

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

**FAKULTA STROJNÍ
ÚSTAV TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ,
PROJEKTOVÁNÍ A METROLOGIE**



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**NÁSTROJE MANAGEMENTU KVALITY
V PODNIKU HF-CZECHFORGE S.R.O**

**VEDOUCÍ PRÁCE:
Ing. BcA. JAN PODANÝ, Ph.D.**

**VYPRACOVAL:
TOMÁŠ KŮTEK**

PRAHA 2022

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci s názvem: „Nástroje managementu kvality v podniku HF-Czechforge s.r.o“ vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, software atd.) uvedené v příloženém seznamu.

V Praze 26. 7. 2022

.....

podpis

Poděkování

Děkuji panu Ing. BcA. Janu Podanému, Ph.D. za odborné vedení, podporu a připomínky při vypracování této bakalářské práce.

Děkuji paní Ing. Lucii Homutové za to, že mi umožnila realizovat praktickou část mé bakalářské práce v podniku HF-Czechforge, a za její ochotu a připomínky při vypracování této bakalářské práce.

Za podporu děkuji také svým přátelům a zejména mojí rodině, která mi umožnila studium na vysoké škole.

Anotace

Tato bakalářská práce je psána metodou rešerše a užití teoretických znalostí v praxi. Cílem teoretické části je shrnutí znalostí o 7 základních a 7 nových nástrojích řízení kvality, doplněné o plánovací metody v předvýrobních etapách. V praktické části jsem se zabýval provedením interní a zákaznické reklamace pomocí patřičných metod řízení kvality, které jsou v podniku HF-Czechforge používány. V závěru jsem zhodnotil, zda by bylo vhodné zavést další nástroj pro řízení kvality do procesu výroby.

Klíčová slova: kvalita, nástroje managementu kvality, diagramy, analýza, předvýrobní etapy, protokol, reklamace

Annotation

This bachelor thesis is written by the method of research and application of theoretical knowledge in practice. The aim of the theoretical part is to summarize the knowledge about 7 basic and 7 new quality management tools, supplemented by planning methods in pre-production stages. In the practical part, I dealt with the implementation of internal and customer complaints using the appropriate quality management methods that are used in the company HF-Czechforge. Finally, I evaluated whether it would be appropriate to introduce another quality management tool into the production process.

Keywords: quality, quality management tools, diagrams, analysis, pre-production stages, protocol, complaints

Seznam použitých zkratek a symbolů

Symbol/zkratka	Význam
HF	Hammerwerk Fridingen
CF	HF-Czechforge
QMS	quality management system
SPC	statistická regulace procesů
CPM	critical path method
MSA	measurment system analysis
FMEA	failure mode and effects analysis
PFMEA	process failure mode and effects analysis
APQP	advanced product quality planning
VDA	Verband der Automobilindustrie
KL-1, KL-2	klikový lis 1, klikový lis 2
KT	kalendářní týden
N.O.K	není v pořádku
VK	výstupní kontrola
8D	8 discipline report

Obsah

1	Úvod	8
1.1	O podniku HF-Czechforge	9
1.2	Důvody zavedení nástrojů kvality	10
1.3	Cíle nástrojů kvality	10
1.4	Definice	11
2	Teoretická část	12
2.1	7 základních nástrojů managementu kvality	12
2.1.1	Kontrolní záznamy a záznamníky	12
2.1.1.1	Stanovení specifického účelu shromažďování dat	13
2.1.1.2	Stanovení metody vyhodnocování	13
2.1.2	Histogramy	13
2.1.2.1	Sestrojení histogramu	14
2.1.2.2	Tvary histogramů	14
2.1.3	Grafy	16
2.1.3.1	Vývojový diagram	17
2.1.4	Diagram „příčina – následek“	17
2.1.5	Paretova analýza	18
2.1.6	Bodový diagram	20
2.1.7	Regulační diagram	21
2.2	7 nových nástrojů managementu kvality	23
2.2.1	Afinitní diagram	23
2.2.2	Diagram vzájemných vztahů	24
2.2.3	Systematický diagram	26
2.2.4	Maticový diagram	27
2.2.5	Analýza údajů v matici	28
2.2.5.1	Analýza hlavních komponentů	28
2.2.5.2	Stanovení vzdáleností mezi vícerozměrnými proměnnými	28
2.2.5.3	Mapa	29
2.2.5.4	Plošný diagram	29
2.2.6	Diagram PDPC	30

2.2.7	Síťový graf.....	31
2.3	Plánování kvality v předvýrobních etapách.....	32
2.3.1	MSA	33
2.3.2	FMEA	35
3	Praktická část.....	36
3.1	Interní reklamace.....	37
3.1.1	5x proč.....	37
3.1.2	Ishikawa diagram.....	39
3.1.3	Interní reklamace	43
3.2	Externí reklamace	46
3.2.1	8D report	46
4	Závěr.....	50
5	Obrázky.....	51
6	Tabulky	51
7	Vzorce.....	51
8	Bibliografie	52

1 Úvod

Elon Musk pronesl: „Pokud se věci nekaží, tak dostatečně neinovujete.“ Abych prolomil jistý sentiment citování filozofů z minulosti, nechal jsem se inspirovat osobností současnosti. V dnešní době na trhu koluje spousta produktů a každý prodejce se snaží prosadit svou inovaci v určité oblasti. Ačkoliv tyto snahy mohou být ve výsledku výnosné, je třeba nejprve projít fázi vývoje, ve které s velkou pravděpodobností narazíme na ohromné množství chyb. S takovou výzvou je potřeba naučit se zacházet. Naštěstí existují nástroje, které nám pomohou analyzovat chyby minulé a ponaučit se z nich, ale také nástroje pro prevenci chyb, které zatím nevznikly. Naučit se s těmito nástroji správně zacházet může pomoci našemu podniku ušetřit velké množství prostředků, ale zároveň to může pomoci i okolí například tím, že neprodukujeme tak velké množství odpadu. To je má hlavní motivace, která vedla k napsání bakalářské práce. Cílem mé práce je shrnout teoretické znalosti o nástrojích pro řízení kvality a následně praktická aplikace vybraných metod pro provedení vzorového průběhu reklamace zakázky.

V teoretické části se věnuji jednotlivým nástrojům managementu kvality jak ze skupiny sedmi základních, tak ze skupiny sedmi nových. Dále jsem se věnoval i předvýrobním plánovacím etapám, zejména pak dvěma metodám, se kterými jsem se setkal v praxi.

Pro praktickou část mi bylo umožněno spolupracovat se zápusťkovou kovárnou HF-Czechforge, kde jsem absolvoval praxi. Rozhodl jsem se zpracovat průběh reklamace zakázky (resp. její části), a to jak interní, tak zákaznickou. Pro obě reklamace se aplikují patřičné metody pro řízení kvality.

Ze všech nástrojů managementu kvality mě nejvíce oslovila Paretova analýza. Na metodě se mi líbila její názornost s využitím diagramů, snadný způsob monitorování příčin chyb a jejich vlivu na výrobu. Napadlo mě, zda by nebylo vhodné do výroby zavést, kromě již používaných, i tuto metodu.

1.1 O podniku HF-Czechforge

HF-Czechforge je dceřinou společností německé firmy Hammerwerk Fridingen. Jedná se o zápusťkovou kovárnu, která vyrábí řadu produktů s užitím v různých dopravních prostředcích na zemi, na vodě i ve vzduchu. Výroba dílů začíná technickým designem na konstrukčním oddělení a pokračuje dělením, tvářením, tepelným zpracováním, popř. obráběním přesně podle požadavků zákazníka. Tváření dílů různých velikostí od 0,3 do 20 kilogramů probíhá na manuálních i na automatizovaných linkách. Při výrobě je k dispozici celkem 6 lisů, 3 klikové a 3 vřetenové.

Ve společnosti jsem v létě 2021 absolvoval praxi na oddělení managementu kvality. Pod vedením paní Ing. Lucie Homutové jsem si vyzkoušel hned několik různých aktivit. Mezi ně patří například průběžná kontrola. Zde pracovníci každou hodinu odnímají vzorky výkovků z chladicích pásů lisů nebo z beden vedle pásů a ověřují mimo jiné jejich rozměrové přesnosti (vizuální kontrola dílů, kontrola na výskyt trhlin, kontrola popisu...). Dále jsem v laboratoři zkoumal strukturu materiálu výkovků. Byl jsem též pověřen prováděním MSA měření a zapisováním výsledků do databáze. Pomáhal jsem při expedici zakázek vystavováním patřičných dokumentů, mezi které patří záznam o provedení tepelného zpracování či certifikát z ocelárny.



Obrázek 1 - logo HF-Czechforge [1]



Obrázek 2 - HF-Czechforge [1]

1.2 Důvody zavedení nástrojů kvality

Kvalita je hodnota výrobku, která obecně popisuje skutečné vlastnosti výrobku nebo služby vzhledem k poptávaným vlastnostem ze strany zákazníka. Od kvality se běžně odvíjí cena – čím je lepší kvalita, tím je větší odměna, kterou si výrobce žádá. Proto se snaží svou práci provést co možná nejlépe. Problém nastává, když se na trhu objeví konkurence, dokáže ve stejné oblasti nabídky prodávat svůj produkt o lepší kvalitě za nižší cenu. Aby se společnosti byly schopny sobě vyrovnat, potřebují provést změny ve svém výrobním nebo poskytovatelském procesu. Provedení změn zároveň vede ke zmenšení počtu reklamací a většímu uspokojení zákazníků. Z těchto důvodů existují různé nástroje, které nám při regulaci jednotlivých procesů pomáhají [2].

1.3 Cíle nástrojů kvality

Na první pohled se může zdát samozřejmé, že zlepšení kvality automaticky vede ke zlepšení vlastností produktu nebo služby. I když je to pravdivé tvrzení, není to zdaleka jediný cíl, kterého chceme při zlepšení kvality dosáhnout. S neustálým rozvojem firem na trhu a navyšováním standardů je třeba splňovat individuální požadavky zákazníků v hromadné výrobě. Pro výrobce je důležité, aby jeho výrobky nebo služby splňovaly veškerá právní kritéria – provedení, užívání nebo jejich likvidace nesmí porušovat zákony. Je třeba vyzdvihnout i bezpečnost daného podnikání. Produkt by v žádném případě neměl způsobit zdravotní újmu uživateli ani poskytovateli. Do této kategorie můžeme zahrnout i ekologickou nezávadnost [2].

Dalším velice důležitým cílem je zaujmout zákazníka a udržet si jeho pozornost a věrnost. Spokojenost klienta je naprosto klíčová, je to základ pro vytvoření dobrého obchodního vztahu. S postupným vývojem firmy je třeba se přizpůsobovat změnám na trhu změnou přístupu k řízení kvality např. snížením výrobních nákladů – přerozdělením příspěvků na jednotlivé operace [2].

1.4 Definice

Pro lepší pochopení teorie uznávám za vhodné uvést základní pojmy.

