

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

ZÁVISLOST FUNKČÍCH VÝPADKŮ NA MĚŘÍCÍM SYSTEMU MONTÁŽNÍCH LINEK DRV2

FUNCTIONAL FAILURES DEPENDANCE TO MEASURING SYSTEM OF ASSEMBLY LINES
DRV2

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

PAVEL BARTÁK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. OSKAR ZEMČÍK, CSc.

BRNO 2008

ABSTRAKT

Bakalářská práce je zaměřena na montáž tlakového regulačního ventilu (DRV), který je součástí vstřikovacího systému Common rail vyráběného ve společnosti Bosch Diesel s.r.o.. Cílem této práce je zvážit možnost vlivů procesu montáže, komponentů na výpadky vyskytující se při ověřování funkce a navrhnout řešení k jejich minimalizaci. Po praktické části bylo soustředěno na samotnou montáž k získání potřebných dat, na jejichž základě se odvíjel směr analýzy, jako je měření potřebných komponentů v měřicích laboratořích firmy Bosch. Po zhodnocení byly navrženy opatření k jejich odstranění, kdy byly některé implementovány do procesu montáže a následně vyhodnoceny.

Klíčová slova

Tlakový regulační ventil, RLS, montáž, Analýza, Paretuv diagram, Ishikawa diagram, stanice, přípravek, měřidlo, seřízení, způsobilost

ABSTRACT

The Bachelor thesis is focused on assembly of pressure regulation valve (DRV) which is part of injection system Common Rail produced in company Bosch Diesel s.r.o.. The purpose of this thesis is to consider the possibilities of assembly process effects, components for failures when functionally checked and suggestion of solution to minimize them. After practical part there was focused on assembly process to get necessary data. On the base of these data direction of analysis was followed, as the measurement of claimed components in Bosch Diesel laboratories. After the evaluation the countermeasures were proposed which some of them were implemented in production and subsequently analysed.

Key words

Pressure regulation valve, RLS, assembly, analysis, Pareto diagram, Ishikawa diagram, station, fixture, gauge, adjustment, capability.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

BARTÁK, P. *Závislost funkčních výpadků na měřicím systému montážních linek DRV 2.*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. 49 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Oskar Zemčík, CSc.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma ZÁVISLOST FUNKČNÍCH VÝPADKŮ NA MĚŘÍCÍM SYSTÉMU MONTÁŽNÍCH LINEK DRV2 vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

Datum 16. 05 .2008



.....
Pavel BARTÁK

Poděkování

Děkuji tímto firmě BOSCH Diesel s.r.o. Jihlava a výrobnímu oddělení MFR3 jmenovitě vedoucímu oddělení Ing. Trnkovi J., vedoucímu výroby panu Fišerovi J., vedoucímu technologů a oponentovi bakalářské práce Ing. Vlčkovi M., technologům Ing. Škorpíkovi M., Ing. Klimentovi P., panu Šemrincovi O., dále vedoucímu práce z VUT Brno Ing. Zemčíkovi O., CSc. za podporu, cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce.

OBSAH

Abstrak.....	4
Prohlášení.....	5
Poděkování.....	6
Obsah	7
Úvod	8
1 VŠEOBECNÝ PŘEHLED	9
1.1 Systém Common rail	9
1.2 Tlakový regulační ventil - DRV	11
1.2.1 Sestava	13
1.3 Montážní linka	17
1.3.1 Praní	17
1.3.2 Suchá část	18
1.3.3 Mokrý část	19
1.4 Vpadek	21
1.4.1 Způsobilost strojů, zařízení a procesu	21
1.4.2 Způsobilost měřících a kontrolních procesů	23
2 ANALÝZA	24
2.1 Popis problému	24
2.2 Stanovení hlavních příčin výpadků	25
2.2.1 Analýza funkčních výpadků	25
2.2.2 Ishikawa diagram	26
2.3 Analýza příčiny v procesu montáže	28
2.3.1 Stanice 10B	28
2.3.2 Stanice 12	34
2.3.3 Stanice 20	37
2.3.4 Stanice 30	39
2.3.5 Stanice 80, 81, 82	42
3 OPATŘENÍ	45
3.1 Z hlediska vlivů montážních stanic	45
3.2 Z hlediska vlivů měřidel	46
Závěr	47
Seznam použitých zdrojů	48
Seznam použitých zkratk a symbolů	49

ÚVOD

Firma Bosch Diesel s.r.o. Jihlava se zabývá výrobou a montáží výrobků určených pro dieselové motory automobilového průmyslu. Jedná se o montáž vysokotlakých čerpadel, tlakových zásobníků rail a tlakového regulačního ventilu DRV. Tyto výrobky jsou součástí vstřikovacího systému Common Rail, kde každý zaujímá vlastní funkci.

Bakalářská práce je zaměřena na tlakový regulační ventil DRV, který se vyrábí od roku 1997, kdy BOSCH jako první na trhu začal vyrábět systém Common Rail pro osobní automobily. Výroba DRV byla zahájena v dceřiném závodě Spolkové Republiky Německo ve městě Bamberg. Roku 2003 byla přemístěna první generace DRV, následně roku 2004 byla zhotovena nová montážní linka 2 pro generaci druhou, ke které přibyla roku 2005 nová montážní linka 3. Kompletní výroba byla přestěhována zároveň s montážní linkou 1 v roce 2008 do Jihlavy. Z důvodu stálého vývoje byly montážní linky 1 a 3 upraveny pro montáž nově nabíhající třetí generace DRV. (4)

Práce je psána chronologicky, kdy je v první kapitole uveden náhled na systém Common Rail. Následně je zaměřena na tlakový regulační ventil DRV. Zde je popsán význam, funkce a objasnění principu nastavení tzv. RLS pro zajištění požadované funkce. Dále jsou zmíněny základní rozdíly mezi jednotlivými generacemi a v neposlední řadě samotný popis jednotlivých komponentů s objasněním jejich funkce resp. významu. U komponentů vyráběných v závodě BOSCH Jihlava je stručně popsán také průběh výroby. Následuje popis montážní linky, její základní rozdělení z hlediska průběhu montáže. U tohoto jsou popsány jednotlivé stanice s upřesněním, zda se jedná o pracoviště ruční, poloautomatické a automatické s popisem jejich funkce. Následující část je zaměřena na pojem výpadek a možnosti zabránění jejich výskytu pomocí sledovaných pojmů jakosti, nebo-li způsobilosti strojů, procesů a měřidel.

Další kapitola je zaměřena na samotnou analýzu. Nejdříve je popsán problém s přehledem aktuálních funkčních výpadků pomocí Paretova diagramu, který upřesní jakými výpadky se bude analýza dále zabývat. Následuje stanovení hlavní příčiny výpadků a upřesnění problematiky generace opět pomocí Paretova diagramu. Na základě výsledků je vyhotoven Ishikawa diagram, kterým jsou zváženy možné příčiny sledovaného problému. Následně je provedena analýza procesu montáže se zaměřením na stanice, mající přímý vliv na odhalený problém. U těchto jsou popsány principy a zváženy vlivy stroje, materiálu, metody a pracovníka. Zde dochází k odhalení určitých nesrovnalostí, které jsou pomocí dostupných možností řešeny a následně popsány.

Následující kapitola se zabývá minimalizací funkčních výpadků navržením možných opatření, které vychází z dat předešlé analýzy. Některá opatření byla zavedena a následně ověřena se zhodnocením přínosu.

Poslední kapitola obsahuje závěr, kde dochází k celkovému zhodnocení projektu.

1 VŠEOBECNÝ PŘEHLED

Před samotnou analýzou problému funkčních výpadků je zaměřeno na získání všeobecného přehledu o systému, produktu, montážní lince, objasnit pojmy výpadek a způsobilost strojů, procesu a měřidel.

1.1 Systém Common rail (1)

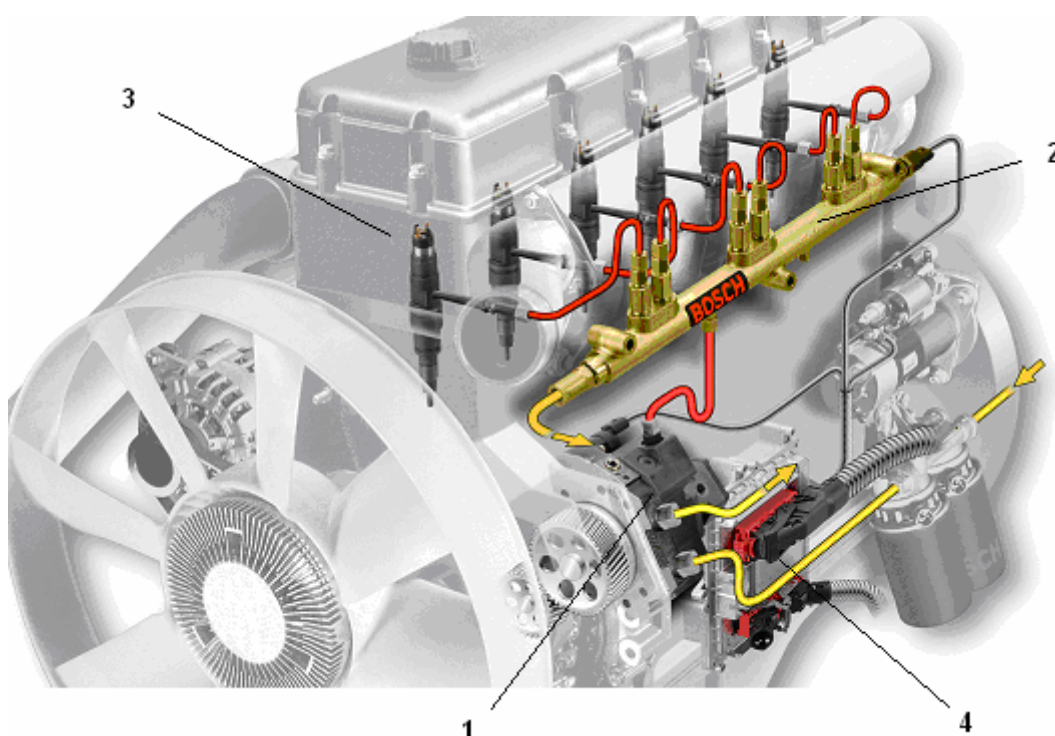
Jedná se o systém vysokotlakého, řízeného, odděleného vstřikování paliva do jednotlivých válců vznětového motoru firmy BOSCH. Vstřikovací tlak je vytvářen nezávisle na otáčkách motoru, vstřikované dávce a dosahuje tlaků až 2000 barů. Palivo je připraveno ve vysokotlakém zásobníku Rail. Vstřikovaná dávka je určena řidičem, na počátku vstřiku by měla být co nejmenší (během průtahu vznícení mezi začátkem vstřiku a začátkem hoření). Okamžik vstřiku a vstřikovací tlaky jsou vypočteny z uložených polí hodnot v elektronické řídicí jednotce na základě snímaných veličin a jsou realizovány vstřikovačem do každého válce motoru. Mezi snímané veličiny se zahrnují hlavně otáčky klikové a vačkové hřídele, poloha pedálu, tlak v systému, teplota chladicí kapaliny, snímač množství nasávaného vzduchu, rychlost vozidla,... . Tyto požadavky systém Common Rail splňuje úvodním, hlavním a následným vstřikem paliva:

- Úvodní vstřik – až 90° před horní úvratí, vstřikuje se malé množství paliva ($1...4 \text{ mm}^3$), které způsobí „předkondicionování“ spalovacího prostoru a může zlepšit účinnost spalování => snižuje hluk, spotřebu a v mnoha případech i emise. Zkrácením průtahu vznícení nepřímo přispívá k nárůstu točivého momentu motoru.
- Hlavní vstřik – dodává hlavní energii pro práci odevzdanou motorem, která odpovídá průběhu točivého momentu. Odstupem mezi úvodním a hlavním vstřikem se může měrná spotřeba snižovat nebo zvyšovat.
- Následný vstřik – může být nasazen k dávkování redukční palivové přísady pro určité přísady NO_x –katalyzátoru. Dopravuje přesně dávkované množství paliva do výfuku, které neshoří, ale odpaří se vlivem vysokých teplot zbytkových výfukových plynů. Vlivem recirkurace výfukových plynů je část paliva přivedena opět ke spalování a působí jako úvodní vstřik.

Své využití nachází v rozsáhlém motorovém průmyslu a to od osobních automobilů přes nákladní, stavební techniku (např. bagr), autobus až po lodní motory.

Systém lze rozdělit do čtyř základních skupin:

1. Zdroj tlaku – čerpadlo vyvíjející systémový tlak
2. Zásobník tlaku – Rail, udržuje během celého průběhu vstřiku téměř konstantní tlak v každé provozní části systému. U určitých variant je v extrémních případech regulován tlakovým regulačním ventilem DRV => zvyšuje komfort
3. Vstřikovací jednotka – řízený elektromagnetický ventil
4. Řídící jednotka – vyhodnocuje snímané veličiny a stanovuje optimální množství, tlak a okamžik vstřiku

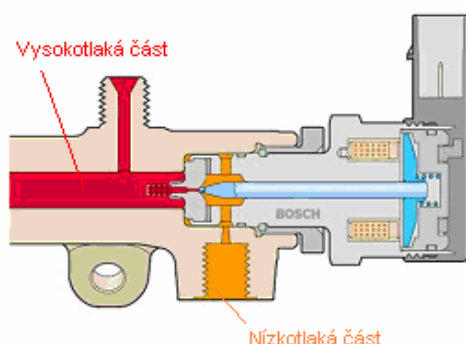


Obr. 1.1 Základní skupiny systému Commonrail na motoru (4)

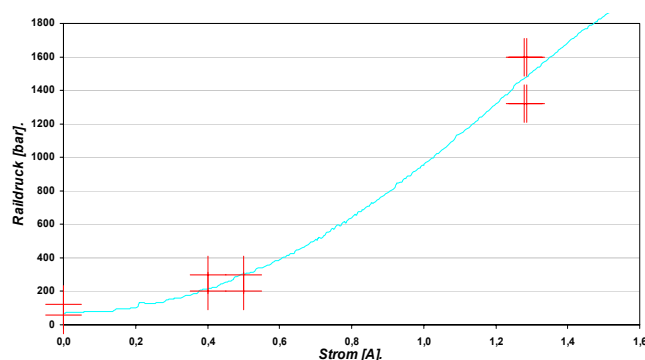
1.2 Talkový regulační ventil – DRV

DRV je zkratka německého názvu Druck-Regel-Ventil a v překladu znamená tlakový regulační ventil, který je montován do zásobníku tlaku rail a odděluje vysokotlakou část od nízkotlaké pomocí těsnících komponentů. Úkolem je nastavovat a držet tlak v railu v závislosti na aktuálním zatížení motoru na základě snímaných veličin. Získané hodnoty jsou předávány do řídicí jednotky, ta je vyhodnocuje a volí optimální velikost vstupního proudu do cívky ventilu. Magnetická síla elektromagnetu je úměrná přivedenému proudu a zároveň tlaku v systému. Nebo-li vytvořené elektromagnetické pole působí tažnou silou na kotvu, která vyvinutou sílu přenáší na těsnící komponenty, přes kuličku do sedla a tím tlak v systému zvyšuje nebo snižuje (ventil zavřen / otevřen). Pro správný průběh regulace tlaku je využívána taktovací frekvence 1 kHz, která zamezuje rušícím vlivům pohybů kotvy a tím kolísání tlaku v systému. Regulační ventil tlaku má dva regulační okruhy:

- pomalejší elektrický regulační okruh pro nastavení proměnné střední hodnoty tlaku
- rychlejší mechanicko-hydraulický regulační okruh, který vyvolává vysokofrekvenční tlakové kmitání (1)

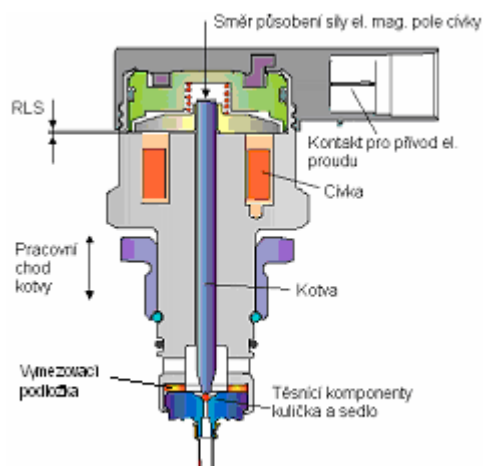


Obr. 1.2 Upevnění DRV v Railu (4)



Obr. 1.3 Křivka závislosti tlaku na přivedeném proudu do cívky s tolerančními okny

Správné funkce je dosaženo nastavením tzv. RLS (Rest – Luft - Spalt), nebo-li vzdálenosti talířku kotvy od tělesa s usazenou cívkou, pomocí vymezovací podložky. Tyto jsou rozděleny do různých tříd dle jejich tloušťky. Jejich správnou volbou na základě měření je zajištěna „stále stejná“ mezera a tím i působení stejné velikosti elektromagnetického pole na kotvu. Toto zaručuje u všech vyrobených DRV schopnost držet požadovaný systémový tlak za stanoveného proudu v rámci stanovených tolerancí.

