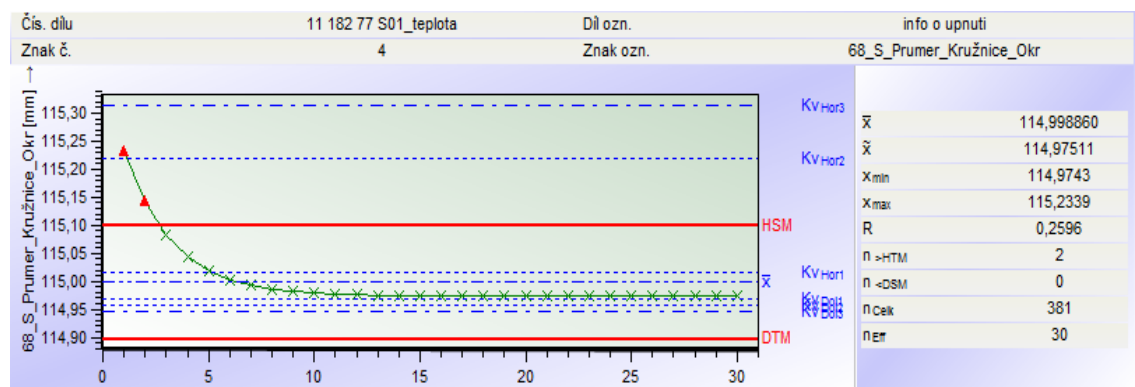
Obr. 11: Měření v intervalu 18-24 hodin na průměru $24,2 \pm 0,1$ mm



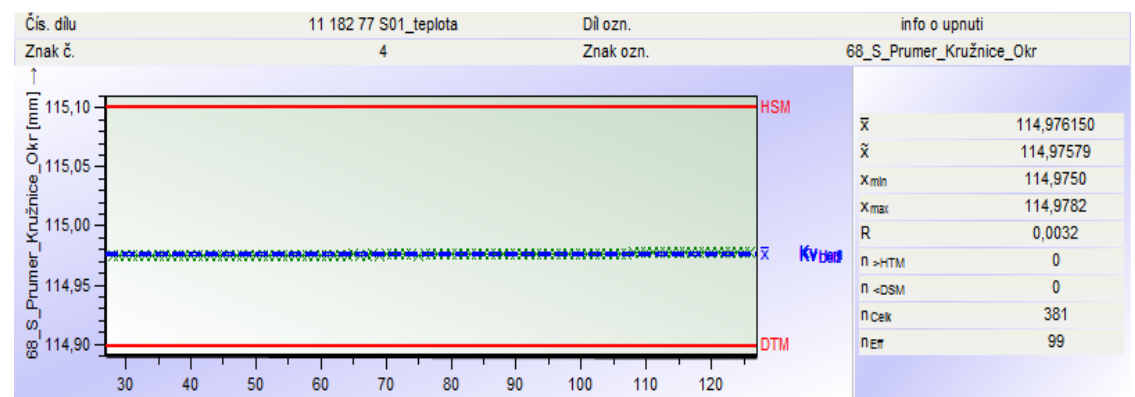
Obr. 12: Měření v průběhu 2-24 hodin na průměru $24,2 \pm 0,1$ mm



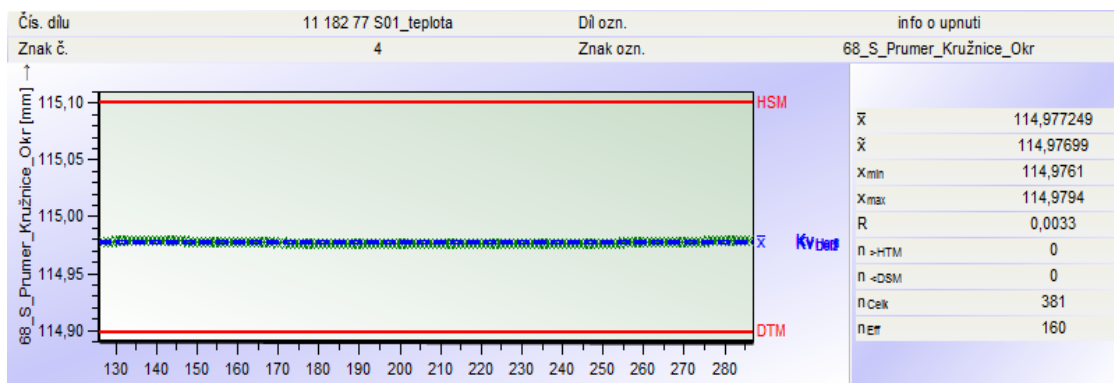
Obr. 13: Měření v průběhu 24 hodin na průměru $115 \pm 0,1$ mm