- Kvalita – „stupeň splnění požadavků souborem inherentních charakteristik“
- Quality management system (QMS) – systém řízení kvality
- Neshoda – nesplnění kritéria
- Produkt – výrobek či služba, kterou se společnost prezentuje
- Nápravná opatření – změny v procesu, které mají za cíl vyvarovat se minulým chybám

2 Teoretická část

2.1 7 základních nástrojů managementu kvality

Jedná se o základní skupinu nástrojů rozvinutých v Japonsku zejména zásluhou pánů K. Ishikawy a W. E. Deminga, které slouží pro regulaci kvality. Mohou být uvedeny i v jiném pořadí, ale většinou jsou v posloupnosti jejich používání [3]:

1. Kontrolní záznamy a záznamníky
2. Histogramy
3. Grafy
4. Diagram „příčina – následek“
5. Paretova analýza
6. Bodový diagram
7. Regulační diagram [4]

2.1.1 Kontrolní záznamy a záznamníky

Záznam je sepsán ve tvaru formuláře, který přehledně a stručně vykazuje potřebné informace o dílčích operacích. Slouží k systematickému sběru dat důležitých pro řízení kvality a její zlepšování. Formuláře mohou mít jak papírovou, tak digitální formu. V současnosti je mnohem rozšířenější digitální verze, jelikož má řadu výhod oproti papírové verzi. Formuláře jsou sdíleny mezi jednotlivými pracovišti a jejich pracovníci mají vymezená práva pro zapisování do dokumentu. To zajišťuje pravdivost vepsaných údajů a automaticky vylučuje možnost vepsání informací do cizí kolonky. Údaje jsou automaticky a okamžitě vyhodnoceny, případně i zpracovány graficky nebo jiným způsobem, který si zodpovědná osoba může určit [3].

Vytvoření tohoto formuláře by mělo předcházet několik kroků, které vedou k sestrojení účinného kontrolního záznamu.

2.1.1.1 Stanovení specifického účelu shromažďování dat

Záznamy se běžně používají u většiny výrobních procesů preventivně, z důvodu možnosti identifikace zdroje problému při vzniku závady na produktu. Pokud je třeba zavedení formuláře například v důsledku nově vzniklé chyby, je třeba patřičně určit zásadní body, na které se v záznamu budeme soustředit. Kvalita záznamu závisí na počtu shromážděných údajů a zejména na vhodné volbě sledovaných veličin [3].

2.1.1.2 Stanovení metody vyhodnocování

Způsob, jakým budou nahromaděná data zpracována, ovlivňuje výslednou podobu formuláře. Mezi hlavní identifikační znaky můžeme zařadit např.: datum, čas, místo (odběru vzorku, číslo linky...), zařízení (výrobní, poskytující službu), jméno zodpovědného pracovníka, identifikace odebraného vzorku, druh vyhodnocovacího systému, nástroje použité pro provedení kontroly (měřicí nástroje), případně podmínky okolí, ve kterých byla kontrola prováděna. Zvolení správné metody pro vyhodnocení výše uvedených znaků je klíčové pro dosažení výsledků, které nejlépe vypovídají o daném problému [3].

Identifikační znaky mají také velký význam pro stratifikaci dat. „Stratifikace dat představuje třídění dat podle zvolených hledisek a je velmi důležitá pro další hodnocení shromážděných údajů, které jsou často nehomogenní,“ uvádí J. Nenadál ve své knize [3]. Z tohoto tvrzení můžeme vyvodit, že údaje různého druhu mají také odlišný vliv na vzniklou chybu. Vadné výrobky mohou mít společný některý údaj, který nám dále pomůže zjistit ohnisko chyby. Může se jednat o místo výroby (jedna z pracovních linek), časový úsek (příliš brzy po spuštění linky – nedostatečné zahřátí), pracovník (fyzické problémy, nepozornost) nebo materiál (nedostatečně zahřátý, špatně podávaný) [3].

2.1.2 Histogramy

Histogram je grafický nástroj měření kvality. Jedná se o sloupcový diagram, jehož sloupce vyjadřují četnost hodnot v daném intervalu z celkového uskupení dat. Šířka sloupců odpovídá velikosti intervalu, který sloupec znázorňuje. Horní a dolní hranice intervalů dvou

sousedních sloupců jsou stejné, tudíž by na sebe sloupce měly vždy navazovat. Výška jednotlivých sloupců nám sděluje, na jaké hodnoty bychom se měli při korekci zaměřit. Histogram má široké spektrum užití – analýza vstupních faktorů, způsobilosti procesů, přesnosti měření, pravidelnost finálních výrobků atd. [3] [4].

2.1.2.1 Sestrojení histogramu

Prvním krokem po shromáždění dostatečného množství dat by mělo být určení rozmezí, ve kterém se hodnoty pohybují, případně určení intervalu, na kterém budeme hodnoty analyzovat. Dále je třeba zvolit si vhodný počet intervalů, na které bude rozmezí rozděleno. Doporučuje se volit mezi 5 až 20 intervaly, kde vyšší počet volíme úměrně s vyšším počtem hodnot, které jsme nashromáždili. Je zásadní, aby všechny intervaly měly naprosto stejný rozsah. Jelikož histogram je graf, je třeba pojmenovat osy. Osa ve směru X nese hodnoty rozdělené do intervalů. Na osu ve směru Y nanese relativní četnosti hodnot. Relativní četnost vypočítáme podle níže uvedeného vzorce 1,

$$f_j = \frac{1}{\sum_j n_j}$$

Vzorec 1 – výpočet relativní četnosti [3]

kde: j – pořadí hodnoty, n_j – počet hodnot, f_j – relativní četnost. Nyní se jen vytvoří obdélníky nad jednotlivými intervaly.

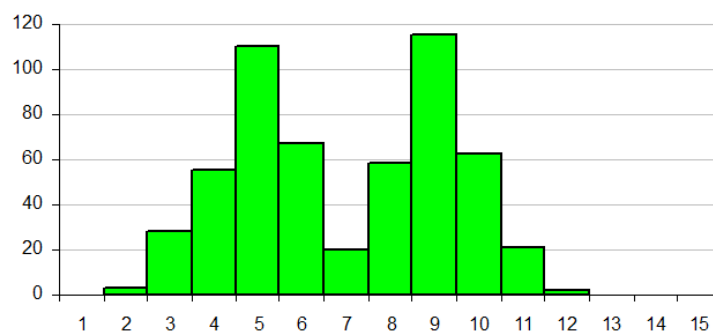
2.1.2.2 Tvary histogramů

Nahromaděné hodnoty, se kterými pracujeme, samozřejmě ovlivňují tvar histogramu. Toho lze dobře využít při zjišťování zdroje chyby.

- Symetrický (zvonový) histogram
Statisticky nejpřirozenější tvar histogramu, kde se hodnoty kolem středu celého rozmezí hodnot vyskytují nejčastěji. Dále ke krajům se počty plynule zmenšují.

- Dvojvrcholový histogram (Obrázek 3)

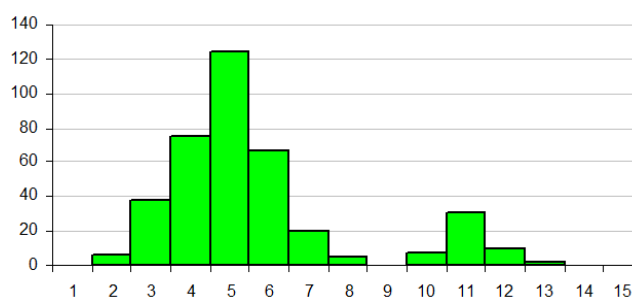
V histogramu se vyskytují dvě vyvýšeniny, které můžeme označit za lokální maxima. Vykazují o tendenci hodnot přiklánět se k určitým ohniskům v rozmezí. Vrcholy nemusí dosahovat stejných výšek. Může se jednat například o změnu výrobní technologie v průběhu sběru dat [3].



Obrázek 3 - dvojvrcholový histogram [4]

- Histogram s izolovanými hodnotami (Obrázek 4)

Jedná se o poddruh dvojvrcholového histogramu. Jeden ze dvou „kopců“ histogramu je přímo oddělen od druhého. Tento jev nám naznačuje jistou odlehlost hodnot. To může být způsobeno značně odlišnými podmínkami při měření hodnot [3].



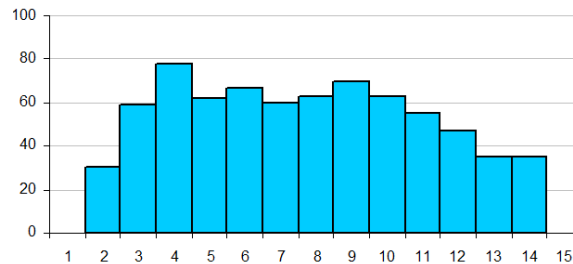
Obrázek 4 - Dvojvrcholový histogram (izolovaný) [4]

- Histogram s vyšší četností v krajních intervalech

Další poddruh dvojvrcholového histogramu, který je spojitý, nicméně na rozdíl od běžného vzhledu histogramu má značný vrchol na jednom z krajů. Obvykle je toto zapříčiněno zkreslováním hodnot, zejména pokud je potřeba, aby se hodnoty vešly do tolerančního pole [3].

- Plochý a hřebenovitý histogram (Obrázek 5)

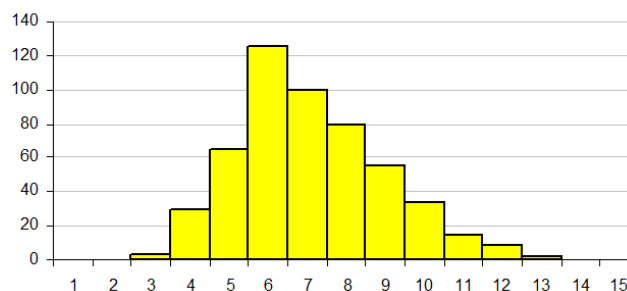
Tvar je často způsoben jistým defektem výrobního nástroje (otupení, uvolnění...), který má za následek větší rozptýlení hodnot, a tudíž i nižší vrchol. Může být také způsoben sloučením více souborů hodnot nebo nevhodným zvolením intervalů [3].



Obrázek 5 - Plochý histogram [4]

- Asymetrický histogram (Obrázek 6)

Histogram má jedno maximum, na obě strany od něj je odlišně klesající. Tento jev většinou nastává u měrných veličin (hmotnost, délka, objem...), pokud se hodnoty nacházejí v okolí hranice nuly. Ve zvláštních případech může dojít k tomu, že asymetrickému histogramu chybí levá polovina. Takže první sloupec je nejvyšší a dále po ose X se sloupce zmenšují [3].



Obrázek 6 - Asymetrický histogram [4]

2.1.3 Grafy

Grafy jsou vhodným nástrojem pro prezentování výsledků práce. Jejich největší výhoda spočívá v názornosti a přehlednosti. Můžeme mezi ně zařadit například histogramy nebo vývojové diagramy [4].