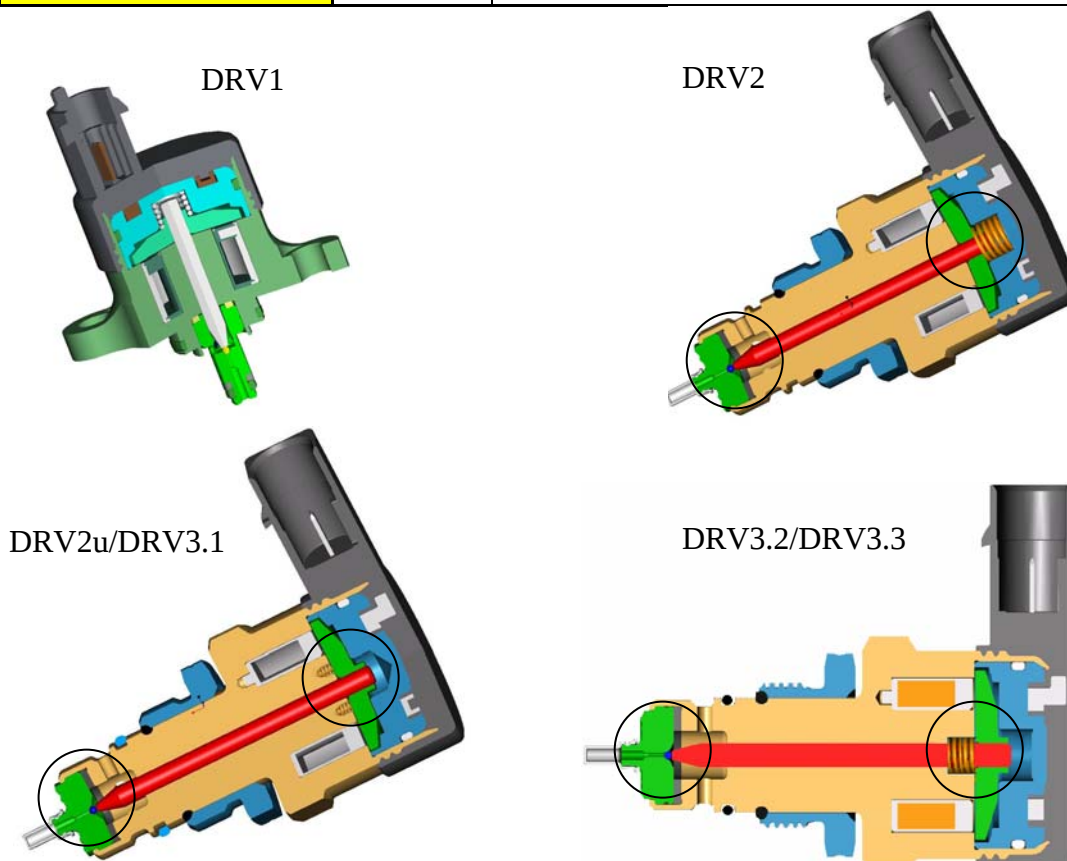


Obr. 1.4 Princip funkce DRV (4)

Jako každý výrobek, se i DRV postupně vyvíjí. Aktuálně se montují tři generace, které mají shodnou funkci v systému a liší se viz. tab.1.1

Tab. 1.1 Základní rozdíly mezi generacemi DRV

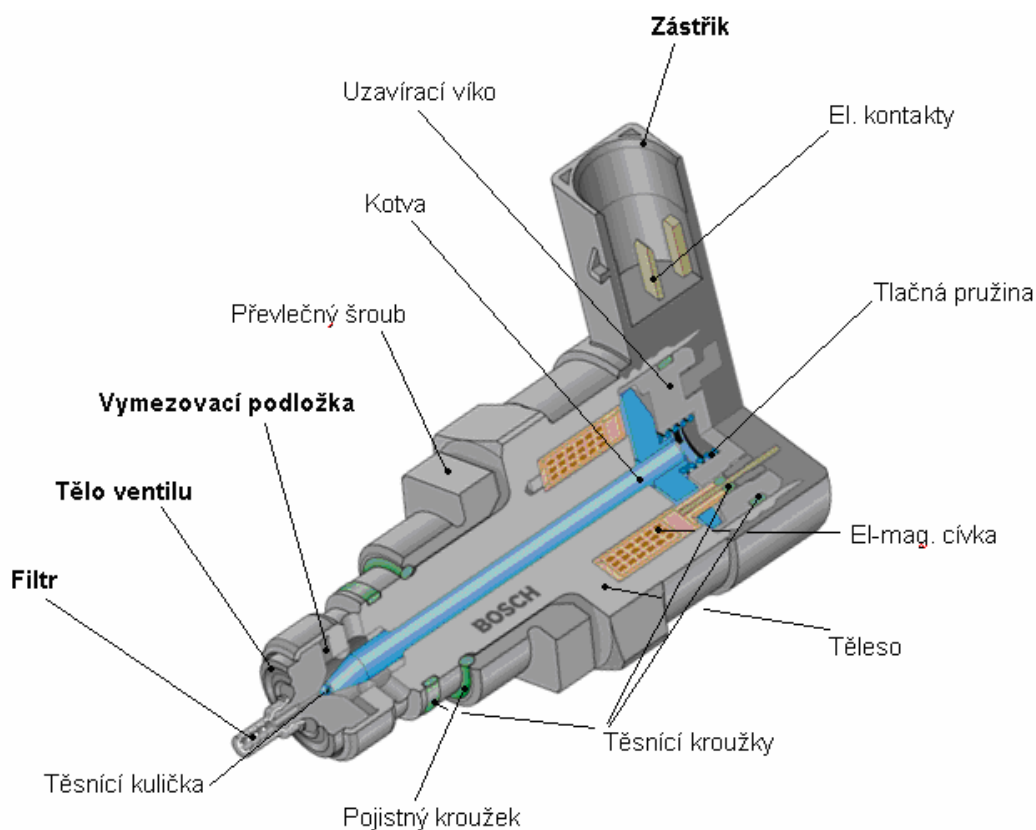
Rozdíly	1 generace	2 generace		3 generace		
	DRV1	DRV2	DRV2u	DRV3.1	DRV3.2	DRV3.3
Systémový tlak	1350 bar	1600 bar		1800 bar		2000 bar
Tlačná pružina / působení	1x shora kotvy centrální / uzavírá		2x ze spodu kotvy / otevírá		1x ze spodu kotvy – centrální / otevírá	
Aretační kolík	ano				ne	
Těsnění vysokotlaké oblasti	O-kroužek	Zakusovací hrana (Beisskante)				
		Ø12,7 mm		Ø9,3 mm	Ø12,7 mm	
Úhel těsnícího sedla	85°			95°	70°	
Průměr těsnící kuličky	1,5 mm				1,2 mm	
Zákaznická přípojka, popis	Dle požadavků zákazníka					
Použití	CP1, Rail	Rail				
Upevnění	Příruba/šrouby	Převlečený šroub				



Obr. 1.5 Přehled generací DRV v řezu (4)

1.2.1 Sestava

DRV se jako každý montovaný výrobek skládá z jednotlivých komponentů (částí). Obdržením těchto komponentů, vlastněním montážního zařízení a potřebných znalostí, je možné ventil sestavit a ověřit jeho správnou funkci pomocí funkční zkoušky. Každý dodavatel má stanovené předpisy a výkresy. Tyto se podřizují normám, dle kterých musí dodávat výrobky v požadované jakosti. Jakost dodávaných komponentů má velký vliv na správnost montáže a funkci ventilu. Vždy na začátku dohody o odběrech probíhá vzorkování dle VDA, kontrolují se rozměry, tvrdosti, způsobilost výrobních zařízení, procesů a kontrolních měřidel. Odchytky nalezené při vzorkování se řeší s dodavatelem do jejich odstranění a poté následuje opakované vzorkování. Je-li komponent uvolněn, tak následují pravidelné namátkové kontroly dodávaných šarží. Po ověření následuje uvolnění pro montáž. Toto vyřizují pomocná oddělení vývoj, nákup a vstupní kontrola.



Obr. 1.6 Řez DRV2, popis jednotlivých komponentů

- tučné: opracovávané v závodě

- obyčejné: od dodavatelů (4)

Komponenty použité při montáži DRV jsou rozděleny dle způsobu dodávek a to na dodávané v hotovém stavu určené přímo pro montáž a dodávané jako polotovary k dalšímu opracování do konečného stavu (soustružení, broušení, ...). Každý z montovaných komponentů má svou specifickou funkci a význam v rámci montáže.

a) Komponenty od dodavatelů

Těleso ventilu (Gehäuse) - slouží jako nosný prvek všech montovaných komponentů a k upevnění do railu pomocí převlečeného šroubu.



Obr. 1.7 Těleso ventilu

Kotva (Anker) - slouží k přenosu sil elektromagnetického pole cívky na těsnicí kuličku, tím dochází k otevírání či uzavírání ventilu. Kotva se skládá ze dvou navzájem lisovaných částí – dřívku a talířku.



Obr. 1.8 Kotva

Elektromagnetická cívka (Spule) - slouží k vyvolání elektromagnetického pole v okolí cívky přímo úměrné závislosti na přivedeném proudu. V provozu dosahuje teplot až 180 °C.



Obr. 1.9 Elektromagnetická cívka

Uzavírací víko (Deckel) - slouží k uzavření, utěsnění nízkotlaké části tělesa ventilu, přívodu el. proudu skrz izolované piny cívky procházející vrtanými otvory skrz těsnicí O-kroužky do cívky.



Obr. 1.10 Uzavírací víko

Elektrický kontakt (Flachstecker) - slouží k přivedení elektrického proudu do elektromagnetické cívky. Jeho napojení na cívku se provádí tavným svařováním za použití vysokého proudu. Liší se tvarem a povrchovou úpravou - dle požadavků zákazníka.



Obr. 1.11 Elektrický kontakt

Tlačná pružina (Feder) - slouží k zajištění:

Shora kotvy - tlaku v systému bez přivedeného proudu do cívky okolo 100 barů a zároveň zabraňuje velkému chodu kotvy.

Ze spodu kotvy – k odpuštění tlaku systému s Piezo-vstřikovači



Obr. 1.12 Tlačná pružina

Těsnící O-kroužky (Dicht O-Ringe) – slouží k zajištění vnější těsnosti ventilu. Těsní pouze nízkotlakou část. Liší se rozměrem dle místa použití.



Obr. 1.13 Těsnící O-kroužky

Těsnící kulička (Dicht Kugel) - slouží jako těsnící prvek mezi vysoko a nízkotlakou částí. Utěsnění je způsobeno tlakem kotvy přes kuličku do těsnícího sedla těla ventilu. Nejmenší a nejvíce zatěžovaný komponent o $\varnothing 1,5$ a $1,2$ mm.



Obr. 1.14 Těsnící kulička

Pojistný kroužek (Sprengring) - slouží jako opěrný kroužek mezi tělesem a převlečným šroubem při montáži DRV do railu, nebo-li přenáší jeho axiální sílu.



Obr. 1.15 Pojistný kroužek

Převlečný šroub (Überwurfschraube) - Slouží k upevnění do railu jeho nasunutím na těleso a opřením při šroubování o pojistný kroužek.



Obr. 1.16 Převlečený šroub

b) Komponenty z montážního závodu

Vymezovací podložka (Ausgleichschaibe) - slouží k nastavení RLS (Rest-Luft-Spalt), nebo-li mezery mezi tělesem a talířkem kotvy. Dodává se jako polotovar o tloušťce 1,4 mm. První operce je praní, následuje broušení s úběrem materiálu 0,05 mm z obou stran, až se dosáhne požadované tloušťky. Další operace je odjehlení omíláním brusnými tělísky. Následuje praní a v poslední řadě třídění po 0,002 mm do 70 různých tříd. Poté jsou předány na montáž DRV.



Obr. 1.17 Vymezovací podložka

Filtr (Filter) – slouží k zabránění vniku nečistot do funkční části ventilu. Polotovar je dodáván jako výtažek z nerezové oceli, následuje laserové pálení otvorů o velikosti $0,06 \pm 0,02$ mm o počtu 2000 ± 200 otvorů. Další operací je odjehlení pomocí elektrochemického leštění ve směsi kyselin za pomoci ultrazvukové lázně. Poté jsou filtry prány a dodávány na montáž DRV.



Obr. 1.18 Filtr

Tělo ventilu (Ventilkörper) - slouží k utěsnění vysokotlaké části od nízkotlaké. Obdrží se jako polotovar s vnějšími rozměry, následuje praní k odstranění antikorozní ochrany a nečistot. Poté se brousí čelní plocha pro podložku a funkční část těsnicího sedla, následuje mezioperační praní. Další operace je soustružení, obrobek je upnut za vnější obvod a doražen na obroušenou plochu, následuje soustružení zakusovacích hran (Beisskante) a zápichu pro filtr. Obrobené tělo ventilu je práno a dodáváno na montáž DRV.



Obr. 1.19 Tělo ventilu

Zástřík (Umspritzung) - slouží k ochraně el. kontaktů a k uchycení zákaznické přípojky. Je vyráběn z granulí. Nejdříve se zbavují vlhkosti a zároveň předehřívají na 90°C . Poté dojde k roztavení za teploty až 280°C a vstřiku pod tlakem 250 ± 30 bar do formy ve vstřikolislu na již smontované DRV ze suché části montážní linky. Následuje ochlazení, vyhození DRV pomocí vyhazovačů, odlomení zbytku granulátu z odtokových kanálků a pokračování v montáži.



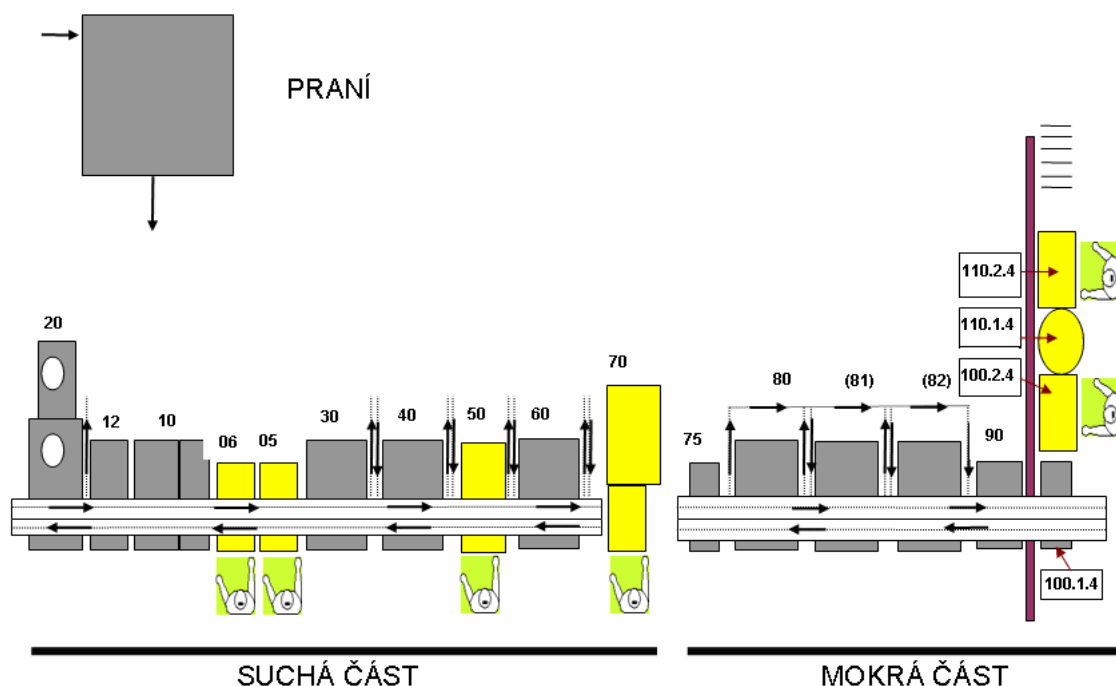
Obr. 1.20 Zástřík na hotovém DRV

1.3 Montážní linka

Montážní linka DRV2 je uspořádána v předemném uspořádání a určena pro sériovou produkci, která za 24 hodin dosahuje přes 6000 ks. Na lince se nachází pracoviště ruční, poloautomatické a plně automatické. Tok materiálu z pračky je zajištěn ručními vozíky a je dodáván přímo do zásobníků jednotlivých stanic, které je automaticky zpracovávají, nebo do fifo regálů, které zajišťují zpracovávání v časovém sledu. Po lince, mezi jednotlivými operacemi, je doprava DRV zajištěna pásovým dopravníkem ve speciálně upraveném nosiči – WT (Werkstück Träger).

