



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A
ROBOTIKY

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND
ROBOTICS

ANALÝZA CHYB VE VÝROBNÍM PROCESU A JEJICH ODSTRAŇOVÁNÍ

ANALYSIS OF ERRORS IN THE MANUFACTURING PROCESS AND THEIR ELIMINATION

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. JIŘÍ SLABYHOUDEK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETR KOŠKA, Ph.D.

BRNO 2014

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky

Akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Jiří Slabyhoudek

který/která studuje v **magisterském navazujícím studijním programu**

obor: **Kvalita, spolehlivost a bezpečnost (2341T005)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Analýza chyb ve výrobním procesu a jejich odstraňování

v anglickém jazyce:

Analysis of errors in the manufacturing process and their elimination

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Nově zavedené montážní linky produkující výrobky pro automobilový průmysl vykazují vysoký podíl vadných výrobků (scrabů). Pomocí Paretova diagramu lze určit nejčastěji se vyskytující vady, na které je nutno se zaměřit a pomocí vhodných opatření je eliminovat. K zajištění konzistentní výroby bez výkyvů je nutno navrhnout vhodný postup montáže, vypracovat procesní FMEA analýzu a kontrolní plán, který bude předpokladem toho, že případný vadný výrobek bude včas odhalen a nedostane se k zákazníkovi.

Chyby ve výrobním procesu jsou zdrojem vadných výrobků nebo činností. V rámci zvyšování efektivnosti výrobního procesu by mělo být snahou identifikovat zdroje chyb a přijímat vhodná opatření k minimalizaci těchto zdrojů.

Cíle diplomové práce:

1. Rozbor stávajícího stavu v konkrétním strojírenském podniku
2. Analýza produkce z pohledu nejčastějších a nejzávažnějších chyb
3. Návrh nástrojů pro jejich eliminace a návrh opatření
4. Vyhodnocení efektivnosti opatření a jejich zhodnocení

Seznam odborné literatury:

1. Plura, J.: Plánování a neustálé zlepšování jakosti. Vydavatelství a nakladatelství Computer Press, a.s. Brno, 2001. ISBN 807-22-654-31.
2. Fiala, A., Becková, M. a kol.: Management procesů. Verlag Dashöfer, nakladatelství, spol. s r.o. Praha 2008. ISSN 1802-1697.
3. Nenadál, J.: Moderní systémy řízení jakosti. Management Press, Praha, 1998.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Petr Koška, Ph.D.

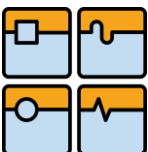
Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2013/2014.

V Brně, dne 25.2.2014

L.S.

doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c.
Děkan fakulty

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 3
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá analýzou montážních linek a návrhem na zlepšení jednotlivých montážních procesů s cílem dosáhnout co nejnižšího počtu neshodných výrobků. Skládá se ze 4 částí – první část této práce se zabývá obecnými informacemi o metodách řízení kvality, které jsou při návrhu na zlepšení aktivně využívány.

Druhá část se věnuje analýze montážních linek v podniku s ohledem na finanční hodnotu neshodných výrobků, které jsou na dané lince odepisovány. Na základě výsledků se stanovuje nejkritičtější linka, která je následně podrobena důkladnému zkoumání.

Třetí část se zaměřuje na zvolenou nejkritičtější linku, probíhá zde podrobný rozbor neshodných výrobků a stanovují se zde klíčové příčiny vzniku vady. Na základě získaných informací se provádí návrh na zlepšení a jeho aplikace na dané montážní lince.

Čtvrtá část se zabývá stručným shrnutím všech aplikovaných návrhů na zlepšení a vyhodnocením jejich efektivnosti.

Klíčová slova

Kvalita, jakost, QRQC, G8D, brainstorming, Ishikawův diagram.

ABSTRACT

This thesis deals with the analysis of assembly lines and improve of individual assembly processes to achieve the minimum number of discordant products . It consists of four parts - the first part of this labour deals with general information about the methods of quality control , which are beeing designed to improve actively used .


The second part is devoted to the analysis of assembly lines in the company with regard to the financial value of discordant products that are on the line depreciated. Based on the results of determining the most critical line, which is then subjected to a thorough investigation.

The third section focuses on selected critical line, you can find here a detailed analysis of discordant products and here is beeing established the root, that causes defects . Based on the information is beeing designed improvement and its application to the assembly line.

The fourth section deals with a brief summary of all applicable suggestions for improvement and evaluation of their effectiveness.


Key words

Quality, QRQC, G8D, brainstorming, Ishikawa diagram.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 4
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE MÉ PRÁCE

SLABYHOUDEK, J. *Analýza chyb ve výrobním procesu a jejich odstraňování*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2014. 79 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Petr Koška, Ph.D..


	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 5
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma *analýza chyb ve výrobním procesu a jejich odstraňování* vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

Datum: 25.5.2014


Bc. Jiří Slabyhoduek

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 6
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

PODĚKOVÁNÍ


Rád bych poděkoval svému vedoucímu diplomové práce Ing. Petru Koškovi, Ph.D., za jeho věcné připomínky a rady, které mi značně pomohly při realizaci této práce. Dále panu Ing. Jaroslavu Štipčákovi, Ing. Dušanovi Muzikantovi, Ing. Jiřímu Urbanovi, Ing. Lukášovi Podešvovi a paní Ing. Markétě Moudré za ochotu a podporu při vzájemné spolupráci na zlepšování procesů montážní linky.

Na závěr bych chtěl velmi poděkovat mé rodině, která mi poskytla klid a zázemí při studiu na univerzitě, a mé sestře, která mě plně podporovala ve studiu.

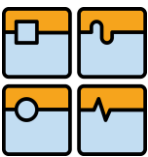
	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 7
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

OBSAH

ÚVOD.....	9
1 VYBRANÉ NORMY PRO OBLAST ŘÍZENÍ KVALITY	10
2 SEDM ZÁKLADNÍCH NÁSTROJŮ ŘÍZENÍ KVALITY	11
3 SEDM NOVÝCH NÁSTROJŮ KVALITY	13
4 ISHIKAWŮV DIAGRAM PŘÍČIN A NÁSLEDKŮ.....	15
4.1 Historie	15
4.2 Použití.....	16
5 BRAINSTORMING	18
5.1 Historie	18
5.2 Základní pravidla brainstormingu.....	19
5.3 Použití.....	20
6 METODY RYCHLÉ REAKCE PŘI ŘÍZENÍ KVALITY	22
6.1 G8D (Global 8D report).....	23
6.2 QRQC.....	26
7 ANALÝZA VÝROBNÍ SPOLEČNOSTI	33
7.1 Analýza výrobního podniku.....	34
8 ANALÝZA MONTÁŽNÍ LINKY JVD	39
8.1 Rozbor montážní linky	39
8.2 Popis ventilového bloku JVD	40
8.3 Rozbor NOK kusů.....	41
9 DETAILNÍ ROZBOR VÝROBKŮ	45
9.1 Popis metodiky zkoušení na pracovišti analýzy	45
9.2 Rozbor výrobků na pracovišti analýzy	47
9.3 Vyhodnocení výsledků.....	50
10 QRQC – NEČISTOTY VE VETNILOVÉM BLOKU JVD	51
10.1 Řešení QRQC	51

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 8
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

11 ZAVEDENÁ NÁPRAVNÁ OPATŘENÍ.....	60
11.1 Úprava testovacího zařízení na stanici 2 a 4.....	60
11.2 Výměna upínacích adaptérů a upínací desky na lince JVD.....	61
11.3 Změna charakteristiky šroubováků.....	62
11.4 Zavedení sítěk do podávacích tub.....	63
11.5 Zavedení síta při výrobě difuzoru.....	64
11.6 Čištění těl a jejich balení.....	65
12 DOPOSUD NEREALIZOVANÁ NÁPRAVNÁ OPATŘENÍ.....	66
12.1 Změna nastavení procesu výroby fitinek.....	66
12.2 Změna materiálu pracovního oděvu.....	66
12.3 Zavést přetestování a přepracování NOK kusů.....	67
13. ANALÝZA LINKY JVD PO ZAVEDENÍ OPATŘENÍ.....	68
13.1. Porovnání výskytu vad na výrobní lince JVD.....	68
13.2. Vývoj výskytu vad šroubování na lince JVD.....	69
13.3. Vývoj výskytu vad netěsností na lince JVD.....	70
13.4. Vývoj interního PPM.....	71
13.5. Náklady na nízkou kvalitu.....	72
ZÁVĚŘ.....	73
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	75
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ.....	77
SEZNAM PŘÍLOH.....	78
SEZNAM TABULEK.....	78
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	79

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 9
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

ÚVOD

Aktuálním trendem ve výrobě produktů, nejen pro automobilový průmysl, je u většiny firem využívání principu štíhlé výroby, což znamená efektivní výrobu s minimálními náklady, prostoji a se zaměřením na co nejmenší počet neshodných výrobků. U výrobků určených pro automobilový průmysl je kladen vysoký důraz na kvalitu a čas dodání. Nejsou dovoleny jakékoliv odchylky od výrobní specifikace, dále je ve většině případů zakázáno provádět opravu neshodných výrobků, či následné používání dílů a součástí z těchto výrobků. Tyto velmi tvrdé podmínky mají za následek, že jakýkoliv neshodný výrobek, který je odhalen ještě při montáži, musí být vyhozen, což firmě způsobuje velké časové i finanční ztráty. Z těchto důvodů, než dojde k zahájení výroby, musí být řádně vypracovaný a zdokumentovaný proces výroby. Pro důkladné zmapování procesů se nejčastěji využívá vývojový diagram, tzv. flowchart. K odhalení chyb, které mohou ve výrobním procesu nastat, slouží metoda P-FMEA a pro kompletní přehled nad kontrolou výrobku a procesů se využívá kontrolních plánů, které specifikují jednotlivé způsoby kontroly kritických znaků.

Tato diplomová práce se zaměřuje na analýzu již zavedených linek s cílem snížení nákladů spojených s výrobou neshodných výrobků.


Úvodní, teoretická část této práce se zabývá rozбором vybraných metod, které se následně budou využívat při hledání příčin vzniku vad a následně při návrhu zlepšení.

Praktická část se z počátku věnuje rozboru daného podniku s cílem určit nejkritičtější linku. Hlavním kritériem v tomto případě je hodnota odepsaných neshodných výrobků.

V další části se zaměřuje na zvolenou nejkritičtější linku, probíhá zde podrobný rozbor neshodných výrobků a stanovují se zde kořenové příčiny vzniku vady. Na základě získaných informací se provádí návrh na zlepšení a jeho aplikace na dané montážní lince.

V posledním oddíle se práce zabývá návrhy, které byly úspěšně implementovány na výrobní proces, a vyhodnocuje se zde efektivita zavedených opatření.

Na závěr se provede kompletní sumarizace stavu výrobní linky před a po aplikaci vybraných návrhů na zlepšení. Na základě tohoto souhrnu se stanoví, zda navržená opatření byla efektivní a byla přínosem pro danou firmou.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 10
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	


1 VYBRANÉ NORMY PRO OBLAST ŘÍZENÍ KVALITY

„Úspěšné vedení a fungování organizace vyžaduje, aby byla vedena a řízena systematickým způsobem. Úspěch může být výsledkem zavedení a udržování systému managementu, který se snaží neustále zlepšovat výkonnost organizace. Systém managementu jakosti je popsán ve známé řadě norem ISO 9000. Jedná se o normy, které vydává Mezinárodní organizace pro normalizaci (ISO). Evropský výbor pro normalizaci (CEN) tyto normy schválil jako normy evropské a jsou uznávané.“¹

- ISO 9000 - Systémy managementu kvality – základy, zásady, a slovník,
- ISO 9001 - systémy managementu kvality – požadavky,
- ISO 9004 - systémy managementu kvality – směrnice pro zlepšování výkonnosti.
- ISO TS 16949 - Popisuje obecné požadavky na systém managementu kvality, obsahuje specifikace pro automobilový průmysl.
- ISO 13485 - Popisuje obecné požadavky na systém managementu kvality, obsahuje specifikace pro výrobce zdravotnických prostředků.
- ISO 19011 - Poskytuje obecný návod pro provádění auditů systému kvality a systému ochrany životního prostředí.²

¹ SLABYHOUDEK, J. *Moderní metody řízení kvality*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2012. 39 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Luboš Kotek, Ph.D.

² JAROMÍR VEBER A KOL. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: Legislativa, metody, systémy, praxe*. Praha 3: Management Press, s. r. o., 2006. ISBN 80-7261-146-1.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 11
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

2 SEDM ZÁKLADNÍCH NÁSTROJŮ ŘÍZENÍ KVALITY

Sedm nástrojů řízení kvality jsou jednoduché grafické metody, které byly původně používány pracovníky v japonských továrnách při řešení problémů spojených s kvalitou. Tento soubor postupů vymyslelo japonské sdružení vědců a techniků JUSE, za významné podpory dvou odborníků v oblasti kvality, pana K. Ishikawi a E. Deminga. Tyto metody mají velmi široké pole využitelnosti, jedná se o rychlé, nenákladné a přehledné postupy sloužící k řešení problémů, jež jsou spojeny s kvalitou. Princip těchto metod spočívá ve sběru a zpracování dat, ze kterých se následně vytvoří analýza, na základě které se vyvodí důsledky.^{2,3}

- Formulář pro sběr dat

Formulář pro sběr údajů se užívá k systematickému sběru relevantních dat pro řízení a zlepšování kvality. Účelem je získat kvantitativní informace o problému, který chceme řešit. Získané údaje jsou základním východiskem pro hodnocení stávajícího stavu procesu a pro určení následujícího směru vývoje zlepšování.

- Vývojový/postupový diagram


Vývojový diagram představuje grafické znázornění posloupnosti a vzájemné návaznosti všech kroků procesu a pod-procesů. Vývojové diagramy jsou často využívány v informatice během programování pro analýzu, návrh, dokumentaci nebo řízení procesu.

- Diagram příčin a následků

Diagram příčin a následku je někdy také nazýván „Ishikawův“ nebo diagramem rybí kosti. Jeho účelem je stanovení nejpravděpodobnější příčiny řešeného problému. Tento nástroj kvality je obvykle používán v týmu, kdy pomocí brainstormingu jsou generovány všechny možné, i málo pravděpodobné, příčiny problému. Ishikawův diagram je důležitým grafickým nástrojem pro analýzu všech příčin problému. Jeho použití představuje systémový přístup k řešení problému, který pomáhá zdokumentovat všechny myšlenky a náměty. Diagram příčin a následků by se měl stát prvním krokem řešení všech problémů, jež mohou být vyvolány více příčinami. Zpracování diagramu je jednoduché a snadno pochopitelné, což umožňuje zapojení širšího okruhu pracovníků do dané problematiky. Aplikace diagramu často přináší náměty, které vedou k novým, nekonvenčním řešením.

² JAROMÍR VEBER A KOL. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: Legislativa, metody, systémy, praxe*. Praha 3: Management Press, s. r. o., 2006. ISBN 80-7261-146-1.

³ HORÁLEK, Vratislav. *Jednoduché nástroje řízení jakosti I.: výstup z projektu podpory jakosti č. 5/16/2004*. Vyd. 1. Praha: Národní informační středisko pro podporu jakosti, 2004, 78 s. Průvodce řízením jakosti. ISBN 80-020-1689-0.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 12
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

- Paretův diagram

Pan Pareto byl italský ekonom, který vytvořil a zastával myšlenku, že 80% problémů bývá způsobováno 20% příčin. Paretův diagram je důležitým nástrojem manažerského rozhodování. Hlavním předpokladem pro aplikaci Paretova diagramu je kvantifikace identifikovaných a shromážděných dat. Získané údaje se následně seřadí dle četnosti a zapíší do tabulky. Z grafu se poté dá přehledně zjistit, na které prvky je potřeba se prioritně zaměřit.

- Histogram

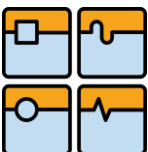
Histogram je sloupcový diagram, který popisuje rozdělení získaných hodnot. Hodnoty jsou rozděleny do intervalů, ze kterých se následně vytvoří jednotlivé sloupce grafu, kde každý sloupec představuje určitou třídu. Výška sloupce reprezentuje četnost výskytu hodnot v dané třídě. Histogram zobrazuje vždy jen aktuální stav a je vhodným nástrojem pro vizuální sdělení informace o chování sledovaného jevu.

- Bodový diagram

Bodový diagram je grafickou metodou, která se zabývá vzájemnou vazbou dvou proměnných. Pomocí bodového diagramu lze porovnávat vzájemnou souvislost mezi dvěma znaky jakosti výrobku. Jeho užití slouží spíše jen pro orientační potvrzení, že existuje vzájemný vztah mezi dvěma proměnnými. Pokud bychom chtěli přesněji vyjádřit vzájemnou závislost, bylo by nutné využít statistické metody regresní a korelační analýzy.

- Regulační diagram

Regulační diagram vyjadřuje informace o jednom jevu formou časového uspořádání. Umožňuje odlišit odchylky, které vznikly působením vymezených příčin, od odchylek náhodných.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 13
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

3 SEDM NOVÝCH NÁSTROJŮ KVALITY

K řízení jakosti také patří sedm nových nástrojů kvality. Těchto sedm nových nástrojů se od těch základních liší především svým použitím. Jedná se o zcela jinou skupinu nástrojů kvality. Využívají se především při plánování, když je potřeba zpracovávat různorodé informace, stanovit vhodné postupy a metody k dosažení definovaného cíle.^{1,4,5}

- Afinitní diagram

Diagram afinity slouží k názornému uspořádání velkého množství informací do logického seskupení, které odráží strukturu projednávaného tématu. Utřídění do skupin nám poskytne větší přehlednost a umožní nám se v daném problému lépe orientovat a dále jej analyzovat. Předností této techniky je její názornost a možnost odhalovat nové myšlenky.

- Diagram vzájemných vztahů

Diagram vzájemných vztahů, též označovaný jako relační diagram, se využívá ke komplexnímu zobrazení vzájemných souvislostí mezi jednotlivými prvky daného problému pomocí identifikování logické nebo příčinné souvislosti mezi jednotlivými náměty, jenž se vztahují k řešení problému. Aplikace je vhodná na problémy, které jsou charakterizovány komplikovanými vazbami a vyžadují dokonalé pochopení.

- Stromový diagram

Stromový diagram, někdy také označovaný jako systémový diagram, znázorňuje v horizontálním i vertikálním pohledu souvislosti mezi námětem a jeho skladebnými prvky v logické posloupnosti od obecného ke konkrétnímu: námět – hlavní kategorie – dílčí prvky. Detailní rozpracování nám posléze poskytuje lepší předpoklady k pochopení a snadnější řešení problému.


- Maticový diagram

Maticový diagram umožňuje odhalit vzájemné propojení vztahů mezi různými skupinami informací vztahujících se k danému problému a určit jejich intenzitu. Díky svému přehlednému uspořádání, nám poskytuje komplexní a zřetelnější pohled na problém, analýzu a vyhodnocení.

¹ SLABYHOUDEK, J. *Moderní metody řízení kvality*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2012. 39 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Luboš Kotek, Ph.D.

⁴ LB QUALITY. *Nástroje kvality* [online]. [cit. 2012-05-22]. Dostupné z: <http://www.lbquality.cz/kvalita.php>

⁵ VEBER, Jaromír. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 163 s. ISBN 80-247-0194-4.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 14
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

- Analýza maticových dat

Užívá se u maticových diagramů, které jsou složeny z více dimenzí. Slouží k hlubšímu zkoumání a umožňuje nám nalézt skryté vztahy a zkoumat údaje o vícenásobných proměnných. Pro analýzu údajů v matici se využívají například tyto metody:

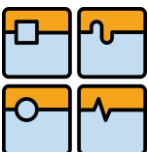
- analýza hlavních komponent,
- stanovení „vzdálenosti“ mezi vícerozměrnými proměnnými,
- mapa (vjemová mapa, poziční mapa),
- plošný diagram.

- Rozhodovací diagram

Rozhodovací diagram, někdy též známý jako rozhodovací strom, PDPC (Problem Decision Program Chart) je vhodný při rozhodování v podmínkách neurčitosti tím, že umožňuje identifikovat možné problémy, které mohou nastat v úsilí při dosahování cílů a navrhuje se vhodná protipatření, která pomohou vzniklé problémy odstranit. Základní myšlenkový postup u tohoto nástroje je shodný s metodou FMEA procesu.

- Síťový diagram

Síťový diagram je ideálním nástrojem při stanovování optimálního harmonogramu průběhu projektu, který se skládá z řady činností. Zpracováním síťového grafu získáme důležité podklady pro stanovení vhodných opatření pro zkrácení doby trvání určitého projektu. Užitečnost diagramu narůstá s počtem dílčích činností, které jsou potřeba pro dosažení cíle projektu. Síťové diagramy představují řadu dílčích metod, tou nejznámější je metoda CPM (Critical Path Method), metoda kritické cesty. CPM patří mezi nejstarší metody síťového plánování.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 15
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

4 ISHIKAWŮV DIAGRAM PŘÍČIN A NÁSLEDKŮ

Ishikawův diagram, či někdy nazývány též diagram „rybí kosti“, slouží pro zobrazení souvislosti mezi daným účinkem – následkem a jeho všemi možnými příčinami. Slouží k detailnímu rozboru problému, kdy se stanoví hlavní kategorie příčin daného problému, do kterých se následně vepisují jednotlivé dílčí příčiny, či kombinace příčin, které mohou způsobit řešený problém. Tento diagram slouží k odhalení kořenové příčiny.⁶

4.1 Historie

Kaoru Ishikawa se narodil 13.7.1915 v Japonsku, zemřel dne 16.4.1989. V roce 1939 úspěšně získal titul inženýra aplikované chemie na Tokijské univerzitě. Krátce na to zastával funkci technického důstojníka v námořnictvu. Poté začal pracovat v automobilovém průmyslu ve společnosti Nissan Liquid Fuel Company, kde setrval až do roku 1947. Následně se opět vrátil na svou mateřskou Tokijskou univerzitu, kde úspěšně získal titul profesor. V roce 1949 se stal hlavním členem Japonské unie vědců a inženýrů. Během svého působení ve společnosti Nissan se snažil změnit způsob, jakým lidé přemýšlí o práci. Snažil se manažery přesvědčit, aby se nezaměřovali pouze na krátkodobé zlepšování kvality výrobků, ale trval na tom, že vždy mohou jít o krok dále. Jeho pojetí řízení kvality na úrovni celé společnosti spočívalo v pokračujícím zákaznickém servisu a neustálém zlepšování. Tuto myšlenku následovně rozšířil v samotné společnosti na všech úrovních řízení a to i nad rámec podniku do každodenního života.^{6,7}

4.1.1 PDCA cyklus


Profesor Ishikawa razil myšlenku, že zlepšování kvality je nepřetržitý proces neustálého zlepšování, tím položil základy, které následně využil W. Edwards Deming při tvorbě metody neustálého zlepšování, tzv. PDCA cyklu, což je neustále se opakující cyklus, který se skládá ze 4 kroků:⁵

- Plan – naplánuj, urči záměr zlepšení.
- Do – realizuj, uskutečni tento záměr.
- Check – zkontroluj, vyhodnoť dosažené výsledky.
- Act – úpravy záměru i vlastního provedení na základě ověření a plošná implementace zlepšení do praxe.