2.1.3.1 Vývojový diagram

Vývojový diagram je nástroj, který zobrazuje sled operací procesu. Je možné ho použít pro analýzu současného nebo minulého procesu, stejně jako pro plánování při zavedení nového procesu. Diagram nám umožní jednotlivé operace rozebrat do detailu tak, že je následně snadné vyčíst informace ohledně kritických bodů v procesu, klíčových bodů nebo také o nadbytečných stanovištích nebo operacích.

Při vytváření vývojového diagramu je optimální spolupracovat se všemi zaměstnanci, kteří se na procesu podílejí. Na začátku by se měl jasně stanovit počátek a konec procesu. Dále identifikovat dílčí operace. Zde je dobré, aby každý pracovník podal podrobné informace o svém stanovišti. Může to pomoci ostatním zaměstnancům identifikovat přesný stav výrobku při jeho obdržení na pracovišti. Po analýze operací je žádoucí jejich úprava. Je možné dát kritickým operacím více zdrojů (delší čas, větší rezerva materiálu, lepší nástroje pro preciznější zpracování apod.) nebo naopak méně důležitým operacím zdroje zredukovat, jelikož jich zde může být přebytek. Mohou se vyskytnout i přebytečné operace. Může dojít ke sloučení dvou operací, tím pádem přebývá jedno stanoviště. Tyto přebytečné zdroje je pak třeba přeorientovat jinam, například do kritických bodů procesu nebo k vytvoření nové operace, která nám dovolí jistým způsobem zlepšit kvalitu výrobku. Dále by se měl nový diagram zaznamenat, aby bylo možné ho znovu prezentovat například při zaučování nové pracovní síly. V některých případech je vývojový diagram dále doplněn tzv. maticí odpovědnosti. Ta určuje míru zodpovědnosti, kterou nese pracovník za svou práci.

2.1.4 Diagram „příčina – následek“

Volba diagramu příčin a následků by měla být prvním krokem při řešení problému. Jelikož se jedná o grafickou metodu prezentace, je tato metoda velmi přívětivá pro zapojení většího okruhu pracovníků. Cílem je zobrazit mapu všech vstupních faktorů a způsob, kterým ovlivňují průběh zpracování výrobku. Mapa se dále vyhodnocuje zapojením všech členů pomocí brainstormingu [3].

Brainstorming, podle stránky MindTools, „kombinuje uvolněný, neformální přístup k řešení problémů s laterálním myšlením. Motivuje lidi k tomu, aby přicházeli s myšlenkami

a nápady, které se na první pohled mohou zdát trochu bláznivé. Některé z těchto nápadů mohou být zpracovány do podoby originálního, kreativního řešení problému, zatímco jiné mohou podnítit ještě více nápadů.“ Je to podle mého názoru ideální nástroj pro rozvíjení nových myšlenek v kterémkoliv kolektivu. Aby brainstorming byl produktivní, je třeba dodržet několik zásad. Pro plynulý průběh by konverzaci měl řídit moderátor. Napomáhá udržení dobré morálky a snaží se potlačit kritiku, která všeobecně brzdí účastníky od vyjadřování svých nápadů. Ke slovu by se měla dostat vždy jen jedna osoba. Získáme tak větší přehled a zabráníme přeslechnutí myšlenek ostatních. Je velice důležité zaznamenávat jednotlivé myšlenky [3] [5].

Hlavním úkolem účastníků je určit kritické body, ve kterých by podle nich mohlo být ohnisko vzniku vad na výrobku. Pro snazší rozčlenění se běžně používá 5 kategorií: materiál, stroje, prostředí, lidé a metody. Diagram ve výsledku připomíná kostru, kde hlavní osa představuje páteř a jednotlivé kategorie tvoří žebra. Kategorie můžeme podrobněji rozdělit a připsat další vlivy, což vede k dalším rozvětvením.

Ve vyhodnocovací fázi se snažíme o identifikaci všech operací, které kriticky negativně ovlivňují zpracování výrobku. Jednotlivé operace ovšem mají odlišný vliv na vznik problémů. Na to je třeba brát ohled při rozdělování zdrojů na opravu těchto potíží. Pro identifikaci nejzávažnějších potíží je vhodné využít další nástroj řízení kvality jako např. Paretovu analýzu. Vyhodnocování může probíhat například formou hlasování.

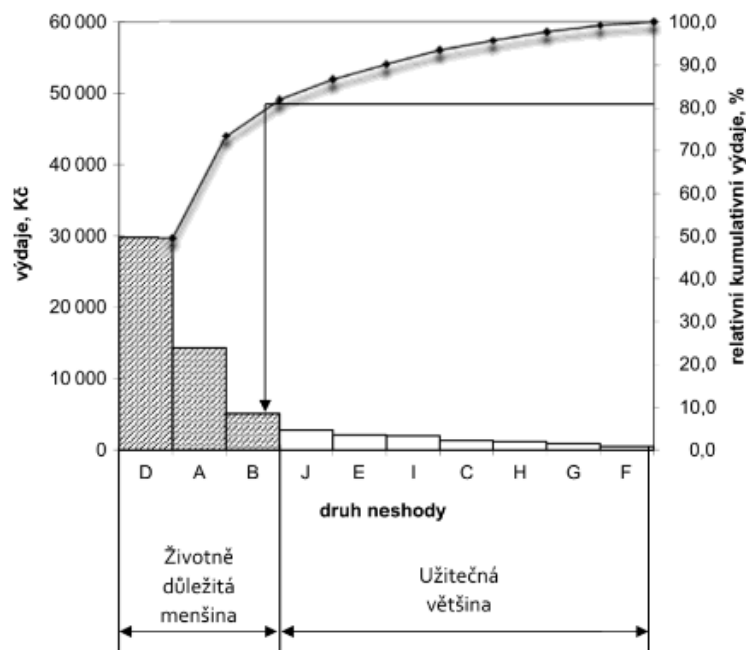
2.1.5 Paretova analýza

Paretova analýza je velice účinný nástroj pro určení příčin problémů, kterým je třeba se prioritně věnovat. Tato metoda je pojmenována podle italského ekonoma Vilfreda Pareta, který v 19. století zkoumal rozložení bohatství mezi obyvateli. Výsledky jeho výzkumu udávají, že největší bohatství má pouze malá část obyvatelstva. Tyto znalosti byly později převedeny do oblasti řízení kvality. Nyní nám Paretova analýza říká, že 80 % problémů způsobuje 20 % příčin. Hodnoty nevyovídají přímo o počtu příčin, ale spíše symbolizují interval, ve kterých se hodnoty pohybují. Přesnější by bylo tvrdit, že 80 – 95 % problémů tvoří 5 – 20 % příčin. Výsledky analýzy zakresluje do diagramu, který je kombinací sloupcového a bodového

diagramu a je doplněn Lorenzovou křivkou. Nazývá se Paretův diagram. Procentuální podíl součtů četností výskytu příčin znázorňuje Lorenzova křivka [3].

Příčiny musíme vnímat jako širší pojem. V četných případech je příklad příčiny pouze zastupitel komplexnějšího problému nebo procesu. Může se také stát, že zdrojem příčin je například pracovní skupina nebo oddělení.

Pro sestavení Paretova diagramu je potřeba sesbírat údaje zkoumaných jednotek, které vypovídají o výši podílu jednotky při vytváření produktu. Nejčastější jednotkou bývá četnost výskytu příčin. Údaje seřadíme sestupně, tříděné podle množství výskytu. Pro rozlišení závažných od méně závažných příčin můžeme použít koeficient závažnosti, který tento faktor zohlední. Dále už jsme schopni hodnoty rozdělit podle Paretova pravidla. Při volení kritických 20 % příčin se nebude vždy jevit, že jim odpovídá 80 % problémů. V určitých situacích je to matematicky nemožné. Tato skupina příčin malého podílu se označuje jako „životně důležitá menšina“, zatímco pro zbylých 80 % příčin byl zaveden pojem „užitečná většina“. Rozdělení diagramu na tyto dvě části viz obrázek 7. Identifikace této menšiny je klíčovým bodem při Paretově analýze a umožňuje nám soustředit pozornost a zdroje na odstranění těchto příčin [3].



Obrázek 7 - Paretova analýza [3]

Příčinám, které spadají do životně důležité menšiny, bychom měli věnovat pozornost při vytváření nápravných opatření. Po aplikaci opatření bychom měli znova provést Paretovu analýzu a z diagramu vyčíst, zda došlo ke změnám. Pokud se nám příčiny z životně důležité menšiny podařilo zredukovat případně snížit na nulu, pak proběhla nápravná opatření úspěšně. Pro zvýšení účinnosti Paretovy analýzy je vhodné použít další metody řízení kvality, například diagram příčin a následků [3].

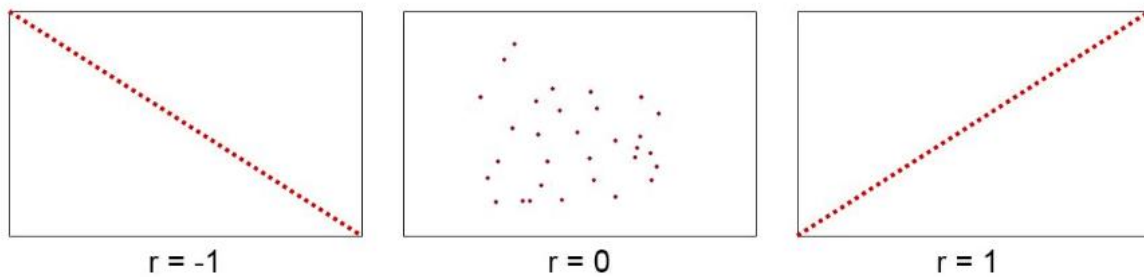
2.1.6 Bodový diagram

Bodový diagram je dalším z nástrojů kvality. S jeho pomocí dokážeme určit závislosti mezi znaky produktu, znakem a procesem výroby, případně závislosti znaků v čase a další [3].

Pro sestavení diagramu je vhodné pracovat s co možná největším množstvím dat. Věrohodnost stoupá s navyšujícím se počtem dat. Je třeba brát ohled na různorodost jednotlivých vstupů, tedy na důležitost jednotlivých údajů, a také musíme zohlednit podmínky, za kterých byla data nasbírána. Pro zanesení jednotlivých hodnot do grafu využíváme svislé i vodorovné osy. Rozsah hodnot na osách, jednotky i měřítko volíme adekvátně k analyzované množině hodnot tak, abychom využili plný potenciál diagramu [3].

Jednotlivé body v grafu poukazují na určité tendence, ke kterým v souboru hodnot dochází. Charakteristickými znaky jsou např. směr nebo míra těsnosti. Běžně nedochází k tomu, že by body ležely na jedné křivce, ale jsou podél ní rozptýleny. To je způsobeno působením vnějších vlivů včetně nepřesnosti měřidla [3].