Montáž se rozděluje do třech částí:

- Praní
- Suchá část
- Mokrá část



Obr. 1.21 Schema montážní linky 3 - tok materiálu, značení jednotlivých operací (4)

1.3.1 Praní

Téměř všechny komponenty jsou před vstupem do montáže prány. Praní se provádí z důvodu odmaštění antikoročních prostředků a odstranění nečistot. Praní se provádí ponorem do lázní s ultrafiltrací (vysokofrekvenční chvění lázně) v pracím zařízení Hega. Nejdříve se komponenty uloží do pracích rámečků a následuje vložení na dopravník. První operace je vysokotlaký ostřík, další operace je prání ve třech po sobě jdoucích vanách, po kterých následuje třikrát po sobě jdoucí oplach. Poté se nanáší krátkodobá pasivace s ofukem, sušením a v poslední fázi odmagnetizování.

Z důvodu zajištění požadované čistoty se pravidelně odebírají vzorky komponentů a pracího média dle časového harmonogramu. Tyto se následně

oplachují zkušební médiem, které protéká přes sběrný filtr s otvory 0,003 mm. Tento se následně vyhodnocuje na velikost a počet nežádoucích částic vyhodnocovacím zařízením Laica.

1.3.2 Suchá část

Jedná se o část montáže, kde dochází k nastavování ventilu, kompletaci a nedochází ke styku se zkušební kapalinou. Jedná se o následující stanice a jejich funkce:

05 – ruční pracoviště, montáž cívky a kotvy do tělesa ventilu + osazení na WT

06 – ruční pracoviště, montáž těsnícího O-kroužku na dekl + jeho osazení společně s tělem ventilu na WT

10 – automatické pracoviště, rozděluje se na dvě operace:

- kontrola správnosti dílců, jejich poloha + nalepení Barcódů (identifikační čárový kód, který musí každá stanice načíst před zahájením operace a ověřit status operace předešlé => každé DRV má své pořadové číslo a veškerá data z procesu jsou ukládány na disk)
- zjištění účinnosti el.mag. pole cívky jejím přeměřením. Tato hodnota je použita pro nastavení RLS.

12 – automatické pracoviště, předražení sedla v tělu ventilu pro těsnící kuličku. Toto se děje za účelem zamezení zamačkování kuličky do sedla v provozu a tím změně nastavených hodnot.

20 – automatické pracoviště, rozděluje se do více operací:

- osazení sedla těla ventilu kuličkou
- přeměření polohy kuličky vůči čelu těla ventilu (hodnota pro RLS)
- na základě získaných hodnot ze stanice 12 a polohy kuličky v sedle se vybere vymezovací podložka u které se rozměr ještě jednou ověřuje před samotným osazením do tělesa ventilu
- pertlování těla ventilu do tělesa

30 – automatické pracoviště, rozděluje se do více operací:

- kontrola přítomnosti kuličky + namazání vrtání pro Pin O-kroužky v deklu
- předražení dříku kotvy o kuličku. Toto se děje za účelem zamezení zamačkování kuličky do dříku kotvy v provozu a tím změně nastavených hodnot.
- Osazení kotvy tlačnou pružinou
- Kontrola přítomnosti a správné polohy tlačné pružiny
- Lisování deklu do tělesa
- Osazení pinů cívky těsnícími pin O-kroužky

40 – automatické pracoviště, rozděluje se do více operací:

- Pertlování deklu do tělesa
- Nízkotlaká zkouška těsnosti ověřující přítomnost, správnou polohu těsnících O-kroužků

50 – poloautomatické pracoviště – vizuální kontrola nečistot na deklu, osazení pinů cívky el. kontaktem a vzájemné svaření

60 - automatické pracoviště, rozděluje se do více operací:

- Přeměření výšky těla ventilu
- Kontrola průtoku skrz filtr a jeho osazení
- Temování filtru do zápichu těla ventilu – správná poloha zatemování určena předcházejícím měřením

70 – poloautomatické pracoviště – vizuální kontrola správnosti svárů, osazení ventilu do formy vstřikolisu, zástřík a odsátí možných nečistot



Obr. 1.22 Montážní linka suchá část

1.3.3 Mokrý část

Jedná se o část montáže, která je zaměřena na ověření správnosti montáže ze suché části pomocí funkční a elektrické zkoušky. Dále zde dochází k úplné kompletaci a balení před odesláním k zákazníkovi. Jedná se o následující stanice a jejich funkce:

75 – automatické pracoviště, oplach a osušení z důvodu zajištění čistoty

80 až 82 – automatické pracoviště, funkční zkouška. Zde se ověří správnost předešlých operací (nastavení + kompletnost). Jsou zde definovány následující zkušební body a jejich význam:

- Proplach - slouží k předebrání zkoušeného DRV na provozní teplotu, zároveň je schopen odhalit i velmi špatné nastavení (hodně volné tolerance)

- Bod P0 (otevírací tlak) – slouží k ověření přítomnosti pružiny, při konstantním průtoku a nulovém proudu musí držet stanovený tlak - pouze DRV2. DRV2-u, DRV3.x je přiveden konstantní proud $0,35 \pm 3\%$ A.
- Bod P1 – slouží k ověření funkčnosti ventilu, při konstantním proudu a průtoku musí držet stanovený tlak
- Bod P2 – význam stejný viz. bod P1, pouze je stanoven jiný proud a neprovádí se 100%, nýbrž namátkově, tzv. audit zkouškou (1x / 100 měření, pouze DRV2)
- Průsak – slouží k ověření těsnosti (průtoku) mezi kuličkou a sedlem při konstantním proudu a tlaku

90 – automatické pracoviště, rozděluje se do více operací:

- Kontrola el. odporu cívky
- Kontrola el. izolačního odporu cívky s přivařeným kontaktem vůči tělesu
- Osušení povrchu zástříku
- Laserový popis
- Kontrola čitelnosti DMC (Data-Matrix-Code)

100 – automatické pracoviště, nanesení antikorozní ochrany na část tělesa ventilu, která není opatřena povrchovou úpravou Cr3

101 – poloautomatické pracoviště, montáž převlečeného šroubu a pojistného kroužku

103 – automatické pracoviště, rozděluje se do více operací:

- Kontrola mezery mezi převlečeným šroubem a tělesem. Velikost mezery je důležitý faktor pro montáž do Railu.
- Nasazení nízkotlakého O-kroužku

102 – ruční pracoviště, vizuální kontrola na úplnost, správnost, poškození, odhlášení ze systému a balení.



Obr. 1.23 Montážní linka mokrá část (funkční stanice, dokončení)

1.4 Výpadek

Jedná se o neshodný výrobek, který neodpovídá předepsané dokumentaci po stránce funkční, rozměrové a vzhledové. Výskyt výpadků je ovlivněn procesem, nebo-li sledem činností a průběhů, při kterých jsou výchozí materiály nebo předem opracované dílce, dále opracovány až je vyroben nebo smontován výchozí výrobek (2). V tomto případě se jedná o procesy u dodavatelů jednotlivých komponentů, o opracování v závodě a v konečné fázi o samotné seskupení v celek na montážní lince. Aby bylo dosaženo požadované jakosti, tak se sledují dva základní ukazatele, kterými se předchází výskytu neshodných výrobků, popřípadě dojde k jejich odhalení před expedicí k zákazníkovi. Jedná se o:

- způsobilost strojů, zařízení a procesu
- způsobilost měřících a kontrolních procesů

1.4.1 Způsobilost strojů, zařízení a procesu (2)

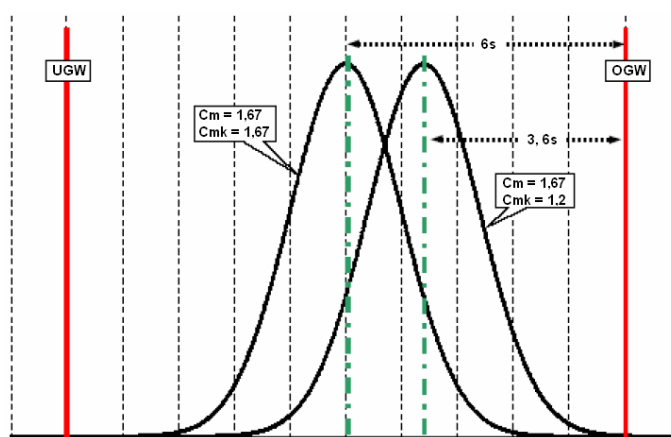
Představuje schopnost procesu dosahovat předem stanovených kritérií jakosti. Stabilní (zvládnutý) proces podléhá pouze náhodným vlivům. Časově stabilní vlastnosti procesu jsou zejména poloha a rozptyl. Rozlišuje se mezi dlouhodobými a krátkodobými analýzami procesu:

- Krátkodobá analýza – evidují se a hodnotí parametry výrobků, vyrobených v kontinuálním výrobním běhu.
- Dlouhodobá analýza - hodnotí se proměřované díly z delšího časového období reprezentující sériovou výrobu.

Kvantitativními měřítky pro posouzení způsobilosti jsou např. způsobilosti strojů a procesů (výkonnost), které musí dosahovat resp. překračovat zadané minimální hodnoty.

- Způsobilostí strojů je míněna krátkodobá analýza, jejímž cílem je odhalit vlivy na výrobní proces způsobené výhradně strojem. Značí se indexem C_m a C_{mk} (bez a se zohledněním systematické chyby), které musí dosahovat hodnot větších 1,67.
- Způsobilostí procesu je míněna analýza za další časové období, která vedle vlivů způsobených strojem, dodatečně odhaluje pokud možno všechny vlivy působící na proces zvenčí. Značí se indexem C_p a C_{pk} , které musí dosahovat hodnot větších 1,33.

C_m / C_p zohlední
oproti C_{mk} / C_{pk} pouze
šířku rozptylu, nikoliv
rozdělení vzhledem k
tolerančnímu poli => stroj je
stabilní, ale vyrábí na hranici
tolerance, viz obr. 1.24



Obr. 1.24 Rozdělení C_{mk} a C_m vzhledem k tolerančnímu poli (2)

Pro analýzu způsobilosti stroje jsou předpokladem schopné měřicí / kontrolní procesy. Dále je nutno se soustředit na vlastnosti stroje, tzn. je cílené vyloučit možné ovlivňující / poruchové veličiny, resp. minimalizovat jejich ovlivňování. Příklady vlivů:

- člověk – obsluha, směnnost
- stroj – počet otáček, posuv, nástroje, doba výrobního taktu, tok a teplota chladicího prostředku, tlaky, stav změn v případě optimalizačních opatření
- materiál – polotovary, surové části z různých dodávek resp. výrobců
- metoda – vstupní čas obráběcího zařízení před odebráním výběru, rozdílné přípravné zpracování / výrobní běh
- okolní prostředí – teplota okolí (změny během produkce), vzduch, vlhkost, tlak, otřesy, umístění (v patře, ..), mimořádné události (otevřená okna, ...)

Průběh analýzy způsobilosti stroje:

- Příprava stroje tak, aby naměřené hodnoty ležely na středu tolerance. U jednostranné tol. zvolit co nejlepší nastavení ohledně mezní hodnoty resp. cílové.
- Výroba reprezentativního počtu (min. 50, doporučeně 100, dle interní Bosch normy je možné pro schopnost stroje použít 25 ks pod podmínkou, že index musí být větší 2) dílů v nepřerušovaném výrobním běhu. Odchytky dokumentovat.
- Měření dílčího parametru(ů) a dokumentace výsledků v souladu s výrobním pořadím.
- Statistické vyhodnocení:
 - o Analýza stability v čase na základě grafů z měření:
 - ◆ Kvalitativní posouzení, systematické jevy
 - ◆ Analýza rozložení hodnot
 - o Standardní metoda – výpočet charakteristických parametrů způsobilosti využitím speciálního distribučního softwaru
- Minimální požadavek splněn?
 - o Ne - analýza problému, opatření na zlepšení
 - o Ano – stroj je způsobilý

1.4.2 Způsobilost měřících a kontrolních procesů (3)

Provádí se, aby mohlo měřící zařízení v místě nasazení měřit kvalitativní parametr s dostatečně malým rozptylem naměřených hodnot v závislosti na toleranci sledovaného parametru. K tomuto účelu je stanoveno 6 metod:

1. kontrola způsobilosti měřícího procesu z hlediska rozptylu a umístění naměřených hodnot v tolerančním poli parametru
2. kontrola způsobilosti měřícího procesu sériových dílů z hlediska rozložení rozptylu v případech, kdy je měřící proces ovlivňován lidským činitelem
3. kontrola způsobilosti měřícího procesu sériových dílů z hlediska rozložení rozptylu v případech, kdy měřící proces není ovlivňován lidským činitelem
4. vyšetření linearit měřícího zařízení
5. kontrola stability měření pomocí vyhodnocovací karty $\bar{X} - s$
6. kontrola způsobilosti procesu z hlediska jednoznačnosti rozhodování při kontrole kvalitativních a atributivních parametrů (hodnocení ano/ne)

Pro provádění měření a kontrol jsou využívány opakovatelně měřitelné etalony a objekty z výroby. Výsledky měření a kontrol jsou vždy zatíženy určitou nespolehlivostí. Je-li měřící proces nezpůsobilý, je nutné zjistit příčiny a na jejich základě stanovit nápravná opatření k jejich odstranění. Při tomto je nutné šetřit náhodné a systematické odchylky měření, vliv měřeného objektu a lidského činitele. Proces může být dále ovlivňován pomocnými měřícími prostředky, upínacími přípravky a rovněž zvolenou strategií a podmínkami okolního prostředí. Vyhodnocování se provádí pomocí statistického software a to z důvodu zabránění vzniku odchylek při zaokrouhlování u mezivýsledků.

Způsobilost se prokazuje v místě nasazení měřícího zařízení a statistickým vyhodnocováním. Toto má smysl pouze pro měřící a zkušební zařízení, která jsou používána pro měření nebo vyhodnocování stejných parametrů u dostatečně velkých ověřovacích dávek ($N \geq 25$).

Měřidla podléhají periodickým kontrolám, při kterých je zjišťována systematická odchylka měření. Rozhodujícím činitelem je správné nastavení (kalibrace) měřícího zařízení dle návodu od výrobce, provádí zkušební technik.

Způsobilost měřidel se označuje indexem C_g a C_{gk} (bez a se zohledněním systematické chyby), které musí dosahovat hodnot větších 1,67. Celková standardní odchylka měřícího procesu $GRR\%$ - vztažená k toleranci parametru musí být $< 10\%$ pro splnění, $10 - 20\%$ pro splnění s podmínkou a $> 20\%$ nesplněno.

Pro výpočet způsobilostí je využit softwar QS-Stat ME6.