⁶ GEORGE, Michael L. *Kapesní příručka Lean Six Sigma: rychlý průvodce téměř 100 nástroji na zlepšování kvality procesů, rychlosti a komplexity*. 1. vyd. Brno: SC, 2010, vi, 280 s. ISBN 978-80-904099-2-7.

⁷ ISHIKAWA, Kaoru. *What is total quality control? The Japanese way*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, xiv, 215 p. ISBN 01-395-2433-9.

⁵ VEBER, Jaromír. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 163 s. ISBN 80-247-0194-4.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 16
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

4.1.2 Kroužky kvality

K. Ishikawa založil koncept kroužků kvality - japonskou filosofii, která se nyní úspěšně využívá po celém světě. Hlavní myšlenka této metody spočívá v zapojení operátorů z výroby do procesu zlepšování kvality. Operátoři stráví v pracovním prostředí velké množství času a tak si velmi často mohou všimnout prostoru pro zlepšení, který management přehlédl. Princip spočívá ve vytvoření skupiny lidí o 5-11 členech, kteří se v rámci svého oddělení zaměřují na zlepšování kvality. Kroužek kvality je prestižní záležitostí, takže se do něj dostávají zaměstnanci s nejlepšími výsledky a kázní. Tyto kroužky jsou velmi podporovány vrcholovým managementem, který se na jejich účasti podílí. Návrhy přijaté na tomto shromáždění jsou neprodleně uváděny do praxe.^{8,9}

4.2 Použití

4.2.1 Rozdělení kategorií pomocí 8M

Základní příčiny se většinou hledají v základních 8 kategoriích, kterou jsou známy též pod zkratkou 8M, těchto 8 kategorií znázorňuje dimenze ve výrobě.⁹

- Man power (lidé) – příčiny, které způsobují samotní operátoři, či jiní pracovníci.
- Methods (metody) – příčiny, které jsou způsobeny nevhodnými pravidly, směrnicemi, instrukcemi, normami či legislativou.
- Machines (stroje) – příčiny způsobené strojním zařízením, nářadím, počítačem či jiným zařízením, které v daném procesu vystupuje.
- Materials (materiál) – příčiny, jenž vznikly z důvodu vady materiálu, či jeho nevhodné vlastnosti.
- Measurements (měření) – příčiny způsobné nevhodně zvolným postupem měření nebo měřidlem.
- Mother nature (matka příroda/prostředí) – příčiny, které jsou způsobeny vlivem prostředí, např. kolísání teploty, vlhkost, prašnost.
- Management – příčiny způsobné nevhodným řízením.
- Maintenance (údržba) – příčin, které vznikl z důsledku nesprávně zvolené údržby.

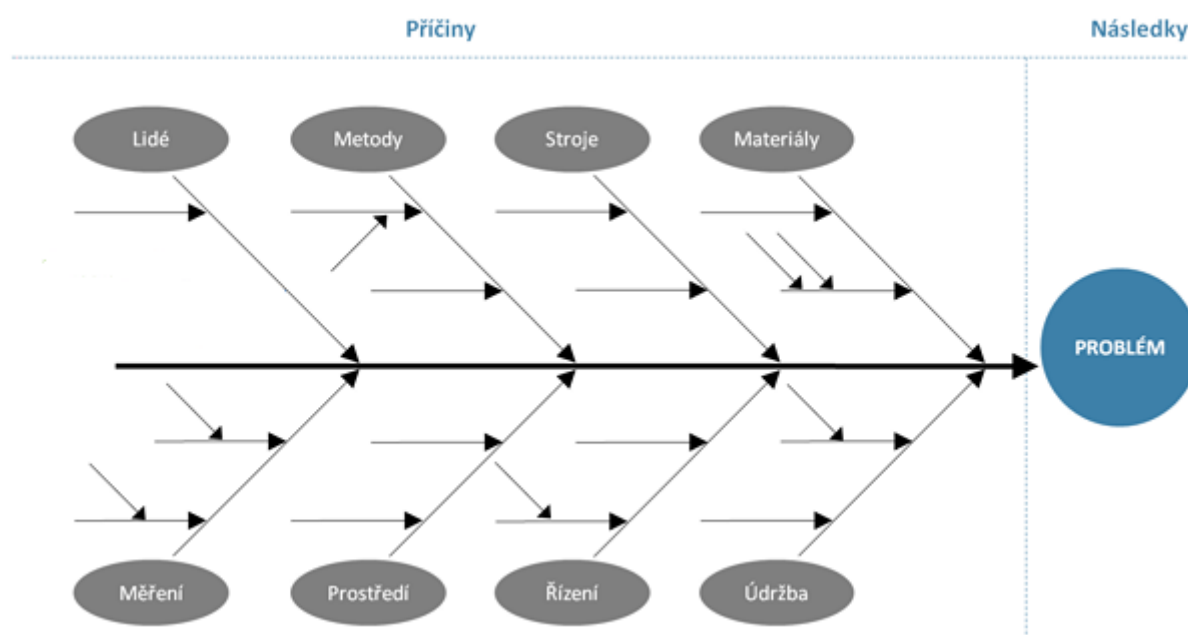
⁸ IMAI, Masaaki. *Gemba Kaizen: řízení a zlepšování kvality na pracovišti*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2005, viii, 314 s. ISBN 80-251-0850-3.

⁹ Management Mania: *Analytické techniky*. [online]. [cit. 2014-04-06]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/ishikawuv-diagram>



4.2.2 Kroky při použití diagramu příčin a následků¹⁰

1. Jednoznačně a stručně popsat problém, u kterého chceme hledat příčiny.
2. Na bílou tabuli nebo jiný velký povrch (flipchart) zapsat na pravý konec velké šipky daný problém, který hodláme řešit. (obr. 1)
3. Identifikovat hlavní kategorie problému, nebo v případě výroby použít 8M (kap. 4.5.1.), které zahrnují celou dimenzi výroby a napsat je na odbočky vycházející z velké šipky.
4. Pomocí brainstormingu* zapsat všechny možné příčiny do volného prostoru diagramu. Postupovat systematicky diagramem po každé kategorii. V případě, že nějaká příčina spadá do více kategorií, tak ji zapsat na všechna příslušná místa. Při psaní používat stručné a heslovité popisy.
5. Všechny zapsané návrhy vyhodnotit a stanovit nejpravděpodobnější kořenové příčiny.




obr. 1 Ishikawův diagram příčin a následků⁹

⁹ Management Mania: *Analytické techniky*. [online]. [cit. 2014-04-06]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/ishikawuv-diagram>

¹⁰ ANDERSEN, Bjørn. *Analýza kořenových příčin: zjednodušené nástroje a metody*. 1. vyd. Praha: Česká společnost pro jakost, 2011, x, 226 s. ISBN 978-80-02-02356-2.

*O brainstormingu více v kap. 5 na straně 18-21

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 18
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

5 BRAINSTORMING

Brainstorming je kreativní metoda řešení problémů založená na skupinovém řešení, které má ulehčit generování kreativních nápadů. Metoda se zaměřuje na generování co největšího množství nápadů na dané téma. Předpokládá se, že lidé ve skupině, na základě podnětů ostatních, vygenerují dohromady více různých nápadů, než kdyby přemýšleli jednotlivě. Podstatou je uvolnit představivost, fantazii a obrazotvornost, generovat nápady a vzájemně se inspirovat. Metoda se snaží získat co největší kvantitu nápadů a to i na úkor jejich kvalitě.^{11,12}

5.1 Historie


Přesné počátky založení brainstormingu nejsou zaznamenány. Je to dáno tím, že se jedná o metodu, kterou lidé přirozeně používají již po mnoho staletí, aniž by si toho byli vědomi. Avšak za duchovního otce, který tuto metodu jako první popsal a pojmenoval je považován americký reklamní agent Alex. F. Osborn, který ji roku 1939 představil. Podrobněji techniku popsal v roce 1953 v knize *Applied Imagination*. A. F. Osborn vycházel z předpokladů, že lidé většinu svých myšlenek a nápadů neřeknou nahlas, neboť se obávají, že tyto myšlenky jsou nerealizovatelné, směšné, nereálné a nejsou konvenční. Nechtějí se ztrapnit před svými kolegy a nadřízenými. Bojí se, že by před kolegy či nadřízenými vypadli hloupě a neprakticky. Tyto obavy velmi brání kreativnímu myšlení a proto je třeba tyto sociální a psychologické bariéry odstranit. A. F. Osborn pro tyto důvody velmi rád používal metaforu, kdy konvenční způsoby řešení problémů přirovnal k „jezdění se zataženou brzdou“, kde onou brzdou myslel výše zmíněné bariéry. Na základě svých poznatků vytvořil stručné instrukce pro brainstorming, které charakterizoval pomocí následujících 4 stručných pravidel:¹³

- zákaz kritiky,
- fantazie vítána,
- kvantita vyžadována,
- kombinování a vylepšování nápadů požadováno.

¹¹ MUŽÍK, Jaroslav. *Andragogická didaktika*. Vyd. 1. Praha: Codex Bohemia, 1998, 271 s. ISBN 80-85963-52-3.

¹² OSBORN, Alex F. *Applied imagination: principles and procedures of creative problem-solving*. 3. rev. ed. (19. print.). New York.: Ch. Scribner's Sons, 1965, 28, 417 s.

¹³ ISAKSEN, Scoot G. *A review of Brainstroming Research: Sic Critical Issues for Inquiry*. 2. rev. ed. (9. print.). New York.: Creativity Research Unit, 1998, 28 s.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 19
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

5.2 Základní pravidla brainstormingu

Pokud chceme při využívání metody brainstormingu dosahovat kvalitních výstupů, je potřeba se zaměřit a dodržovat následujících 5 pravidel:¹³

- Pravidlo zákazu kritiky

V průběhu tvorby nápadů je zakázána jakákoliv jejich kritika. Je potřeba zcela vyloučit kritizování ve skryté, neverbální či jakékoliv jiné podobě. Pokud se brainstormingu účastní osoba s výhradně negativním postojem a neustále se snaží veškeré nápady kritizovat, byť oprávněně, je pro lepší efektivitu metody tuto osobu vyloučit z brainstormingového zasedání.

- Pravidlo uvolnění fantazie

Každý účastník by se měl co nejvíce snažit uvolnit svou fantazii a představivost. Řídit se zásadou, že nejneobvyklejší a nejabsurdnější návrhy mohou být ty nejlepší anebo k nim mohou vést. Kreativní nápady pomáhají ostatním účastníkům uvolnit svou mysl a fantazii, čímž přispívají k efektivitě metody. Typickým příkladem kreativního nápadu je při řešení problému s povodněmi např. vodou proti vodě, z této myšlenky poté vznikl nápad použít samotné vody jako bariéry a dále tato myšlenka byla rozvinuta do podrobnějšího detailu, kdy se mohou použít různé přenosné tubusy, které se po usazení na místo napustí vodou, z důvodu větší odolnosti proti protřetí. ¹⁴

- Pravidlo co největšího počtu nápadů

Každý účastník by se měl snažit vymyslet co největší počet nápadů. V případě, že účastníci nejeví iniciativu v generování nápadů, musí zasáhnout moderátor a vhodně účastníky inspirovat a přimět k aktivnímu přístupu. Například svými nápady, rekapitulací již řečených nápadů či zrekapitulováním problému, který se aktuálně řeší.

- Pravidlo vzájemné inspirace

Pokud má být brainstorming produktivní, je velmi důležité kombinovat, vzájemně spojovat a zdokonalovat nápady, které již byly řečeny. Ale nemusí se rozvíjet jen již řečené nápady, ale třeba i myšlenky druhých účastníků. Při této vzájemné kooperaci vznikají nejkvalitnější nápady.

¹³ ISAKSEN, Scoot G. *A review of Brainstorming Research: Six Critical Issues for Inquiry*. 2. rev. ed. (9. print.). New York.: Creativity Research Unit, 1998, 28 s.

¹⁴ JOHNNY SERVIS S.R.O. *Vodou proti vodě: Tygří přehradý v ČR* [online]. [cit. 2014-04-12]. Dostupné z: <http://vodouprotivode.cz/uvod.html>



- Pravidlo rovnosti všech účastníků

V průběhu brainstormingového zasedání by neměly platit vztahy podřazenosti a nadřazenosti. Všichni účastníci by si v daný moment měli připadat rovni. Jen takto se budou všichni zúčastnění cítit uvolněně, bez zbytečného tlaku, frustrace a strachu, že je jejich nadřízený bude hodnotit. Jedinou výjimku tvoří moderátor brainstormingu, ten musí mít respekt účastníků a jeho pokyny by se všichni měli řádně řídit.

5.3 Použití

Brainstorming není při analýze kořenových příčin jedinou vyhraněnou činností. Ve skutečnosti existuje mnoho způsobů, jak lze brainstorming správně provádět. Existují dva základní způsoby provádění brainstormingu.¹⁰

5.3.1 Základní rozdělení brainstormingu


- Strukturovaný brainstorming

Jedná se o způsob brainstormingu, při němž každý účastník, v daném pořadí, vysloví jednu myšlenku, nápad. Tento typ je strukturovanější, zajišťuje rovnocennou účast, avšak je méně spontánní a někteří účastníci se při tomto způsobu nemusí dostatečně uvolnit, což může vést k nižší produkci nápadů, proto tento typ brainstormingu není tak často používán. Pro tento přístup se někdy používá název „kruhový brainstorming“.

- Nestrukturovaný

Při tomto druhu brainstormingu může každý účastník neomezeně vyslovovat své myšlenky, nápady. Jedná se o velmi spontánní přístup, který vede k velkému množství nových nápadů. Nevýhodou tohoto typu brainstormingu je menší přehlednost a někdy, pokud není správně řízen, může působit matoucím dojmem. Dále může vést k tomu, že jedna osoba nebo skupinka osob bude při této činnosti dominovat na úkor ostatních účastníků. Hlavní výhodou této metody spočívá v uvolněnější atmosféře, dále se při ní lépe daří rozšiřovat myšlenky a nápady druhých. V praxi se velmi často můžeme setkat s názvem „nezávazný brainstorming“, který je pro tento přístup lépe charakterizující.

¹⁰ ANDERSEN, Bjørn. *Analýza kořenových příčin: zjednodušené nástroje a metody*. 1. vyd. Praha: Česká společnost pro jakost, 2011, x, 226 s. ISBN 978-80-02-02356-2.


	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 21
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

5.3.2 Kroky při použití brainstormingu⁶

1. Posouzení stanovení problému.
2. Upřesnění cíle, specifikování konkrétního problému/otázky, kterou chceme řešit.
3. Uvedení všech relevantních informací vztahujících se k danému problému.
4. Zavedení krátké přestávky, aby bylo účastníkům umožněno promyslet otázku a sepsat své nápady.
 - Pro lepší přehlednost a plynulejší chod se doporučuje, aby pracovníci psali své nápady na lepící papírky nebo karty, které se následně vylepí na tabuli a dále se s nimi může pracovat.
 - V této fázi je velmi důležité podporovat tvůrčí činnost.
5. Sesbírání nápadů.
 - Zde, s ohledem na typ brainstormingu, buď necháme účastníky postupně vyjadřovat dle zasedacího pořádku, nebo jim dáme volný prostor k vyjadřování.
 - Je velmi důležité zachytit každý nápad. V případě psaní nápadů na samolepící lístečky je umísťujeme na viditelné místo jako je tabule, flip-chart či nástěnka. Můžeme také nechat každého přečíst svůj nápad a ten poté zaznamenat na viditelně umístěný flip-chart.
 - V této fázi brainstormingu je důležité nepřipustit diskuzi, dokud nejsou sebrány či zapsány všechny nápady. Dovoleny jsou pouze upřesňující informace.
6. Vyhodnocení a následná diskuze.
 - Poté, co už jsou všichni členové brainstormingového týmu bez nápadu, přichází závěrečná fáze vyhodnocení nápadů.
 - Je vhodné spojit podobné nápady a prodiskutovat je nebo využít například diagram příčin a následků a nápady rozřadit dle kategorizace 8M* .

⁶ GEORGE, Michael L. *Kapesní příručka Lean Six Sigma: rychlý průvodce téměř 100 nástroji na zlepšování kvality procesů, rychlosti a komplexity*. 1. vyd. Brno: SC, 2010, vi, 280 s. ISBN 978-80-904099-2-7.

* O diagramu příčin a následků a kategorizace dle 8M více v kap. 4 na stranách 15-17.

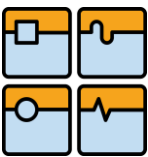
	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 22
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

6 METODY RYCHLÉ REAKCE PŘI ŘÍZENÍ KVALITY

Při přezkoumávání situací, jenž způsobují vznik rizika nesplnění požadavků zákazníka anebo jiných kritérií kvality, se běžně užívají různé postupy řešení těchto reálných problémů. V průběhu hledání řešení a při samotném řešení se používané metodiky zaměřují na definování akčních plánů, termínu splnění a zodpovědné osoby, popřípadě týmu zodpovědných osob. Ovšem v praxi se velmi často stává, že se stanoví vhodné nápravné opatření (akční plán), určí se zodpovědná osoba a termín splnění včetně zdokumentování daného nápravného opatření, ale nestanoví se přesné datum ověření a vyhodnocení efektivnosti provedeného opatření. Toto je přesný příklad z metody FMEA, kdy vznikne vysoké RPN na základě kterého se navrhnou vhodná opatření, která dané RPN sníží na přijatelnou hodnotu. Ale sama kontrola, zda bylo dané opatření provedeno, se provede až v momentě, kdy je třeba revidovat dokument FMEA, nebo při externím či interním auditu a to je mnohdy o několik měsíců později. Z tohoto důvodu byly zavedeny metody rychlé reakce při řízení kvality, protože na základě posloupnosti kroků se řešení zaměřuje přímo na místo, kde se daný problém vyskytuje a řeší se neprodleně po jeho výskytu. Existuje více metod rychlé reakce, QRQC je jednou z nich a vychází z 8D reportu, kde se využívá přizpůsobování se různým stupňům řešení problému. Díky trendu přebírání metod z automobilového průmyslu do oblasti všední průmyslové výroby, za účelem zajištění vyšší kvality výrobků a procesů, se již dnes běžně můžeme setkat s metodou QRQC i v běžném výrobním podniku, který se primárně nezaměřuje na automobilový průmysl.^{15,16}

¹⁵ Archív příspěvků: Management jakosti. In: *METODIKA RÝCHLEJ REAKCIE PRI RIADENÍ KVALITY* [online]. Továrnská 2, 071 90 Michalovce, Slovak Republik: BSH Drivers and Pumps s.r.o., 2010 [cit. 2014-04-22]. Dostupné z: <http://katedry.fmfi.vsb.cz/639/magazin.htm>

¹⁶ Rýchle a efektívne riešenie problémov v automobilovom priemysle – QRQC. CERVINKA, Michal. *Riadenie Kvality* [online]. 2013 [cit. 2014-05-04]. Dostupné z: <http://www.riadeniekvality.sk/386/>

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 23
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

6.1 G8D (Global 8D report)

Jedna ze základních metod, která se využívá při řešení zákaznických reklamací je metoda G8D, z této metody vychází i metoda QRQC, která je určena spíše pro řešení interních reklamací a neshod. G8D je praktický jednoduchý formulář, ovšem jeho vyplnění nebývá vždy zcela jednoduché.

6.1.1 Základní informace o metodě G8D


G8D je velmi účinná standardizovaná metoda šetřící čas a finance v situaci, kdy se náhle objeví problém či reklamce, jejíž příčina není známá a kdy je třeba problém řešit co nejrychleji, nejúčinněji a zároveň ochránit zákazníka od nežádoucích důsledků. Proces Global 8D se aplikuje na stávající systém v situaci, když vznikne problém. Zahrnuje použití týmové práce a týmového úsudku, využití práce s daty u příbuzných procesů, podobných problémů anebo daty pocházejícími z problémového procesu, využívá integrace různých metod a nástrojů kvality. G8D zabraňuje, aby se defektní položky dostávaly dále k zákazníkovi pomocí zavedení okamžitých, ale pouze dočasných, nápravných opatření, např. použití opakovaných měření, či kompletním přetestováním celé zakázky na jiné testovací stanici. Tyto kroky poslouží k dočasnému zajištění kvality a umožní nám nadále pokračovat ve výrobním procesu.¹⁷

6.1.2 Jednotlivé kroky Global 8D:^{17,18}

- D0 – Příprava pro proces G8D.
- D1 – Založení týmu.
- D2 – Popis problému.
- D3 – Navržení dočasných nápravných opatření.
- D4 – Definování a verifikování kořenové příčiny.
- D5 – Definování trvalých nápravných opatření.
- D6 – Implementace a validace trvalých nápravných opatření.
- D7 – Prevence výskytu opakovaného problému.
- D8 – Zhodnocení úspěšnosti a poděkování týmu .

¹⁷ PROCESS QUALITY MANAGEMENT: G8D - Global 8D. PQM OSTRAVA. [online]. [cit. 2014-04-22]. Dostupné z: <http://www.pqm.cz/NVCSS/g8dcs.html>

¹⁸ IKVALITA: 8D Report (Global 8D). PORTÁL PRO KVALITÁŘE. [online]. [cit. 2014-04-22]. Dostupné z: <http://www.ikvalita.cz/tools.php?ID=103>

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 24
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

D0 – Příprava procesu G8D

Nultá disciplína zahrnuje symptomy a nouzová opatření. Jedná se o kroky, kdy ještě není oficiálně oznámena nehoda či reklamace od zákazníka, ale již víme, že daný problém existuje, nebo se s vysokou pravděpodobností může vyskytnout. Po tomto kroku se zahajuje proces 8D. Tento krok je specifický pro metodu G8D, existuje i verze 8D (8D report; příloha 1), která v sobě tento krok nemá zahrnutý.

D1 – Založení týmu

Účelem tohoto kroku je sestavit tým – malou skupinku 4-6 lidí, kteří mají dobrou znalost daného procesu nebo produktu, s odborností ve vyžadovaných technických disciplínách a především s pravomocí analyzovat a řešit dílčí příčiny. Součástí týmů by měl být, v ideálním případě, i někdo z členů vyššího managementu, někdy je tato role nazvaná jako „team sponsor“.

D2 – Popis problému

V této fázi se musí kompletně popsat problém, nestačí pouze popsat jeho projevy, je třeba daný problém detailizovat v kvantifikovaných pojmech. V této fázi se velmi často využívá podpůrných metod, které vedou k odhalení problému. Např. metoda 5 Proč, FTA, Pareto diagram a jiné.

D3 – Navržení dočasných nápravných opatření

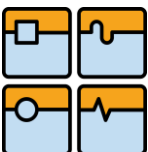
Cílem D3 je izolovat problém. To se provádí pomocí definování, verifikování a implementování prozatímního opatření, které dočasně izoluje důsledky vzniklého problému pro interního/externího zákazníka. Jedná se o okamžitou reakci, jejíž účelem je dočasně zprovoznit daný proces tak, aby nepředstavoval hrozbu pro zákazníka, než budou implementována trvalá nápravná opatření.

D4 – Definování a verifikování kořenové příčiny

Hlavním cílem tohoto kroku je najít a určit všechny možné příčiny vzniku problému. Hlavním nástrojem, který se k nalezení všech možných příčin používá, je brainstorming v kombinaci s Ishikawa diagramem. Součástí toho kroku je také určit skutečnou kořenovou příčinu, která má hlavní vliv na daný problém. K tomuto nám poslouží vhodná analýza dostupných dat v kombinaci s Parreto diagramem.