Diagram podává informaci o závislosti obou proměnných. Pro posouzení významnosti těchto hodnot je potřeba provést další analýzy. Nejvhodnějšími nástroji jsou korelační a regresní analýza. Při výpočtu koeficientu korelace se pohybujeme v intervalu $[-1; 1]$. Na následujícím obrázku (obrázek 8) můžeme vidět, jak vypadají jednotlivé extrémní případy [6].



Obrázek 8 - Hodnoty koeficientu korelace [6]

Jednotlivé případy můžeme popsat následovně:

- $r = -1$ – zobrazuje dokonale záporný koeficient
- $r = 0$ – korelační vztah neexistuje
- $r = 1$ – zobrazuje dokonale kladný koeficient

Regresní analýza spočívá v co nejpřesnějším odhadu závislosti jedné proměnné na druhé. Body v grafu se proloží křivka tak, aby co nejlépe vystihovala trend výskytu bodů. Pro volbu správné regresní funkce se nejčastěji používá metoda nejmenších čtverců. Kromě regresní křivky je pro nás důležitý i koeficient determinace R^2 , který vypovídá o volbě správného modelu křivky [6].

2.1.7 Regulační diagram

Regulační diagram je dalším grafickým nástrojem pro řízení jakosti. Využívá se zejména pro analýzu průběhu cyklických procesů a je důležitou složkou SPC (statistické regulace procesů). Rozlišujeme dva druhy regulačních diagramů [3] [4]:

1. měřením
2. srovnáváním

Hlavním znakem prvního druhu diagramů je měřitelná spojitá veličina. Jednotlivé diagramy se dále rozdělují na typy. Liší se podle zvolených hodnot, se kterými v grafu pracujeme. Typy jsou následující [4]:

- $\bar{X} - R$, kde \bar{X} je výběrový průměr a R je variační rozpětí
- $\bar{X} - s$, kde \bar{X} je výběrový průměr a s je směrodatná odchylka
- $\tilde{X} - R$, kde \tilde{X} je medián a R je variační rozpětí

Hlavním znakem druhého druhu diagramů je diskretní veličina. I zde rozlišujeme různé typy podle toho, co zobrazují [4]:

- p-diagram – podíl neshodných jednotek v podskupině
- np-diagram – počet neshodných jednotek v podskupině
- c-diagram – počet neshod v podskupině
- u-diagram – průměrný počet neshod na jednotku v podskupině

Obrázek 9 ukazuje, že se regulační diagram skládá ze tří přímek, které vymezují oblast akceptovatelných hodnot. Jedná se o meze UCL (upper control line – horní regulační mez), LCL (lower control line – dolní regulační mez) a střední přímkou CL (central line). Tyto hodnoty bývají vypočítány pomocí hodnot, se kterými v grafu pracujeme (výběrový průměr, variační rozpětí...). Hodnoty jsou upraveny vhodnými součiniteli. Pokud některá data z datového souboru (křivka s) leží mimo vymezené pole, je potřeba zavést nápravná opatření [4].



Obrázek 9 – Regulační diagram

2.2 7 nových nástrojů managementu kvality

Skupina 7 nových nástrojů řízení jakosti vznikla v sedmdesátých letech dvacátého století jako projekt japonské firmy. Pojem „nové“ symbolizuje novou generaci nástrojů, které dokážou lépe zpracovat komplexnější novodobé problémy. Neznamená to, že by tato skupina nástrojů měla v jakémkoli smyslu nahradit původní skupinu 7 základních. Mezi 7 nových nástrojů managementu kvality patří [7]:

- afinitní diagram
- diagram vzájemných vztahů
- systematický diagram
- maticový diagram
- analýza údajů v matici
- diagram PDPC
- síťový graf

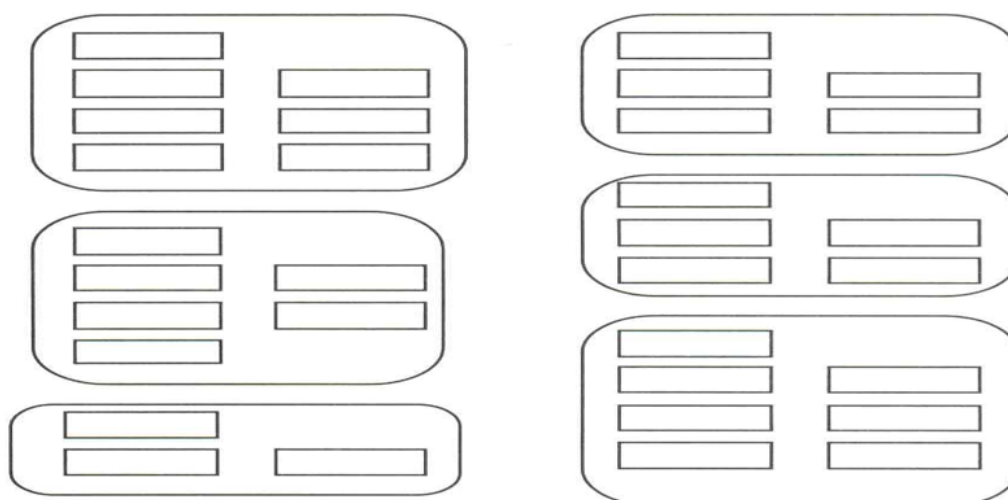
2.2.1 Afinitní diagram

Afinitní diagram je nástroj pro řízení jakosti s netradičním přístupem. Je to jeho velká výhoda, jelikož se používá právě v situacích, kde tradiční nástroje nepodávají dostatek informací nebo nejsou schopny takovýto druh informace zpracovat. Zpracování afinitního diagramu je zpravidla týmovou záležitostí. Používá se pro zpracování velkého množství dat, dokáže je uspořádat a vytvořit v souboru strukturu [7].

Tvorba diagramu by měla probíhat poměrně intuitivně, za pomoci brainstormingu. Členové týmu by měli být vybíráni s určitým očekáváním ohledně jejich přínosu do tvorby diagramu. Měl by být zahrnut člen z každého úseku výrobního procesu, aby řešení bylo transparentní a mohlo tak dojít k větší optimalizaci celého systému. Transparentnost přispívá

k lepšímu přehledu o celé situaci, takže mohou i pracovníci z jiných oddělení pochopit proces, problematiku a další podrobnosti o ostatních úsecích výroby [7].

Snahou týmu je vytvoření co nejvíce nápadů a námětů na řešení. Tato metoda spoléhá na to, že při větším množství návrhů se zvyšuje pravděpodobnost nalezení účinného řešení. Po podání návrhů následuje zapsání návrhů na kartičky a jejich rozmístění po stole. Ideální je velká pracovní plocha, abychom bez potíží a přehledně mohli rozmístit všechny kartičky. Snažíme se najít určitou souvislost mezi jednotlivými náměty a vytvořit tak soubor nebo kategorii nápadů, kterou jsme schopni pojmenovat. Do kategorie přidáváme náměty podle různých souvislostí, ze kterých by podnik mohl ve finále profitovat. Afinity diagram lze popsat jako zobrazení bublin, které představují jednotlivé kategorie, a uvnitř nich heslovitě zapsané jednotlivé náměty. Obrázek 10 je příklad afinity diagramu [7].



Obrázek 10 - Afinity diagram [4]

2.2.2 Diagram vzájemných vztahů

Tato metoda vyniká v oblasti zjištění souvislostí mezi příčinami a náměty, především díky němu dokážeme spolehlivě určit naléhavost jednotlivých bodů a díky tomu vytvořit pořadí, ve kterém se jednotlivými položkami diagramu budeme zabývat. Dozvíme se, který

problém je nejvíce akutní a jestli s ním souvisí i další příčiny vzniku chyb, kterým bychom tak mohli zamezit [7].

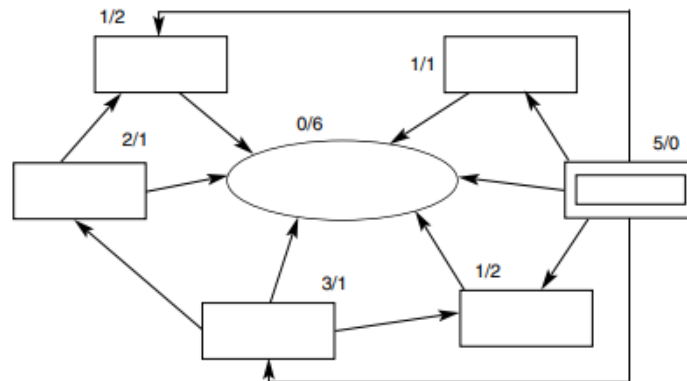
Tímto diagramem můžeme navázat na předchozí metodu – afinitní diagram. Náměty, respektive kategorie námětů, které byly předloženy týmem pomocí brainstormingu, můžeme použít jako klíčové body.

Diagram vzájemných vztahů má přímo uprostřed umístěný řešený problém. Kolem dokola můžeme rozmístit jednotlivé náměty či problémy. Týmovou spoluprací se dále zaměříme na propojení jednotlivých položek jak se středovým bodem – problémem, ale také náměty mezi sebou. Příbuznosti bodů jsou pro řešení diagramu polehčující okolností, tudíž je výhodné i jim věnovat pozornost. Souvislosti se vyznačí spojením dvou bodů čarou nebo šipkou. Vyhodnocení probíhá analýzou spojitostí mezi jednotlivými položkami. Pro lepší přehlednost můžeme ke každému bodu zapsat čísla:

- kolikrát byl námět/příčina východiskem pro další
- kolikrát byl námět/příčina důsledkem ostatních [7].

Bod, který má největší číslo východisek, je zásadním bodem pro vznik příčin chyb, nebo naopak je zásadním východiskem navržených námětů pro eliminaci chyb. Stejný postup platí pro bod, který má největší důsledkové číslo (zpravidla tím bývá řešený problém – střed diagramu). Znamená to tedy, že větší množství příčin způsobuje stejnou chybu, respektive větší množství námětů vede ke stejnému způsobu řešení problému. Tyto informace, obdobně jako u afinitního diagramu, dokážeme využít pro určení priority námětů nebo příčin.