2 ANALÝZA

2.1 Popis problému

a) Stanovení problému:

- výpadky na funkčních stanicích montážní linky
- závislost funkčních výpadků na měřícím systému montážní linky
- závislost funkčních výpadků na jakosti dodávek komponentů

b) Důsledky funkčních výpadků:

- omezení kapacity montáže
- zvýšené náklady na špatné kusy – šrot
- riziko pro zákazníka – spokojenost, reklamace

c) Určení oblasti analýzy:

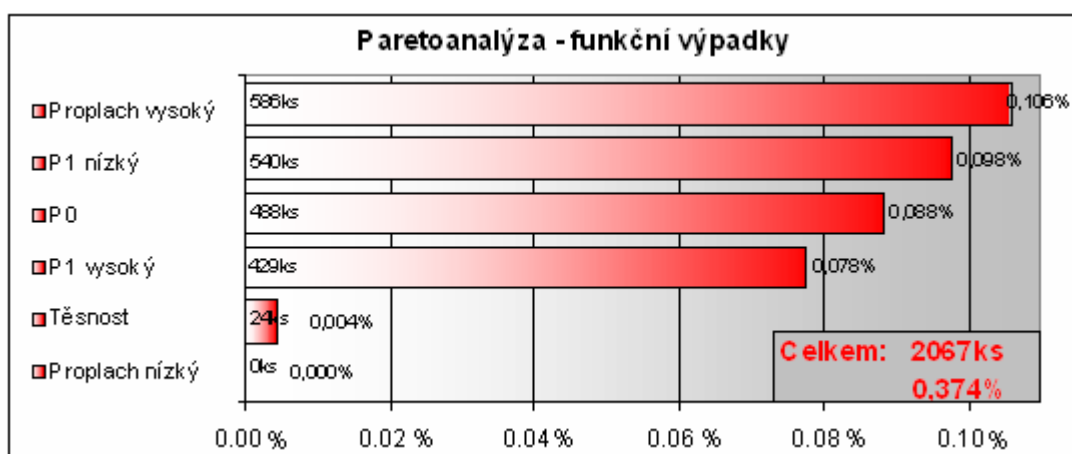
- oblast analýzy je znázorněna pomocí toku materiálu. Zde je zřejmé, že do oblasti analýzy musí být zahrnuty dodávky komponentů od dodavatelů dále z vlastní výroby a průběh samotné montáže. Ostatní oddělení jsou pouze pomocná, tedy z jejich strany nemůže dojít k přímému ovlivnění samotných výpadků.
- z důvodu velkého rozsahu možných vlivů, je práce zaměřena hlavně na samotnou montáž a vliv jednotlivých operací ML3. V případě odhalení možných nesrovnalostí s dodávanými komponenty budou tyto řešeny.



Obr. 2.1 Materiálový tok výroby

d) Přehled funkčních výpadků:

- K vytvoření přehledu je využit Paretuv diagram. Tento odděluje podstatné faktory od méně podstatných a tím ukazuje směr, kterým je nutné zaměřit úsilí při odstraňování nedostatků. Nebo-li, nejdříve je nutné se zaměřit na největší výskyt výpadků, v našem případě body funkční zkoušky, tyto řešit a eliminovat.
- vyjádření je v kusech a procentech z důvodu lepší představivosti množství výpadků k vyrobeným kusům
- pro přehled funkčních výpadků jsou použity data za 4 měsíce roku 2008, montována druhá a nově nabíhající třetí generace



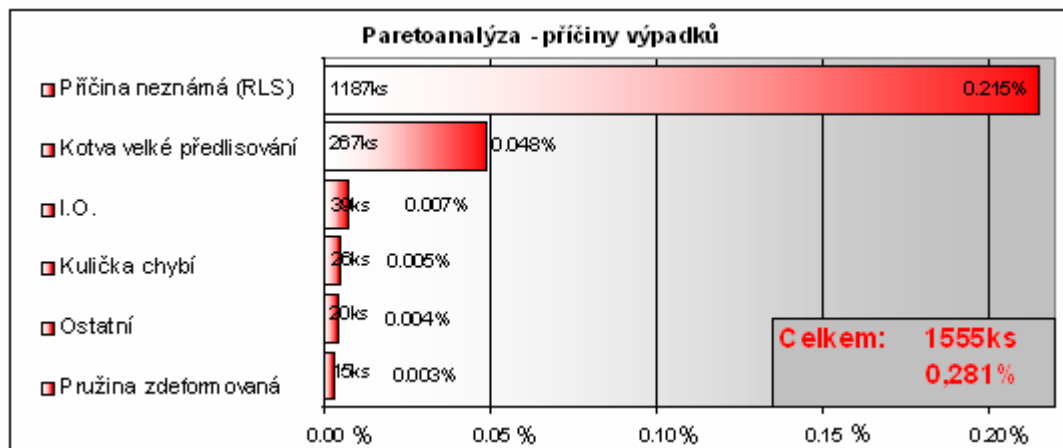
Obr. 2.2 Přehled funkčních výpadků dle zkušebních bodů, ML3, 01-04 / 2008

Z výše uvedeného grafu vyplývá, že největší podíl na funkčních výpadcích má zkušební bod P1 a proplach. Oba tyto body je možné považovat za jeden, protože mají stejný průběh a rozdíl je pouze ve stanovených tolerancích (proplach má tolerance širší, jelikož slouží pouze pro zahřátí DRV). Jinak řečeno, dojde-li k výpadku na špatný proplach, tak je zákonitě špatný také bod P1. Dále následuje zkušební bod P0 a v zanedbatelném počtu těsnost => práce bude zaměřena na bod P1 a proplach.

2.2 Stanovení hlavních příčin výpadků

2.2.1 Analýza funkčních výpadků

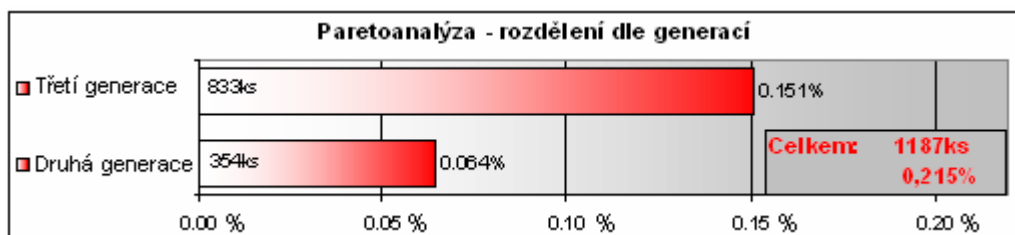
Každé DRV, které je při funkční zkoušce vyřazeno jako neshodný kus, je určeno k analýze příčiny výpadku. U těchto jsou načítány funkční hodnoty, které výpadek způsobily. Na jejichž základě následuje opětovné přezkoušení na funkční stanici, které není z důvodu kapacit prováděno 100%, nýbrž namátkou. Poté následuje demontáž a vizuální kontrola na správnost, úplnost, poškození k určení příčiny výpadků.



Obr. 2.3 Příčiny funkčních výpadků zkušebních bodů proplach a P1, ML3: 01 – 04/2008

Z výše uvedeného grafu vyplývá, že největší podíl na funkčních výpadcích má špatné nastavení RLS => bude soustředěno na tuto problematiku. Pro připomenutí - RLS, jedná se o vzdálenost talířku kotvy od tělesa ventilu, čímž se dosahuje schopnosti dosahovat požadovaného systémového tlaku za stanoveného proudu v rámci stanovených tolerancí vlivem působení elektromagnetického pole cívky na kotvu.

Zároveň je nutno poukázat na fakt, že se největší výpadky nachází u nově nabíhajících generace DRV3 => analýza je soustředěna na tuto generaci.

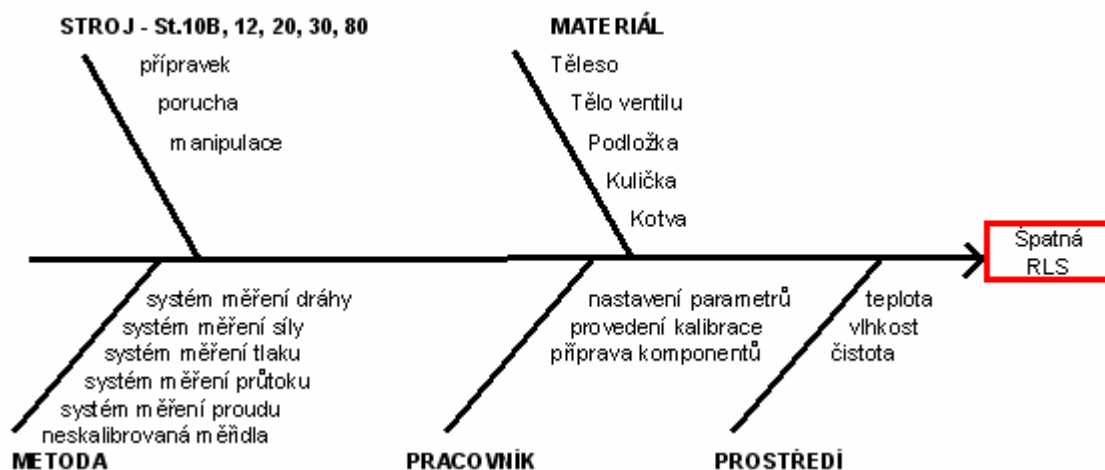


Obr. 2.4 Rozdělení výpadků dle generace pro ML3, 01-04/2008, příčina neznáma (RLS)

2.2.2 Ishikawa diagram

Již je stanoven hlavní problém funkčních výpadků a to špatně nastavená RLS. Nyní je nutné určit možné příčiny špatného nastavení. K tomuto je využit Ishikawův diagram, který lze pojímat jako metodu analýzy variability procesu:

- definuje se problém, který chceme odstranit (špatná RLS)
- definují se hlavní příčiny (stroj, materiál, metoda, pracovník, prostředí)
- k hlavním příčinám se definují jejich vedlejší příčiny a k těmto opět jejich vedlejší příčiny a takto se pokračuje do stanovení hlavních příčin, kterými se dále zabývá. Vždy se využívá otázka – „co je hlavní podstatou každé hlavní příčiny, co by mohlo ke každé hlavní příčině přispět?“
- stanoví se význam k jednotlivým příčinám, dle kterého bude dále pracováno:
 - 1 - velmi nízký
 - 2 - nízký
 - 3 - střední
 - 4 - vysoký
 - 5 - velmi vysoký



Obr. 2.5 Ishikawův diagram

Ve výše uvedeném Ishikawa diagramu jsou zohledněny hlavní a první vedlejší příčiny z důvodu přehlednosti. Následující příčiny a ohodnocení významu je provedeno v následující tabulce

Tab. 2.1 Ishikawa diagram - vedlejší příčiny

Hlavní příčina	Význam	První vedlejší příčina	Druhá vedlejší příčina	Třetí vedlejší příčina	
Stroj	5	přípravek	1. poškození 2. špatný rozměr 3. špatné upnutí (souosost)	1.1/3.1 seřízení pracovníkem 2.1 špatné tolerance	
	2	porucha	1. výpadek proudu 2. výpadek tlak. vzduchu 3. přerušení ochranné závery	3.1 neodborný zásah	
	4	manipulace (usazení)	1. špatné uchycení DRV	1.1 seřízení pracovníkem	
Materiál	5	těleso	1. rozměrová přesnost 2. tvrdost	1.1/2.1 schopnost procesu výroby	
	5	tělo ventilu			
	5	podložka			
	5	těsnící kulička			
	5	kotva			
Metoda	5	systém měření dráhy	1. špatná kalibrace 2. rozsah měřidla 3. drhnutí při měření 4. špinavé doteky 5. opotřebované doteky 6. velká/malá přitlačná síla	1.1 seřízení pracovníkem 1.2 perioda kalibrace 2.1 nastavena špatná poloha 3.1 souosost (Abbeho princip) 3.2 síla upnutí měřidla za upínací dřík do přípravku 4.1 perioda čištění 5.1 perioda kontroly/výměny 6.1 špatně nastaven ovládací tlak	
	5	systém měření síly			
	4	systém měření tlaku	1. netěsnost systému 2. přitlačná síla při funkční zkoušce 3. kalibrace měřidla		1.1 opotřebované těsnící prvky 1.2 perioda výměny těs. prvků 2.1 špatně nastavení pracovníkem 3.1 propadlá kalibrace
	4	systém měření průtoku			
	4	systém měření proudu	1. špatné kontaktování 2. kalibrace měřidla	1.1 špatné seřízení 2.1 propadlá kalibrace	
Pracovník	5	nastavení parametrů stroje	1. nedodržení předpisu	1.1 informovanost 1.2 perioda školení	
	5	seřízení stroje (souosost,...)	1. nedostatečné podmínky	1.1 žádné přípravky pro seřízení 1.2 nedostatek času pro seřízení	
	5	špatné provedení kalibrace	1. špatný etalon 2. nedodržení pracovního postupu	1.1 propadlá kalibrace 1.2 poškozený etalon 2.1 informovanost 2.2 perioda školení	
	2	příprava komponentů	1. promíchané podložky na trnu 2. trn s podložkami na špatné pozici	1.1/2.1 nedodržení pracovního postupu	
Prostředí	2	teplota	1. větrání 2. špatně nastavena / nefunkční klimatizace		
	1	vlhkost			
	2	čistota	1. špatné praní 2. prostředí ML		

2.3 Analýza příčin v procesu montáže

Na základě Ishikawa diagramu byly stanoveny pravděpodobné příčiny výpadků. Nyní následuje analýza procesu montáže, kde jsou tyto podněty zohledněny. V montáži je soustředěno na novou generaci DRV3, funkce stanic, materiál, metodu a seřizovače, které mají přímý vliv na nastavení a ověření správného nastavení RLS.

2.3.1 Stanice 10B

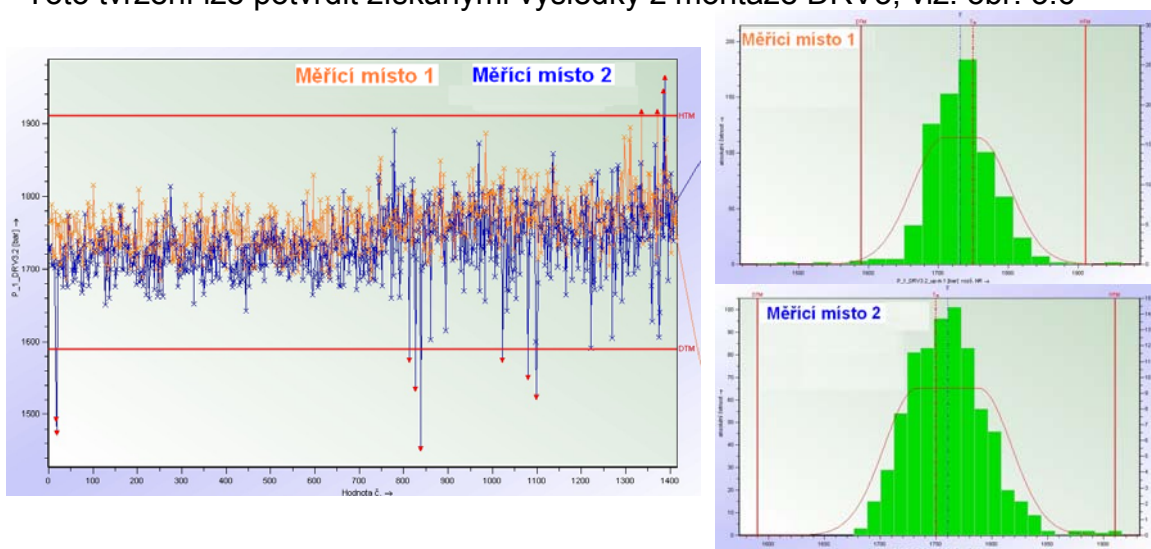
Slouží k ověření účinnosti elektro-magnetického pole cívky pomocí dvou měřících pozic. Má zásadní vliv na nastavení RLS, dodává hodnotu vzdálenosti špice kotvy od dosedací plochy sloužící pro výpočet RLS.

a) Princip

- do stanice přijede WT s tělem ventilu, deklem a pro tuto operaci nejdůležitějším tělesem, které je osazeno cívkou a kotvou
- těleso je odebráno z WT manipulátorem za část nad šestihranem a usazeno dosedací plochou pro podložku do přípravku. Špic dřívku kotvy směřuje dolů.
- na špic dřívku najede dotyk měřidla síly, na který působí též dotyk měřidla dráhy
- po njetí je přiveden el. proud do cívky, ta vyvine tahovou sílu vlivem působení el.mag. pole na talířek kotvy. Tím ji táhne směrem k tělesu (cívce) a dochází k nárůstu síly.
- při dosažení požadované síly dojde k odečtení dráhy mezi špicí dřívku kotvy a dosedací plochou pro podložku (hodnota „A“ pro RLS) z měřidla dráhy
- těleso se odebere z přípravku a pokračuje na další operaci

b) Vliv stroje

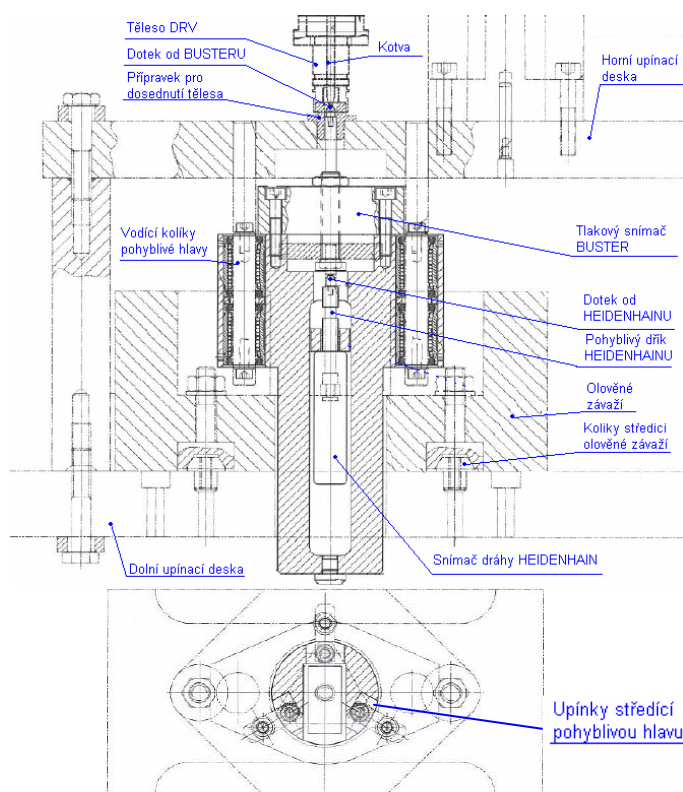
Přípravky mají dle uvedeného principu na správný průběh podstatný vliv. Toto tvrzení lze potvrdit získanými výsledky z montáže DRV3, viz. obr. 3.6



Obr. 2.6 Vliv přípravků na funkční výpadky zk. bodu proplach a P1, v průběhu výroby při změně dodavatele těles na ML3. K vyhodnocení použito 1427 hodnot.