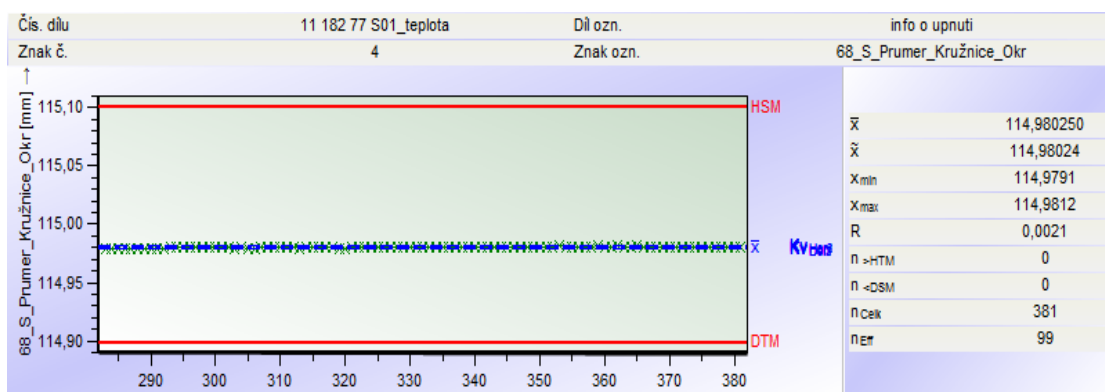
Obr. 14: Měření v intervalu 0-2 hodin na průměru $115 \pm 0,1$ mm



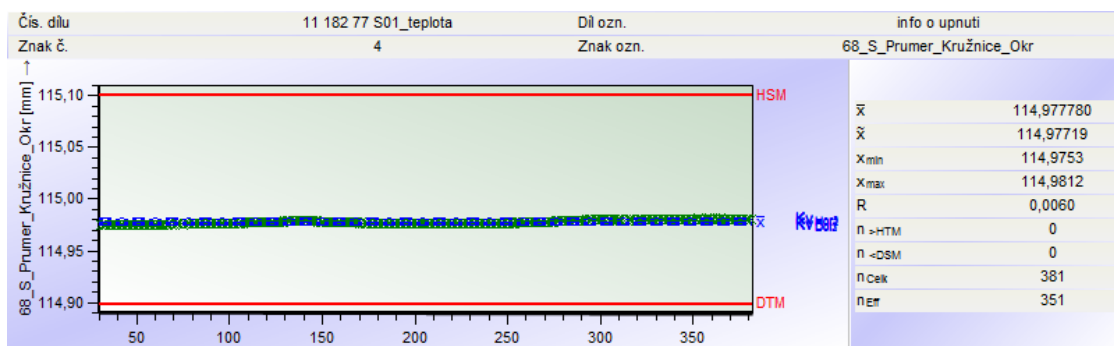
Obr. 15: Měření v intervalu 2-8 hodin na průměru $115 \pm 0,1$ mm



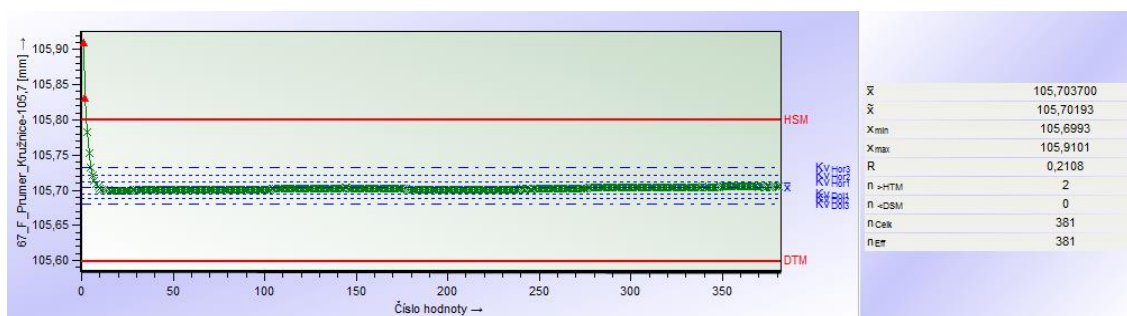
Obr. 16: Měření v intervalu 8-18 hodin na průměru $115 \pm 0,1$ mm