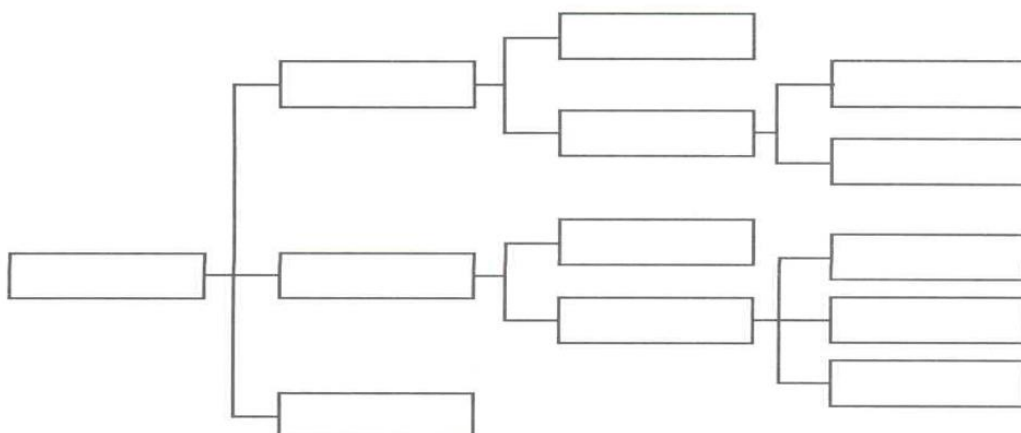
Zobrazení schématu diagramu vzájemných vztahů můžeme vidět na následujícím obrázku (obrázek 11). Jako hlavní východiskový bod se zde jeví pole napravo s popisem 5/0, který značí 5 východisek a 0 důsledků. Řešený problém je umístěn uprostřed diagramu. Počet východisek je 0, ale je důsledkem všech 6 příčin [7].



Obrázek 11 - Diagram vzájemných vztahů [7]

2.2.3 Systematický diagram

Jedná se o další nástroj managementu kvality, jehož řešení se provádí v týmu. Systematický diagram funguje na bázi “dekompozice“ neboli rozkladu na dílčí části. Základem je opět řešený problém, ze kterého postupně vytváříme odvětví. Odvětví symbolizují dílčí část problému. Tímto způsobem provedeme rozvětvení až do úrovně problematiky, pro kterou dokážeme vymyslet řešení a tím zdroj chyb eliminovat. V častých případech se jedná o přepis informací z Ishikawa diagramu do přehlednějšího tvaru. Obrázek 12 názorně zobrazuje vzhled a funkci systematického diagramu. Vycházíme z políčka, které se nachází na levém okraji. Z něj se několikanásobně větví zdroje jednotlivých námětů [4] [7].



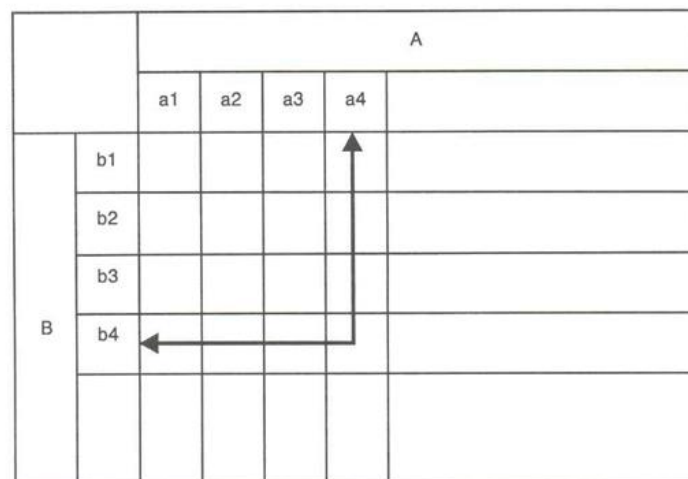
Obrázek 12 - Systematický diagram [4]

2.2.4 Maticový diagram

Hlavním účelem maticového diagramu je nalezení souvislostí mezi jednotlivými členy matice. Po zjištění, které z členů jsou nejdůležitější, dokážeme optimalizovat jejich hodnoty. Rozeznáváme celkem 4 druhy maticových diagramů. Rozlišujeme je podle tvaru diagramu na:

- diagram "L"
- diagram "T"
- diagram "Y"
- diagram "X" [7].

Obrázek 13 ukazuje maticový diagram typu L. Diagram typu L zobrazuje souvislost mezi dvěma oblastmi matice [7].



Obrázek 13 - Maticový diagram [4]

Pro sestavení matice je výhodné vycházet z dat systematického diagramu. Z něj dokážeme vyčíslit důležitost jednotlivých prvků a pomůže nám lépe určit jejich hodnotu v matici. Dále hodnotíme míru závislosti mezi vztahy v matici. Rozlišujeme 4 stupně závislosti: silná, průměrná nebo slabá závislost a nezávislost. Závislost se v diagramu většinou vyznačuje šipkami, podobně jako na Obrázek 13 [7].

2.2.5 Analýza údajů v matici

Funkce této metody spočívá v porovnání zvažovaných variant a vyhodnocení jejich výhodnosti. Do matice vnášíme hodnoty jednotlivých kritérií, kterými bývají preferované vlastnosti produktu jako např.: pevnostní vlastnosti, cena, trvanlivost, výkon, nebo módní prvky. K vlastnostem produktu se velmi často přidávají hodnoty, které nepřímo ovlivňují jejich kvalitu. Mezi tyto prvky např.: bonusová záruka, možnost okamžité výměny při poruše, nebo dárek ke koupenému výrobku. Všechny tyto vlastnosti ovlivňují prodej výrobku, i když přímo neovlivňují jeho kvalitu [7].

Pro zpracování dat v matici korektním způsobem pro analyzovanou hodnotu využíváme několik metod:

- analýza hlavních komponentů
- stanovení „vzdáleností“ mezi vícerozměrnými proměnnými
- mapa
- plošný diagram [7].

2.2.5.1 Analýza hlavních komponentů

Jedná se o metodu, která se používá k redukci počtu proměnných. Snahou je nahradit původní prvky pomocí jejich lineárních kombinací a tím vytvořit nové prvky. Výsledkem je matice o podstatně menším počtu členů [7].

2.2.5.2 Stanovení vzdáleností mezi vícerozměrnými proměnnými

Pro použití této metody musí být splněna podmínka číselné porovnatelnosti hodnot. Jinak řečeno hodnoty musí představovat stejnou měřenou jednotku (např. lze porovnat délku

jednoho výrobku a délku druhého výrobku, ale nelze porovnat délku jednoho produktu s hmotností druhého produktu). Při výpočtu vzdáleností se používá tzv. metriky. Nejpoužívanější metrikou je Minkowského metrika. Vztah pro výpočet vzdálenosti podle Minkowského metriky je následující:

$$D_{ik} = \sum_{j=1}^n |x_{ij} - x_{kj}| \quad [7].$$

D_{ik} představuje vzdálenost mezi proměnnými i a k , x_{ij} a x_{kj} jsou hodnoty jednotlivých prvků matice. Vztah tedy porovnává vzdálenosti prvků. Za optimální řešení se považuje nejkratší vypočítaná vzdálenost [7].

2.2.5.3 Mapa

Mapa je grafický nástroj, který umožňuje zakreslit varianty pro názorné zvolení optimální možnosti. Tento nástroj je limitován z hlediska kapacity množství kritérií. To je zapříčiněno tím, že mapa je graf o dvou osách (vodorovné a svislé). Tím pádem můžeme pracovat pouze se dvěma kritérii. Pokud soubor vlastností produktu obsahuje více než dvě klíčové vlastnosti, musíme jejich množství zredukovat právě na 2. K tomu nám pomohou různé analytické nástroje, nebo se můžeme poradit s expertem.

2.2.5.4 Plošný diagram

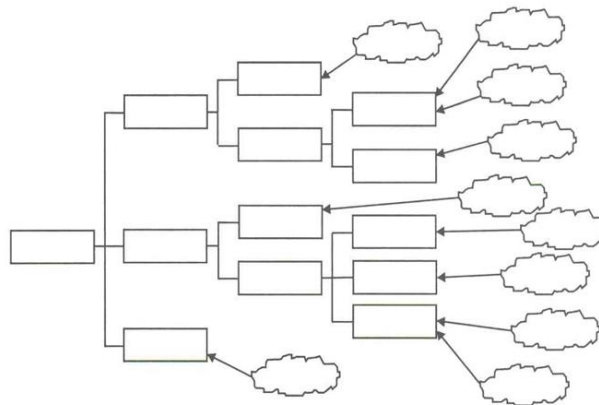
Jedná se o další grafický nástroj, sloužící k porovnání variant a výběru optimálního řešení. Tato metoda je také limitována počtem hodnocených vlastností, ale na rozdíl od mapy, kde je jejich maximum 2, zde potřebujeme alespoň 3. Pro zobrazení hodnot se nejčastěji používá tzv. diagram slunečních paprsků. Všechny osy (alespoň 3) mají počátek ve středu a svírají mezi sebou stejný úhel. Na osy vynášíme hodnoty tak, aby přívětivější hodnoty ležely co nejdál od středu. Nejlepší varianta je pak ta, která se nejvíce přibližuje vzoru optimálních hodnot.

2.2.6 Diagram PDPC

Diagram Process Decision Programme Chart je preventivním nástrojem řízení kvality. Využívá se systematického diagramu pro rozložení výsledného cíle na dílčí operace, a ten je dále rozšířen. Tato metoda je vypracována týmovou metodou, kde pomocí brainstormingu hledáme k systematickému diagramu odpovědi na klíčové otázky při prevenci rizik:

- K jakým chybám by mohlo při procesu dojít
- Čím chybám předejít, čím je eliminovat [7].

Odpověď na první otázku je spíše teoretická, je vodítkem pro sestavení odpovědi ke druhé otázce. Opatření pro prevenci rizik se zapisují do systematického diagramu pomocí odlišného značení (např. jinou barvou, jinak zarámované) a zapisují se napravo od poslední položky. Na následujícím obrázku (obrázek 14) jsou preventivní opatření symbolizována pomocí obláčků. V některých případech můžeme k jedné položce dodat více než jedno opatření [7].



Obrázek 14 - Diagram PDPC

Při vymýšlení opatření můžeme postupovat několika způsoby. Ne vždy se nám musí povést předložit opatření, které problém zcela odstraní. Je proto nutné sáhnout po alternativách, které škodu zredukuje. Možné varianty postupu jsou následující:

- Eliminace chyby
- Zredukování pravděpodobnosti výskytu chyby
- Preventivní příprava nápravných opatření [7].

2.2.7 Síťový graf

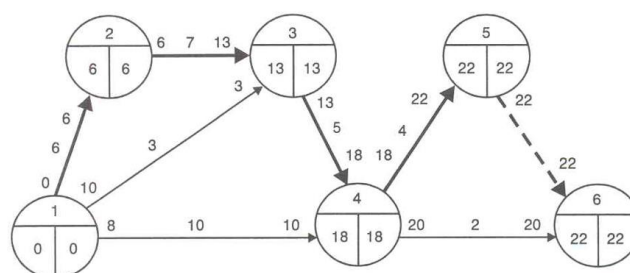
Síťový graf je nástroj, díky kterému dokážeme určit nejvhodnější pořadí plnění dílčích procesů. Nejpoužívanější metodou je metoda CPM. CPM (critical path method) neboli metoda kritické cesty. Podstatou metody CPM je výpočet doby trvání celého projektu tzv. kritickou cestou [7].

Graf počítá s paralelně probíhajícími procesy. Pro paralelně probíhající procesy je nejzávažnější ten, který zabere nejvíce času na splnění. Pro zbylé z nich většinou zbývá časová rezerva, kterou lze určit rozdílem doby trvání kritické operace a doby trvání dané operace [7].