¹⁷ PROCESS QUALITY MANAGEMENT: G8D - Global 8D. PQM OSTRAVA. [online]. [cit. 2014-04-22]. Dostupné z: <http://www.pqm.cz/NVCSS/g8dcs.html>

¹⁸ IKVALITA: 8D Report (Global 8D). PORTÁL PRO KVALITÁŘE. [online]. [cit. 2014-04-22]. Dostupné z: <http://www.ikvalita.cz/tools.php?ID=103>

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 25
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

D5 – Definování trvalých nápravných opatření

Účelem páté disciplíny je zvolit vhodná nápravná opatření, která povedou k trvalému odstranění kořenové příčiny/kořenových příčin. A ověřit, zda dané opatření kořenovou příčinu eliminuje a nezpůsobí nežádoucí důsledky. K tomuto kroku lze využít například metodu FMEA, či metodu způsobilosti procesů a jiné.

D6 – Implementace a validace trvalých nápravných opatření

Cílem tohoto kroku je odstranit prozatímní nápravná opatření, implementovat vybrané dlouhodobé opatření a monitorovat dosažené výsledky.

D7 – Prevence výskytu opakovaného problému


Hlavní funkcí tohoto kroku je uzpůsobit systém pro prevenci výskytu problému a vytvořit doporučení pro systematické zlepšení v duchu neustálého zlepšování PDCA cyklu. K tomuto kroku je vhodné využít podpůrné metody, kterými jsou například: revize procesu 8D od D0 do D6, metoda „pěti proč?“ či vývojový diagram procesu a jiné.

D8 – Zhodnocení úspěšnosti a poděkování týmu

V tomto závěrečném kroku je vhodné zrekapitulovat dosažené výsledky, poděkovat všem členům týmu za přínos a poskytnutí zdrojů.

¹⁷ PROCESS QUALITY MANAGEMENT: 8D - Global 8D. PQM OSTRAVA. [online]. [cit. 2014-04-22]. Dostupné z: <http://www.pqm.cz/NVCSS/g8des.html>

¹⁸ IKVALITA: 8D Report (Global 8D). PORTÁL PRO KVALITÁŘE. [online]. [cit. 2014-04-22]. Dostupné z: <http://www.ikvalita.cz/tools.php?ID=103>

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 26
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

6.2 QRQC

Při řešení interních reklamací a neshod, které jsou důležité pro provoz výrobního procesu, se nejčastěji využívá metoda QRQC. Tato metoda přímo vychází z metody G8D, ale i po zjednodušení a dodržení určitých podmínek se tato metoda stává efektivním nástrojem při řešení problémů nejen v automobilovém průmyslu.

6.2.1 Základní informace o metodě QRQC

QRQC (Quick Response Quality Control) můžeme přeložit jako metodu rychlé reakce při řízení kvality. Tato metoda byla přednostně používána v automobilovém průmyslu. Jak název metody QRQC napovídá, jedná se o jednu z metod určenou k rychlé reakci při řízení kvality, avšak název je lehce zavádějící a u někoho může vyvolat dojem, že se tato metoda dá výlučně použít pouze v oblasti kvality. Opak je pravdou. QRQC je velmi univerzální metoda, kterou lze užívat v širokém spektru procesů. Jejím použitím je možné systémovým přístupem zjistit důležité vlivy, jenž ovlivňují kvalitu výrobků, popřípadě procesů výroby, logistiky a jiných.¹⁵

Metoda QRQC je použitelná v následujících procesech:¹⁶

- kvality,
- výroby,
- logistiky,
- řešení interních reklamací,
- řešení externích reklamací,
- bezpečnost práce a rizika ohrožení zdraví,
- měření efektivnosti.

¹⁵ Archív příspěvků: Management jakosti. In: *METODIKA RÝCHLEJ REAKCIE PRI RIADENÍ KVALITY* [online]. Továrnská 2, 071 90 Michalovce, Slovak Republik: BSH Drivers and Pumps s.r.o., 2010 [cit. 2014-04-22]. Dostupné z: <http://katedry.fmmi.vsb.cz/639/magazin.htm>

¹⁶ Rýchle a efektívne riešenie problémov v automobilovom priemysle – QRQC. CERVINKA, Michal. *Riadenie Kvality* [online]. 2013 [cit. 2014-05-04]. Dostupné z: <http://www.riadeniekvality.sk/386/>



6.2.2 Porovnání přístupu metodiky QRQC s G8D

Metoda G8D se v praxi využívá především při řešení externích reklamací od zákazníků. V tomto případě bývá v automobilovém průmyslu dodavatel odpovědný, na požádání zákazníka vypracovat a zavést nápravná opatření. Samozřejmě se nevylučuje užívání metody G8D při řešení interních problémů ve výrobním procesu. Metodika QRQC vychází z posloupnosti kroků G8D. Z důvodů organizačního začlenění QRQC týmu a místa realizace není potřeba realizovat všechny kroky, které obsahuje metoda G8D. Tím se metoda QRQC stává efektivnější a přehlednější při řešení interních problémech.^{15,16}

Porovnání posloupnosti kroků metody QRQC a G8D:

Metoda QRQC:

1. Vytvoření QRQC týmu.
2. Popis problému.
3. Definice a realizace nápravných opatření.
4. Hledání a definování kořenové příčiny.
5. Odstranění kořenové příčiny.
6. Ověření vhodnosti zavedených opatření.
8. Uzavření daného QRQC.

Metoda G8D:

- D0- Příprava procesu G8D.
- D1- Založení týmu.
- D2- Popis problému.
- D3- Navržení a provedení dočasných nápravných opatření.
- D4- Definování a verifikování kořenové příčiny.
- D5- Definování trvalých nápravných opatření.
- D6- Implementace a validace trvalých nápravných opatření.
- D7- Prevence výskytu opakovaného problému.
- D8- Zhodnocení úspěšnosti a poděkování týmu.

¹⁵ Archív příspěvků: Management jakosti. In: *METODIKA RÝCHLEJ REAKCIE PRI RIADENÍ KVALITY* [online]. Továrenská 2, 071 90 Michalovce, Slovak Republik: BSH Drivers and Pumps s.r.o., 2010 [cit. 2014-04-22]. Dostupné z: <http://katedry.fmmi.vsb.cz/639/magazin.htm>

¹⁶ Rýchle a efektívne riešenie problémov v automobilovom priemysle – QRQC. CERVINKA, Michal. *Riadenie Kvality* [online]. 2013 [cit. 2014-05-04]. Dostupné z: <http://www.riadeniekvality.sk/386/>



Metoda QRQC je velmi silným nástrojem při řešení neshod v interních procesech společnosti a umožňuje rychlou reakci na nestabilitu nebo vzniklé neshodné výrobky v interních procesech, avšak není dostatečně obsáhlá pro plnou náhradu metody G8D, která se používá v rámci komunikace se zákazníkem a dodavatelem při řešení reklamací. Pro tuto komunikaci je navržena metoda G8D, která se dnes využívá ve velké míře v různých průmyslových odvětvích. Metodika QRQC je vhodná právě pro interní procesy jako operativní nástroj vlastníka procesů pro sledování a řešení aktuálních problémů.¹⁵

Porovnání metod QRQC a G8D:

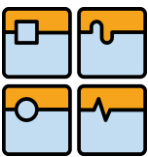
Metoda QRQC:

1. Analýza se vykonává v případě vzniku neshodného výrobku nebo procesu.
2. Dopředu sestavený a fungující tým se pravidelně setkává na stanoveném místě.
3. Řešený problém se v aktuálním čase zachytí v procesu a je okamžitě po jeho vzniku popsán a zdokumentován na QRQC tabuli (obr. 2).
4. Používání vzorového QRQC formuláře.
5. Místem pravidelného setkávání je QRQC centrum (obr. 2), které je umístěno přímo ve výrobě.
6. Umožňuje předcházet problémům a reklamacím od zákazníka, díky zaměření na interní procesy.

Metoda G8D:

- 1) 8D report se nejčastěji využívá jako reakce na zákaznickou reklamaci.
- 2) Postup řešení v rámci předem daných kroků metody G8D, koncentrace dočasného týmu na odstranění problému.
- 3) Potřeba sběru dat a zmapování procesu zpětně k datu vzniku neshodného výrobku.
- 4) Používání vzorového G8D formuláře.
- 5) Pravidelné setkávání v rámci analýz reklamace a řešení.
- 6) 8D je reakce na zhoršenou kvalitu u zákazníka.

¹⁵ Archív příspěvků: Management jakosti. In: *METODIKA RÝCHLEJ REAKCIE PRI RIADENÍ KVALITY* [online]. Továrnská 2, 071 90 Michalovce, Slovak Republik: BSH Drivers and Pumps s.r.o., 2010 [cit. 2014-04-22]. Dostupné z: <http://katedry.fmmi.vsb.cz/639/magazin.htm>

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 29
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

6.2.3 Postup řešení pomocí metody QRQC

Postup řešení problému pomocí metody QRQC je orientovaný přímo na ohnisko vzniku problému. Na základě posloupnosti kroků metody QRQC je potřeba se orientovat na skutečné místo, kde se problém objevil a kde je potřeba ho vyřešit. Dále je důležité zadržet chybné díly, které následně budou podrobeny důkladnější analýze. Při tomto kroku je velmi důležité všechny neshodné díly vhodně separovat od ostatních, aby se díky nedopatření nemohly znovu dostat do výroby. K tomuto je velmi vhodné používat označení dílu pomocí štítků např. jako vadný či scrap. Pro větší množství menších dílů, je užitečné využívat barevně odlišených přepravek, v praxi se nejčastěji pro neshodné výrobky používá červená barva. Pro lepší identifikaci a porozumění chyb je vhodné použít pro srovnání nepoškozený díl, který poslouží jako vzor. Pro efektivní řešení problému je potřebné mít k dispozici reálné a relevantní informace o vyrobených dílech, jako je datum výroby, množství neshodných dílů, údaje o vstupních materiálech, stavu a nastavení výrobních strojů.

Definování problému:

Samotné řešení metodou QRQC začíná popisem a definicí vzniklého problému. K tomu jsou určeny následující otázky:

- Co je konkrétní problém?
- Proč je to problém?
- Kdy se problém vyskytl?
- Jak se problém identifikoval?
- Kolik dílů bylo neshodných?

Okamžitá nápravná opatření:

Po zjištění a identifikování problému je potřeba udělat okamžitá nápravná opatření, která umožní pokračovat ve výrobní procesu bez rizika ohrožení zákaznické kvality. Tato opatření je potřeba zaznamenat do formuláře QRQC (příloha 2) k danému popisu problému, přičemž ke každé akci musí být uvedena informace o zodpovědné osobě a termínu splnění. Po této první akci rychlé reakce, kdy se úspěšně podařilo zajistit chod výrobního procesu a zamezit doručení neshodných výrobků zákazníkovi, je potřeba důkladně analyzovat daný problém.¹⁵

¹⁵ Archív příspěvků: Management jakosti. In: *METODIKA RÝCHLEJ REAKCIE PRI RIADENÍ KVALITY* [online]. Továrenská 2, 071 90 Michalovce, Slovak Republik: BSH Drivers and Pumps s.r.o., 2010 [cit. 2014-04-22]. Dostupné z: <http://katedry.fmmi.vsb.cz/639/magazin.htm>

Stanovení možných příčin problému:

Existuje velké množství metod, které slouží k analyzování problému a pomáhají určit kořenovou příčinu. V praxi se pro svou jednoduchost velmi často využívá metoda „pěti proč?“, pomocí této metody se můžeme dostat od samotného problému, až ke kořenové příčině, která daný problém způsobila a na kterou je potřeba se zaměřit a vhodným opatřením ji dlouhodobě eliminovat. Pointa metody spočívá v tom, že se neustále pokládá otázka „proč?“, až do té doby, než se dospěje k příčině problému. V závislosti na komplikovanosti problému se odvíjí počet iterací otázky „proč?“, ale jak název napovídá, tak se v praxi stačí 5krát zeptat a ve většině případů se tím dosáhne kořenové příčiny. Bohužel metoda „pěti proč?“ není vhodná při řešení komplikovanějších problémů, jelikož při větším počtu příčin, které mohou způsobovat vznik problémů, se stává nepřehlednou. Z tohoto důvodu je v průmyslu vhodné používat Ishikawův diagram příčin a následků.*

QRQC je týmová metoda a proto je vhodné při vyplňování Ishikawova diagramu uplatnit metodu brainstormingu**, díky které se podaří získat velké množství potenciálních příčin. V praxi se pro řešení QRQC využívají tzv. QRQC centra (obr. 2.), která přehledně shromažďují veškerá QRQC z daného oddělení, jenž jsou doposud neuzavřená a řeší se.¹⁵




obr. 2 QRQC centrum

* O diagramu příčin a následků více v kap. 4 na stranách 15-17.

** O brainstormingu více v kap. 5 na stranách 18-21.

¹⁵ Archív příspěvků: Management jakosti. In: *METODIKA RÝCHLEJ REAKCIE PRI RIADENÍ KVALITY* [online]. Továrnská 2, 071 90 Michalovce, Slovak Republik: BSH Drivers and Pumps s.r.o., 2010 [cit. 2014-04-22]. Dostupné z: <http://katedry.fmfi.vsb.cz/639/magazin.htm>

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 31
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

Ověření vlivu stanovených příčin:

Následujícím krokem je prověření všech příčin, které byly navrženy v předchozím kroku a zaneseny do diagramu příčin a následků a ověření jejich vlivu. Zde je vhodné udělat kompletní seznam všech teoretických příčin, ke každé následně zvolit zodpovědnou osobu/osoby a termín splnění. Dále je vhodné, aby se každá akce podložila nějakým důkazem, například fotografií, daty z databáze, výsledky z měření apod., díky tomuto i ostatní členové QRQC týmu získají přibližnou představu o závažnosti dané příčiny a mohou přesněji určit jejich vliv.

Stanovení kořenových příčin:

Po prověření všech možných příčin a získání korektních dat je vhodné k jejich zpracování použít Paretův diagram*, který slouží k vyhodnocení vlivu jednotlivých příčin. Při následném setkání QRQC týmu se postupně proberou všechny příčiny a na základě podkladů, které ostatní pracovníci připravili, se zvolí kořenová příčina, popřípadě kořenové příčiny. Často se stává, že může být více zdrojů, jež přispívají podobnou měrou ke vzniku daného problému a je vhodné se zaměřit na všechny.

Navrhnutí a aplikování dlouhodobých nápravných opatření:

Předposlední fáze QRQC se zaměřuje pouze na zvolené kořenové příčiny a hlavním cílem je stanovit a aplikovat dlouhodobá opatření. Dlouhodobá opatření zabezpečí vyřešení a odstranění kořenových příčin čímž se zajistí, aby se řešený problém na stejnou chybu v budoucnu neopakoval.

Vyhodnocení zavedených opatření a uzavření QRQC:

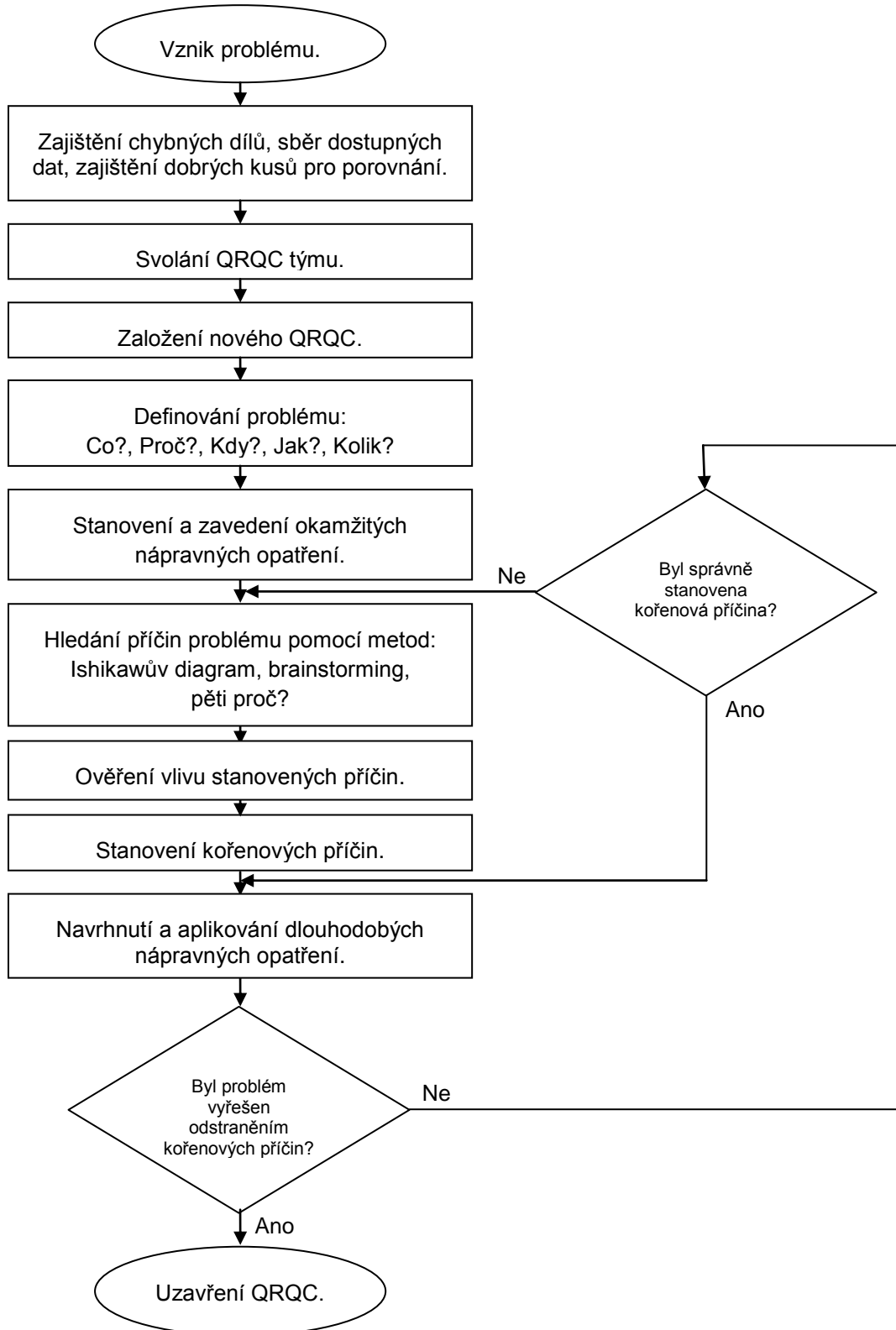
Po zavedení dlouhodobých opatření následuje ověření efektivity a vlivu. K tomuto kroku se nejčastěji používají měřitelné výsledky procesů, které se porovnávají s původními hodnotami, které byly změřeny ještě před zavedením dlouhodobých opatření. Pokud se u daných opatření potvrdí jejich účinek na proces a povedou k eliminaci problému, dané QRQC se uzavře.¹⁵

* O Paretově diagramu více v kap. 2 na straně 12.

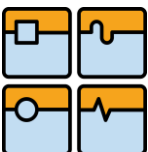
¹⁵ Archív příspěvků: Management jakosti. In: *METODIKA RÝCHLEJ REAKCIE PRI RIADENÍ KVALITY* [online]. Továrnská 2, 071 90 Michalovce, Slovak Republik: BSH Drivers and Pumps s.r.o., 2010 [cit. 2014-04-22]. Dostupné z: <http://katedry.fmfi.vsb.cz/639/magazin.htm>



6.2.3 Vývojový diagram průběhu řešení QRQC



obr. 3 Vývojový diagram – řešení problému pomocí metody QRQC

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 33
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	


7 ANALÝZA VÝROBNÍ SPOLEČNOSTI

Vybraná společnost, jejichž výrobní podnik bude podrobněji analyzován, se zaměřuje na kompletní sortiment pneumatických komponentů. Je jedním ze tří předních světových dodavatelů pneumatických komponentů a automatizačních systémů. Jedná se o mezinárodní společnost, která má své pobočky umístěny po celém světě, převážně v Německu a USA. Dostupnost a podpora produktů dané společnosti je zajištěna po celém světě prostřednictvím sítě prodejních společností a nezávislých distributorů, pokrývá více než 80 zemí. Specifikem společnosti je zaměření na zákazníka. Umí vytvářet specificky upravená řešení na míru pro konkrétní zákazníky a použití, které splňují jejich specifické požadavky.

Námi analyzovaný výrobní podnik je situován v Jihomoravském kraji a skládá se převážně ze samostatných montážních a výrobních bloků, které produkují následující sortiment:

- fitinky,
- válce,
- cívky,
- elektromagnety,
- ventily,
- ventilové bloky,
- vakuová technika,
- prvky pro filtraci, regulaci a mazání přívodního vzduchu.

Velká část produkce podniku směřuje do automobilového průmyslu, z toho důvodu je věnovaná velká pozornost na plánování, řízení a prokazování kvality a dodržování stanovených termínů dodání. Firma je velmi moderně řízena a aktivně využívá metod štihlé výroby a snaží se vyrábět v japonském duchu kaizen. Na pracovištích jsou zavedeny systémy Poka-Yoke, uspořádání a vybavení linek je prováděno v duchu metody 5S, díky které je dosaženo, že se na lince vyskytují pouze ty nástroje, které jsou k vykonávání daného procesu potřeba. V oddělení logistiky je využíván systém kanban. To má za následek snížení pohybu materiálu a skladových zásob na stanovené minimum.

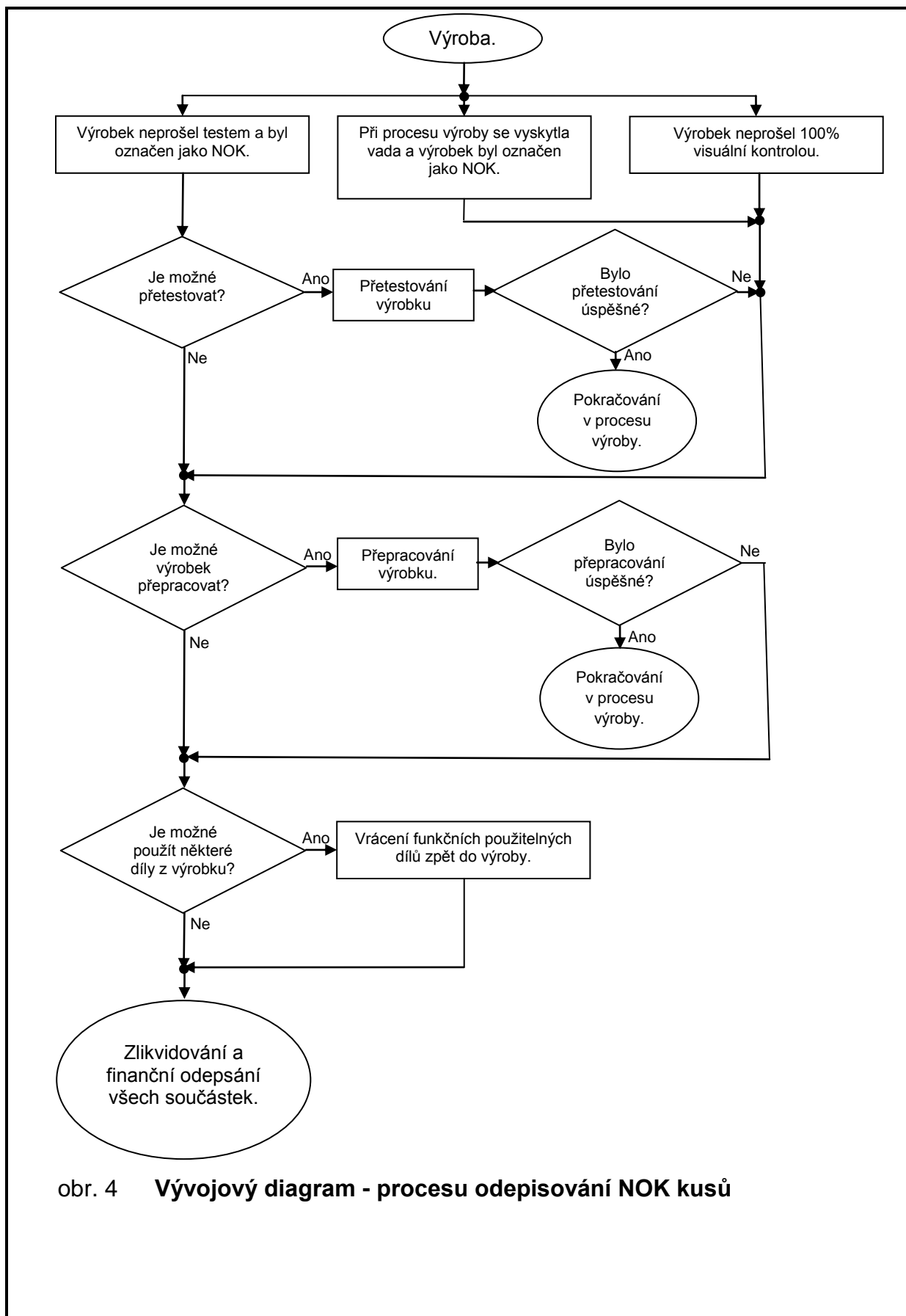
	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 34
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

7.1 Analýza výrobního podniku

Daný podnik se skládá z následujících oddělení:

- logistika,
- finance,
- lidské zdroje,
- strategický nákup,
- projektové oddělení,
- design,
- department 1/DEP 1,
- department 2/DEP 2,
- department 3/DEP 3,
- department 4/DEP 4.