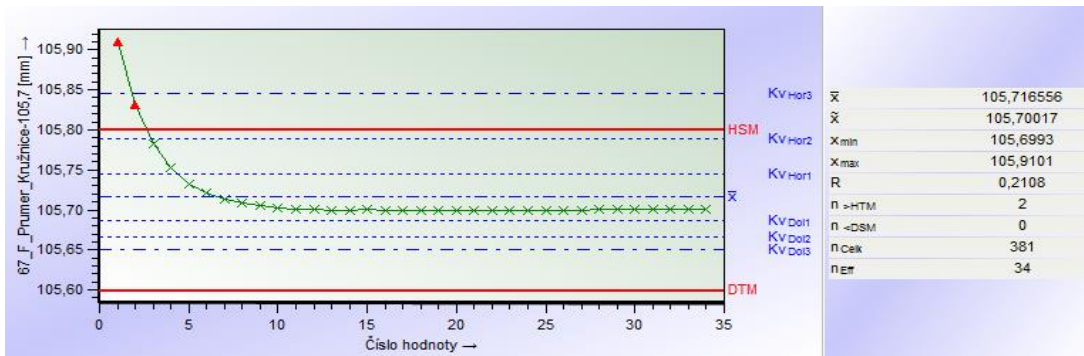
Obr. 17: Měření v intervalu 18-24 hodin na průměru $115 \pm 0,1$ mm



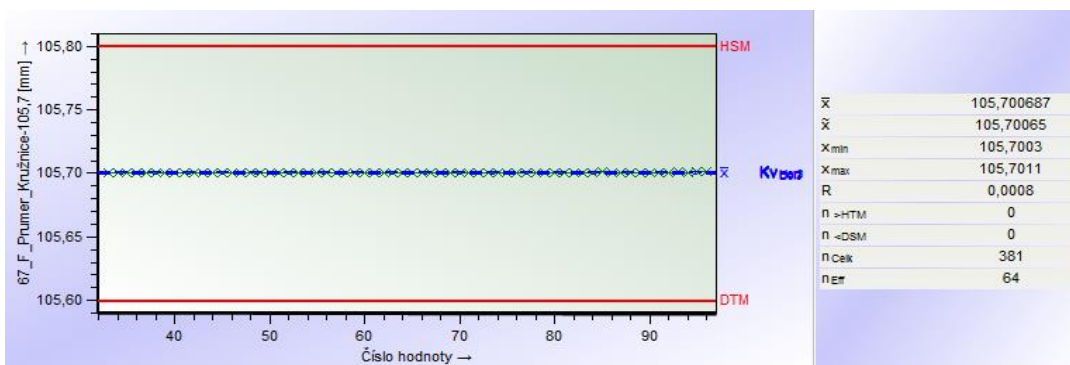
Obr. 18: Měření v průběhu 2-24 hodin na průměru $115 \pm 0,1$ mm



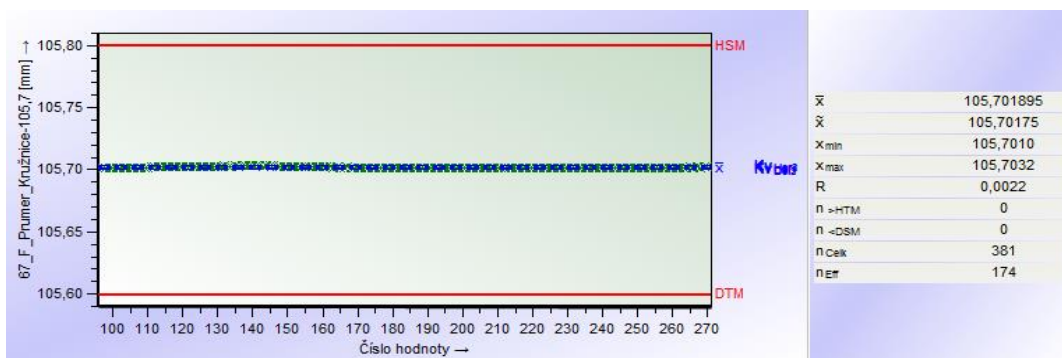
Obr. 19: Měření v průběhu 24 hodin na průměru $105,7 \pm 0,1$ mm