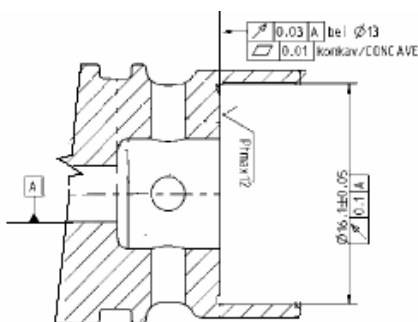
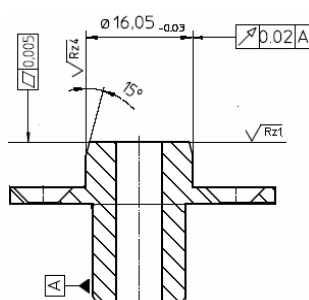
Z výše uvedených grafů je zřejmé, že v průběhu výroby má každé měřicí místo jinou střední hodnotu a rozptyl v závislosti na funkční zkoušce. Měřicí místo 1 je posunuto od středu tolerance níž, má větší rozptyl a téměř všechny výpadky jsou na nízký bod P1. Měřicí místo 2 je posunuto od středu výš, rozptyl má menší a výpadky jsou minimální a pouze na vysoký bod P1. Na tomto základě byl zkontrolován stav přípravků a jejich nastavení:

- špatný chod přípravku – Měřidlo dráhy Heidenhain je pevně upnuto k horní základové desce. Tlakový snímač Burster je pevně upnut v dutině hřídele, která je ovládána krokovým servomotorem, který přes dotyk od Bursteru pohybuje kotvou. Při kontrole stávajícího stavu bylo zjištěno, že chod měřicího místa č.1 oproti měřicímu místu č.2 jde stuha - zadrhává. Tento problém může nastat, není-li pohyblivá hřídel ideálně v ose z důvodu špatného nastavení olověného závaží, které z důvodu špatného dosednutí na středící kolíky tlačí na pohyblivou hřídel a tím ovlivňuje její chod. Dále je nutná správná sousost pohyblivé hřídele, kterou je možné nastavit pomocí upínky.



Obr. 2.7 Sestava přípravků a měřidel st.10

- přípravek pro dosednutí tělesa ventilu – těleso ventilu musí být vloženo manipulátorem na dosedací plochu přípravku, poté následuje měření najetím pružných kontaktů na piny cívky. Problém může nastat při shodě tolerancí tělesa a přípravku viz. obr. 3.8. Nebo-li, při vložení dojde k drhnutí vlivem i nulové mezery mezi vnějším průměrem přípravku a vnitřním průměrem tělesa. Tím může dojít k neoptimálnímu dosednutí tělesa na přípravek jehož následkem může být ovlivnění velikosti dráhy.



Přípravek Těleso

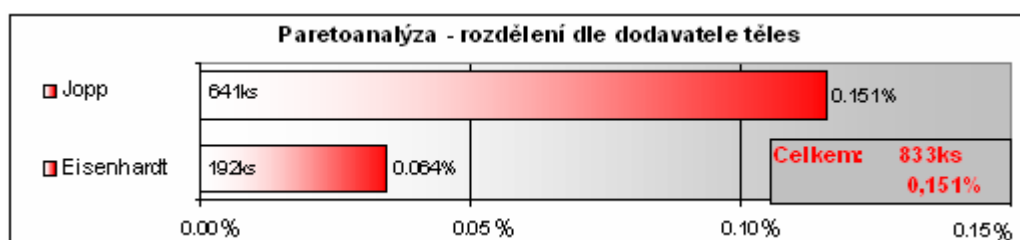
Ømax. 16,05 16,15

Ømin. 16,02 16,05

Obr. 2.8 Přípravek pro dosednutí tělesa ventilu, část výkresu tělesa ventilu a znázornění shody tolerancí

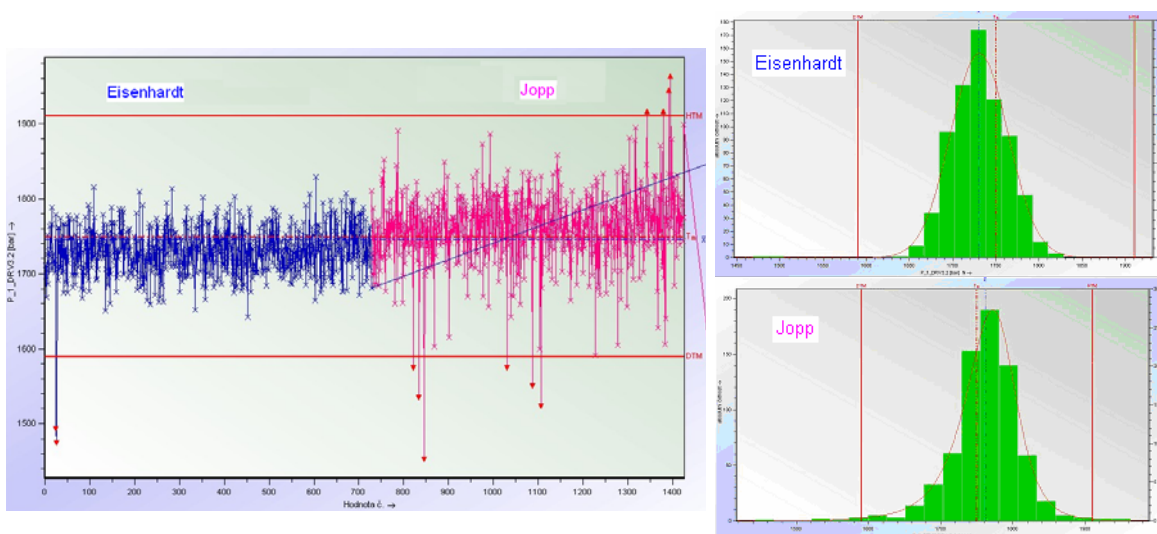
c) Vliv materiálu

Ve stanici 10 má vliv na funkci těleso ventilu, toto tvrzení je potvrzeno výsledky z montáže DRV3, viz. obr. 3.9



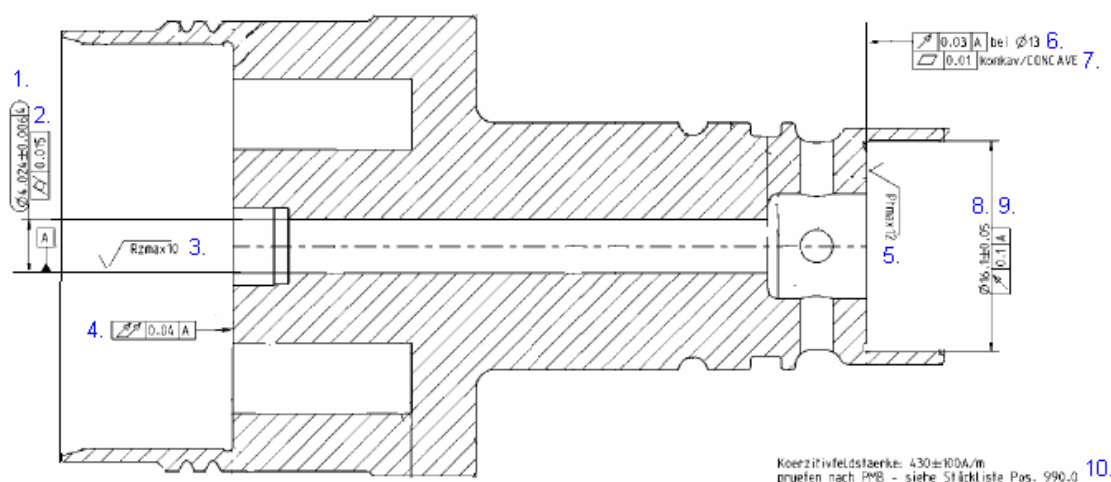
Obr. 2.9 Vliv dodavatelů těles na funkční výpadky DRV3, ML3, 01-04/2008, příčina neznáma (RLS)

Z výše uvedeného grafu je zřejmé, že dodavatel Jopp má podstatně vyšší počet funkčních výpadků než dodavatel Eisenhardt. Výsledky v procentech jsou vyjádřeny k počtům vyrobených DRV na ML (DRV2 a DRV3) a ne k počtům smontovaných těles od jednotlivých dodavatelů pouze pro DRV3, což může výsledek zkreslovat. Nicméně toto nemění fakt, že problémy s dodavatelem Jopp jsou daleko vyšší, viz. obr. 3.10



Obr. 2.10 Vliv dodavatele těles na funkční výpadky zk. bodu proplach a P1, v průběhu výroby při změně dodavatele těles DRV3 na ML3. K vyhodnocení použito 1427 hodnot.

Z výše uvedených grafů je zřejmé, že v průběhu výroby při změně dodavatele těles z Eisenhardt na Jopp dochází u funkční zkoušky ke zvýšení počtu výpadků, zároveň se posouvá střední hodnota a zvětšuje rozptyl. Na základě těchto výsledků byly, za účelem ověření jakosti dodávaných těles a zjištění rozdílů mezi dodavateli, z montáže odebrány vzorky 10 těles od dodavatele Jopp, které měly funkční výpadek a 10 těles od dodavatele Eisenhardt, které byly v průběhu montáže vyhodnoceny jako dobré. Tyto byly změřeny na měrovém středisku na veličiny mající přímý kontakt s kotvou, vymezovací podložkou a tělem ventilu, jelikož tyto mají přímý vliv na nastavení RLS viz. obr. 3.11

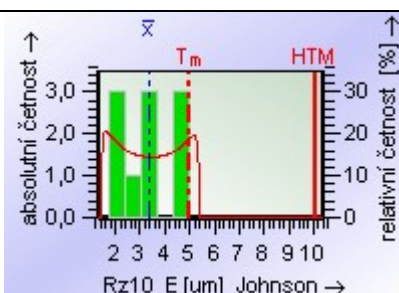
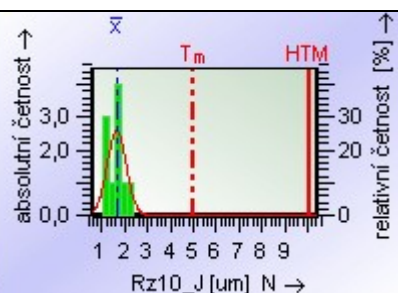


Obr. 2.11 Těleso F00V D31 218, rozměry ověřované na měrovém středisku

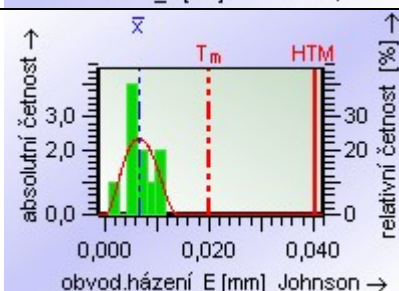
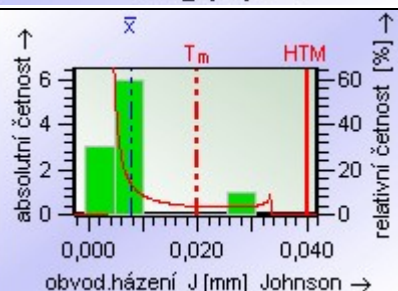
Výsledky z měrového zjistily jeden větší rozdíl mezi dodavateli a to u čelního házení 0,03-A (ozn. č.6) a obvodového házení 0,1-A (ozn.č.9), kde je u dodavatele Jopp využívána celá šíře tolerance a jedno těleso bylo těsně nad tolerancí, což potvrzuje teorii o drhnutí přípravku při nasazování tělesa. Jinak obecně platí, že dodavatel Jopp má větší rozptyl, viz. obr. 3.12

Měřená hodnota	Dodavatel JOPP	Dodavatel Eisenhardt
1. Ø4,024+/-0,006		
2. A/0,015		

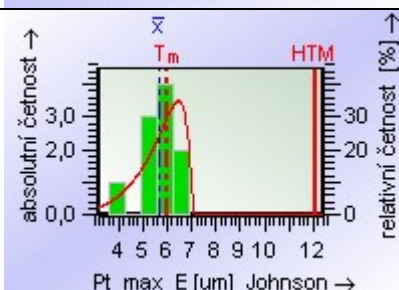
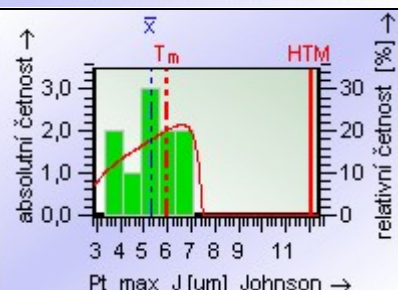
3. Rzmax.10



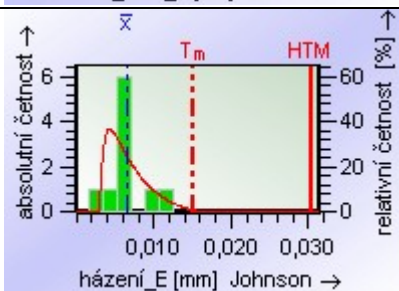
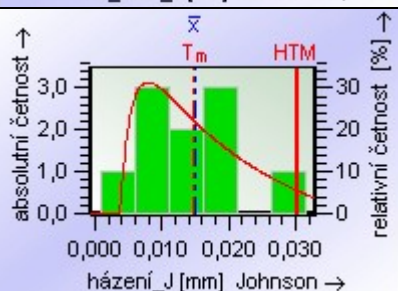
4. ↗ 0,04-A



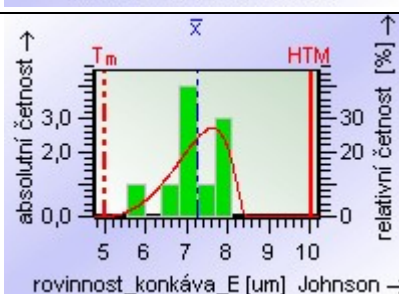
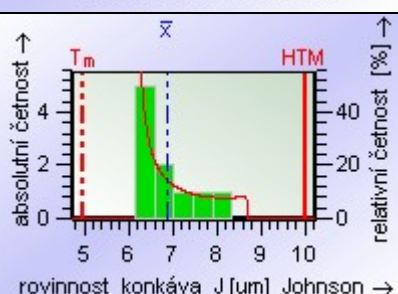
5. Ptmax12



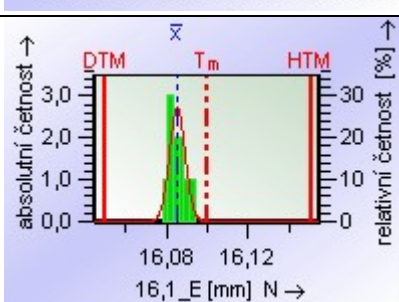
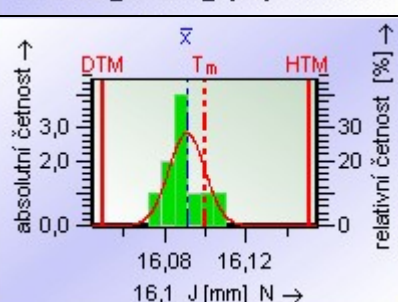
6. ↗ 0,03-A