Poslední čtyři výše zmíněné oddělení jsou výrobní a byla podrobena bližšímu zkoumání. Cílem bylo stanovit, které z nich generuje největší finanční ztrátu z důsledku neshodných výrobků. Jako zdroj informací posloužila databáze odepsaných dílů nebo-li scrapu. NOK kusem je myšlen výrobek či součást, která byla vyhodnocena testem jako neodpovídající, nebo byla v důsledku vady výrobního procesu označena a automaticky zařazena mezi NOK kusy, či neprošla stoprocentní kontrolou. Scrapem jsou všechny součástky NOK kusu, které byly zlikvidovány a finančně odepsány. V závislosti na konkrétní montážní lince a zákazníkovi je možné některé NOK kusy přetestovat a v případě kladného výsledku, mohou pokračovat ve výrobním procesu. V případě, že test nebyl úspěšný, je ještě možné z daného výrobku zachránit některé použitelné součásti, které neměly vliv na chybu. Díky tomu se hodnota scrapu, odepsaných neshodných součástí, sníží o hodnotu zachráněných součástí. Avšak ve velkém množství případů, kdy se vyrábí pro specifického zákazníka, který sám schvaluje proces výroby, je přetestování zakázáno a v případě, že je kus již jednou označen jako NOK, tak se z něj nesmí použít žádná, byť plně funkční, součást. Toto je specifické především pro zákazníky z automobilového průmyslu, jež kladou velmi vysoký důraz na kvalitu. Tyto tvrdé podmínky mají za následek velkou hodnotu scrapu u linek vyrábějící díly pro automobilový průmysl.

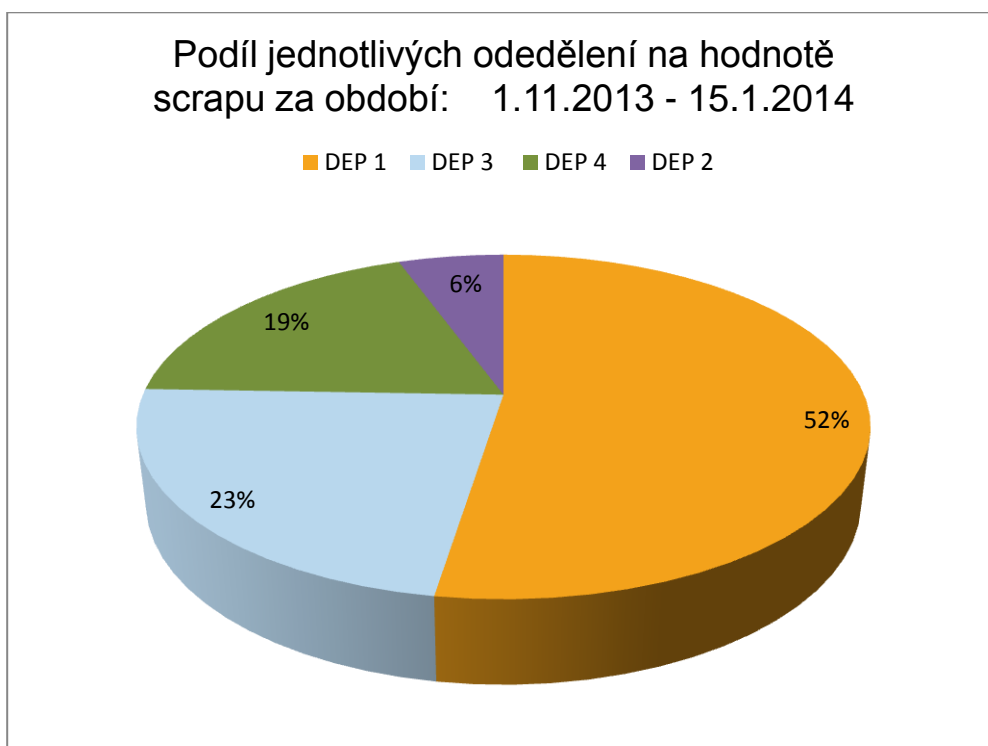


obr. 4 Vývojový diagram - procesu odepisování NOK kusů

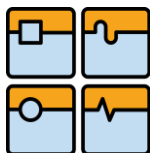


7.1.1 Zvolení nejkritičtějšího oddělení

Analyzovaný podnik se skládá ze 4 výrobních oddělení. DEP1 až DEP4. Každé oddělení má na starosti určitý sortiment výrobků z celkové produkce podniku. Z grafu (obr. 5), který reprezentuje jakou část z celkového scrapu, hodnoty odepsaných součástek NOK kusů, tvoří jednotlivé oddělení, je patrné, že oddělení DEP1 a DEP2 dominují celkovému podniku co se hodnoty scrapu týče. Výsledek byl očekávaný, jelikož daná dvě oddělení se zaměřují převážně na automobilový průmysl a produkují již hotové výrobky, ve smyslu, že se skládají z mnoha dílčích výrobků a na daných oddělení se kompletují dohromady a následně se prodávají jako jeden funkční celek. To má za důsledek vysoké odpisy při neshodných kusech. Nejkritičtějším oddělením bylo zvoleno DEP1. Jedná se o relativně nově vybudované oddělení, které postupně vzniká od 1.9.2013. Je složeno z montážních linek, jenž byly transferovány z německého průmyslového podniku, který se plánuje v průběhu roku 2014 orientovat na jiný druh výroby. Takto vysoká hodnota scrapu je důsledkem toho, že dané linky v oddělení ještě nejsou zcela optimalizované a také se tam promítly náklady na uvolnění výrobních linek k výrobě. Při tomto uvolnění bylo spotřebováno a následně scrapováno velké množství výrobků.

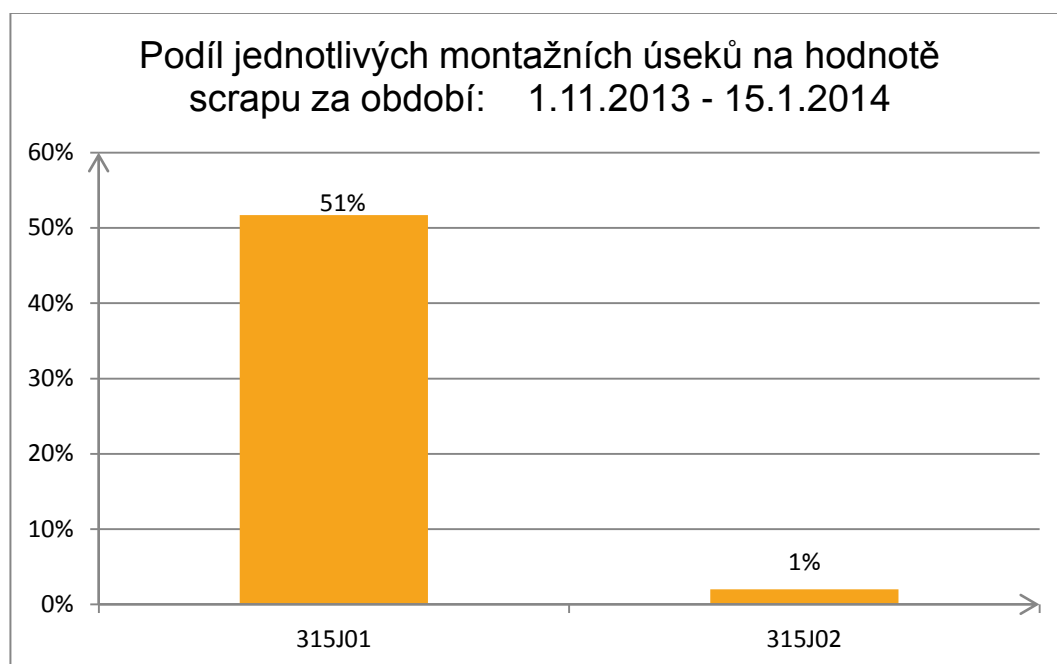


obr. 5 Procentuální rozdělení scrapu mezi odděleními



7.1.2 Zvolení nejkritičtějšího úseku

V podniku se každé oddělení dále člení na jednotlivé montážní úseky. Oddělení DEP1 obsahuje pouze dva montážní úseky, 315J01 a 315J02. Následující graf (obr. 6) nám představuje jakou část z celkové hodnoty scrapu v podniku daný úsek reprezentuje. Jak je z grafu patrné, zcela dominuje montážní úsek 315J01, který tvoří 51% veškerého scrapu v celém podniku. Montážní úsek 315J02 představuje pouze 1%, to je způsobeno tím, že většina montážních linek, které spadají pod tento úsek, v daném období, kdy se analýza podniku prováděla, ještě nebyla úspěšně transferována a uvedena do provozu.

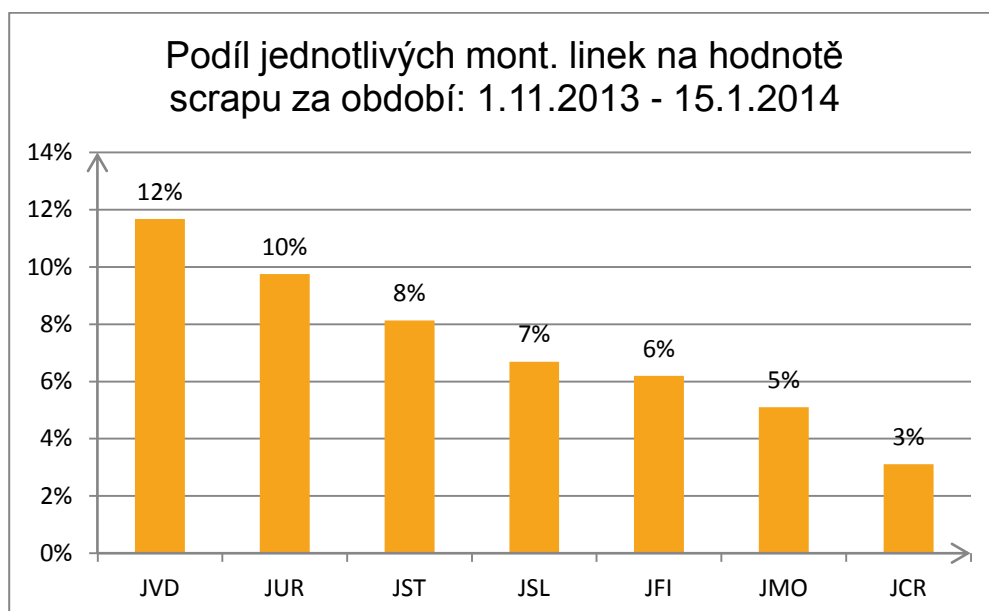


obr. 6 Rozdělení scrapu mezi montážními úseky DEP1



7.1.3 Zvolení nejkritičtější montážní linky

Poté, co byla provedena analýza jednotlivých montážních úseků, následoval rozbor montážních linek, které pod daný úsek spadají. Zvolené nejkritičtější oddělení 315J01 se skládá celkem ze 7 montážních linek. Každá linka produkuje již konečné výrobky. Tyto výrobky se prodávají koncovým zákazníkům, kterými jsou automobilové společnosti. Na následujícím grafu (obr. 7) lze spatřit, že nejkritičtější, ve smyslu hodnoty scrapu, linkou je JVD. Tato linka představuje 12% z veškerého scrapu v daném podniku. Z tohoto důvodu byla právě tato linka zvolena k bližšímu analyzování s cílem zredukovat hodnotu scrapu vzniklého na této lince na minimum.



obr. 7 Rozdělení scrapu mezi montážními linkami 315J01



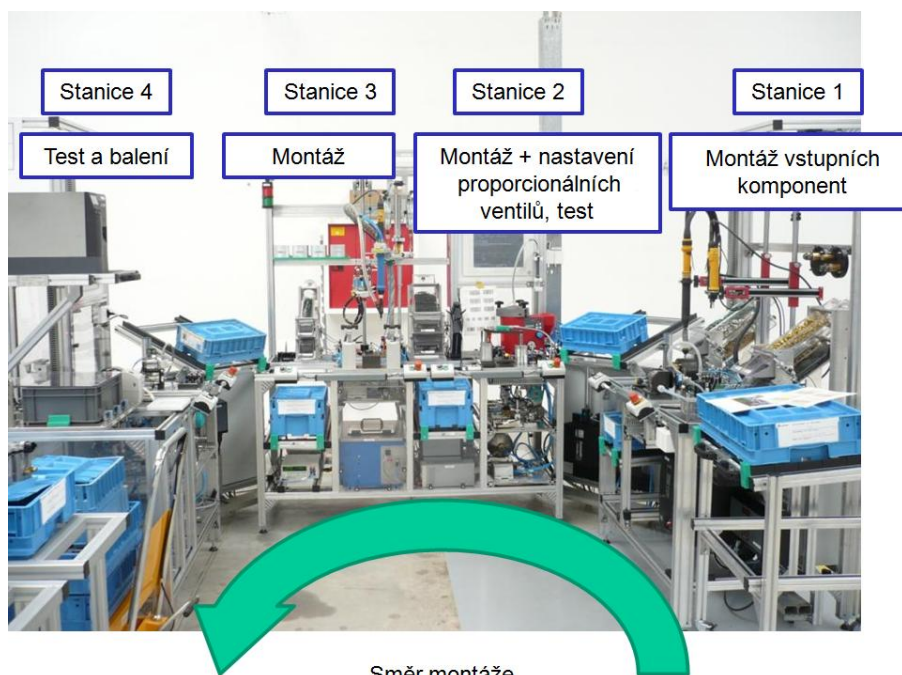
8 ANALÝZA MONTÁŽNÍ LINKY JVD

Montážní linka JVD spadá pod montážní úsek 315J01, který se specializuje na výrobu a montáž hotových výrobků pro automobilový průmysl. Linka JVD se zaměřuje na výrobu ventilových bloků (obr. 11). Vyrábí se na ní 4 varianty, které se liší počtem a druhem montovaných ventilů.

8.1 Rozbor montážní linky

Zvolená montážní linka (obr. 8) se skládá ze 4 stanovišť.

- Stanice 1:
 - Zde probíhá montáž vstupních komponentů jako jsou: filtr, těsnění a šroubení (fitinky).
- Stanice 2:
 - Na této stanici probíhá vkládání proporcionálních ventilů a 3/2 ventilu (závisí na typu výrobků). Dále zde probíhá nastavování a testování mechanických a elektrických vlastností jednotlivých ventilů.
- Stanice 3:
 - Na stanici 3 probíhá montáž desky s elektrickým obvodem a konektorem a následně se celý výrobek uzavře pomocí vrchní kryty.
- Stanice 4:
 - Na této poslední stanici probíhá kompletní test funkčnosti, při kterém se testují veškeré elektrické a mechanické vlastnosti výrobku. Při úspěšném testu se vytiskne štítek, který se na něj nalepí a následně se celý výrobek zabalí.



obr. 8 **Montážní linka JVD**

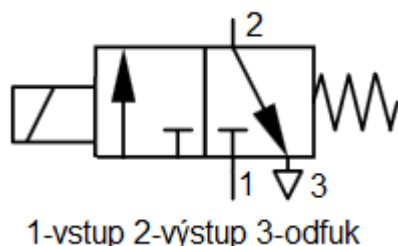


8.2 Popis ventilového bloku JVD

Montážní linka JVD je schopna montovat 4 varianty ventilového bloku. Všechny varianty mají téměř shodný postup výroby. Liší se pouze počtem vložených ventilů, které tvoří hlavní funkční prvek, a příslušného šroubení k nim. Na lince se používají dva základní druhy ventilů:

- Elektromagneticky ovládaný 3/2 ventil (obr. 9):

Tento ventil se ovládá pomocí elektromagnetu, jenž reaguje na přiložené elektrické napětí. Ventil má dvě základní polohy a jeden vstup, výstup a odfuk. Ventil je v základní poloze v uzavřeném stavu. Jeho funkce slouží k sepínání a rozepínání pneumatického obvodu. Když se na daný ventil přiloží napětí, dojde k jeho sepnutí pomocí elektromagnetu, což způsobí propojení vstupu s výstupem. Tlak na výstupu bude shodný se vstupním. Jakmile na daném ventilu nebude přiložené napětí, dojde pomocí pružiny k rozepnutí ventilu. Přístup vzduchu ze vstupu bude utěsněn a výstup se propojí s odfukem.

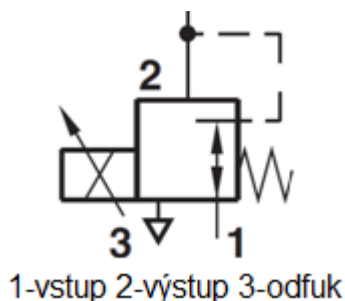


1-vstup 2-výstup 3-odfuk

obr. 9 Schéma 3/2 ventilu

- Elektromagneticky ovládaný proporcionální ventil (obr. 10)

Tento proporcionální 3/2 ventil je funkčně shodný s předchozím, ale navíc umožňuje regulovat hodnotu tlaku ve výstupní větvi.



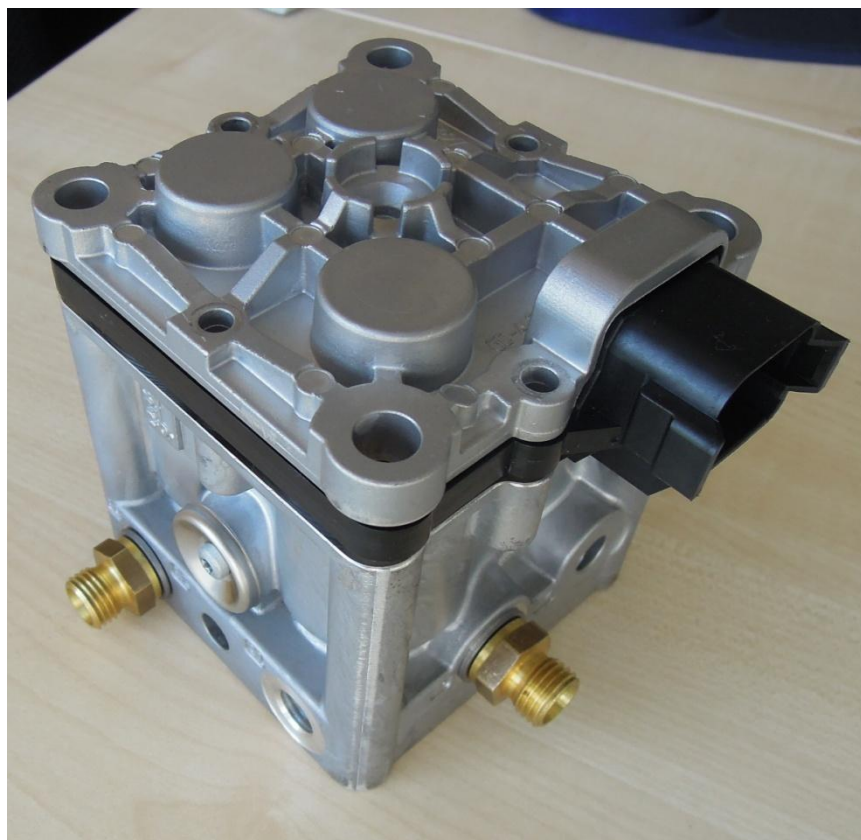
1-vstup 2-výstup 3-odfuk

obr. 10 Schéma proporcionálního ventilu



8.3 Rozbor NOK kusů

Na výrobní lince se nacházejí dvě testovací stanice, které mají za úkol ověřovat funkčnost výrobků (obr. 11). Na první stanici se testuje funkčnost samostatných ventilů a jejich vlastností, dále na ní dochází k nastavení charakteristiky ventilů. Na druhé testovací stanici se provádí kompletní test funkčnosti, včetně testu těsnosti. Při výrobě se vždy po ukončení testu na obrazovce zobrazí, zda byl test úspěšný či nikoliv. V případě úspěšného testu se uvolní následující procesy výroby. Pokud byl test neúspěšný, automaticky se zablokují následující kroky výrobního procesu a na obrazovce se zobrazí druh závady. Výroba se uvolní až poté, co se daný vadný kus (NOK kus), vloží do boxu určeného pro NOK kusy. Operátoři mají za úkol zaznamenat každou vadu, která se vyskytne při výrobě. Byl vytvořen speciální arch, záznam vad (obr. 12), který mají operátoři při výrobě k dispozici, a obsahuje všechny možné vady, které mohou v průběhu procesu výroby ventilového bloku JVD nastat. Výsledky z tohoto archu se pravidelně na konci směny přepisují do elektronické podoby.



obr. 11 Ventilový blok JVD



Datum:
Číslo zakázky:

Osobní č.:
Výrobek:

Záznam vad montáže ventilového bloku - JVD

	typ vady	Záznamové pole																Celkový výskyt vad	
Stanice 1	Chyba šroubování	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
		18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
	Nedošroubovaný filter	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
		18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
Stanice 2 - Test č.1	Vada odporu R1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
		18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
	Vada odporu R2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
		18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
	Vada odporu R3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
		18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
	Netěsnost v uzavřeném stavu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
		18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
Chyba charakteristiky ventilu V1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34		
Chyba charakteristiky ventilu V2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34		
Chyba charakteristiky ventilu V3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34		
Stanice 3	Nedošroubovaný šroub vrchního krytu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Stanice 4 - Test č.2	Vada odporu R1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
		18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
	Vada odporu R2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
		18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
	Vada odporu R3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
		18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
	Vada odporu R4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
		18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
	Netěsnost v uzavřeném stavu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
		18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
	Netěsnost v otevřeném stavu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
		18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
	Chyba charakteristiky ventilu V1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
		18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
Chyba charakteristiky ventilu V2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34		
Chyba charakteristiky ventilu V3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34		
Chyba průtoku ventilu V1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34		
Chyba průtoku ventilu V2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34		
Chyba průtoku ventilu V3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34		
Ostatní	Ostatní (pád na zem apod.)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
		18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	

Popis ostatních závad:

obr. 12 Záznam vad ventilového bloku JVD

8.2.1 Analýza dat ze záznamu vad

Ze všech dostupných informací, které byly získány ze záznamů vad montáže ventilového bloku JVD z období 1.11.2013 až 15.1.2014, se udělal soubor dat (tab. 1), který se následně analyzoval pomocí Paretova diagramu (obr. 14). V případě součtu všech výskytů netěsností na stanici 2 a stanici 4, celkově představují 41,1% ze všech vzniklých vad za období 1.11.2013 až 15.1.2014, tato hodnota představuje 2,5% vadných výrobků z celé výroby. Z tohoto důvodu byla zvolena nejzávažnější vadou netěsnost, která se v následujících kapitolách bude podrobněji analyzovat. Dalšími významnými vadami jsou chyby:

- Charakteristiky ventilů: tvoří celkově 26,4% z vad a 1,6% z výroby.
- Vzniklé při šroubování: tvoří celkově 18,4% z vad a 1,1% z výroby.