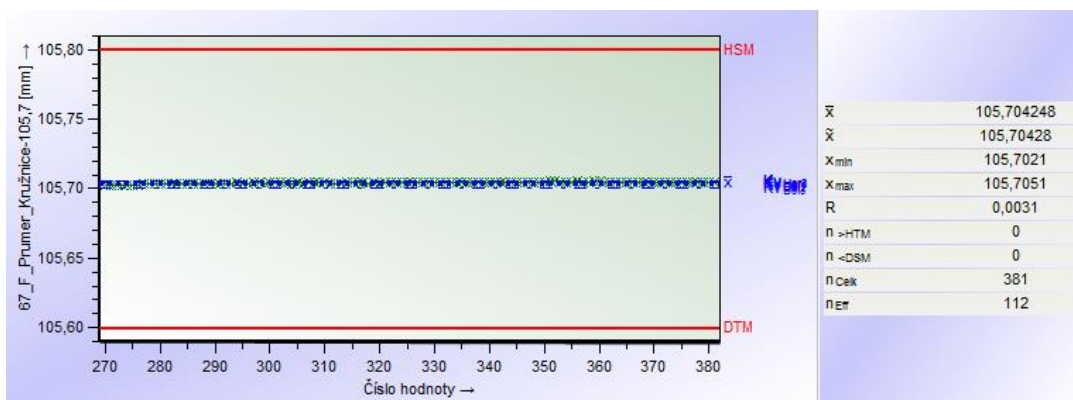
Obr. 20: Měření v intervalu 0-2 hodin na průměru $105,7 \pm 0,1$ mm



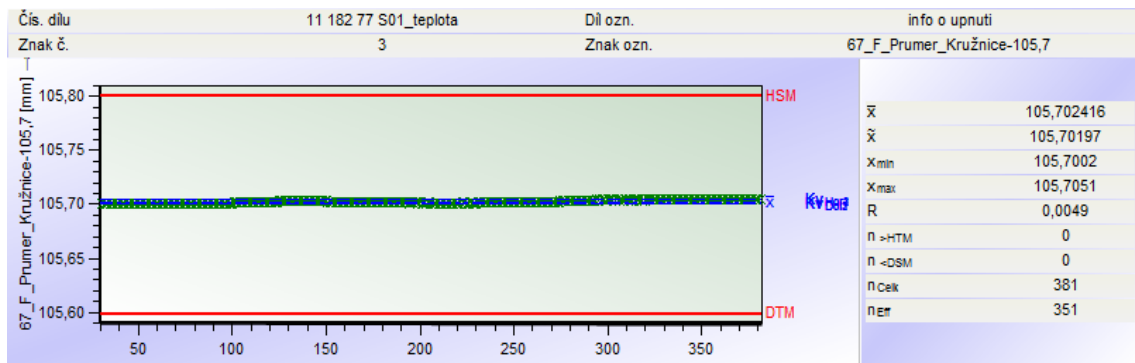
Obr. 21: Měření v intervalu 2-8 hodin na průměru $105,7 \pm 0,1$ mm