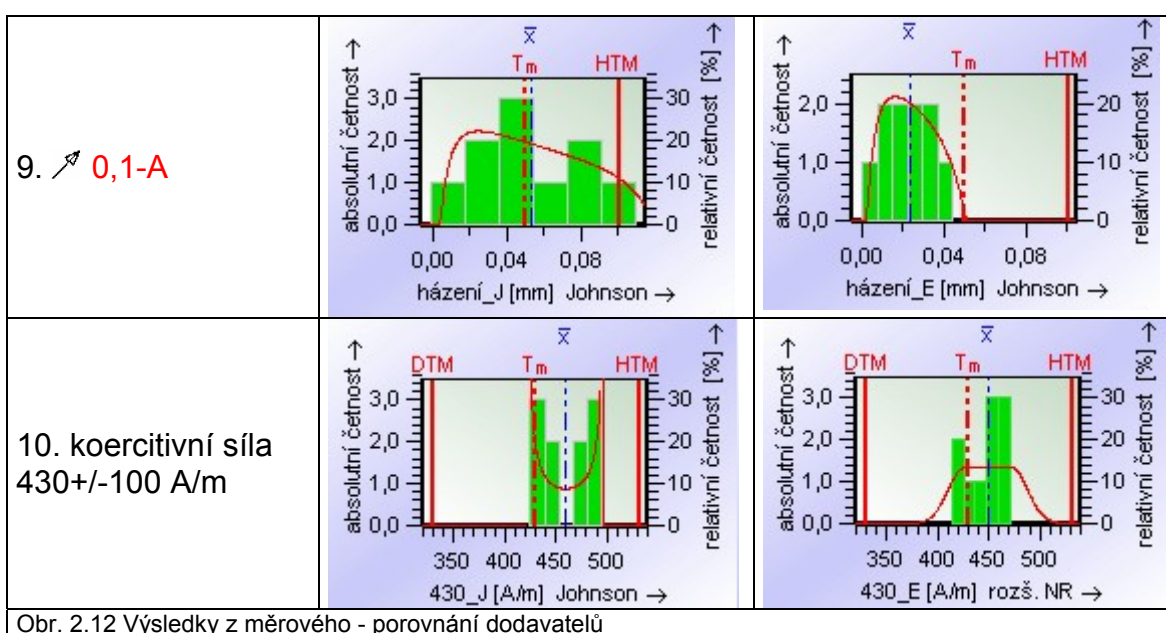


7. ▭ 0,01



8. Ø16,1+/-0,05





Obr. 2.12 Výsledky z měrového - porovnání dodavatelů

d) Vliv metody

Na stanici 10 je využíván systém měření síly a dráhy za přivedeného konstantního proudu $1,282 \pm 3\%$ A do cívky. Zde se jedná o proces, kde se nevytváří žádné hodnoty, pouze dochází k odměřování požadovaných hodnot, proto se zde vyhodnocují schopnosti měřidel.

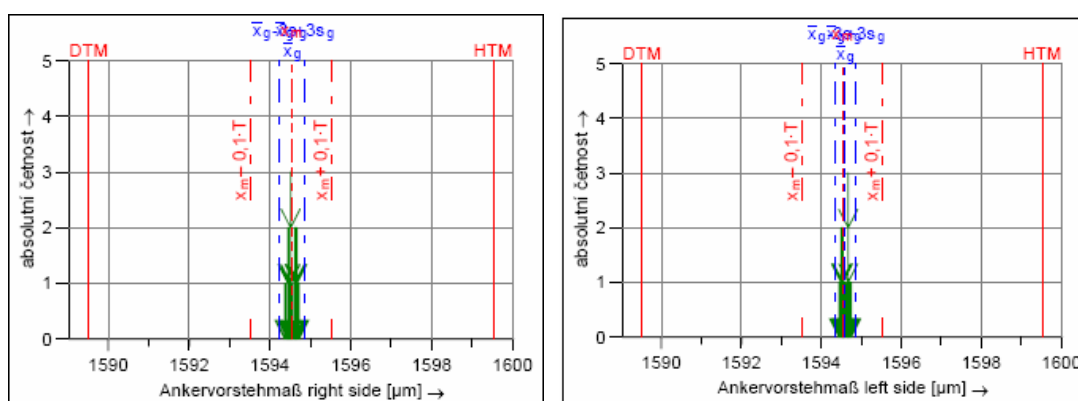
- Síla je snímána měřidlem Burster typ 85075-0,5. Požadovaná velikost síly (cca. 160 N) je stanovena jako konstanta a využívá se ke stanovení okamžiku odečtu dráhy při dosažení stanovené síly. Další důležitá funkce velikosti síly je možnost korigovat rozdíly mezi oběma měřicími místy při měření dráhy, nebo-li snížením / zvýšením dosahované síly se nastavuje stejná hodnota měřené dráhy. Na správnou funkci měřidla síly má vliv jeho kalibrace, která se provádí 1x / rok (měrové oddělení).
- Dráha je snímána dotykovým měřidlem Heidenhain typ MT12P. Velikost dráhy (cca. 0,160 mm) je důležitá hodnota pro nastavení RLS. Vlivy na správnou funkci měřidla dráhy:
 - o kalibrace měřidla – provádí se pomocí etalonu k dosedací ploše přípravku pro těleso. Tato slouží ke stanovení tzv. nulového bodu měřidla, od kterého se odvíjí výsledná dráha. Vliv jedince.
 - o pevnost uchycení upínacího dřívku snímače do přípravku - na montážní lince je toto řešeno vhodnější metodou a to pomocí speciálního svěracího pouzdra se šroubem, který umožňuje bezpečné upevnění měřidla s minimalizací přetížení upínacího dřívku. Přesto se zde může projevit vliv pracovníka provádějícího jeho upnutí přetížením s následkem možného zasekávání snímacího dřívku. (5)
 - o velikost přitlačné síly měřícího dotyku – výrobce stanovuje minimální a maximální velikost přitlačné síly dle směru měření, v tomto

případě se jedná o sílu $F = 0,36 \dots 0,61 \text{ N}$. Na montážní lince je přítláčná síla definována tlakem vzduchu (max. 1 bar) ze systému přes škrtkový ventil $\Rightarrow$ možnost neodborného zásahu (zvýšení / snížení tlaku) $\rightarrow$ může dojít ke změně síly a tím ovlivňování výsledků měření. Vliv jedince. (5)

- o způsobilost měřidla – provádí se dle metody 1, pomocí 1 etalonu 25x změřeného. Nezjištěny žádné odchylky viz. tab. 2.2 a obr. 2.13

Tab. 2.2 Výsledky způsobilosti měřidel st.10B dle metody 1

Veličina / Měřicí místo	$C_g > 1,33$	$C_{gk} > 1,33$
Dráha / 1	3,21	3,13
Dráha / 2	3,76	3,50



Obr. 2.13 Rozptyl měřených výsledků

2.3.2 Stanice 12

Slouží k předlisování těsnícího sedla pro kuličku. Nemá zásadní vliv na nastavení RLS, jelikož hloubka otlaku předlisování v sedle je na stanici 20 nepřímě měřena současně s pozicí kuličky.

a) Princip

- do stanice přijede WT s deklem, tělesem a pro tuto operaci nejdůležitějším tělem ventilu
- tělo ventilu je odebráno manipulátorem za vnější obrys a usazeno do otočného přípravku, který se následně přesouvá pod lisovací trn. Zde je tělo ventilu usazeno a opřeno o technologickou zakusovací hranu (Beißkante) do přípravku
- shora najede lisovací válec Promessu s trnem a do těsnícího sedla předlisuje definovanou silou otlak pro kuličku
- tělo ventilu je otočným způsobem vyměněno za další, odebráno a navraceno na WT manipulátorem.

b) Vliv stroje

Přípravky mají z hlediska funkce vliv hlavně na možnost poškození těsnícího sedla v těle ventilu s následkem vysokotlaké netěsnosti při funkční

zkoušce. Tato byla v přehledu funkčních výpadků vyhodnocena s minimálním počtem výpadků a to 24 kusů za první 4 měsíce roku 2008, což dělá 0,004 %, viz. přehled funkčních výpadků. Vliv přípravků:

- souosost trnu s přípravkem pro usazení těla ventilu - je-li tato špatná, tak dojde k většímu otláčení razícího trnu z jedné strany těsnícího sedla a tím vznikne netěsnost
- razící trn poškozen – dochází k nepravidelnému otlaku v sedle a tím k výskytu netěsnosti. Z tohoto důvodu je trn kontrolován kamerovým systémem na poškození (obrys).

Ve výše uvedených případech se vždy jedná o systematickou chybu, která je vždy odhalena buď kamerovým systémem na kontrolu poškození trnu nebo pravidelnou vizuální kontrolou pod mikroskopem (1 ks / 100 vyrobených) a v posledním nejhorším případě při funkční zkoušce ve zkušební bodě těsnost. Projevuje se zde vliv jedince.

c) Vliv materiálu

U těla ventilu není znám a ani nebyl odhalen žádný problém co se rozměrové přesnosti, jakosti povrchu nebo tvrdosti materiálu týče.

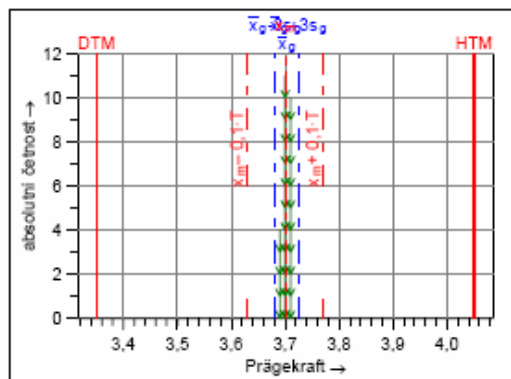
d) Vliv metody

Na stanici 12 je využíván systém měření síly při procesu lisování. Není znám ani nebyl odhalen žádný problém při procesu lisování. Lisování je prováděno lisovacím zařízením Promess. Sledují se zde parametry otlaku systematickou SPC a to hloubka, rádius a kruhovitost. Vyhodnocuje se zde způsobilost měřidla síly, způsobilost stroje a procesu:

- způsobilost měřidla - provádí se dle metody 1, pomocí 1 etalonu 25x změřeného na lisovací sílu. Nezjištěny žádné odchylky viz. tab. 2.3 a obr. 2.14

Tab. 2.3 Výsledky způsobilosti měřidel st.12 dle metody 1

Veličina	$C_g > 1,33$	$C_{gk} > 1,33$
Lisovací síla 3,5+/-0,5 kN	3,23	3,11

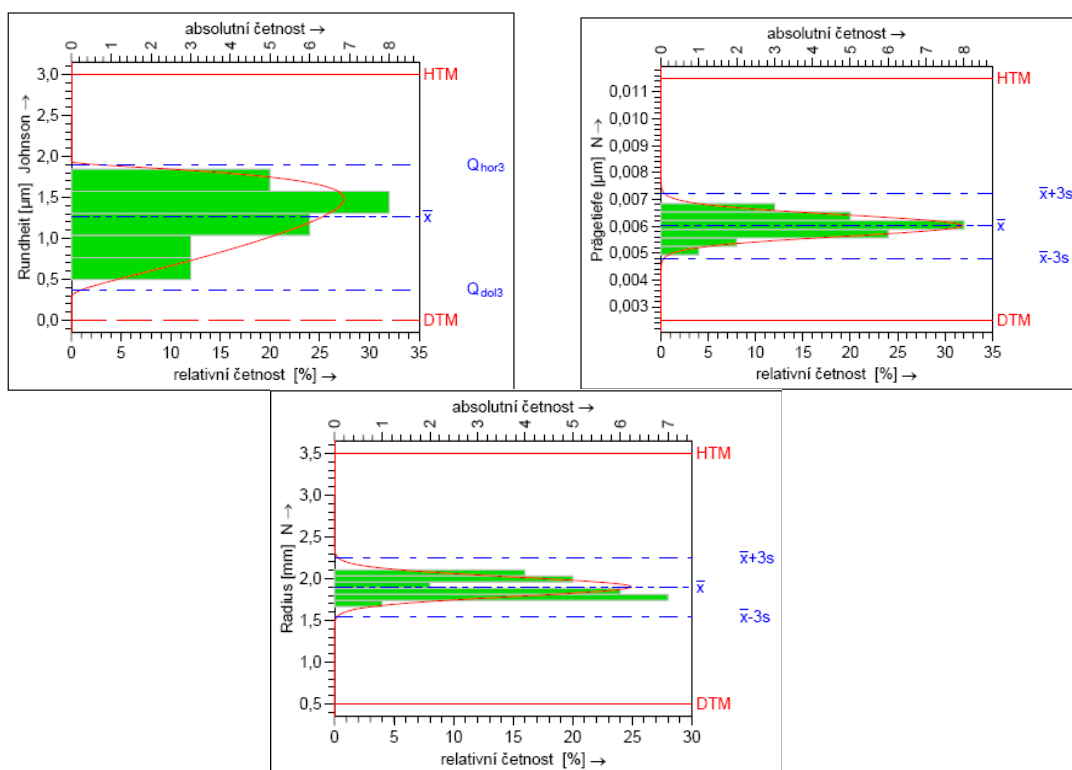


Obr. 2.14 Rozptyl měřených výsledků

- způsobilost stroje – provedena krátkodobá způsobilost stroje s 25 ks. Nezjištěny žádné odchylky viz. tab. 2.4 a obr. 2.15

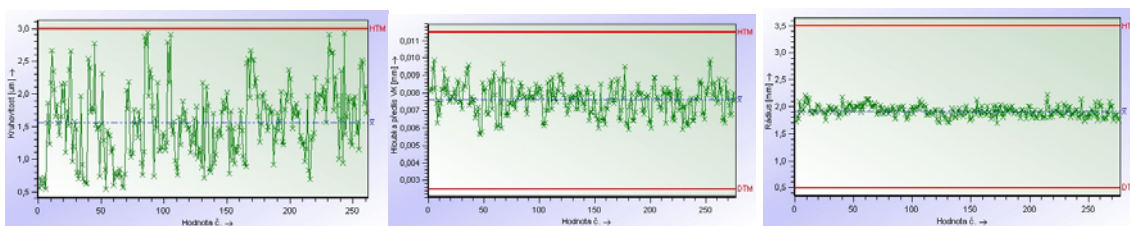
Tab. 2.4 Výsledky krátkodobé způsobilosti stroje st.12

Veličina	$C_m > 1,67$	$C_{mk} > 1,67$
Kruhovitost max. 0,003 mm	Jednostranná tolerance => nevyhodnocuje se	2,85
Hloubka 0,007+/-0,0045 mm	3,73	2,92
Rádus R2+/-1,5	4,27	3,99



Obr. 2.15 Rozptyl měřených výsledků

- způsobilost procesu – provedena z výsledků denní kontroly SPC. Nezjištěny žádné odchylky viz. obr. 2.16. Nevyhodnocuje se index C_p a C_{pk} , dle specifikace výkresu stačí, aby hodnoty ležely v toleranci.