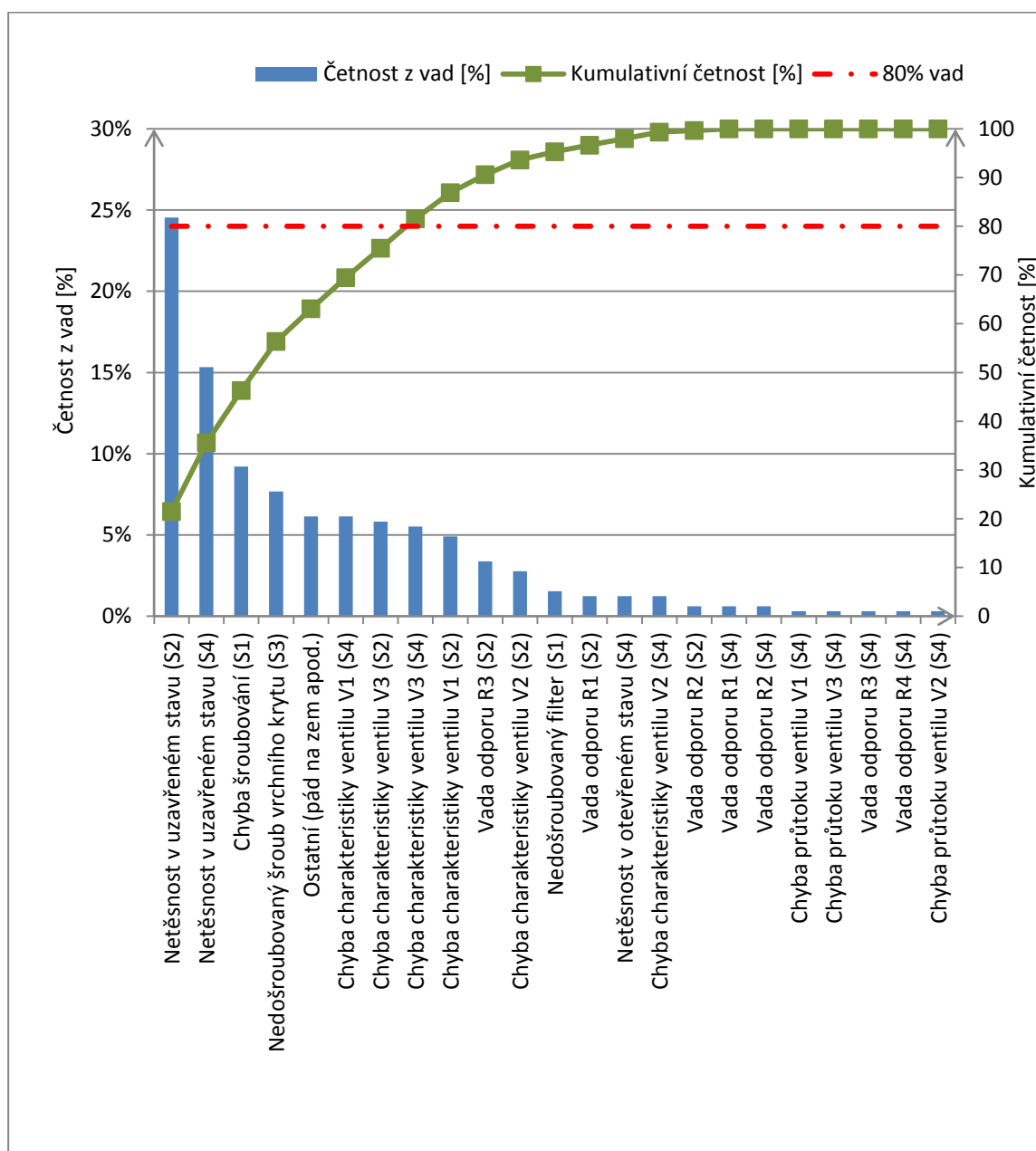
Typ vady	Četnost z výroby [%]	Četnost z vad [%]	Kumulativní četnost z vad [%]
Netěsnost v uzavřeném stavu (S2)	1,5%	24,5%	24,5%
Netěsnost v uzavřeném stavu (S4)	0,9%	15,3%	39,9%
Chyba šroubování (S1)	0,5%	9,2%	49,1%
Nedošroubovaný šroub vrchního krytu (S3)	0,5%	7,7%	56,7%
Ostatní (pád na zem apod.)	0,4%	6,1%	62,9%
Chyba charakteristiky ventilu V1 (S4)	0,4%	6,1%	69,0%
Chyba charakteristiky ventilu V3 (S2)	0,3%	5,8%	74,8%
Chyba charakteristiky ventilu V3 (S4)	0,3%	5,5%	80,4%
Chyba charakteristiky ventilu V1 (S2)	0,3%	4,9%	85,3%
Vada odporu R3 (S2)	0,2%	3,4%	88,7%
Chyba charakteristiky ventilu V2 (S2)	0,2%	2,8%	91,4%
Nedošroubovaný filter (S1)	0,1%	1,5%	92,9%
Vada odporu R1 (S2)	0,1%	1,2%	94,2%
Netěsnost v otevřeném stavu (S4)	0,1%	1,2%	95,4%
Chyba charakteristiky ventilu V2 (S4)	0,1%	1,2%	96,6%
Vada odporu R2 (S2)	0,0%	0,6%	97,2%
Vada odporu R1 (S4)	0,0%	0,6%	97,9%
Vada odporu R2 (S4)	0,0%	0,6%	98,5%
Chyba průtoku ventilu V1 (S4)	0,0%	0,3%	98,8%
Chyba průtoku ventilu V3 (S4)	0,0%	0,3%	99,1%
Vada odporu R3 (S4)	0,0%	0,3%	99,4%
Vada odporu R4 (S4)	0,0%	0,3%	99,7%
Chyba průtoku ventilu V2 (S4)	0,0%	0,3%	100,0%

tab. 1 Soubor dat z období 1.11.2013 – 15.1.2014



8.2.1 Paretův diagram vad

Na následujícím obrázku je graficky znázorněn výskyt vad na lince JVD, je z něj patrná dominance vad na netěsnosti v uzavřeném stavu. Dále má i malé zastoupení netěsnost v otevřeném stavu, ale hodnota tohoto výskytu vady nabývá nízkých hodnot z důvodu, že ten druh vady se vyskytuje pouze u dvou variant výrobku, které se příliš často nevyrábí.



obr. 13 Paretova analýza vad na lince JVD

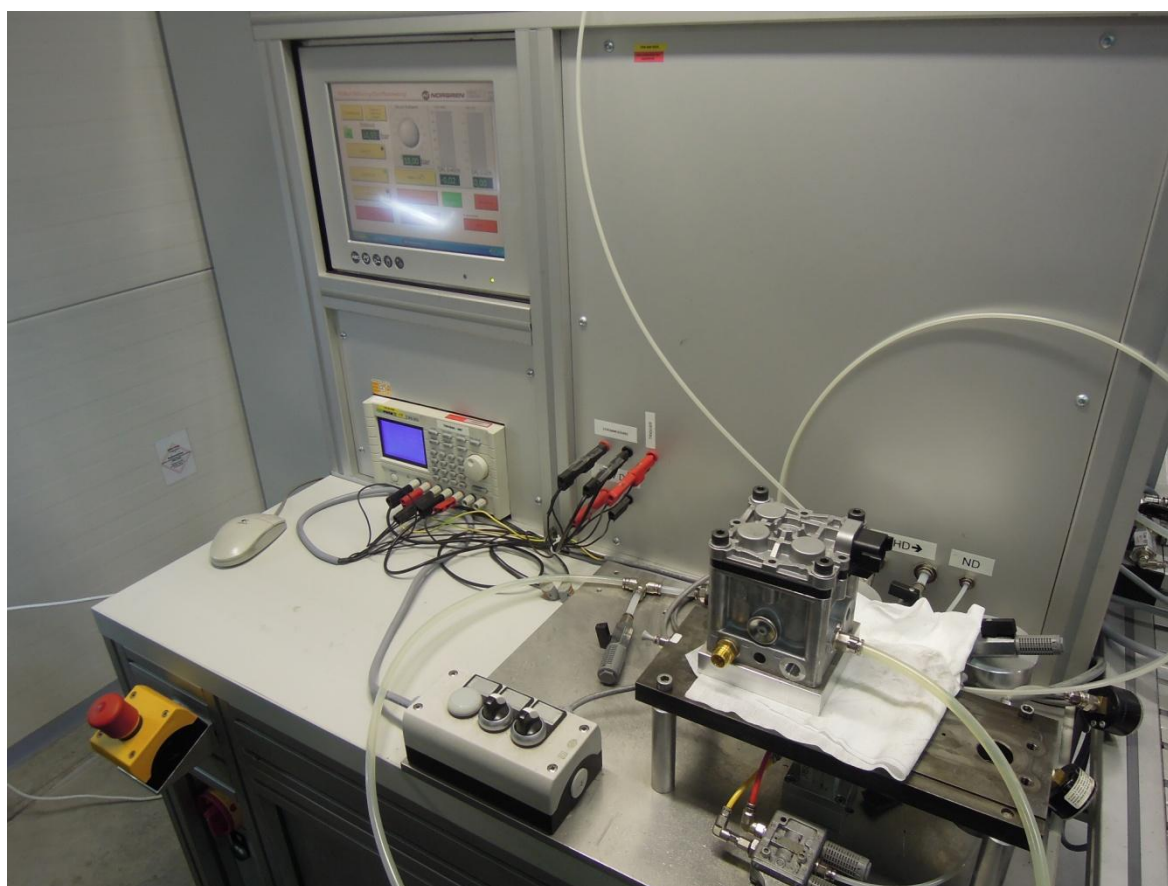


9 DETAILNÍ ROZBOR VÝROBKŮ

Na základě předchozí analýzy se shromažďovaly vadné výrobky, jež neprošly testem z důvodu netěsnosti v uzavřeném a otevřeném stavu. Tyto výrobky byly poté podrobeny expertize na pracovišti analýzy, kde se určovala přesná příčina netěsnosti.

9.1 Popis metodiky zkoušení na pracovišti analýzy

Na pracovišti analýzy (obr. 14) probíhalo důkladné zkoumání jednotlivých vadných kusů. Nejdříve se na výrobek upnul do testovacího oběhu, následně se do výrobku pustil vzduch pod tlakem, který je stanovený ve specifikacích. Poté stanice vyhodnotila velikost úniku v jednotkách l/h, která se porovnávala s hodnotou maximálního přípustného úniku uvedenou ve specifikacích výrobku. Následujícím krokem, bylo stanovit místo úniku. K únik vždy mohlo docházet jen na jednotlivých výstupech z ventilů, popřípadě z odfuků. Při analýze se používala speciální pěna, která únik pomáhala detekovat. Na základě zjištění úniku u konkrétního výstupu byl stanoven vadný ventil, který byl dále podrobněji analyzován.



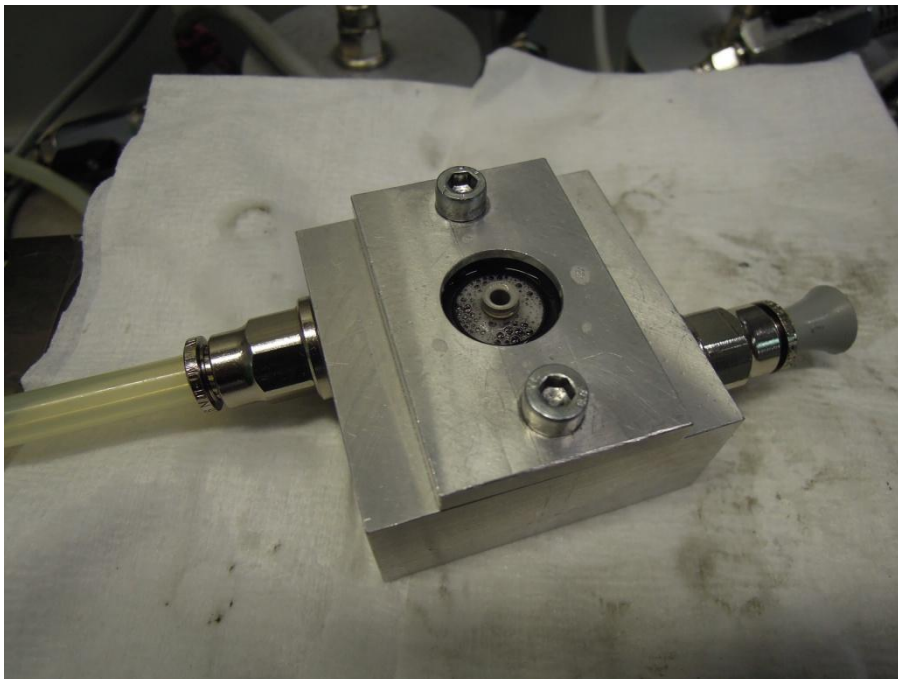
obr. 14 Pracoviště analýzy



Při úspěšném stanovení vadného ventilu analyzování pokračovalo k určení netěsnící součásti. Veškeré těsnící prvky ventilu se nacházejí na jeho sedle (obr. 15). Pomocí speciálního přípravku (obr. 16) se testoval únik sedla. Jakmile bylo úspěšně stanovené místo úniku na sedle, následovala poslední fáze analýzy. Podrobné zkoumání součástí, které mohou mít vliv na únik pomocí mikroskopu.



obr. 15 Sedlo proporcionálního ventilu



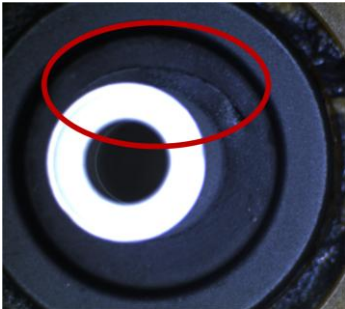

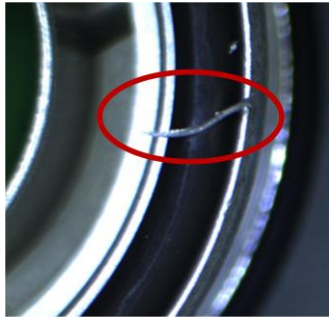

obr. 16 Speciální přípravek k určení úniku sedla



9.2 Rozbor výrobků na pracovišti analýzy

Na pracovišti analýzy bylo podrobně zkoumáno celkem 94 vadných kusů. Všechny pocházely z výroby v období mezi 1.2.2014 až 15.3.2014 a byly zařazeny mezi vadné kusy z důvodu netěsnosti.

9.2.1 Nalezené příčiny:

Výrobek:	Ventilový blok JVD 2+1	
Datum výroby:	7.2.2014	
Test:	Stanice 2	
Chyba testu:	Velký únik	
Zjištěná vada:	Únik – uzavřený stav	
Zjištěná příčina:	Prasklá membrána	
Výrobek:	Ventilový blok JVD 2+1	
Datum výroby:	7.2.2014	
Test:	Stanice 4	
Chyba testu:	Velký únik	
Zjištěná vada:	Únik –otevřený stav	
Zjištěná příčina:	Špona z fitinky	
Výrobek:	Ventilový blok JVD 2+1	
Datum výroby:	7.2.2014	
Test:	Stanice 4	
Chyba testu:	Velký únik	
Zjištěná vada:	Únik – uzavřený stav	
Zjištěná příčina:	Špona z pouzdra	
Výrobek:	Ventilový blok JVD 2+1	
Datum výroby:	7.2.2014	
Test:	Stanice 2	
Chyba testu:	Velký únik	
Zjištěná vada:	Únik – uzavřený stav	
Zjištěná příčina:	Nečistota	




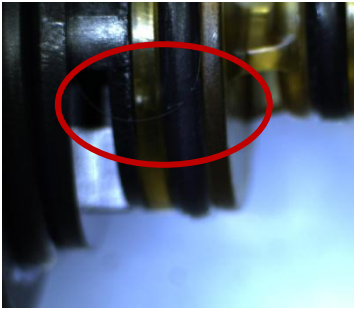

tab. 2 Rozbor vadných výrobků část 1.



Výrobek:	Ventilový blok JVD 2+0	
Datum výroby:	18.2.2014	
Test:	Stanice 2	
Chyba testu:	Velký únik	
Zjištěná vada:	Únik – uzavřený stav	
Zjištěná příčina:	Špona z pouzdra	
Výrobek:	Ventilový blok JVD 2+1	
Datum výroby:	14.2.2014	
Test:	Stanice 4	
Chyba testu:	Velký únik	
Zjištěná vada:	Únik – uzavřený stav	
Zjištěná příčina:	Špona z pouzdra	
Výrobek:	Ventilový blok JVD 2+1	
Datum výroby:	14.2.2014	
Test:	Stanice 4	
Chyba testu:	Velký únik	
Zjištěná vada:	Únik – otevřený stav	
Zjištěná příčina:	Špona z pouzdra	
Výrobek:	Ventilový blok JVD 2+0	
Datum výroby:	18.2.2014	
Test:	Stanice 2	
Chyba testu:	Velký únik	
Zjištěná vada:	Únik – uzavřený stav	
Zjištěná příčina:	Špona z pouzdra	
Výrobek:	Ventilový blok JVD 2+0	
Datum výroby:	18.2.2014	
Test:	Stanice 2	
Chyba testu:	Velký únik	
Zjištěná vada:	Únik – uzavřený stav	
Zjištěná příčina:	Špona z pouzdra	

tab. 3 Rozbor vadných výrobků část 2.



Výrobek:	Ventilový blok JVD 2+0	
Datum výroby:	10.3.2014	
Test:	Stanice 2	
Chyba testu:	Velký únik	
Zjištěná vada:	Únik – uzavřený stav	
Zjištěná příčina:	Nečistota	
Výrobek:	Ventilový blok JVD 2+0	
Datum výroby:	10.3.2014	
Test:	Stanice 4	
Chyba testu:	Velký únik	
Zjištěná vada:	Únik – uzavřený stav	
Zjištěná příčina:	Špona z filtru	
Výrobek:	Ventilový blok JVD 2+0	
Datum výroby:	10.3.2014	
Test:	Stanice 4	
Chyba testu:	Velký únik	
Zjištěná vada:	Únik – uzavřený stav	
Zjištěná příčina:	Špona z fitinky	
Výrobek:	Ventilový blok JVD 2+0	
Datum výroby:	10.3.2014	
Test:	Stanice 2	
Chyba testu:	Velký únik	
Zjištěná vada:	Únik – uzavřený stav	
Zjištěná příčina:	Nečistota - vlas	
Výrobek:	Ventilový blok JVD 2+0	
Datum výroby:	10.3.2014	
Test:	Stanice 2	
Chyba testu:	Velký únik	
Zjištěná vada:	Únik – uzavřený stav	
Zjištěná příčina:	Špona z pouzdra	

tab. 4 Rozbor vadných výrobků část 3.



9.3 Vyhodnocení výsledků

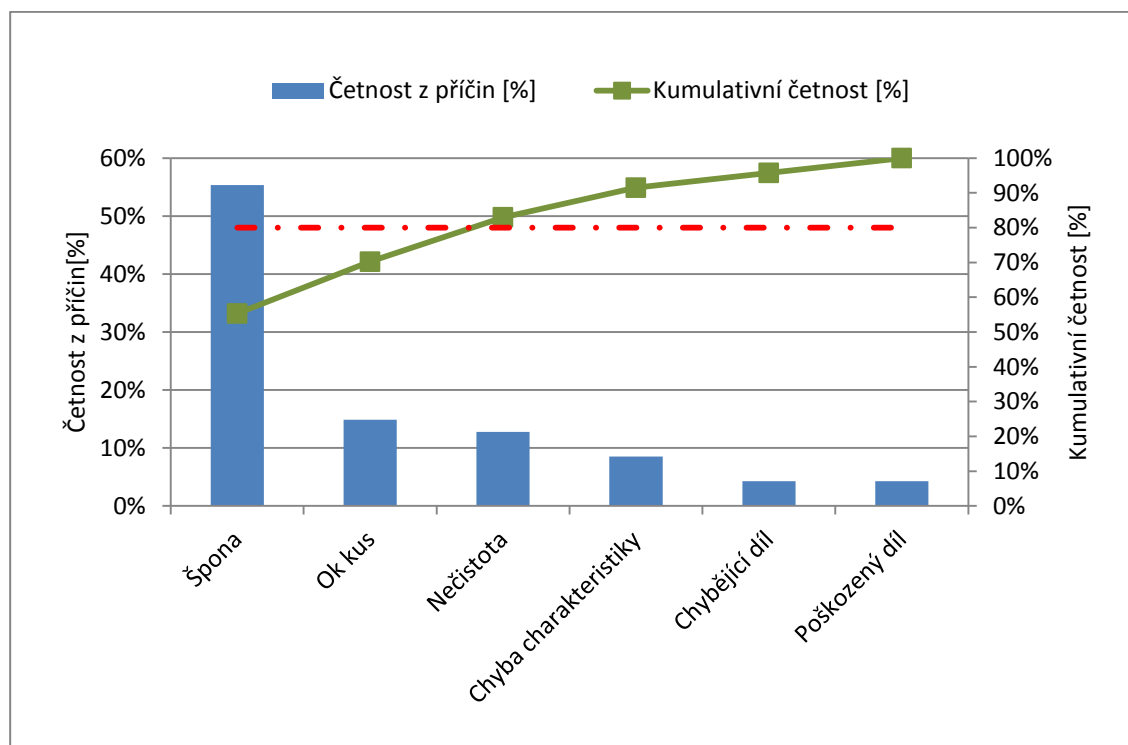
Na základě výsledků z analýzy byly veškeré příčiny rozděleny do šesti základních kategorií (tab. 5). Z výsledků byly vyhodnoceny jako kořenové příčiny špony společně s nečistotami, které dohromady tvoří 68,1% příčin vzniku netěsnosti u výrobku.

Dále velmi důležité zjištění bylo, že téměř 15% testovaných výrobků bylo bez defektu a plně funkčních, to bylo způsobeno nevhodně optimalizovaným testem.

Na základě těchto zjištění se zahájily paralelní akce, které se tyto příčiny snaží eliminovat.