Obr. 22: Měření v intervalu 8-18 hodin na průměru $105,7 \pm 0,1$ mm

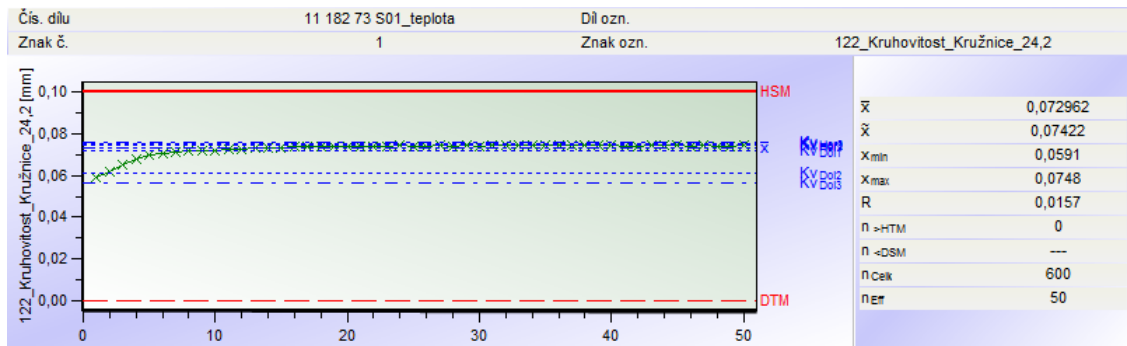


Obr. 23: Měření v intervalu 18-24 hodin na průměru $105,7 \pm 0,1$ mm

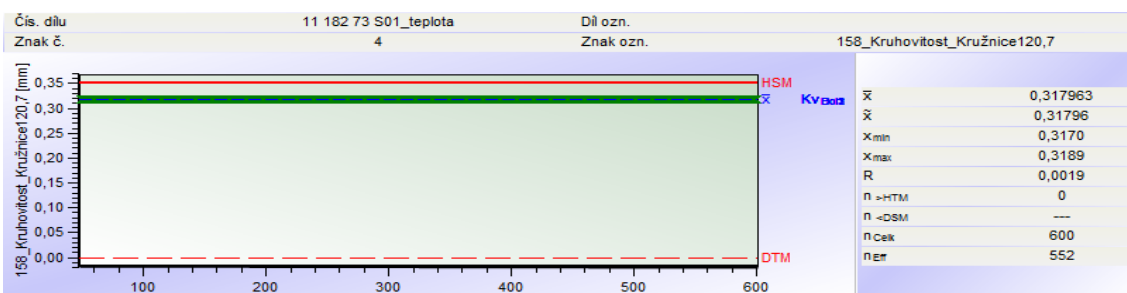


Obr. 24: Měření v průběhu 2-24 hodin na průměru $105,7 \pm 0,1$ mm

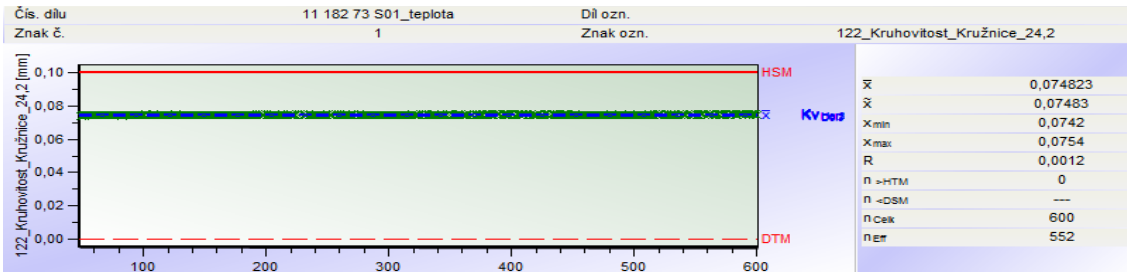
C. MĚŘENÍ HODNOT KRUHOVITOSTI



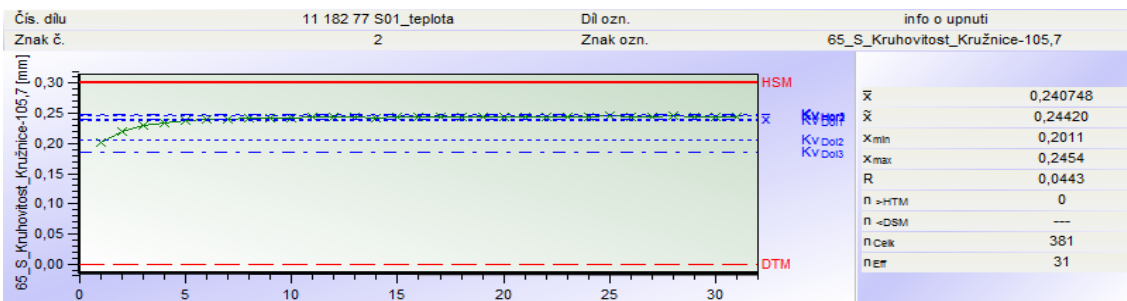
Obr. 1: Měření kruhovitosti v průběhu 0-24 hodin na průměru $120,7 \pm 0,1$ mm