Obr. 2.16 Způsobilost procesu st. 12, z leva:

- kruhovitosť (max. 0,003 mm)
- hloubka (0,007+/-0,0045 mm)
- rádus (R2+/-1,5)

2.3.3 Stanice 20

Skládá se z více operací, dochází zde k definitivnímu stanovení RLS. Má zásadní vliv na nastavení RLS jejím výpočtem a možností stanovení korekce v závislosti na aktuálních funkčních výsledcích.

a) Princip

- do stanice přijede WT s deklem, a pro tuto operaci důležitým tělem ventilu a tělesem
- tělo ventilu a těleso je odebráno manipulátorem a umístěno do přípravku na otočný stůl, který se postupně natáčí k jednotlivým operacím
- první operace nemá zásadní vliv na RLS, jedná se o osazení sedla těla ventilu těsnící kuličkou pomocí podtlakového odběru ze zásobníku volně sypaných kuliček
- další operace je ověření přítomnosti kuličky podtlakem a přeměření její pozice vůči dosedací ploše těla ventilu pro podložku (hodnota „B“ pro RLS) měřidlem dráhy. Následuje výpočet RLS:

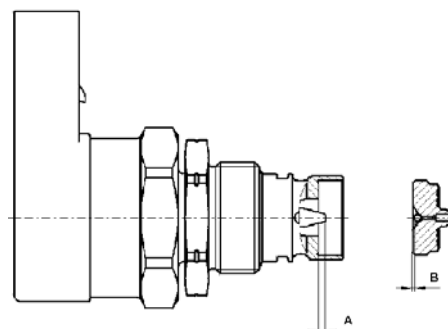
$$t_p = A - B + k \quad (3.1)$$

t_p ...tloušťka podložky [μm]

A...přesah dřívku kotvy od dosedací plochy v tělese pro podložku st.10B [μm]

B...vzdálenost kuličky od opěrné plochy těla ventilu pro podložku st. 20 [μm]

K...korekce, slouží k nastavení RLS na jmenovitou hodnotu zkušebního bodu P1. Možno změnit v průběhu výroby v závislosti na výsledcích funkční zkoušky st. 20



Obr. 2.17 Měřené veličiny pro nastavení RLS

- na další operaci je na základě výpočtu přiřazena nejbližší třída podložky. Tato je odebrána ze zásobníku podložek, následně ověřena tloušťka měřidlem dráhy a poté je usazena do tělesa
- následující operace nemají zásadní vliv na RLS, jedná se o osazení tělesa tělem ventilu, otočení tělesa o 180° a zapertlování těla ventilu k tělesu lisovacím zařízením Promess silou 17 ± 1 kN. Následně je těleso zpět otočeno o 180° , vráceno manipulátorem na WT pro další stanici.

b) Vliv stroje

Přípravky nemají z hlediska funkce podstatný vliv na nastavení RLS - nebyly odhaleny žádné nesrovnalosti. Chyba, nejčastěji vyskytujícího se problému souososti, je zde eliminována velikostí měřícího dotyku (plošky), jelikož případné drobné posunutí je minimalizováno. Může se zde pouze

projevit chybu Abbeho principu (osa měření má být přímým pokračováním měřítka přístroje). Jednalo by se o systematickou chybu, která by byla eliminována korekcí ve výpočtu pro zvolení tloušťky podložky.

c) Vliv materiálu

Těleso a tělo ventilu bylo již zváženo u předchozích stanic. Na této stanici má jako další důležitý komponent pro nastavení RLS vliv vymezení podložka. U této není znám a ani nebyl odhalen žádný problém co se rozměrové přesnosti, jakosti povrchu tyče. Zde může dojít k promíchání jednotlivých tříd podložek na trnu nebo založení trnu s danou třídou pod špatnou pozici v zásobníku podložek. Toto je eliminováno 100% přeměřením jednotlivých podložek před samotným uložením do tělesa.

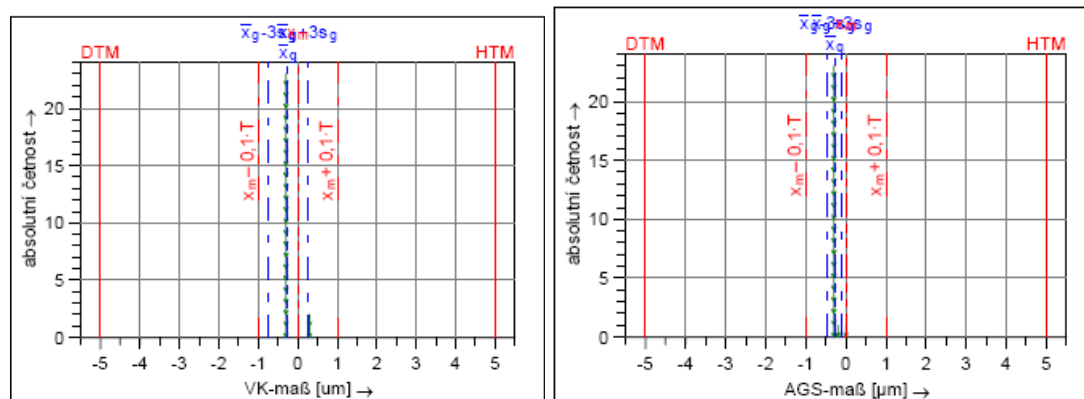
d) Vliv metody

Na stanici 20 je využíván systém měření dráhy. Jedná se o proces, který nevytváří žádné hodnoty, dochází pouze k odměřování požadovaných hodnot pozice kuličky a tloušťky podložky. Vlivy působící na tyto měřidla jsou shodné se stanicí 10, kde je využíván stejný typ měřidla Heidenheain. Proto zde není tato problematika dále rozebírána a jsou zde uvedeny výsledky kalibrace a způsobilosti:

- kalibrace měřidla pro stanovení „nulové“ polohy metodou 1, děje se pomocí 1 etalonu 25x změřeného. Nezjištěny žádné odchylky viz. tab. 2.5 a obr. 2.18

Tab. 2.5 Výsledky kalibrace způsobilosti měřidla, dle metody 1, st. 20

Veličina	$C_m > 1,33$	$C_{mk} > 1,33$
Pozice kuličky	2,01	1,50
Tloušťka podložky	5,34	3,82

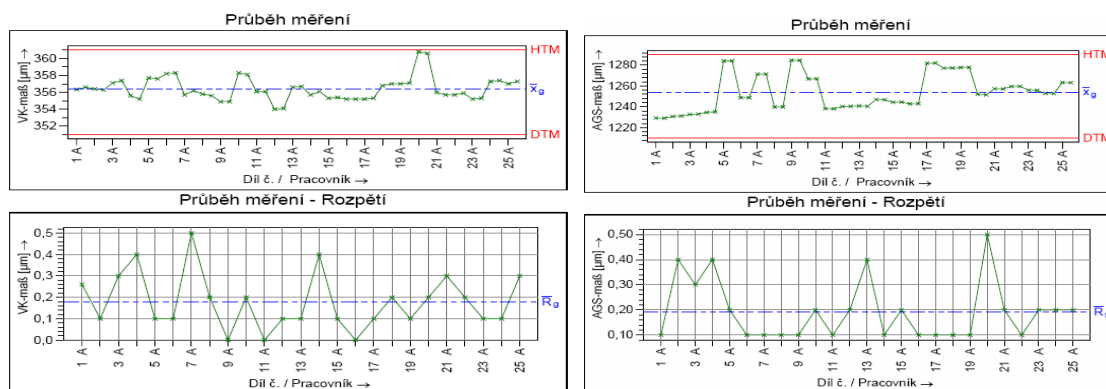


Obr. 2.18 Rozptyl měřených výsledků

- způsobilost měřidla dle metody 3, děje se pomocí 25 sériových kusů. Nezjištěny žádné odchylky viz. tab. 2.6 a obr. 2.19

Tab. 2.6 Výsledky způsobilosti měřidla, dle metod 1, st. 20

Veličina	GRR < 10%
Pozice kuličky	9,32
Tloušťka podložky	1,19



Obr. 2.19 Rozptyl měřených výsledků

2.3.4 Stanice 30

Skládá se z více operací, dochází k předlisování dřívku kotvy o kuličku. Má zásadní vliv na nastavení RLS, vychází se z předpokladu stejných hodnot předlisování.

a) Princip

- do stanice přijede WT s dekle a tělesem, které má již osazenou cívku, kotvu, podložku, kuličku a tělo ventilu
- první operace nemá zásadní vliv na RLS, jedná se kontrolu přítomnosti kuličky a naolejování vrtání pro pin O-kroužky
- další operace, WT se přemístí na další doraz. Následuje odebrání tělesa manipulátorem za část nad šestihranem a usazení do přípravku s opřením o technologickou zakusovací hranu (Beißkante). Shora najede lisovací válec Promessu s tlačným kolíkem, který opřením do dřívku kotvy předlisuje otlak na špičce dřívku o kuličku
- následující operace nemají zásadní vliv na RLS, jedná se o zalisování dekle a osazení pinů cívky těsníci O-kroužky.

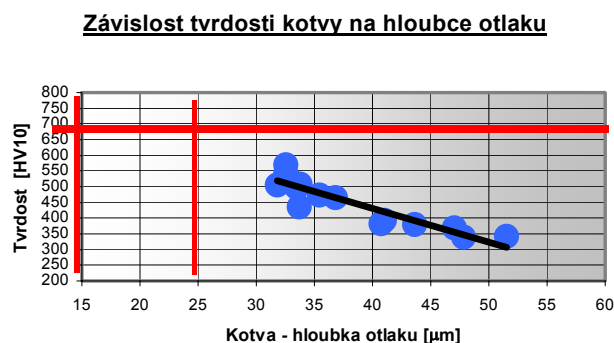
b) Vliv stroje

Přípravky nemají z hlediska funkce podstatný vliv na nastavení RLS - nebyly odhaleny žádné nesrovnalosti.

c) Vliv materiálu

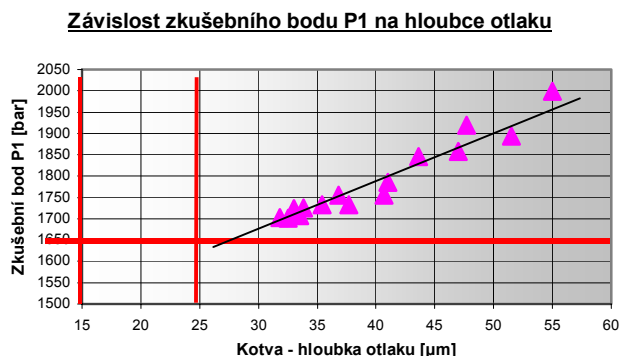
Na této stanici má jako poslední důležitý komponent pro nastavení RLS vliv kotva, resp. dřík kotvy. Nejedná se zde o rozměrovou přesnost nebo jakost povrchu, nýbrž o tvrdost dříku kotvy. Toto potvrzují výsledky příčin funkčních výpadků na zkušební body, proplach a P1 viz. analýza funkčních výpadků. Jak již bylo zmíněno, vychází se zde z předpokladu, že hloubka otlaků po provedení operace bude u všech kotev stejná, lépe řečeno v rámci stanovených tolerancí $0,025 \pm 0,005$ mm. Pro samotný proces a dohled SPC jsou tolerance zúženy na tzv. hranice zásahu, které zajistí při výskytu odchylky včasný zásah aniž by došlo k překročení tolerancí. Požadavek stejných hodnot je z důvodu již nastavené RLS, která je korekcí upravena právě o teoretickou hodnotu otlaku na základě funkčních hodnot na st.20. Dosáhne-li náhodně hloubka otlaku menších nebo větších hodnot, tak dojde k posunutí hodnoty tlaku při funkční zkoušce a tím může dojít k překročení tolerancí a tedy k výpadku. Pro představu 0,001 mm znamená 12 – 20 barů posun => je-li tolerance k nominální hodnotě 160 barů, tak to v nejhorším případě znamená změnu hloubky o „pouhých“ 0,008 mm. Na základě provedených analýz bylo zjištěno, že se nejedná o problémy v procesu lisování, nýbrž o problémy s dodávkami kotev (použité podklady pochází z druhé generace DRV, špatnými dodávkami může být potrefena i generace třetí – dřík kotvy je stejný).

Obr. 2.20 znázorňuje závislost tvrdosti na hloubce otlaku v dříku kotvy. Je zřejmé, že s klesající tvrdostí vzrůstá přímo úměrně hloubka otlaku.



Obr. 2.20 Závislost tvrdosti kotvy na hloubce otlaku

Obr. 2.21 znázorňuje závislost zkušebního bodu P1 na hloubce otlaku. Je zřejmé, že se vzrůstající hloubkou otlaku vzrůstá přímo úměrně tlak.



Obr. 2.21 Závislost zkušebního bodu P1 na hloubce otlaku

d) Vliv metody

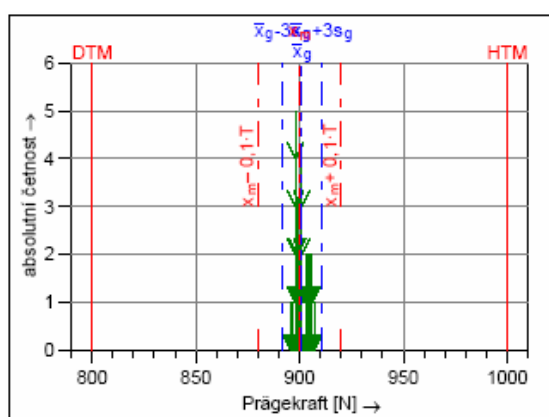
Na stanici 30 je využíván systém měření síly při procesu lisování. Není znám ani nebyl odhalen žádný problém při procesu lisování. Lisování je

prováděno lisovacím zařízením Promess. Sledují se zde parametry otlaku systematikou SPC a to jeho hloubka. Vyhodnocuje se zde způsobilost měřidla síly a způsobilost stroje:

- způsobilost měřidla - provádí se dle metody 1, pomocí 1 etalonu 25x změřeného. Nezjištěny žádné odchylky viz. tab. 2.7 a obr. 2.22

Tab. 2.7 Výsledky způsobilosti měřidel st.30 dle metody 1

Veličina	$C_g > 1,33$	$C_{gk} > 1,33$
Lisovací síla 0,9+/-0,1 kN	2,09	1,98

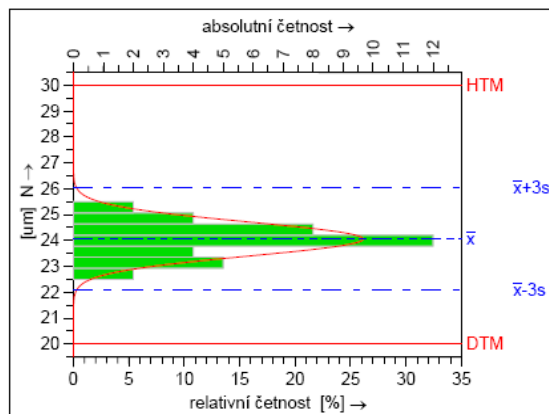


Obr. 2.22 Rozptyl měřených výsledků

- způsobilost stroje – provedena krátkodobá způsobilost stroje s 37 ks. Nezjištěny žádné odchylky viz. tab. 2.8 a obr. 2.23

Tab. 2.8 Výsledky krátkodobé způsobilosti stroje st.30

Veličina	$C_m > 1,67$	$C_{mk} > 1,67$
Hloubka 0,025+/-,005 mm	2,54	2,05

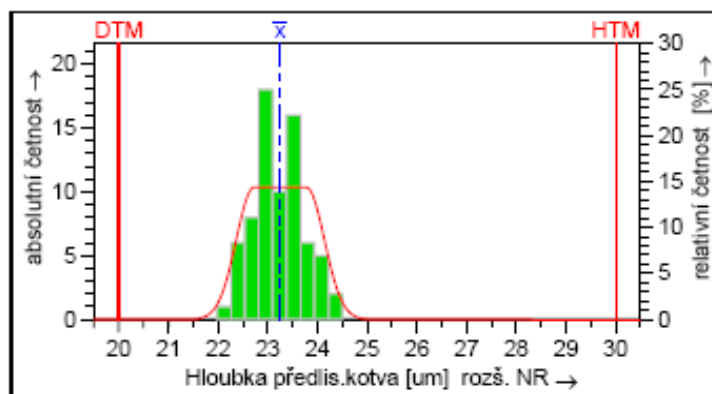


Obr. 2.23 Rozptyl měřených výsledků

- způsobilost procesu - provedena z výsledků denní kontroly SPC. Nezjištěny žádné odchylky viz. tab. 2.9 a obr. 2.24

Tab. 2.9 Výsledky krátkodobé způsobilosti stroje st.30

Veličina	Cp > 1,33	Cpk > 1,33
Hloubka 0,025+/-0,005 mm	3,31	2,15



Obr. 2.24 Rozptyl měřených výsledků

2.3.5 Stanice 80, 81, 82

Slouží k ověření správnosti montáže (nastavení RLS, kompletnost, správnost, ...) funkční zkouškou.

a) Princip

- do stanice přijede WT s DRV bez převlečeného šroubu
- robot odebere DRV a vloží ho do tzv. mezi pozice, která slouží ke snížení času manipulace
- je-li volné zkušební upínací místo ve stanici (každá stanice má dvě upínací místa), tak dojde ke vložení DRV
- následuje upevnění DRV zářezkou za zápich na tělese pro pojistný kroužek a následné natlačení technologické zakusovací hrany (Beißkante) požadovanou axiální silou na těsnicí prvek. Tento těsní vysokotlakou část od nízkotlaké. Nízkotlaká část je od vnějšího okolí těsněna gumovým O-kroužkem
- následuje průběh funkční zkoušky (DRV3). U proplachu a zkušebních bodů P0, P1 je vždy nastaven konstantní proud, průtok, kontroluje se tlak. U zkoušky těsnosti je nastaven konstantní proud, tlak a kontroluje se průtok.
- po ukončení zkoušky je kus odložen do mezi pozice, následně do komůrky pro ofouknutí zbytkové zkušební kapaliny. Následuje navrácení na WT a pokračuje dále v procesu montáže.