Druh příčiny	Počet [ks]	Procentuální vyjádření [%]	Kumulativní četnost [%]
Špona	52	55,3%	55,3%
Ok kus	14	14,9%	70,2%
Nečistota	12	12,8%	83,0%
Chyba charakteristiky	8	8,5%	91,5%
Chybějící díl	4	4,3%	95,7%
Poškozený díl	4	4,3%	100,0%

tab. 5 Soubor dat z pracoviště analýzy



obr. 17 Paretova analýza příčin netěsností



10 QRQC – NEČISTOTY VE VETNILOVÉM BLOKU JVD

Z důvodů vyššího počtu neshodných výrobků na konci 15. týdne kalendářního roku 2014 bylo nutno provést okamžitá nápravná opatření, aby se mohlo pokračovat ve výrobě. Příčinou výpadků bylo znečištění vstupního materiálu, kovového těla (obr. 18). Na základě tohoto podnětu bylo založeno QRQC, které se zaměřovalo primárně na špony a nečistoty v tělech ventilových bloků JVD, součástí otevření QRQC bylo sestavení odborného týmu, který se skládal z procesních inženýrů, inženýrů kvality, technika kvality a manažerů oddělení DEP1, pod který linka JVD spadá.



obr. 18 Tělo ventilového bloku JVD

10.1 Řešení QRQC

Definování problému:

Co je konkrétní problém?

Nečistoty v těle ventilového bloku JVD.

Proč je to problém?

Nečistoty způsobují netěsnost ventilů a tím jejich nefunkčnost.

Kdy se problém vyskytl?

Na začátku 15. týdne kalendářního roku 2014, 10.4.2014.

Jak se problém identifikoval?

Výrobky neprocházely testem. Následoval test čistoty těla.

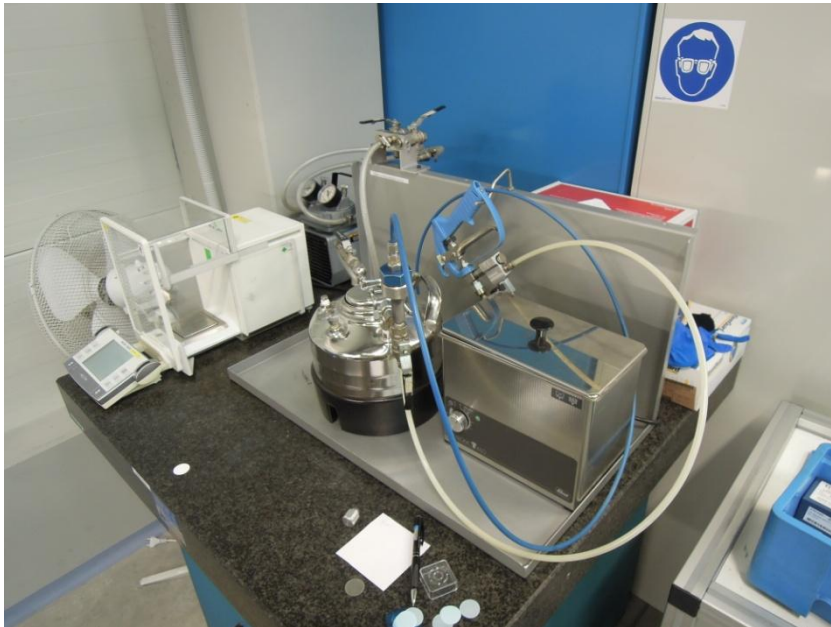
Kolik dílů bylo neshodných?

80% z výrobní zakázky.

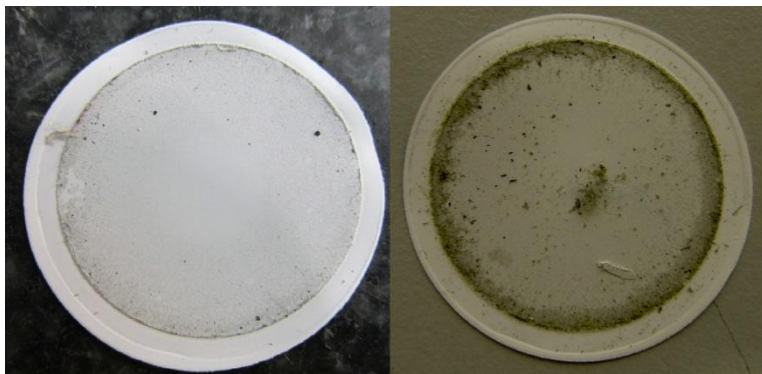


10.1.1 Okamžitá nápravná opatření:

Po zjištění problému byla těla od dodavatele poslána na test čistoty pomocí ultrazvuku (obr. 19) k ověření. Po ověření, že daná těla jsou od výrobce znečištěná, následovalo okamžité opatření, které spočívalo ve vyčištění všech těl, která byla skladem, ve speciálním čisticím zařízení. Po vyčištění byla těla podrobena testu čistoty a proběhlo srovnání s nečištěnými těly od dodavatele (obr. 20). Výsledky potvrdily efektivnost procesu čištění. Následovalo uvolnění výroby s použitím těl, která prošla procesem čištění.



obr. 19 Test čistoty pomocí ultrazvuku



S čištěním

Bez čištění

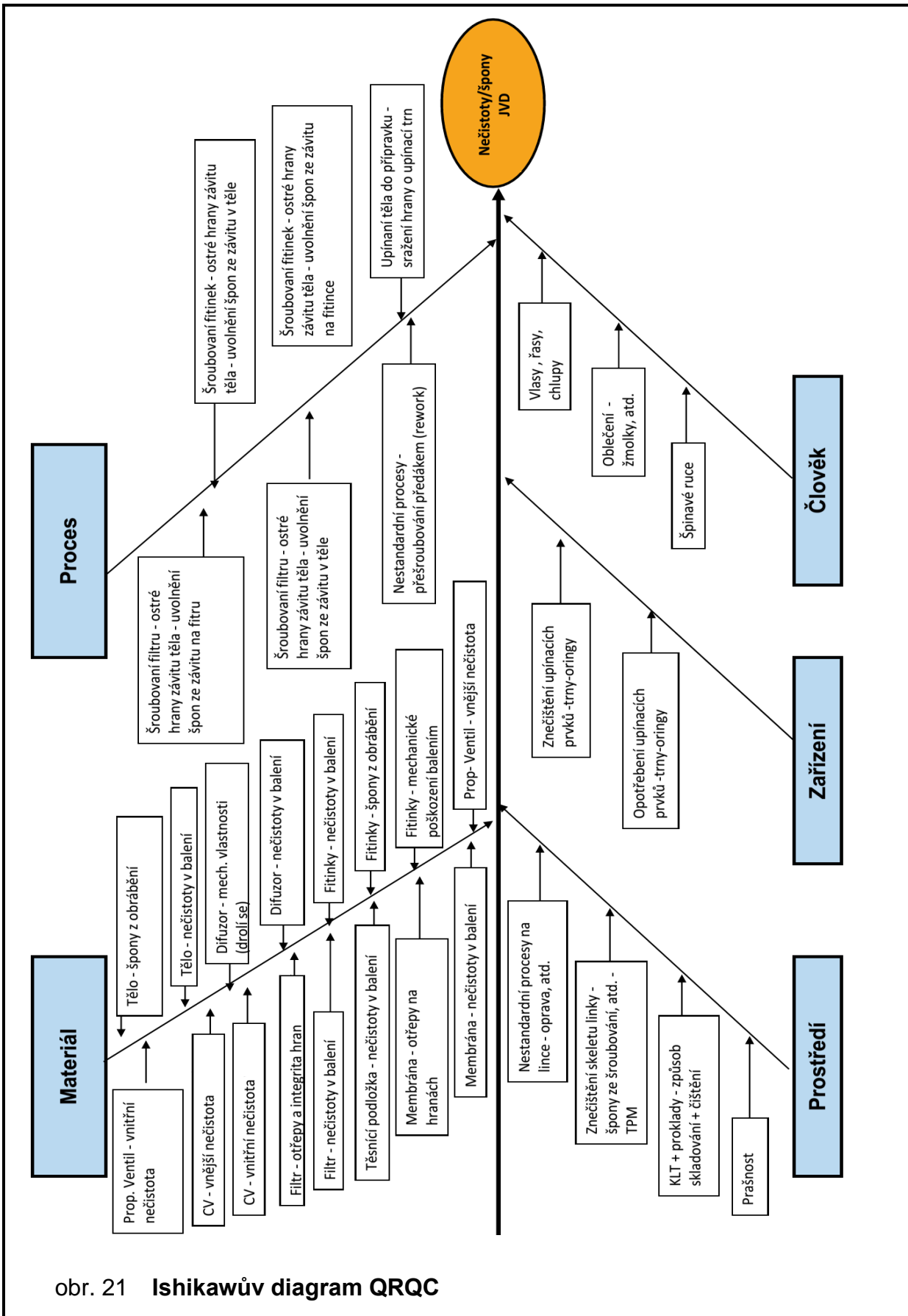
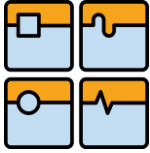
obr. 20 Porovnání výsledků z testu čistoty těl

10.1.2 Stanovení možných příčin problému:

Po úspěšném zajištění výroby, následovala fáze stanovení možných příčin. Byl svolán mítink, kterého se účastnili všichni členové QRQC týmu. Cílem tohoto mítinku bylo pomocí brainstormingu a Ishikawova diagramu určit všechny možné příčiny, které mohou způsobit nečistotu uvnitř ventilového bloku JVD. Výstupem z tohoto setkání byl kompletně vyplněný Ishikawův diagram (obr. 21) a akční plán (příloha 3; tab. 6), ve kterém byly uvedeny všechny stanovené příčiny, postup ověření, datum splnění a zodpovědné osoby, jež měly za úkol ověřit dané příčiny ověřit.

Kategorie příčin	Příčina	Ověření	Odp.	Termín
Materiál	Tělo – nečistoty a špony z obrábění	Provést test čistoty těla	KIN	9.4.2014
Materiál	Tělo - nečistoty v balení	Ověřit balení	KIN	9.4.2014
Materiál	Difuzor - mech. vlastnosti: drolí se	Ověřit stávající materiál a skladovací prostory	KIN	9.4.2014
Materiál	Fitinky - špony	Test čistoty před a po praní	KIN	15.4.2014
Materiál	Fitinky - nečistoty v balení	Spodek balení - prověřit čistotu/špony	KIN	11.4.2014
Materiál	Fitinky - mech. poškození	Provéřit pod mikroskopem	KIN	11.4.2014
Prostředí	KLT boxy	Provéřit u vstupního materiálu	TEK	11.4.2014
Prostředí	Proklady	Provéřit u vstupního materiálu	TEK	11.4.2014
Prostředí	Podávací tuby na lince	Linkový audit	PIN	11.4.2014
Proces	Šroubování filtru - kontaminace z filtru	Vyprání těl+fitinek - následná montáž, test čistoty před+po, vyhodnocení	PIN	15.4.2014
Proces	Šroubování filtru - uvolnění špon ze závitu v těle	Vyprání těl+fitinek - následná montáž, test čistoty před+po, vyhodnocení	PIN	15.4.2014
Proces	Šroubování fitinek - uvolnění špon ze závitu v těle	Vyprání těl+fitinek - následná montáž, test čistoty před+po, vyhodnocení	PIN	15.4.2014
Proces	Šroubování fitinek - kontaminace materiálem z fitinek	Vyprání těl+fitinek - následná montáž, test čistoty před+po, vyhodnocení	PIN	15.4.2014
Člověk	Oblečení	Provéřit výsledky z pracoviště analýzy	SKI	11.4.2014

tab.6 Akční plán QRQC – ověření vybraných příčin



obr. 21 Ishikawův diagram QRQC

10.1.3.. Ověření stanovených příčin:

Na základě akčního plánu bylo provedeno ověření všech stanovených příčin, zda se reálně vyskytují a zda mohou mít vliv na vznik nečistot a špon ve ventilovém bloku JVD.

Tělo – špony a nečistoty z obrábění:

- *Postup ověření:*
Provedení testu čistoty těla.
- *Výsledek:*
Pozitivní, dle testu čistoty těla ventilového bloku byly nalezeny nečistoty a špony, viz obr. 20. Jedna z kořenových příčin.

Tělo – nečistoty v balení:

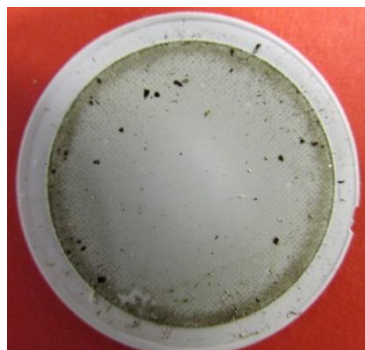
- *Postup ověření:*
Prověření balení.
- *Výsledek:*
Pozitivní, v balení byly nalezeny špony.

Difuzor – mechanické vlastnosti, drolí se:

- *Postup ověření:*
Prověření stávajícího materiálu a balení.
- *Výsledek:*
Pozitivní, v balení byly nalezeny úlomky difuzoru.

Fitinky – špony a nečistoty:

- *Postup ověření:*
Test čistoty ultrazvukem.
- *Výsledek:*
Pozitivní, nalezeny nečistoty ve formě kovových špon.



obr. 22 **Výsledek testu čistoty fitinek**



Fitinky – nečistoty v balení:

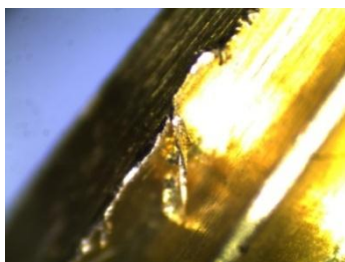
- *Postup ověření:*
Zkontrolování balení se zaměřením na přítomnost nečistot v balících sáčcích.
- *Výsledek:*
Pozitivní, nalezeny nečistoty ve formě kovových špon.



obr. 23 **Balení fitinek**

Fitinky – mechanické poškození:

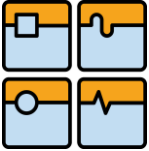
- *Postup ověření:*
Zkontrolovat 10 náhodně vybraných kusů z výroby po mikroskopem.
- *Výsledek:*
Pozitivní, závit velmi nekvalitní a ostrý. Jedna z kořenových příčin.



obr. 24 **Detail závitu fitink**

KLT boxy - znečištění:

- *Postup ověření:*
Zkontrolování stavu KLT boxů u všech komponent, které vstupují do procesu montáže ventilového bloku JVD. Kontaktování vedoucího skladu a zjištění informací ohledně používání a čištění boxů.
- *Výsledek:*
Boxy jsou lehce kontaminované cizím materiálem. Obvykle se používají externě čištěné, v ojedinělých případech nedostatku čistých se užívají již použité bez kontroly stavu.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 57
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

Plastové proklady v boxech u ventilů - znečištění:

- *Postup ověření:*
Zkontrolování stavu prokladu. Kontaktování vedoucího skladu a zjištění informací ohledně používání a čištění prokladů.
- *Výsledek:*
Pozitivní, proklady jsou kontaminovány drobnými částicemi. Proklady se recyklují, ale neprobíhá proces jejich čištění.



obr. 25 **Znečištění prokladu od proporcionálních ventilů**

Podávací tuby na lince - znečištění

- *Postup ověření:*
Linkový audit, zkontrolování podávacích tuby fitinek, filtru, difuzoru a šroubků.
- *Výsledek:*
Pozitivní, v tubách nalezeny nečistoty ze vstupního materiálu.



obr. 26 **Znečištění podávacích tub**



Šroubování filtru a fitinek – kontaminace z filtru, fitinek a špony ze závitu těla:

- *Postup ověření:*
Vyprání 10 těl a příslušných fitinek, aby bylo zajištěno, že do procesu montáže vstupují pouze čisté komponenty. Dále provedení montáže dle běžného postupu a ověření pomocí testu čistoty kontaminací. Na základě výsledků testu čistoty provedení rozboru kontaminujících částic.
- *Výsledek:*
Pozitivní, byly nalezeny kontaminace z těla ventilového bloku, fitinek i filtru.



obr. 27 **Výsledky testu čistoty po procesu šroubování filtru a fitinek**

Kontaminace ventilového bloku vlákny z oblečení:

- *Postup ověření:*
Prověření historie výsledku z testu analýzy.
- *Výsledek:*
Pozitivní, u několika vzorků byla netěsnost způsobená vlákny z oblečení.

10.1.4. Určení kořenových příčin:


Po ověření všech možných příčin, proběhlo jejich vyhodnocení. Na základě výsledků a zkušeností pracovníků QRQC týmu byly jako kořenové příčiny určeny nečistoty a špony v těle od dodavatele a nevhodně zpracované závity fitinek.

Z důvodu dosažení co nejlepších výsledků a efektivity QRQC proběhlo navrhnutí a aplikování vhodných opatření u všech ověřených příčin (příloha 3; obr. 28).

10.1.5. Navrhnutí nápravných opatření

Kategorie příčin	Příčina	Navrhnutá opatření	Odp.	Termín
Materiál	Tělo - nečistoty a špony z obrábění	Reklamace dodavateli, osobní návštěva - změna nastavení procesu výroby vnitřních závitů Prozatímní opatření: Čistit všechna těla interně	KIN	23.5.2014
Materiál	Tělo - nečistoty v balení	Reklamace dodavateli, osobní návštěva. Čistit balení interně	KIN	23.5.2014
Materiál	Difuzor - mechanické vlastnosti	Reklamace dodavateli, zavedení hrubého síta u výstupu ze vstřikovacího stroje	KIN	30.5.2014
Materiál	Fitinky - špony	Reklamace dodavateli, změna nastavení procesu výroby	KIN	30.5.2014
Materiál	Fitinky - nečistoty v balení	Reklamace dodavateli, prověření procesu balení	KIN	30.5.2014
Materiál	Fitinky - mechanické poškození balením	Reklamace dodavateli, změna nastavení procesu výroby	KIN	9.5.2014
Prostředí	KLT boxy	Všechn vstupní materiál vkládat do nových KLT boxů	TEK	25.4.2014
Prostředí	Proklady	Nerecyklovat proklady, použité posílat na vyčištění	TEK	25.4.2014
Prostředí	Podávací tuby na lince	Zavést sítko do tub, doplnit do TPM pravidelné čištění tub	PIN	2.5.2014
Proces	Šroubování filtru - kontaminace z filtru	Reklamace dodavateli těl, osobní návštěva - změna nastavení procesu výroby vnitřních závitů těla	KIN	23.5.2014
Proces	Šroubování filtru - uvolnění špon a nečistot ze závitů v těle	Reklamace dodavateli těl, osobní návštěva - změna nastavení procesu výroby Prozatímní opatření: čištění závitů těla	KIN	23.5.2014
Proces	Šroubování fitinek - uvolnění špon ze závitů v těle	Reklamace dodavateli fitinek, osobní návštěva - změna nastavení procesu výroby závitů	KIN	30.5.2014
Proces	Šroubování fitinek - kontaminace materiálem z fitinek	Reklamace dodavateli fitinek, osobní návštěva - změna nastavení procesu výroby závitů	KIN	30.5.2014
Člověk	Oblečení	Navrhnout kaizen na změnu materiálu pracovního oděvu	SKI	9.5.2014

tab.7 **Akční plán QRQC – navrhnutá opatření**

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 60
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

11 ZAVEDENÁ NÁPRAVNÁ OPATŘENÍ

Na základě výsledků rozboru vadných výrobku na montážní lince JVD a pracovišti analýzy byly vyzorovány jako nejzávažnější tyto problémy:

- Chyba testu, OK kusy vyhodnoceny jako NOK.
- Prostoje na lince způsobené nevhodnými upínacími adaptéry.
- Chyba šroubování.
- Netěsnost způsobená nečistotami a šponami.

11.1 Úprava testovacího zařízení na stanici 2 a 4

Řešený problém:

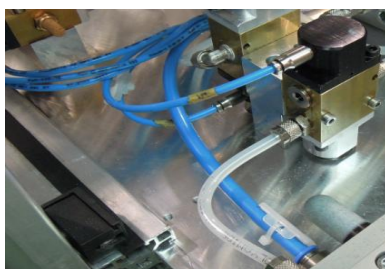
Test špatně vyhodnocoval funkční výrobky, čímž zvyšoval hodnotu scrapu.

Příčina vzniku problému:

Vnitřní netěsnost testu.

Zavedená nápravná opatření:

- Kompletní vyčištění a přetěsnění testovacích soustav.
- Vyměnění kovových trubek v testovací soustavě za tvrdé gumové hadičky, jenž jsou pro daný test vhodnější, obsahují minimální počet spojů, čímž snižují pravděpodobnost vzniku netěsnosti.



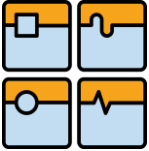
obr. 28 **Výměna vzduchového vedení u testovací soustavy**

Datum zavedení opatření:

12. týden, 18.3.2014

Vyhodnocení vlivu zavedeného opatření:

Na pracovišti analýzy bylo důkladně prozkoumáno 56 vadných výrobků, které pocházely z období 24.3.2014 – 7.4.2014. Z těchto 56 vadných kusů byly 4 určeny jako OK kusy. To představuje 7,1% ze všech vadných výrobků. Původní hodnota zastoupení OK kusů mezi vadnými byla 14,9%. Díky zavedením těchto opatření se podařilo daný problém zredukovat o 52,3%.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 61
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

11.2 Výměna upínacích adaptérů a upínací desky na lince JVD

Řešený problém:

Při výrobě docházelo k prostojům z důvodu nutnosti opakovaného upínání výrobku na testovacích stanicích.

Příčina vzniku problému:

- Opatřované hrany a nevhodná konstrukce upínacích adaptérů způsobovaly únik vzduchu při testování.
- Nevhodná konstrukce upínací desky, jenž měla za následek nesprávné upínání výrobku.

Zavedená nápravná opatření:

- Vyměnění opotřebených upínacích adaptérů za nové
- Navržení a výměna nové upínací desky



obr. 29 **Nová upínací deska**



Staré upínací adaptéry



Nové upínací adaptéry

obr. 30 **Výměna upínacích adaptérů**

Datum zavedení opatření:

12. týden, 21.3.2014

Vyhodnocení vlivu zavedeného opatření:

Nebyla dostupná kvantitativní data. Na základě kvalitativního výzkumu mezi operátory a předákem dané opatření eliminovalo daný problém.



11.3 Změna charakteristiky šroubováků

Řešený problém:

Při šroubování fitinek, filtru a krytu dochází k jejich nedošroubování, což způsobuje vznik NOK kusu.

Příčina vzniku problému:

Senzor velikosti utahovacího momentu je velmi citlivý a měří v průběhu celého procesu šroubování. V případě kdy se při šroubování krátkodobě překročí stanovený moment z důvodu překonání tvarové deformace závitu či nečistoty, je proces šroubování automaticky ukončen.

Zavedená nápravná opatření:

Nastavení charakteristiky šroubováků tak, aby senzor utahovacího momentu neměřil v průběhu celého procesu šroubování, ale až v poslední fázi, kdy dochází k utahování stanoveným momentem.



obr. 31 Pneumatický šroubovák krytu ventilového bloku

Datum zavedení opatření:

13. týden, 27.3.2014

Vyhodnocení vlivu zavedeného opatření:

V období 1.1.2014 – 21.3.2014 představovaly veškeré chyby šroubování 9,2% z celkového počtu neshodných výrobků. Po zavedení opatření se tato hodnota za období 24.3.2014 – 9.5.2014 snížila na 2,6%.