Východiskem pro tuto metodu bývá vývojový diagram. Z něj vyčteme informace o všech operacích, se kterými se ve výrobním procesu musíme vypořádat. Pro analytický tým je výhodné poznamenat si jednotlivé operace například na kartičky, aby se s pojmy dalo snadno manipulovat a měnit tak pořadí operací. V dalším kroku musí tým určit pořadí operací. Některé z nich mohou probíhat paralelně k ostatním a některé operace je možné vynechat úplně. Z výsledného tvaru vývojového diagramu dokážeme určit tyto klíčové údaje:

- Termín zahájení a očekávaný termín dokončení projektu
- Sled činností
- Které činnosti jsou kritické z časového hlediska a které mají časovou rezervu [7].

Na následujícím obrázku (obrázek 15) je zobrazen příklad síťového grafu. Každá "bublina" (představitel dílčí činnosti) je popsána třemi čísly. Horní číslo je označení činnosti. Levé číslo značí nejzazší čas zahájení činnosti, pravé číslo symbolizuje nejpozdější čas dokončení činnosti [7].



Obrázek 15 - Síťový diagram [7]

2.3 Plánování kvality v předvýrobních etapách

Tímto tématem se ve své práci zabývám proto, že jsem se s některými z předvýrobních etap plánování kvality na vlastní kůži setkal při praxi v CF. Jmenovitě se jedná o metody MSA a FMEA, kterým se budu níže podrobněji věnovat.

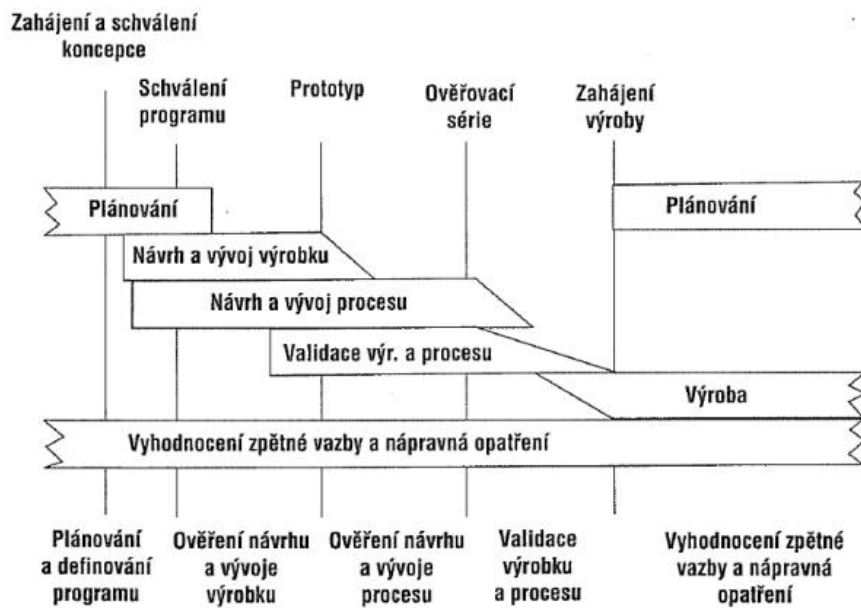
Předvýrobní etapy jsou neméně významnou součástí řízení jakosti. Na rozdíl od 7 základních nástrojů managementu kvality, které analyzovaly proces po jeho provedení, se zde jedná o analýzy preventivní. Předvýrobní etapy mají za úkol předem odhalit co nejvíce chyb a problémů, ke kterým by v průběhu výroby mohlo dojít. Plánování kvality vyžaduje patřičnou pozornost, je třeba tyto procesy nebrat na lehkou váhu. Zanedbání předvýrobních etap může vést k promrhání času a dalších zdrojů zcela zbytečně. V předvýrobních etapách nás odstranění případné chyby přijde mnohem levněji než náprava chyby dodatečně.

Pro zajištění kvality před zahájením sériové výroby se používají zejména dva postupy plánování kvality: APQP a VDA 4 [8].

Metoda APQP (advanced product quality planning) má za cíl vytvoření směrnice, které se při plánování kvality můžeme držet. Tato metoda byla vyvinuta koncem minulého století světovými koncerny z automobilového průmyslu Chrysler, Ford a General Motors. Plánování je podle APQP rozděleno do pěti fází [8]:

- plánování a definování programu
- návrh a vývoj produktu
- návrh a vývoj procesu
- validace výrobku a procesu
- vyhodnocení zpětné vazby a nápravná opatření

V následujícím diagramu (obrázek 16) jsou zaznamenány jak jednotlivé fáze, tak i jejich chronologická souslednost a rozsah.



Obrázek 16 – APQP [8]

Německá varianta plánování vychází z metodiky VDA (Verband der Automobilindustrie – Svaz automobilového průmyslu), konkrétně ze čtvrtého svazku, která pojednává o zajištění kvality při sériové výrobě. Zde je plánování rozděleno do sedmi fází:

- koncepce
- vývoj a ověřování výrobku
- plánování a ověřování výrobního procesu
- převzetí výrobku z hlediska zákazníka
- nakupování výrobních zdrojů
- výroba
- proces neustálého zlepšování

2.3.1 MSA

Measurement system analysis neboli analýza systémů měření slouží k posouzení způsobilosti a vhodnosti měřicího prostředku pro dané měření. Tato analýza se skládá hned

z několika dílčích analýz, které zkoumají měřidlo z několika různých pohledů. Tímto způsobem jsou zohledněny náhodné faktory, které sběr dat ovlivňují jako např. náhodné výchylky při měření či subjektivita operátora při měření [8].

První z analýz se zabývá způsobilostí měřidla. Tato zkouška by měla být pravidelně prováděna pro všechna měřidla, která jsou ve výrobě k dispozici. Analýzu provádí jeden operátor. Vedle měřidel, které hodláme zkoumat, potřebujeme také patřičné etalony. Jedná se o měřicí prostředky, přesněji řečeno nositele určité veličiny (v našem případě délkové rozměry), na kterých za standardizovaných podmínek okolí můžeme naměřit nominální hodnotu. Na etalonu provedeme měřidlem 50 měření. Po odečtení hodnoty zapisujeme do patřičného protokolu. Odchyly nesmí přesahovat toleranční meze přístroje. Pokud alespoň 95% měření je v toleranci, pak lze měřidlo vyhodnotit jako způsobilé.

Následuje další analýza, kde budeme pracovat s několika vzorky (běžně 10 ks), které je třeba si předem připravit. Důležité je poznamenat si klíčové informace o vzorku, zejména pak číslo zakázky, číslo zásobníku, ze kterého jsme vzorky odebrali, měřené rozměry s tolerancemi, počet kusů výrobků obsažených v zásobníku. Díky těmto údajům je posléze možné navrátit díly na jejich původní místo, ale také v případě odhalení chyb dokážeme přesněji určit množství zmetků. Tuto analýzu provádí více operátorů po sobě. Rozlišujeme krátkou a dlouhou studii. Tabulka 1 udává informace o počtu vzorků, operátorů a opakování. Touto částí analýzy ověřujeme spolehlivost měřidla tím, že obměňujeme podmínky měření. Každý operátor provádí měření trochu jinak. Rozptyl hodnot zde bude pravděpodobně o něco vyšší, jelikož musíme zohlednit tolerance měřených hodnot vzorku. I když hodnoty u všech vzorků nebudou stejné, měli bychom, při správném provedení měření, být schopni pozorovat podobnost hodnot všech operátorů u konkrétních vzorků. [9].

Tabulka 1 – MSA studie [9]

	Krátká studie	Dlouhá studie
Počet operátorů	2	3
Počet měření	10	10
Počet opakování	2	3

Po celou dobu měření je přítomná zodpovědná osoba, která dohlíží na správnost provádění analýzy. Zároveň zapisuje naměřené hodnoty do protokolů, tak aby operátoři mohli pracovat efektivněji a zároveň nemohli výsledky zkreslovat. Pro lepší orientaci je vhodné si jednotlivé vzorky označit tak, aby je zodpovědná osoba rozeznala. V optimálním případě se operátor nedozví, který vzorek právě měří. Pořadí vzorků by se při každé měřené sérii mělo lišit. Operátoři by měli být pracovníci, kteří se s konkrétní měřicí metodou frekventovaně setkávají, preferovaně by to měli být přímo pracovníci z daného pracoviště [9].

2.3.2 FMEA

FMEA je druhou z metod plánování kvality, se kterou jsem se při své praxi setkal. FMEA (failure mode and effects analysis) je preventivním nástrojem, který slouží pro analýzu konstrukce výrobku a také procesu výroby, kde obě tyto analýzy jsou vyplňovány zvlášť, nezávisle jedna na druhé. Jejím hlavním cílem je odhalení potenciálních chyb a určení jejich příčin, důsledků a vymezení nutných opatření, které je nutné podstoupit pro eliminaci jednotlivých chyb. Může se jednat jak o chyby známé, tak o chyby doposud neznámé, respektive víme, o jakou chybu by se mohlo jednat, ale zatím jsme se s ní ve výrobním procesu nesetkali [8] [10].

Analýza se provádí v pěti po sobě jdoucích krocích, které při správném provedení zajistí maximální přehled [10]:

- výběr patřičné FMEA metody
- složení multidisciplinárního týmu
- nashromáždění dostatku informací podstatných pro analýzu
- provedení analýzy
- předložení možných řešení, nápravných a preventivních opatření [10]

Po provedení analýzy je velice důležitým bodem přiřazení hodnoty ke každému bodu řešení. Podle tohoto třídění je možné určit prioritu jednotlivých problémů. To nám umožňuje adekvátně rychle realizovat opatření a vyhnout se významným rizikům [10].

3 Praktická část

V praktické části své bakalářské práce jsem se rozhodl věnovat se provedení celkové reklamace zakázky z pohledu pracovníka kvality ve firmě HF-Czechforge. Všechny podklady protokolů, které ve své práci dále využiji, mi byly poskytnuty podnikem. Jedná se o dílčí reklamace, které se nemohou zároveň vyskytnout u téže zakázky. Reklamace jsou interní a zákaznické.

K případné interní reklamaci dochází, pokud je překročena dovolená zmetkovitost. Hodnoty dovolené zmetkovitosti jsou určeny interně, hodnoty jsou odlišné pro výkovky o různé složitosti a pro různě velké dávky dílů. Následuje meeting odborníků na oddělení výstupní kontroly, kteří společně určí příčinu vzniku dané chyby a navrhnou nápravná a preventivní opatření, která jsou uvedena do provozu. O zachycené zmetky je patřičně postaráno (následná recyklace) a výroba pokračuje s nově zavedenými opatřeními. Při odhalení chyby je vyplněn protokol o interní reklamaci. Právě ten je hlavním odrazovým můstkem při meetingu kvality, protože v něm jsou zapsány vzniklé chyby a provedená okamžitá opatření. Součástí je Ishikawa diagram, ve kterém jsou zohledněny faktory strojů, pracovníků, materiálu, pracovních metod, měřicích metod a vlivu okolí. Na všechny tyto faktory je pak hleděno dvojnásobně, protože tento diagram je oproti standardnímu Ishikawa diagramu rozšířen. Hlavní dvě otázky, které si při tvorbě diagramu musíme položit, jsou:

- Proč chyba vůbec vznikla?
- Proč nedošlo k jejímu odhalení dříve?