b) Vliv stroje

Přípravky mají z hlediska funkce vliv na vysokotlakou a nízkotlakou těsnost, jedná se o jejich poškození. Případná netěsnost ovlivňuje celkové funkční výsledky, jelikož při ní dochází ke snížení tlaku v systému. Aby bylo dosaženo požadovaného tlaku, tak je nutné zvýšit průtok pomocí otáček vysokotlakého čerpadla. Tyto odchylky jsou odhaleny při pravidelné kontrole etalony nebo v průběhu montáže monitoringem on-line systémem vyhodnocení funkční zkoušky.

c) Vliv materiálu

Jedná se zde o funkční zkoušku téměř kompletního DRV (bez převlečného šroubu) a ne o kompletaci s nastavováním různých parametrů. Ovlivnění je možné pouze v případě razantního překročení axiální upínací síly do přípravku a to případnou deformací tělesa (zmáčknutím). Tato deformace způsobí změnu nastavení RLS a to jejím zvětšením => DRV by bylo schopné držet za stanoveného proudu nižší systémový tlak (talířek kotvy se vzdálí od cívky). Tento případ však není znám, jelikož by muselo dojít o téměř 2,5 násobnému navýšení stanovené $20 \pm 0,5$ kN přítláčné síly (odvolávka na max. axiální přítláčnou sílu 45 kN pro montáž DRV do railu). Z tohoto důvodu zde nedochází k ovlivnění výsledků funkční zkoušky

d) Vliv metody

Na funkčních stanicích je využíván systém měření tlaku, proudu, průtoku. Jedná se o proces, který nevytváří žádné hodnoty, dochází k ověřování požadovaných hodnot. Tyto se navzájem ovlivňují, jelikož u každého zkušebního bodu se kontrolují všechny tři zmíněné veličiny. Přitom jsou dvě nastaveny jako konstanty a jedna se měří. Kalibrace měřidel je prováděna jednou za rok měrovým oddělením. Aby nedošlo k odchylkám, tak se jednotlivé upínací místa kontrolují pravidelně zkušebními etalony a monitoringem on-line systémem vyhodnocení funkční zkoušky. Na funkčních stanicích není možné udělat žádnou korekci nastavených hodnot, jediné, čím se dá částečně korigovat jsou otáčky vysokotlakého čerpadla. Vlivy sledovaných parametrů na výsledky funkční zkoušky:

- Průtok – snímá se pomocí PLU 30 I, má největší vliv na případné odchylky měření. Nastavuje se jako konstanta u hlavního zkušebního bodu P1. Vliv se projevuje hlavně u kusů na hranici tolerance. Nominální hodnota průtoku má stanovenou toleranci $35 \text{ cm}^3/\text{min}$. Při dosahovaném jmenovitém tlaku má tato tolerance schopnost změny tlaku v systému až o 10 barů (zvyšováním / snižováním průtoku stejným průřezem dochází zároveň k nárůstu / poklesu tlaku) => je-li DRV vyrobeno těsně pod / nad hranicí tolerance, tak je vhodné také zkontrolovat průtok. Je možné, že dané DRV může být v rámci změny průtoku dle stanovených tolerancí v pořádku. Průtok se nastavuje pomocí otáček vysokotlakého čerpadla, které jsou možné v rámci tolerancí v průběhu výroby měnit. Nevýhodou je, že velikost průtoku je při ověřování etalonem kontrolována pouze jako vedlejší veličina a přitom má podstatný vliv na výsledky.

- Proud – snímá se pomocí multimetru FLUKE, má minimální vliv na případné odchylky měření. Nastavuje se jako konstanta u které se v průběhu funkčních zkoušek jmenovitá hodnota nemění.
- Tlak - snímá se pomocí zařízení TECSIS, jedná se o zaznamenání výsledné hodnoty tlaku po nastavení konstantního proudu a průtoku => nemá vliv.
- Způsobnosti měřidel funkčních stanic dle metody 1 a metody 3. Nezjištěny žádné odchylky viz. tab. 2.10

Tab. 2.10 Způsobnosti měřidel funkčních stanic ML3

Číslo UP	Parametr	Cg > 1,33	Cgk > 1,33	GRR <10%
13	Otevírací tlak	2,35	1,41	6,18
	Bod P1	2,64	1,47	6,93
	Těsnost	110,00	109,93	0,15
14	Otevírací tlak	3,63	2,59	7,45
	Bod P1	4,10	3,02	7,31
	Těsnost	91,67	91,60	0,13
15	Otevírací tlak	8,20	2,46	6,93
	Bod P1	6,30	3,54	4,80
	Těsnost	16,67	16,60	0,31
16	Otevírací tlak	10,57	4,96	8,39
	Bod P1	3,96	2,63	4,97
	Těsnost	27,50	27,43	5,40
17	Otevírací tlak	2,98	2,32	9,77
	Bod P1	3,25	2,54	5,53
	Těsnost	17,96	17,89	3,30
18	Otevírací tlak	4,79	4,33	8,41
	Bod P1	1,76	1,58	5,09
	Těsnost	20,73	20,66	6,09

3 OPATŘENÍ

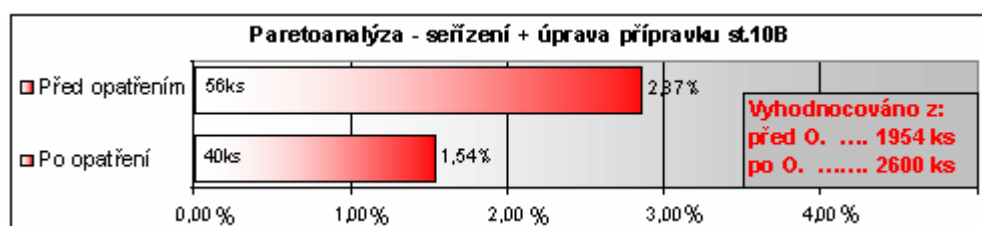
V průběhu analýzy procesu byly odhaleny nedostatky, které je nutno z důvodu minimalizace funkčních výpadků zvážit a dle možností zavést do procesu montáže.

3.1 Z hlediska vlivu montážních stanic

a) Přípravky st. 10B

- Špatný chod přípravku – odstranit těžký chod pohyblivého hřídele u měřicího místa č. 1 seřízením jeho sousostí a nastavením pozice olověného závaží, aby nedocházelo k jeho vychýlení.
- Přípravek pro dosednutí tělesa ventilu - shoda tolerancí přípravku s tělesem. Je doporučeno snížit vnější průměru přípravku z 16,05 mm na 15,95 mm z důvodu zamezení případného drhnutí při shodě tolerancí.

Obě uvedená opatření byla po dohodě s technologií realizována zároveň. Došlo pouze k částečnému snížení výpadků, nikoliv však k jejich odstranění viz. obr. 3.1. Na analýze a správném seřízení měřicího místa č. 1 je nutné pokračovat, protože zvýšené výpadky s tělesy od dodavatele Jopp se vyskytují pouze zde v této kombinaci. Pozn.: Procentuelní vyjádření je vyšší od předešlých přehledů z důvodu použití dat pouze pro DRV3. V předešlých grafech bylo procentuelní vyjádření nižší z důvodu použití dat za několik měsíců tedy i z montáže DRV2, kde se problémy nevyskytují.

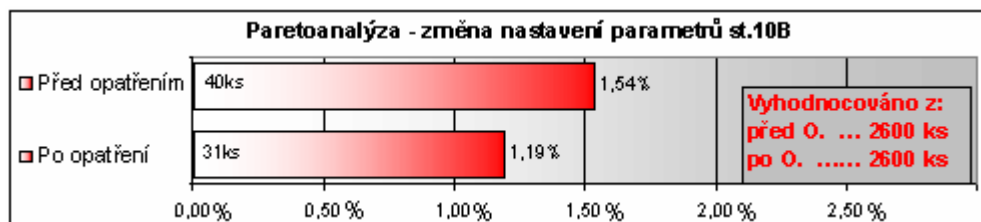


Obr. 3.1 Výsledek seřízení a úpravy přípravku st. 10B

b) Nastavení parametrů st. 10B

- Nastavit stejnou střední hodnotu pro obě měřicí místa – zvýšit požadovanou sílu u měřicího místa 1 na takovou hodnotu, aby došlo k posuvu střední hodnoty tlaku při funkční zkoušce bodu P1 na jmenovitou. Nebo-li musí dojít ke zmenšení odměřované dráhy, aby došlo při výpočtu RLS k jejímu snížení a tím ke zvýšení střední hodnoty tlaku. Velikost navýšení síly je nutno vyzkoušet v procesu. Toto opatření neodstraní problém většího rozptylu hodnot a tím zvýšeného počtu výpadků na měřicím místě 1, nýbrž je zde možnost jejich minimalizace.

Opatření bylo po dohodě s technologií realizováno a částečné snížení výpadků z produkce 2000 kusů se potvrdilo, viz. obr 3.2. Pozn.: Procentuelní vyjádření je vyšší od předešlých přehledů z důvodu výroby pouze DRV3. V předešlých grafech bylo procentuelní vyjádření nižší z důvodu bezproblémové montáže DRV2.



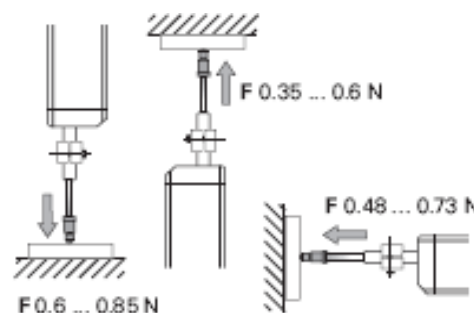
Obr. 3.2 Výsledek změny nastavení parametrů st. 10B

- Aby bylo možné sledovat vliv výše popsaného opatření a tím umožnit možnost změny síly na st.10B, tak by bylo vhodné zavést možnost přiřazení měřicího místa k funkčním hodnotám bodu P1 při vyhodnocování (jsou automaticky ukládány do systému).

3.2 Z hlediska vlivu měřidel

a) Dotykové měřidlo dráhy Heidenhain MT12P

- Upnutí měřidla - měřidlo upínat do přípravku pomocí momentového klíče => stanovit utahovací moment. Toto minimalizuje možnost případného sevření pohyblivého dotyku. Momentálně záleží na citu seřizovače.
- Přítlačná síla při měření – ovládací tlak je stanoven na 1 bar, tento odpovídá doporučení výrobce viz. obr. 3.3. Redukční ventil není opatřen ukazatelem aktuálního tlaku, při neodborném zásahu může dojít ke změně => opatřit ukazatele tlaku na přívod vzduchu z důvodu možnosti okamžité kontroly..



Obr. 3.3 Doporučení velikosti přítlačné síly od dodavatele Heidenhain (5)

b) Průtokoměr funkčních stanic PLU 30 I

Přesnost měření průtokoměru – aby docházelo k přímému ověřování průtoku, tak je nutné vyrobit duté DRV (bez vnitřních komponentů), které bude mít v těle ventilu průřez s přesně definovaným průtokem za stanoveného tlaku a tento zkoušet pravidelně s výrobním etalonem na ověřování stanic.

ZÁVĚR

Zadáním a předmětem této bakalářské práce bylo zvážení závislosti funkčních výpadků na měřicím systému montážních linek DRV2 ve společnosti BOSCH Diesel s.r.o. Jihlava.

Analýza byla soustředěna hlavně na samotnou montáž DRV. Získané výsledky jsou popsány v následujících bodech:

- Popsal se problém a jeho negativní vlivy na samotnou produkci.
- Byly stanoveny body funkční zkoušky, u kterých docházelo k výpadkům nejčastěji (proplach a bod P1).
- Jako hlavní příčina výpadků, nejčastěji se vyskytujících, byla na základě interních zkoušek stanovena „příčina neznámá (RLS).“ Tato vyjadřuje správnost montáže (sestavení, kompletnost), ale špatné nastavení velikosti RLS. Následek byl v podobě posuvu velikosti zkušebního tlaku bodu P1 mimo tolerance.
- Následovalo stanovení možných příčin špatného nastavení RLS v průběhu montáže. Tyto příčiny byly následně zhodnoceny při analýze procesu montáže.
- Byl popsán princip, vliv stroje, materiálu, metody a pracovníka u stanic majících přímý vliv na nastavení RLS.
- Hlavní vliv byl odhalen na stanici 10B u měřicího místa č. 1 (měřicí místo č. 2 problémy nemělo). Toto mělo v kombinaci se dodavatelem těles ventilu Jopp zvýšené výpadky při funkční zkoušce. Zajímavé bylo, že při změně dodavatele těles ventilu se současně odstranil i problém s výpadky.
 - o Provedla se rozměrová kontrola těles a porovnání dodavatelů Jopp s bezproblémovým dodavatelem Eisenhardt. Byl odhalen větší rozptyl hodnot v rámci tolerancí kromě jednoho tělesa, které bylo těsně nad. Toto potvrdilo vliv na měření na st. 10B, který nebyl zásadní, jelikož se problém vyskytoval pouze na měřicím místě č. 1.
 - o Ověřením seřízení a rozměrů přípravků st. 10B, byly odhaleny právě tyto nedostatky. Měřicí přípravky se pohybovali oproti měřicímu místu č. 2 stuha. Dále byla odhalena možnost shody tolerancí přípravku a tělesa, což mohlo mít za následek vzájemné drhnutí a tím ovlivnění měření dráhy.
- K odstranění problému měřicího místa č. 1 byla navržena a ověřena opatření
 - o Seřízení k odstranění špatného chodu přípravků a změna průměru přípravku pro dosednutí tělesa. Tato byla implementována současně a přinesla zlepšení 0,83 %.
 - o Posunutí střední hodnoty bodu P1 na jmenovitou hodnotu uměle změněnou dráhou. Toto přineslo zlepšení 0,35 %.
 - o Byla navržena i další opatření, která se musí zvážit a případně zavést do procesu.

Zavedená a ověřená opatření přinesla částečné zlepšení. K úplnému odstranění problému je nutné se dále věnovat stanici 10B resp. měřicímu místu č. 1.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. ISENBURG, R., at all. Dipl.-Ing. *Systém vstřikování nafty s tlakovým zásobníkem Common Rail*. Vydavatel Praha: Robert Bosch odbytová spol. s r.o., 1999. 52 s.
ISBN 80-902585-6-5
2. ROBERT BOSCH GmbH., *Způsobnost strojů a procesů*. 3 vydání: 01.07.2004. 42 s.
3. ROBERT BOSCH GmbH., *Způsobnost měřících a kontrolních procesů*. 1 vydání: 2003. 26 s.
4. BOSCH DIESEL s.r.o., *Intranet*, [online]. [cit. 2008-05-01]. Dostupné na World Wide Web:
<http://www.intranet.bosch.com/rbcj/plant/index_cz.asp/>.
5. DR. JOHANNES HEIDENHEIN GmbH. *Dotyková měřidla*, [online]. červenec 2005. [cit. 2008-05-1]. Dostupné na World Wide Web:
<<http://www.heidenhain.cz/>>.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

DRV	[-]	tlakový regulační ventil
SPC	[-]	statistické řízení procesu
WT	[-]	nosič DRV (Wrkstück Träger)
ML	[-]	montážní linka
P1	[-]	zkušební bod funkční zkoušky
RLS	[μm]	vzdálenosti talířku kotvy od tělesa
TP	[μm]	tloušťka podložky
A	[μm]	přesah dřívku kotvy od dosedací plochy
B	[μm]	pozice kuličky
K	[-]	korekce
Cm	[-]	koeficient způsobilosti stroje bez zohlednění systematické chyby
Cmk	[-]	koeficient způsobilosti stroje se zohledněním systematické chyby
Cg	[-]	koeficient způsobilosti měřicího procesu bez zohlednění systematické chyby
Cgk	[-]	koeficient způsobilosti měřicího procesu se zohledněním systematické chyby
Cp	[-]	koeficient způsobilosti procesu bez zohlednění systematické chyby
Cpk	[-]	koeficient způsobilosti procesu se zohledněním systematické chyby
GRR	[%]	celková standardní odchylka měřicího procesu vztažená k toleranci parametru
HTM	[-]	horní toleranční rozměr
DTM	[-]	dolní toleranční rozměr