11.4 Zavedení sítěk do podávacích tub

Řešený problém:

Nečistoty v těle ventilového bloku – nečistoty a špony v podávacích tubách (obr. 26).

Příčina vzniku problému:

Nečistoty ze vstupního materiálu zůstávají na dně podávacích tub, což může způsobit jejich ulpění na materiálu, který vstupuje do procesu montáže.

Zavedená nápravná opatření:

- Vložení speciálně navržených sítěk do podávacích tub, která oddělí nečistoty od vstupního materiálu.
- Zavedení pravidelného čištění zachycených nečistot do TPM.



Původní stav

Po aplikaci sítka

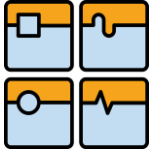
obr. 32 **Zavedení sítěk do podávacích tub**

Datum zavedení opatření:

17. týden, 23. 4. 2014

Vyhodnocení vlivu zavedeného opatření:

Nebyla dostupná kvantitativní data vlivu daného opatření. Efekt zavedení se promítl do celkového vyhodnocení všech opatření, jenž eliminují nečistoty na lince JVD.



11.5 Zavedení síta při výrobě difuzoru

Řešený problém:

Nečistoty v těle ventilového bloku – nečistoty způsobené porušením integrity difuzoru.

Příčina vzniku problému:

- Při výrobě difuzoru dochází k porušení integrity difuzoru a vzniklé úlomky se dostávají do balení.

Zavedená nápravná opatření:

- Reklamace dodavateli s navržením nápravného opatření v podobě síta, které separuje úlomky od vyrobených difuzorů.



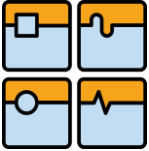
obr. 33 Zavedení síta při výrobě difuzoru

Datum zavedení opatření:

19. týden, 7. 5. 2014

Vyhodnocení vlivu zavedeného opatření:

Vliv daného opatření doposud nebylo možné zpozorovat, jelikož se jedná o zahraničního dodavatele a první várka vstupního materiálu, která bude vyrobena již s použitím síta, je očekávaná 17. 5. 2014.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 65
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

11.6. Čištění těl a jejich balení

Řešený problém:

Nečistoty v těle ventilového bloku – nečistoty vstupního materiálu.

Příčina vzniku problému:

Při výrobě těl není prováděno jejich důkladné čištění.

Zavedená nápravná opatření:

- Interní čištění všech těl, které vstupují do procesu výroby pomocí speciálního čistícího zařízení.
- Vyčištěná těla skládat do vyčištěných KLT boxů.




obr. 34 Interní proces čištění těl

Datum zavedení opatření:

17. týden, 21.4.2014

Vyhodnocení vlivu zavedeného opatření:

Za období 1.1.2014 – 18.4.2014 představovaly veškeré chyby způsobené netěsnostmi 39,5% z celkového počtu neshodných výrobků. Po zavedení interního čištění těl tato hodnota v období 21.4.2014 – 9.5.2014 klesla na 28,3%. Na pracovišti analýzy bylo důkladně prozkoumáno 26 vadných kusů, které pocházely z období 21.5.2014 – 9.5.2014 a testem neprošly z důvodu netěsnosti. Z těchto 26 vadných kusů bylo 7 zapříčiněno nečistotami a šponami. Což představuje 26,9%. Původní hodnota vlivu nečistot a špon mezi výrobky, jenž vypadly z důsledku netěsnosti, byla 68,1%. Díky zavedením těchto opatření se podařilo daný problém zredukovat o 60,5%.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 66
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

12 DOPOSUD NEREALIZOVANÁ NÁPRAVNÁ OPATŘENÍ

Mnoho problémů je zapříčiněno vstupním materiálem, jenž neodpovídá specifikacím. Na základě tohoto zjištění byly kontaktováni dodavatelé a vyzváni k návržení a aplikování nápravných opatření, které dané nedostatky odstraní.

12.1 Změna nastavení procesu výroby fitinek

Řešený problém:

Nečistoty v těle ventilového bloku – nečistoty způsobené uvolněnými šponami z fitinek.

Možná příčina vzniku problému:

- Závit je soustružen vysokou rychlostí.
- Tupý závitový nůž.

Navrhnutá nápravná opatření

- Snížit rychlost soustružení.
- Zavést pravidelnou kontrolu a výměnu soustružnického nože.

Očekávaný vlivu zavedeného opatření:

Snížení počtu vypadlých kusů na testu z důvodu netěsnosti o 25%. Celkové snížení hodnoty scrapu o 15%.

12.2 Změna materiálu pracovního oděvu

Řešený problém:

Nečistoty v těle ventilového bloku – vlákna z pracovního oděvu.

Možná příčina vzniku problému:

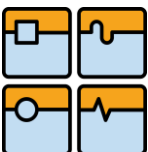
- Nevhodný materiál pracovního oděvu.

Navrhnutá nápravná opatření

- Pořídit nové mikiny z materiálu, jenž nebude pouštět vlákna.

Očekávaný vlivu zavedeného opatření:

Snížení počtu vypadlých kusů na testu z důvodu netěsnosti o 3%. Toto opatření bude mít pozitivní vliv a přínos i na jiných montážních linkách podniku.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 67
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

12.3 Zavést přetestování a přepracování NOK kusů

Řešený problém:

Test vyhodnotí funkční kus jako NOK.

Možná příčina vzniku problému:

- Komplikovaný a citlivý proces testování.
- Vnitřní netěsnost testu.

Navrhnutá nápravná opatření

- V případě neúspěšného testu možnost výrobek jednou přetestovat.
- Použití funkčních součástek z výrobků, které neprošly testem.

Očekávaný vliv zavedeného opatření:

Snížení počtu vypadlých kusů na testu o 15%. Celkové snížení hodnoty scrapu o 35%.

13. ANALÝZA LINKY JVD PO ZAVEDENÍ OPATŘENÍ

V této závěrečné části diplomové práce bude komplexně vyhodnocena efektivita všech zavedených opatření. Jako porovnávací období bylo vybráno 22.3.2014 – 9.5.2014, jelikož od 22.3.2014 se na lince postupně prováděla jednotlivá vylepšení.

13.1. Porovnání výskytu vad na výrobní lince JVD

Typ vady	Před zavedením opatření: 1.1.2014 - 21.3.2014 Četnost z výroby [%]	Po zavedení opatření: 22.3.2014 - 9.5.2014 Četnost z výroby [%]
Chyba charakteristiky ventilu V1 (S4)	1,1%	0,6%
Netěsnost v uzavřeném stavu (S2)	1,1%	0,6%
Netěsnost v uzavřeném stavu (S4)	0,9%	0,6%
Chyba charakteristiky ventilu V3 (S4)	0,9%	0,2%
Chyba charakteristiky ventilu V3 (S2)	0,7%	0,5%
Chyba šroubování (S1)	0,4%	0,0%
Chyba charakteristiky ventilu V1 (S2)	0,3%	0,7%
Netěsnost v otevřeném stavu (S4)	0,2%	0,3%
Ostatní (pád na zem apod.)	0,2%	0,2%
Nedošroubovaný šroub vrchního krytu (S3)	0,2%	0,1%
Chyba průtoku ventilu V3 (S4)	0,1%	0,0%
Chyba charakteristiky ventilu V2 (S4)	0,1%	0,0%
Chyba charakteristiky ventilu V2 (S2)	0,0%	0,0%
Chyba průtoku ventilu V1 (S4)	0,0%	0,0%
Nedošroubovaný filtr (S1)	0,0%	0,0%
Vada odporu R1 (S2)	0,0%	0,0%
Vada odporu R4 (S4)	0,0%	0,0%
Vada odporu R3 (S2)	0,0%	0,0%
Vada odporu R2 (S2)	0,0%	0,0%
Vada odporu R2 (S4)	0,0%	0,0%
Vada odporu R3 (S4)	0,0%	0,0%
Celkový podíl neshodných výrobků	6,4%	3,8%

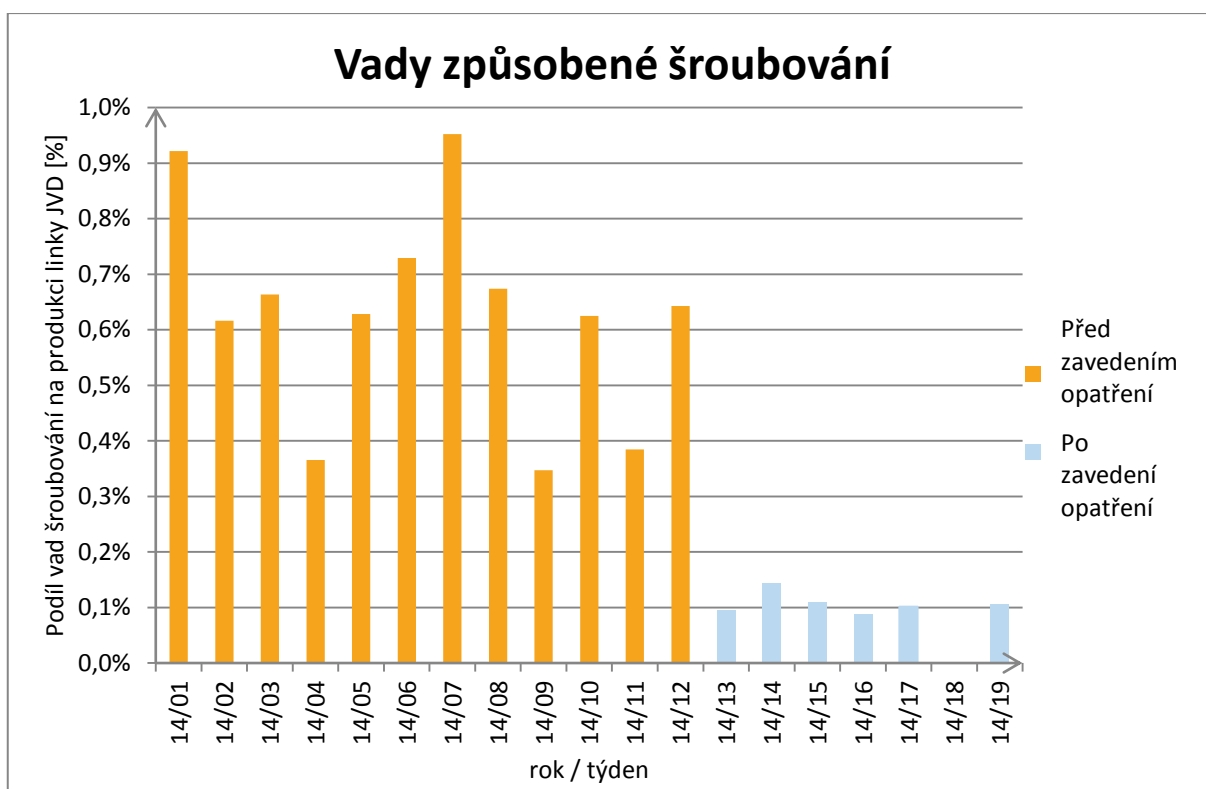
tab. 8 Výskyt vad na lince JVD

Jak je z tab. 8 patrné, zavedená opatření měla výrazný vliv na zvýšení efektivity linky a podařilo se zredukovat neshodné výrobky z 6,4% na hodnotu 3,8%, což představuje zlepšení o 40,1%. Největší vliv na toto zlepšení má snížení vad způsobených netěsnostmi výrobku. Ty se podařilo snížit z 2,2% na 1,5%. Dále se podařilo téměř eliminovat chyby způsobené šroubováním, nyní jsou chyby způsobené šroubováním zastoupeny 0,1% z celkové výroby (obr. 36).

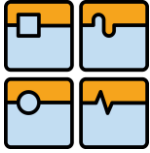


13.2. Vývoj výskytu vad šroubování na lince JVD

Na grafu, který můžeme spatřit na obr. 36, je možno sledovat trend vad, jenž byly způsobené chybou šroubování. Tyto vady se projevovaly nedošroubováním šroubu či fitinky a byly způsobené nevhodně nastavenou charakteristikou šroubovacího programu. Důsledkem těchto vad bylo zvýšené množství neshodných výrobků. Ve 12. týdnu roku 2014 bylo nastavení charakteristiky u všech šroubováků změněno. Toto opatření bylo úspěšné, téměř se podařilo eliminovat veškeré chyby, které při šroubování vznikají.

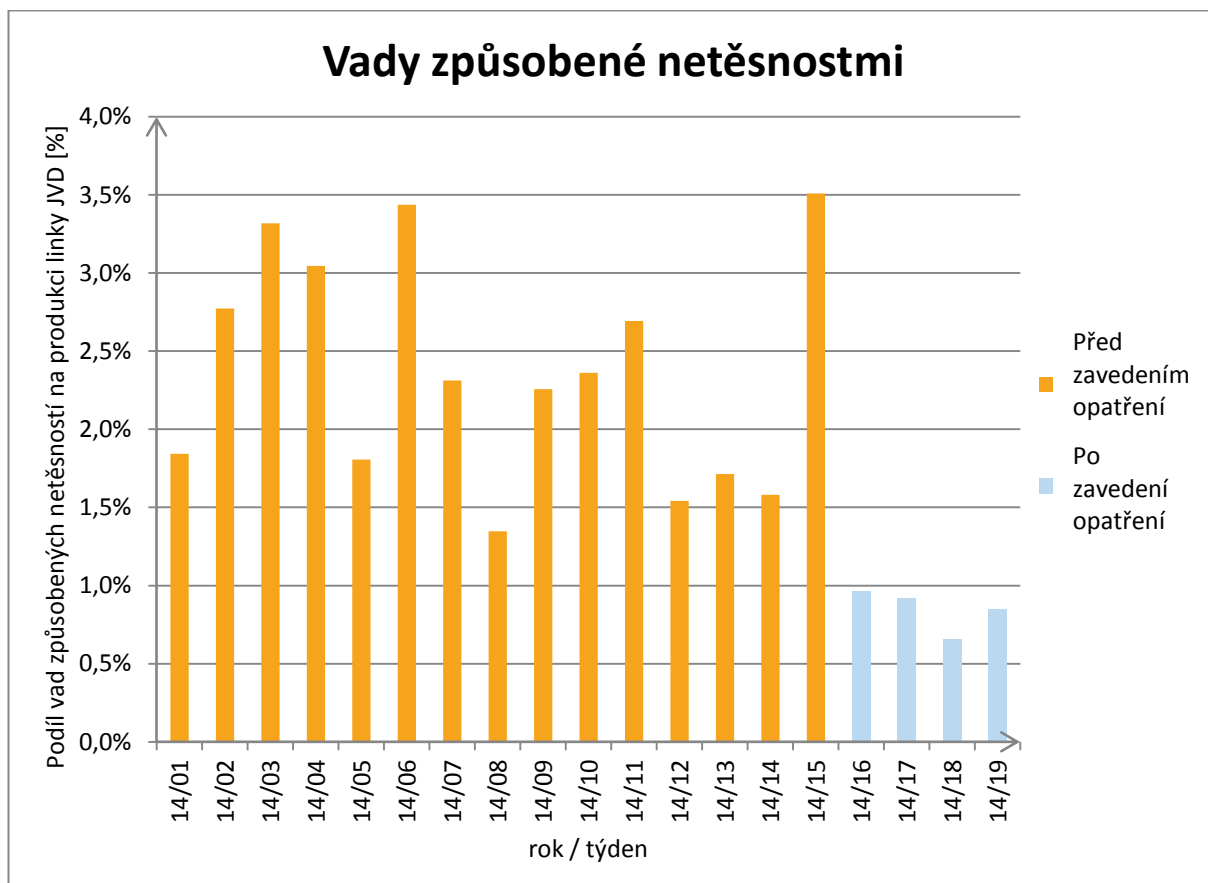


obr. 35 Vývoj vad způsobených šroubováním



13.3. Vývoj výskytu vad netěsností na lince JVD

Nejzávažnější příčinou všech výpadků na lince JVD byly netěsnosti výrobků. Tyto netěsnosti byly způsobovány převážně šponami a jinými nečistotami ze vstupního materiálu. V 15. týdnu roku 2014 byla od dodavatele dodána těla ventilového bloku JVD s velkým množstvím vnitřních nečistot, jež způsobily zvýšený výpadek na testu z důvodu netěsnosti. Na základě těchto zjištění bylo založeno nové QRQC, které se zaměřovalo na nečistoty a špony. Výsledkem bylo mnoho zavedených opatření, která úspěšně snížily výskyt nečistot a špon ve ventilovém bloku. V 16. týdnu roku 2014 proběhlo vyčištění všech dostupných těl, které byly skladem. Od 17. týdne se toto čištění stalo standardem a všechna těla, která vstupují do procesu montáže, musí nejdříve projít procesem čištění. Toto opatření mělo zásadní vliv na vady způsobené netěsnostmi, viz obr. 37.

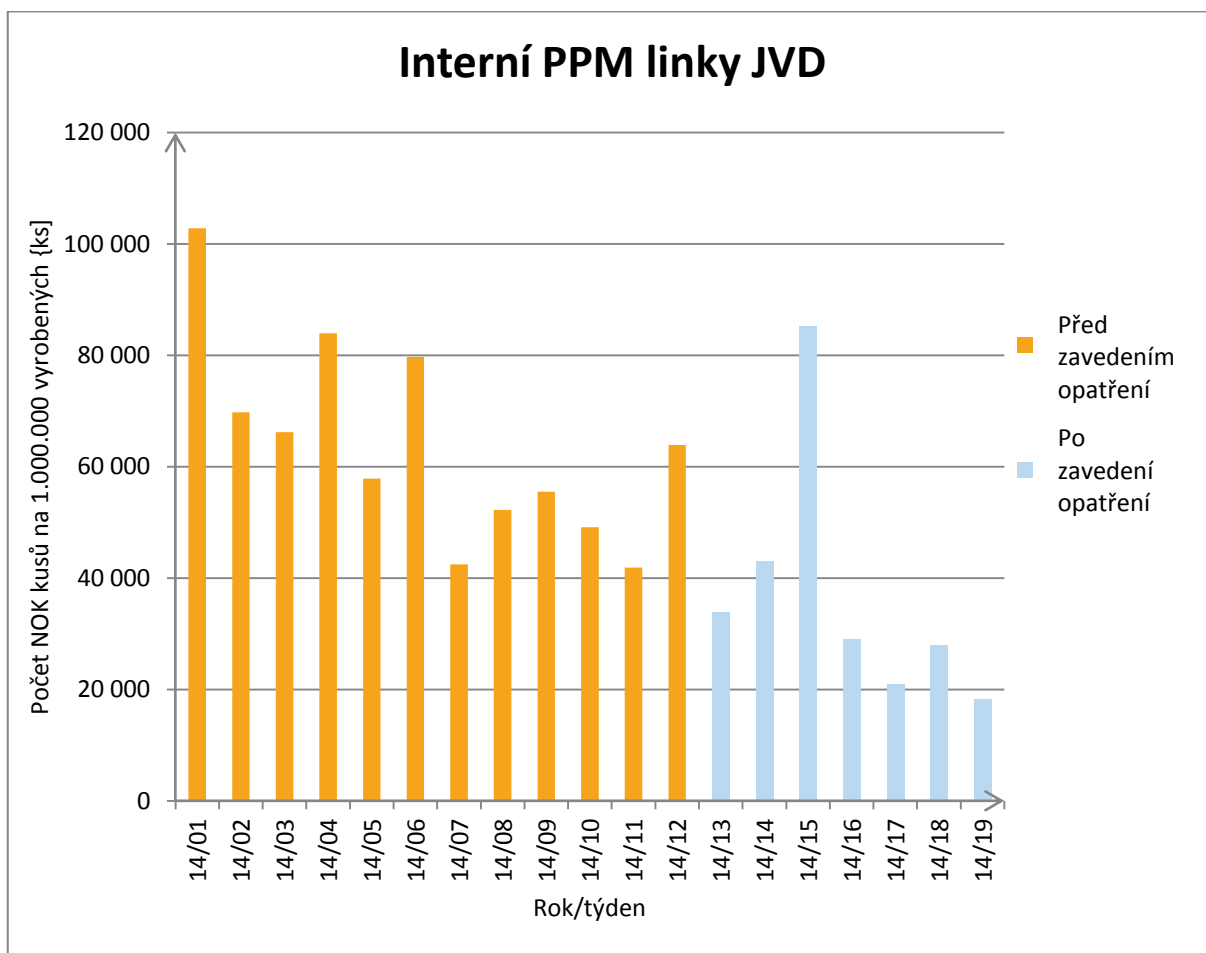


obr. 36 Vývoj vad způsobených netěsnostmi



13.4. Vývoj interního PPM

Komplexní přehled o výrobě na lince JVD nalezneme na obr. 38. Interní PPM udává, kolik se vyrobí vadných kusů na jeden milion vyrobených. Z trendu je patrné, že již od začátku roku dochází k postupnému snižování této hodnoty. Na toto postupné snižování má vliv neustále zdokonalování v rámci PDCA cyklu, který společnost ve výrobě aktivně využívá. Neustále probíhá zdokonalování operátorů pomocí školení, zdokonalování údržby a procesů montáže ventilového bloku JVD. První úpravy většího rozsahu proběhly ve 12. týdnu, kdy se prováděly úpravy testovacích stanic, upínacích přípravků a nové nastavení charakteristiky šroubováků. Tato opatření se pozitivně promítla na interním PPM v následujících týdnech. V 15. týdnu se objevil problém se znečištěnými těly ventilového bloku od dodavatele. V rámci QRQC se tento problém podařilo značně zredukovat, což potvrzuje i vývoj PPM v následujících týdnech. Po zavedení všech dosavadních opatření se průměrná hodnota interního PPM pohybuje kolem 23 000. Cílem společnosti je snížit tuto hodnotu do 27. týdne roku 2014 na hodnotu 15 000.