Tímto způsobem místní kvalitáři zvětšují oblast působení analýzy a umožní jim to provést podrobnější průzkum situace. Diagram přikládá všem oblastem působnosti stejnou hodnotu, záleží pouze na analyticích, jak vyhodnotí danou situaci a čím zdůvodní vznik chyb.

Součástí interní reklamace je ještě další metoda řízení jakosti, a to “5 Whys method” neboli “5x proč”, která je prvním krokem při zahájení analýzy. Vycházíme z informací výstupní kontroly, které jsou doplněny o poznatky ostatních členů týmu, a zjišťujeme jejich důvod vzniku. Ke stávajícímu argumentu položíme otázku „Proč k tomu došlo?“, to provedeme

celkem až pětkrát (občas stačí i menší počet opakování). Tím je zaručena určitá dostatečnost hloubky zamyšlení se nad daným problémem. Odpovědi na páté “proč” bychom měli být schopni eliminovat riziko vzniku chyb při výrobě.

3.1 Interní reklamace

Interní reklamace se provádí při odhalení chyby na výstupní kontrole ještě před expedicí zakázky. Tento proces se skládá ze tří dílčích částí: analýza 5x proč, Ishikawa diagram a protokol o interní reklamaci.

3.1.1 5x proč

Touto metodou začíná analýza vzniku chyby. Pomocí pětinasobného užití otázky „proč?“ dojdeme dostatečně blízko k ohnisku vzniku chyby. Při provádění analýzy jsem zjistil, že pouze jedním užitím této metody zdaleka neodhalím všechny důvody, kvůli kterým chyba vznikla, nebyla dříve odhalena či v průběhu odstraněna.

V následující tabulce (tabulka 2) vidíme zapsanou analýzu 5x proč. Otázky jsou soustředěny striktně na zjištění prvotní příčiny vzniku chyby. Tato tabulka je dále využita jako východisko pro Ishikawa diagram.

Tabulka 2 – 5x proč

5 WHY ANALYSIS / ANALÝZA 5X PROČ	
Why could the non-conformity occur? / Proč došlo k neshodě?	1 PROČ linka vyrobila tolik zmetků? (převážně povrchová vada) ◦ Odpověď: Do výkovků byly zakovány okuje.
	2 PROČ byly do výkovků zakovány okuje? ◦ Odpověď: Některé odstřížky procházely indukčním ohřevem podruhé a z časového důvodu nebyly předem otryskány.
	3 PROČ byly některé výkovky ohřívány podruhé? ◦ Odpověď: Došlo k přerušení výroby. Některé polotovary již byly uvnitř indukční pece, tak musely projít skrz a po schlazení se znovu vrátily do oběhu.
	4 PROČ byla výroba přerušena? ◦ Odpověď: Kováři zaregistrovali špatně kované díly. Objevili nepsrávně vybroušené zápustky.
	5 PROČ byly zápustky nesprávně vybroušené? ◦ Odpověď: Zápustky připravoval nový, nedostatečně zaučený pracovník.

Metoda se aplikuje podruhé, tentokrát pro zjištění důvodu neodhalení chyby. Tabulka 3 je východiskem pro pravou část Ishikawa diagramu. Zde vidíme, že nebylo potřebné využít všech pět otázek analýzy, ale stačily pouze tři.

Tabulka 3 - 5x proč - důvod neodhalení

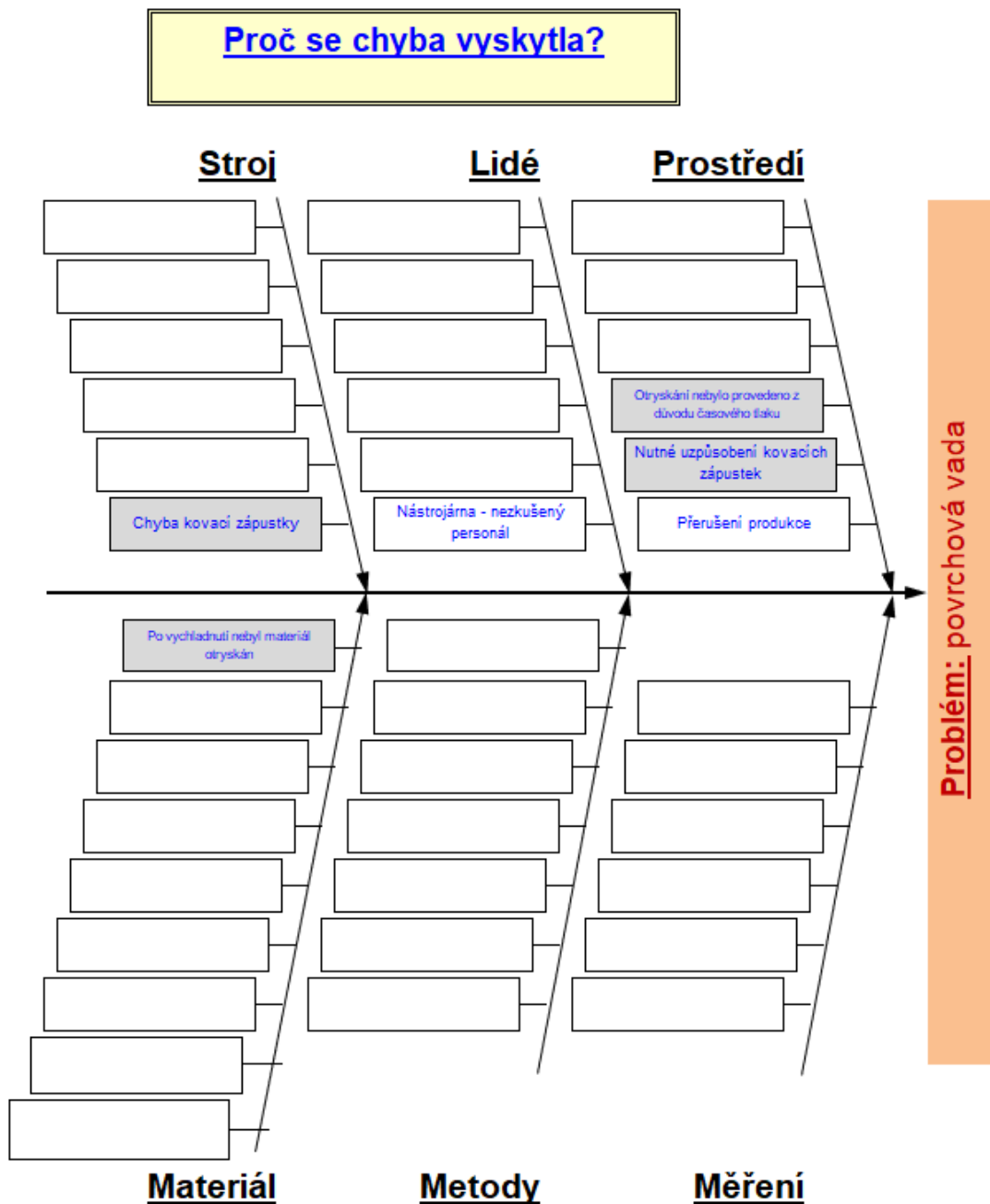
5 WHY ANALYSIS / ANALÝZA 5X PROČ	
Why could the non-conformity occur? / Proč došlo k neshodě?	1 PROČ nebyla vada odhalena? ◦ <u>Odpověď:</u> Okuje nejsou na horkém/žhavém povrchu vidět.
	2 PROČ nebyla vada odhalena v rámci průběžné kontroly výroby? ◦ <u>Odpověď:</u> V rámci průběžné kontroly bylo z této zakázky kontrolováno pouze 29 ks.
	3 PROČ bylo kontrolováno pouze 29 ks? ◦ <u>Odpověď:</u> Toto je dáno stanoveným intervalem kontrol 5 ks každé dvě hodiny v průběhu bezchybné výroby. Kontroluje se první (při nájezdu) a poslední kus (ukončení výroby).
	4 ◦
	5 ◦

3.1.2 Ishikawa diagram

Na metodu 5x proč navazuje Ishikawa diagram. Členové týmu mají k dispozici šablonu diagramu, do které postupně zapisují příčiny. Tento diagram je, oproti standardní verzi Ishikawa diagramu, rozšířen o šestou kategorii a druhou “kostru“. Tím pádem má diagram pravou a levou stranu. Levá strana řeší důvod vzniku chyby, zatímco pravá strana se zabývá důvodem, proč chyba nebyla odhalena dříve.

Členové týmu využívají informace z metody 5x proč, konzultují postřehy a upravují je v závislosti na připomínkách ostatních členů. Obrázek 17 vyobrazuje část zmíněného diagramu, konkrétně levou stranu. Často zůstávají některé kategorie bez poznámky. Hlavně u pravé strany diagramu tomu tak bývá proto, že pracovníci chybu brzy odhalí, nebo je příčina chyby pro zkušené pracovníky rutinou. Díky tomu bývají chyby málo rozsáhlé, nicméně se pro ně přesto musí vytvořit protokol.

1. Stroj: Kvůli vadné zápustce na KL-1 bylo třeba přesunout výrobu na jiný stroj. I když chyba v kování byla způsobena pouze zápustkou (stroj byl nadále funkční), tak nebylo možné na lisu pokračovat. Náhradní zápustka byla zhotovena pro uchycovací mechanismus na lisu KL-2, kam se výroba přesunula.
2. Lidé: Na nástrojárně se všechny zápustky připravují před kováním a zároveň uskladňují po jejich použití. Přípravou byl pověřen nově zaučený zaměstnanec, který svou práci neodvedl podle předpokladů. Vedoucí nástrojárny si chyby nevšimnul.
3. Prostředí: Přerušení produkce bylo důsledkem nesprávně vybroušených zápustek. Zatímco výroba pokračovala na jiném lisu, na nástrojárně probíhalo uzpůsobení původních zápustek. Kvůli časovému tlaku nebyl projetý materiál otryskán.
4. Materiál: Po odhalení chyby zápustky se již několik odstřížků materiálu pohybovalo v indukční peci. Tyto kusy napadaly do bedny určené k chlazení. Po vychladnutí nebyly otryskány, nýbrž vráceny na vibrační dopravník. Okuje, které se do výkovku zakovaly, pak způsobily povrchové vady.