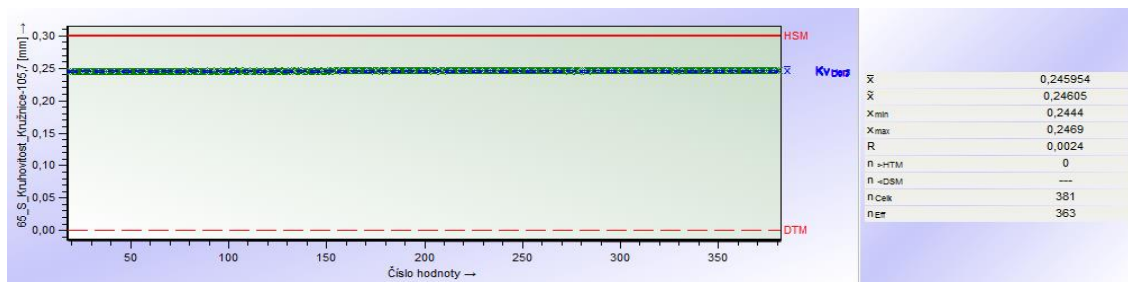
Obr. 2: Měření kruhovitosti v průběhu 2-24 hodin na průměru $120,7 \pm 0,1$ mm



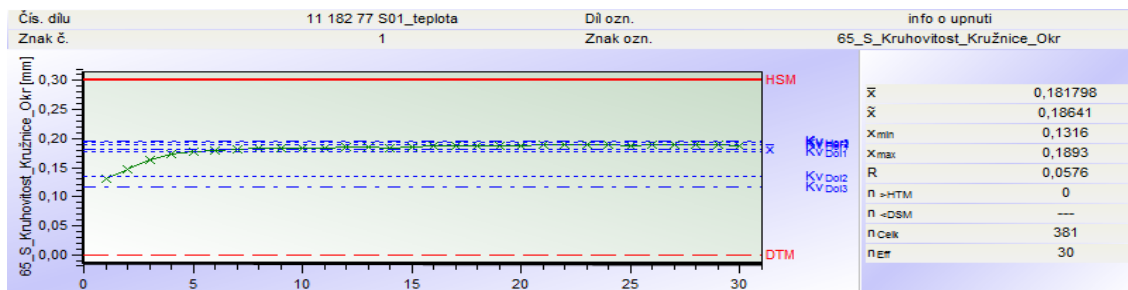
Obr. 3: Měření kruhovitosti v průběhu 2-24 hodin na průměru $24,2 \pm 0,1$ mm



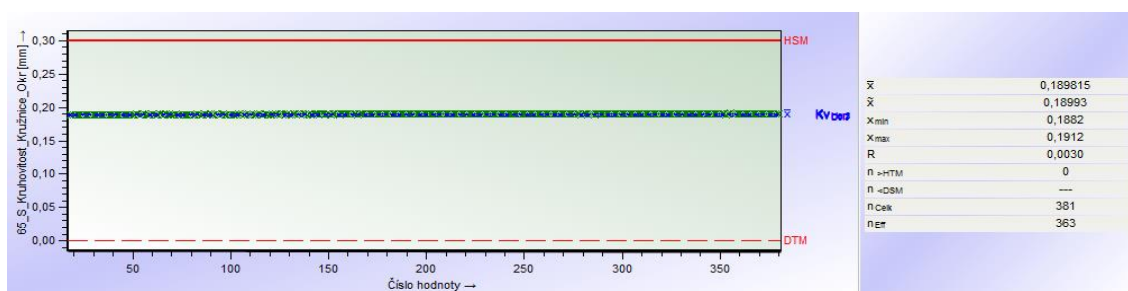
Obr. 4: Měření kruhovitosti v průběhu 0-24 hodin na průměru $105,7 \pm 0,1$ mm



Obr. 5: Měření kruhovitosti v průběhu 2-24 hodin na průměru $105,7 \pm 0,1$ mm



Obr. 6: Měření kruhovitosti v průběhu 0-24 hodin na průměru $115 \pm 0,1$ mm



Obr. 7: Měření kruhovitosti v průběhu 2-24 hodin na průměru $115 \pm 0,1$ mm