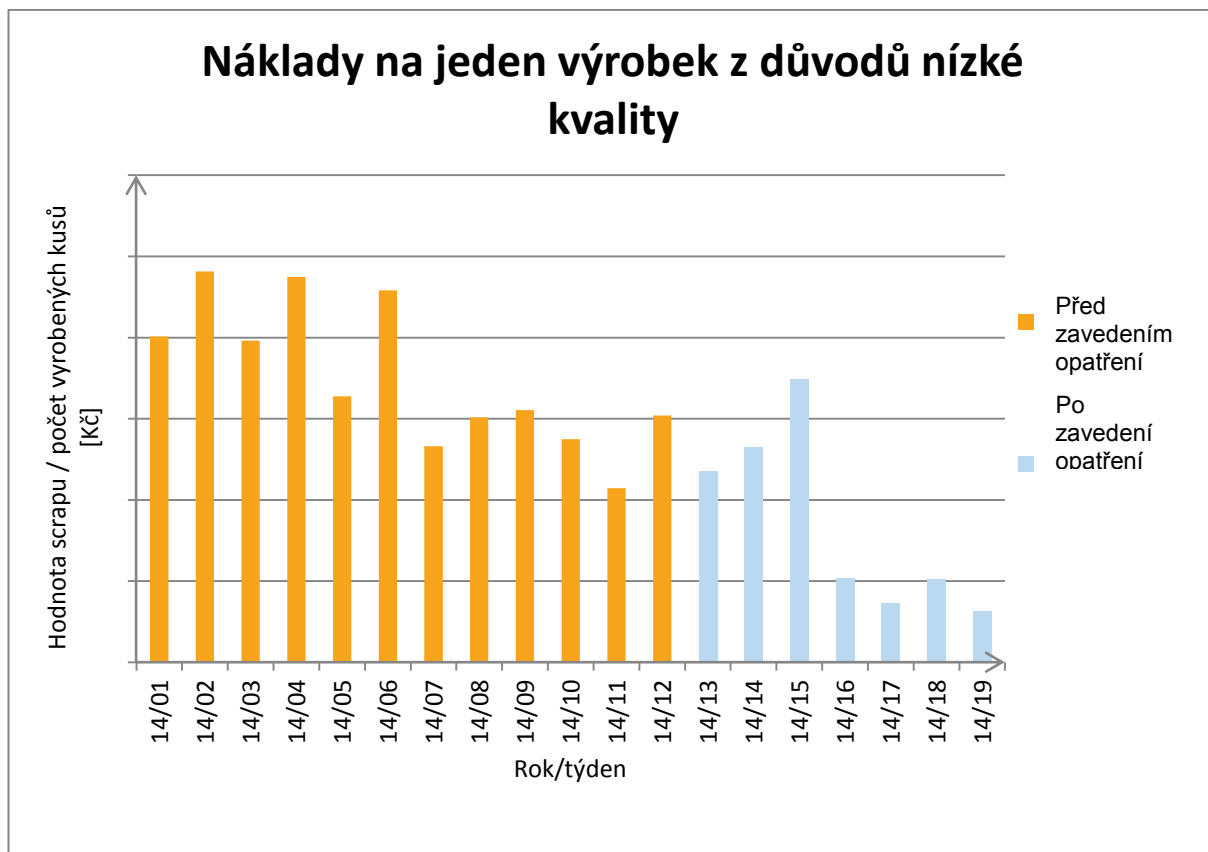


obr. 37 Vývoj interního PPM linky JVD




13.5. Náklady na nízkou kvalitu

Na obr. 39 můžeme pozorovat náklady na nízkou kvalitu. Jedná se pouze o velmi zjednodušený výpočet, kdy se bere v úvahu pouze hodnota odepsaných výrobků podělená celkovým počtem vyrobených ventilových bloků JVD. Znázorňuje, kolik Kč připadne na jeden výrobek v daném týdnu z důvodu vadných výrobků. Z výsledků je patrné, že díky snížení zmetkovitosti na lince JVD se zároveň podařilo snížit celkovou hodnotu scrapu a tím zredukovat náklady na nízkou jakost. Největšího poklesu bylo dosaženo po aplikování před-procesu čištění těl v 16. týdnu. Z důvodu velké citlivosti informací u tohoto grafu nejsou uvedeny hodnoty.



obr. 38 Vývoj hodnoty scrapu na lince JVD

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 73
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

ZÁVĚŘ

Cílem této diplomové práce bylo provést analýzu strojírenského podniku, určit nejkritičtější linku a tu podrobně analyzovat. Na základě informací získaných z analýzy, zvolit vhodný postup k eliminaci chyb a implementovat nápravná opatření. Po úspěšném zavedení navržených opatření provést vyhodnocení jejich efektivnosti a vyhodnotit celkový stav vybrané montážní linky.

V první, teoretické, části této práce byly ve stručnosti popsány jednotlivé metody, které se následně při řešení problému úspěšně využívaly.


V následující části byla představena společnost, v jejímž podniku byla diplomová práce vypracována. Byla provedena kompletní analýza podniku se zaměřením na největší finanční ztrátu způsobenou neshodně vyrobenými výrobky. Jako nejkritičtější byla zvolena montážní linka JVD, která se zaměřuje na montáž ventilových bloků pro nákladní automobily.

Montážní linka byla podrobena důkladné analýze, při které se zjistilo, že nejzávažnějšími a nejčastějšími jsou vady vzniklé z důsledků netěsností. Na základě těchto zjištění, byly všechny výrobky, jež na testovacích stanicích neprošly z důvodu netěsnosti, poslány na detailní rozbor, jehož cílem bylo určit skutečnou příčinu vzniku netěsnosti. Na základě vyhodnocení 94 vadných kusů byly zvoleny kořenovou příčinou nečistoty a špony.

Následujícím krokem bylo založení QRQC, které se zaměřovalo na nečistoty a špony ventilového bloku JVD. Součástí QRQC bylo vytvoření kompetentního týmu, který se skládal z procesních inženýrů, inženýrů kvality, techniků kvality z dané linky a manažera oddělení, ve kterém se montážní linka JVD nachází. Pomocí brainstormingové metody byly navrženy všechny možné příčiny, jež mohou způsobit nečistoty a špony ve ventilovém bloku JVD. Po ověření příčin následoval krok navrhnutí a implementování vhodných opatření.

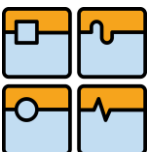
Nejzávažnější příčinou byly zvoleny dodavatelské nečistoty u těl. Jako nápravné opatření bylo navrženo a zavedeno interní čištění všech těl ventilového bloku, které vstupují do procesu montáže. Díky tomuto opatření se podařilo snížit výskyt nečistot a špon o 60,5%. Další závažnou příčinou byly nekvalitně vyrobené závity u fitinek, které způsobovaly uvolňování špon a nečistot do ventilového bloku JVD. Tuto příčinu se doposud nepodařilo odstranit, byla učiněna reklamace s návrhem na změnu procesu výroby závitu a čeká se na vyjádření dodavatele.

Paralelně s aplikováním opatření, která měla za cíl snížit nečistoty a špony ve ventilovém bloku, probíhala optimalizace testovacích stanic a upínacích přípravků, díky kterým se podařilo zefektivnit proces testování a tím se podařilo snížit o 52,3% zastoupení funkčních výrobků mezi neshodnými, čímž se podařilo snížit hodnotu scrapu. Dále byla přenastavena charakteristika šroubováků na lince, díky tomuto opatření se podařily téměř eliminovat vady vzniklé při šroubování.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 74
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	


Díky všem zavedeným opatřením se podařilo snížit podíl neshodných výrobků ve výrobě z 6,4% na 3,8% a zredukovat náklady na nízkou kvalitu způsobené vadnými výrobky o 51,4%.

Při tvorbě této práce jsem řádně používal jak doporučenou tak i cizojazyčnou literaturu, využíval poznatků a informací nabytých ve společnosti, kde jsem diplomovou práci zpracovával, navrhnutá opatření v rámci QRQC byla výsledkem správné týmové práce. Při tvorbě práce jsem dále čerpal z českých a zahraničních portálů, které se zabývají problematikou kvality, kde jsem našel mnoho zajímavých a pro diplomovou práci prospěšných názorů na dané metody přímo od odborníků, kteří s těmito metodami mají přímé zkušenosti z praxe.

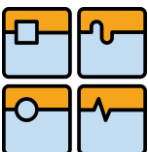
	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 75
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] SLABYHOUDEK, J. *Moderní metody řízení kvality*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2012. 39 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Luboš Kotek, Ph.D.
- [2] JAROMÍR VEBER A KOL. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: Legislativa, metody, systémy, praxe*. Praha 3: Management Press, s. r. o., 2006. ISBN 80-7261-146-1.
- [3] HORÁLEK, Vratislav. *Jednoduché nástroje řízení jakosti I.: výstup z projektu podpory jakosti č. 5/16/2004*. Vyd. 1. Praha: Národní informační středisko pro podporu jakosti, 2004, 78 s. Průvodce řízením jakosti. ISBN 80-020-1689-0.
- [4] QUALITY. *Nástroje kvality* [online]. [cit. 2012-05-22]. Dostupné z: <http://www.lbquality.cz/kvalita.php>
- [5] VEBER, Jaromír. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 163 s. ISBN 80-247-0194-4.
- [6] GEORGE, Michael L. *Kapesní příručka Lean Six Sigma: rychlý průvodce téměř 100 nástroji na zlepšování kvality procesů, rychlosti a komplexity*. 1. vyd. Brno: SC, 2010, vi, 280 s. ISBN 978-80-904099-2-7.
- [7] ISHIKAWA, Kaoru. *What is total quality control? The Japanese way*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, xiv, 215 p. ISBN 01-395-2433-9.
- [8] IMAI, Masaaki. *Gemba Kaizen: řízení a zlepšování kvality na pracovišti*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2005, viii, 314 s. ISBN 80-251-0850-3.
- [9] Management Mania: *Analytické techniky*. [online]. [cit. 2014-04-06]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/ishikawuv-diagram>
- [10] ANDERSEN, Bjørn. *Analýza kořenových příčin: zjednodušené nástroje a metody*. 1. vyd. Praha: Česká společnost pro jakost, 2011, x, 226 s. ISBN 978-80-02-02356-2.
- [11] MUŽÍK, Jaroslav. *Andragogická didaktika*. Vyd. 1. Praha: Codex Bohemia, 1998, 271 s. ISBN 80-85963-52-3.
- [12] OSBORN, Alex F. *Applied imagination: principles and procedures of creative problem-solving*. 3. rev. ed. (19. print.). New York.: Ch. Scribner's Sons, 1965, 28, 417 s.
- [13] ISAKSEN, Scoot G. *A review of Brainstroming Research: Sic Critical Issues for Inquiry*. 2. rev. ed. (9. print.). New York.: Creativity Research Unit, 1998, 28 s.
- [14] JOHNNY SERVIS S.R.O. *Vodou proti vodě: Tygří přehrady v ČR* [online]. [cit. 2014-04-12]. Dostupné z: <http://vodouprotivode.cz/uvod.html>

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 76
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

- [15] Archív příspěvků: Management jakosti. In: *METODIKA RÝCHLEJ REAKCIE PRI RIADENÍ KVALITY* [online]. Továrenská 2, 071 90 Michalovce, Slovak Republik: BSH Drivers and Pumps s.r.o., 2010 [cit. 2014-04-22]. Dostupné z: <http://katedry.fmmi.vsb.cz/639/magazin.htm>
- [16] Rýchle a efektívne riešenie problémov v automobilovom priemysle – QRQC. CERVINKA, Michal. *Riadenie Kvality* [online]. 2013 [cit. 2014-05-04]. Dostupné z: <http://www.riadeniekvality.sk/386/>
- [17] PROCESS QUALITY MANAGEMENT: G8D - Global 8D. PQM OSTRAVA. [online]. [cit. 2014-04-22]. Dostupné z: <http://www.pqm.cz/NVCSS/g8dcs.html>
- [18] IKVALITA: 8D Report (Global 8D). PORTÁL PRO KVALITÁŘE. [online]. [cit. 2014-04-22]. Dostupné z: <http://www.ikvalita.cz/tools.php?ID=103>

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 77
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

QRQC	- Quick response quality control (metoda rychlé reakce při řízení kvality)
G8D	- Global eight disciplines (komplexních osm disciplín)
ISO	- International Organization for Standardization (Mezinárodní organizace pro normalizaci)
CEN	- European Committee for Standardization (Evropský výbor pro normalizaci)
JUSE	- Union of Japanese Scientists and Engineers (Japonské sdružení vědců a techniků)
PDPC	- Problem decision program chart (rozhodovací diagram)
FMEA	- Failure mode and effects analysis (analýza možností vzniku vad a jejich následků)
CPM	- Critical path method (metoda kritické cesty)
PDCA	- Plan-do-check-act (Demingův cyklus)
8M	- Osm základních kategorií
RPN	- Risk priority number (výsledná způsobilost procesu)
FTA	- Fault tree analysis (Analýza stromu poruchových stavů)
5S	- Metodika zaměřená na vylepšování pracovního prostředí
DEP	- Department (oddělení)
NOK	- Not okay (termín označující neshodu, nefunkčnost)
OK	- Okay (termín označující shodu, funkčnost)
KLT	- Plastová průmyslová přepravka
KIN	- Kvality inženýr
TEK	- Technik kvality
PIN	- Procesní inženýr
SKI	- Senior kvality inženýr
CV	- Control valve (řízený ventil)
Prop.	- Proporcionální
PPM	- Parts per million (dílů na jeden milion)

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1 Formulář 8D
- Příloha 2 Formulář QRQC
- Příloha 3 Akční plán QRQC

SEZNAM TABULEK

Tab. 1	Soubor dat z období 1.11.2013 – 15.1.2014.....	43
Tab. 2	Rozbor vadných výrobků, část 1.....	47
Tab. 3	Rozbor vadných výrobků, část 2.....	48
Tab. 4	Rozbor vadných výrobků, část 3.....	49
Tab. 5	Soubor dat z pracoviště analýzy.....	50
Tab. 6	Akční plán QRQC – ověření vybraných příčin.....	53
Tab. 7	Akční plán QRQC – navržená opatření.....	59
Tab. 8	Výskyt vad na lince JVD.....	68

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1	Ishikawův diagram příčin a následků.....	17
Obr. 2	QRQC centrum.....	30
Obr. 3	Vývojový diagram – řešení problému pomocí metody QRQC.....	32
Obr. 4	Vývojový diagram – procesu odepisování NOK kusů.....	35
Obr. 5	Procentuální rozdělení scrapu mezi odděleními.....	36
Obr. 6	Rozdělení scrapu mezi mnorážími úseky DEP1.....	37
Obr. 7	Rozdělení scrapu mezi montážními linkami 315J01.....	38
Obr. 8	Montážní linka JVD.....	39
Obr. 9	Schéma 3/2 ventilu.....	40
Obr. 10	Schéma proporcionálního ventilu.....	40
Obr. 11	Ventilový blok JVD.....	41
Obr. 12	Záznam vad ventilového bloku JVD.....	42
Obr. 13	Paretova analýza vad na lince JVD.....	44
Obr. 14	Pracoviště analýzy.....	45
Obr. 15	Sedlo proporcionálního ventilu.....	46
Obr. 16	Speciální přípravek k určení netěsnosti sedla.....	46
Obr. 17	Paretova analýza příčin netěsností.....	50
Obr. 18	Tělo ventilového bloku JVD.....	51
Obr. 19	Test čistoty pomocí ultrazvuku.....	52
Obr. 20	Porovnání výsledků z testu čistoty těl.....	52
Obr. 21	Ishikawův diagram QRQC.....	54
Obr. 22	Výsledek testu čistoty fitinek.....	55
Obr. 23	Balení fitinek.....	56
Obr. 24	Detail závitu fitinky.....	56
Obr. 25	Znečištění prokladů od proporcionálních ventilů.....	57
Obr. 26	Znečištění podávacích tub.....	57
Obr. 27	Výsledky testu čistoty po procesu šroubování filtru a fitinek.....	58
Obr. 28	Výměna vzduchového vedení u testovací soustavy.....	60
Obr. 29	Nová upínací deska.....	61
Obr. 30	Výměna upínacích adaptérů.....	61
Obr. 31	Pneumatický šroubovák krytu ventilového bloku.....	62
Obr. 32	Zavedení sítěk do podávacích tub.....	63
Obr. 33	Zavedení síta při výrobě difuzoru.....	64
Obr. 34	Interní proces čištění těl.....	65
Obr. 35	Vývoj vad způsobených šroubováním.....	69
Obr. 36	Vývoj vad způsobených netěsnostmi.....	70
Obr. 37	Vývoj interního PPM linky JVD.....	71
Obr. 38	Vývoj nákladů na nízkou kvalitu.....	72

K / To: Číslo reklamace/zápisu z auditu/číslo nápravného resp. preventivního opatření, popis chyby, oblast		Start:	Datum uzavření/ Closing date
		Status: Open/Closed	
Číslo dílu / Part No.:		Pro/ For: Název firmy nebo oddelení, nebo procesu	
Název dílu/ Part Name:			
1.TÝM/ Team:	2. POPIS PROBLÉMU/ Problem Description: 2.1		
3. OKAMŽITÁ OPATŘENÍ/ Containment Action: 3.1		Zodp./ Resp. Iniciály	Zaved./Implem.
4. KÖRENOVÉ PRÍČINY/Root Causes: 4.1			
5. DLOUHODOBÁ NÄPRAVNÄ OPATŘENÍ/Long Term Corr. Actions: 5.1		Zodp./ Resp Iniciály	Zaved./Implem Iniciály+datum
6. KONTROLA ÚČINNOSTI NÄPRAVNÝCH OPATŘENÍ/ Validation of Corr. Actions: 6.1		Zodp./ Resp Iniciály	Prov./Valida. Iniciály+datum
7.1 ČINNOSTI K ZABRÄNĚNÍ OPAKOVÄNÍ CHYBY resp. ZOBECNĚNÍ/ Action to avoid repeating: 7.1		Zodp./ Resp Iniciály	Zaved./Implem Iniciály+datum
7.2 AKTUALIZACE DOKUMENTŮ/ Updated documents: P-FMEA ano <input type="checkbox"/> ne <input type="checkbox"/> Control plan ano <input type="checkbox"/> ne <input type="checkbox"/> Proces flow ano <input type="checkbox"/> ne <input type="checkbox"/> <i>Vždy kdy je nutná aktualizace P-FMEA, musí být také aktualizován Kontrolní Plán / Always when it is required to up-date P-FMEA, Control Plan must be up-dated as well</i>		Zodp./ Resp Iniciály	Zaved./Implem Iniciály+datum
8. PODĚKOVÄNÍ A INFORMACE O EFEKTIVITĚ ZAV. OPATŘENÍ PRO TÝM/ Team Recognition and Info on the Effectivness of Implemented Actions :		Zpracoval/a/Prepared by: Tel.: E-mail:@	
Quality Manager:		Date:	Signature:

Datum otevření QRQC				Číslo zák. reportu:			
Č. dílu (PN):				Počet ks:			
Popis vady:							
Rekl.z pole ?	Y	N	Opakovaná vada	Y	N	Původní QRQC	
Team						Moderátor	

Containment:Kontrola komponentů nakupovaný předmontáž

Výsledek prověrky:

Kontrola exportu/hot. výrobků nakupovaný předmontáž expedice

Výsledek prověrky:

Izolace zdroje vady

Jak:

Informování zainteresovaných pracovníků (operátor, mistr, předák, technik Q, technolog, údržba...)

Kdo byl informován a jak:

Podpis osoby odpovědné za containment:

.....
JMÉNO/PODPIS.....
DATUM a ČAS

Containment_1 (prováděn po obdržení reklamace): Vznikl požadavek/potřeba na formální upozornění zákazníka?

 NE ...Proč? ANO ...Jakým způsobem?

Poznámky:

Podpis manažera kvality
(nebo pověřené osoby).....
JMÉNO/PODPIS.....
DATUM

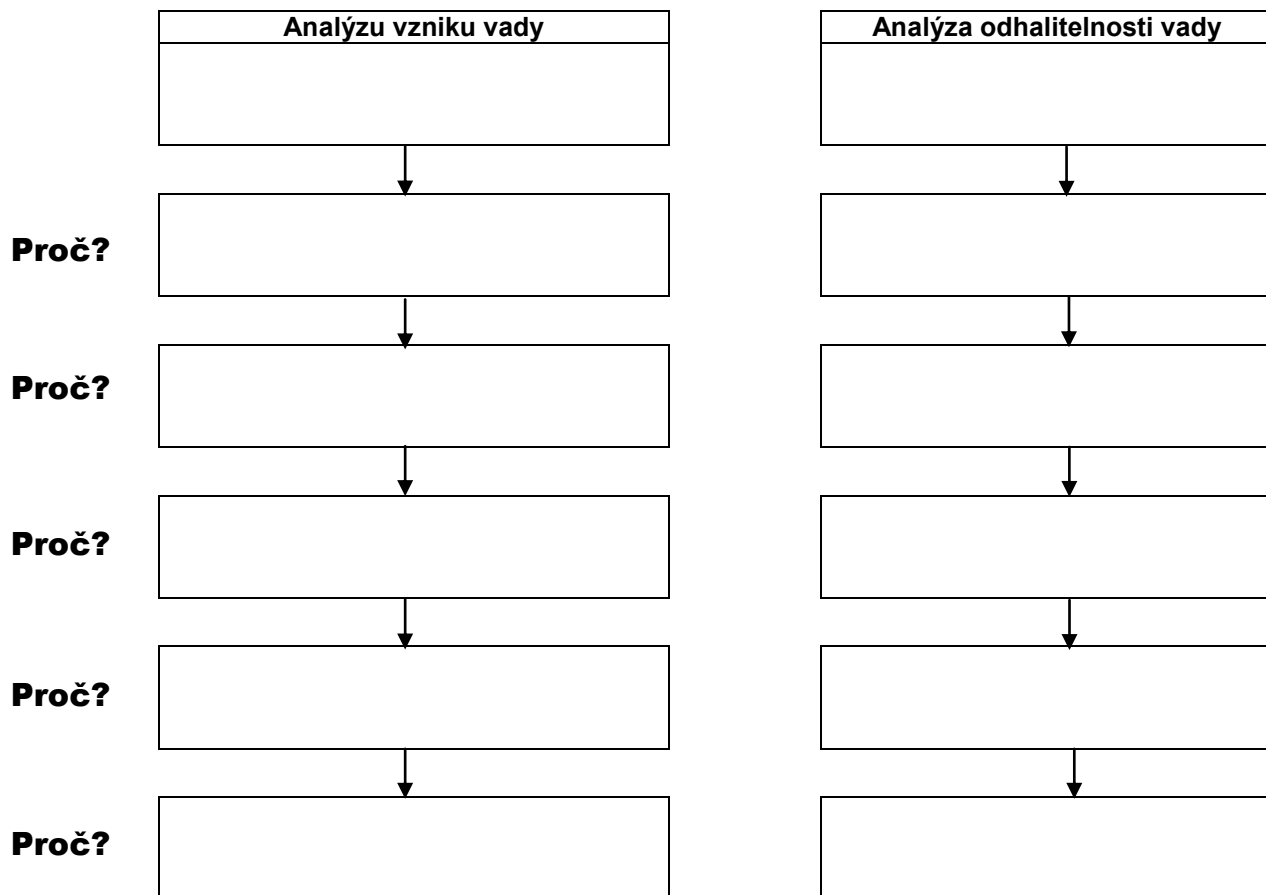
Containment_2 (prováděn po obdržení dílců): Vznikl požadavek/potřeba na formální upozornění zákazníka?

 NE ...Proč? ANO: ...Jakým způsobem?

Poznámky:

Podpis manažera kvality
(nebo pověřené osoby).....
JMÉNO/PODPIS.....
DATUM

Analýza příčiny



Nápravná a preventivní opatření	Kdo	Kdy	Splněno	Poznámka
Update plánu vstupní kontroly?				
FMEA a CP update ?				
Update výkresů?				
Update WI / školení operátorů				
Technická opatření				
Update postupů/Attachmentů/TPM				
Verifikace a kontrola účinnosti všech opatření	Jméno moderátora		/Datum Podpis	
Vyžaduje uzavření QRQC hodnocení 8D_reportu?	Yes		No	
*Datum a Podpis: SQE	**Datum a Podpis: DEP manager			
Datum a Podpis : Quality Manager	*Datum a Podpis : Koordinátor podniku/HSE specialista Interní auditor/ Koordinátor IMS			

*SQE nebo Dep Manager je oprávněn uzavírat reklamace které nejsou opakované nebo nejsou na 3 a více kusů

** Dep Manager je oprávněn uzavírat interní („bílá“) QRQC

*** QM uzavírá opakované reklamace. Reklamace na 3 a více kusů nebo zamítnuté reklamace

**** Koordinátor IMS/BOZP specialista uzavírá veškeré „žlutá“ QRQC; interní auditor/Koordinátor IMS uzavírá „bílá“ QRQC, kterým byly řešeny neshody zjištěné v rámci interního auditu systému/procesu/výrobku