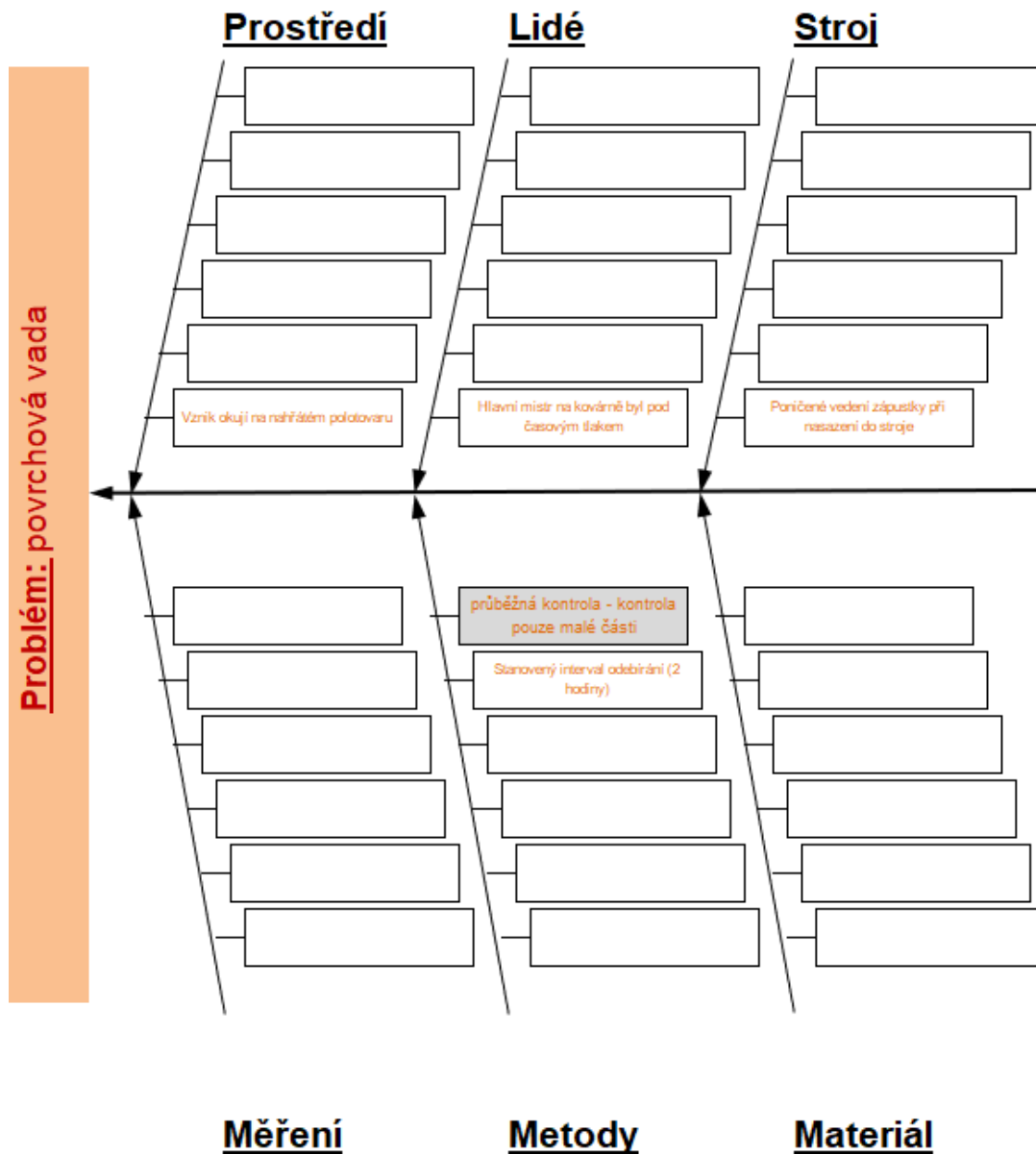


Obrázek 17 - Ishikawa diagram (levá strana)

Obrázek 17 i obrázek 18 mají šedě zvýrazněné buňky, na kterých se tým ve výsledku shodnul a vyhodnotil je za klíčové příčiny.

V pravé části diagramu hledám odpovědi na otázku „Proč nebyla chyba odhalena dříve?“ Jelikož kováři odhalili chybu zápustky poměrně brzy, není třeba pro tento problém řešení hledat. Ve výsledku závažnější problém způsobily neotryskané díly.

Proč nebyla chyba odhalena?



Obrázek 18 - Ishikawa diagram (pravá strana)

1. **Prostředí:** Na odstřižcích, které projely indukční pecí, vznikají při chladnutí okuje. Díly lze stále použít, je možné je znovu nechat projít ohřívacím procesem, ale před dalším použitím je potřeba je očistit od okuj v tryskači.
2. **Lidé:** Na kovárenského mistra byl kladen narůstající tlak s blížícím se datem expedice dílů. Před obnovením produkce nenechal polotovary otryskat.

3. Stroj: Na zápusce bylo poničené vedení, které pomáhá při dosedání obou částí do sebe.
4. Metody: Tato zakázka je obtížně kontrolovatelná z důvodu systému fungování průběžné kontroly. Pracovníci kontroly odebírají vzorky z výroby pravidelně každé dvě hodiny. Zde se jedná o poměrně malou zakázku (1301 kusů), takže průběžnou kontrolou prošlo jen 2,23 % a chyba nebyla odhalena.

3.1.3 Interní reklamace

Tento dokument vystavuje asistentka vedoucího výstupní kontroly. Na výstupní kontrole probíhá finální kontrola výkovků. Pracovníci dbají na hodnoty důležitých rozměrů, povrchové vady a také na dodržení počtu kusů. K odhalení chyby může dojít již dříve, nicméně bednu s postihnutými kusy je třeba nejprve přepočítat na výstupní kontrole. Pokud pracovníci nějakou závadu odhalí, spočítají kusy a zodpovědná osoba vyplní první části protokolu. Obrázek 19 ukazuje, že se jedná hlavně o identifikační údaje.

Auftrag / Zakázka:	179.5002.0/001 00	Číslo / Nummer: 3/2022
Charge / Šarže:	T56769	
Material / Materiál:	42CrMo4 X53	
Schmieden / Kování:	29.5	Presse / Lis: KL-1
Endprüfung / Kontrola:	24.-25.5.2022	Warmkontrola / Teplá kontrola: 9.5.2022; nezachyceny žádné vady na TK (kontrola 29 ks z 1301 ks -> 2,23 %)

Obrázek 19 – Interní reklamace: identifikace

Nejdůležitějším údajem je číslo zakázky. Jedná se o interní označení, které je kombinací především čísla zákazníka a čísla výkovku (pro některé zákazníky vyrábí firma více druhů výkovků). Další důležitá informace je, kdy probíhalo kování a na jakém lisu. Jelikož výroba disponuje několika lisy, je v případě nouze možno jeden odstavit a jeho výrobu (nebo alespoň z části) nahradit jiný. Musíme také věnovat pozornost údajům, zda chybu odhalili pracovníci průběžné kontroly. Pokud ano, znamenalo by to, že výroba je stále v provozu a dokážeme snížit dopad příčiny vzniku chyby. V tomto případě se to ovšem s ohledem na stanovený interval kontroly nepodařilo.

Odpovědný pracovník výstupní kontroly vyplňuje ještě několik dalších údajů. Jedná se o informace k poškození dílů, tedy zejména kolik kusů je vadných. Z počtu zmetků a velikosti zakázky dokážeme vypočítat koeficient zmetkovitosti. Ten nesmí přesahovat určité hranice při daném počtu výkovků. Procento zmetků je určeno pomocí interních tabulek. Podíl chybně vyrobených kusů se ku celkovému počtu objednaných kusů zmenšuje s rostoucím objemem zakázky.

V další části protokolu (obrázek 20) se nachází klíčové body ohledně reklamace. Nahoře jsou vypsané již zmíněné údaje o počtu zmetků a procentu zmetkovitosti. Následují body 1 až 5. Odpovědi k jednotlivým bodům spolu sepisují členové týmu, mezi které patří zástupce oddělení kvality, vedení výroby, mistrů kovářů, výstupní kontroly a engineeringu.

Výstupní kontrola zapisuje údaje do prvního a druhého bodu. Konkrétně se jedná o přesné stanovení chyby, které je doplněno o počet zasažených kusů. U této reklamace byla nejčastějším nálezem povrchová vada. Dále je jejich úkolem provést okamžitá opatření. Škoda na dílech v tomto případě byla příliš velká, nebylo možno chybu napravit dodatečnými úpravami. Proto byly výkovky vytříděny.

Geschmiedet / Nakovaných kusů: 1301	N.i.O. Teile Schmiede / Díly N.O.K kovářna: 48		Ausschuss % / Zmetky %
i.O. Teile nach EK / Díly OK po VK: 1161	N.i.O. Teile nach EK / Díly N.O.K po VK:		9,68 %
1. Fehler Beschreibung / Popis chyby:			
Nedokováno – 4 ks			
Zásek – 10 ks			
Povrchová vada – 112 ks			

2. Sofortmaßnahmen / Okamžitá opatření:			
Verantwortlich / Odpovědný:	Termin / Termin:	Erledigungsdatum / Datum vyřízení:	
Vyšrotovat díly	Výstupní kontrola	25.5.2022	25.5.2022

3. Fehlerursache / Příčina chyby:			
Povrchové vady / okuje: přerušování výroby (problematické kování na KL-1 – špatně vybroušená zápustka, poté přechod na KL-2), materiál ohřátý na kovací teplotu po vychladnutí nebyl otryskán -> okuje zakovány do výkovku			

4. Korrekturmaßnahmen / Stanovená nápravná opatření:			
Verantwortlich / Odpovědný:	Termin / Termin:	Erledigungsdatum / Datum vyřízení:	
Před opětovným ohřevem materiál otryskat	Vedoucí směny	KT 25-26	
Zvážit konstrukční změnu zápustek	Engineering		

5. Wirksamkeitsprüfung der Korrekturmaßnahmen / Přezkoumání účinnosti nápravného opatření			
Verantwortlich / Odpovědný:	Termin / Termin:	Erledigungsdatum / Datum vyřízení:	

Obrázek 20 - Interní reklamace: popis chyb

Ve třetím bodě jsem stručně popsal, jak k chybám došlo. Průběh kování byl pro kováře náročný. Vedoucí směny vyhodnotil zápusťku jako nezpůsobilou, došlo k přerušení výroby na lisu KL-1. Při náhlém přerušení výroby nelze okamžitě pozastavit nahřívání dílů. Horké polotovary mezitím padají do bedny a chladnou. Tím se na nich tvoří vrstva okují. Aby se okuje při dalším zahřívacím procesu nezapekly do výkovku, je třeba je napřed očistit tryskáním. Tato operace byla vynechána. Mezitím byla použita náhradní zápusťka, kterou pracovníci nainstalovali do lisu KL-2. Zápusťka z původního lisu byla odvezena na nástrojárnu, kde ji pracovníci vyčistili a opravili. Na lisu KL-1 byly objeveny výkovky nedokované a díly se zásekem. Větší škodu v rozsahu 112 kusů způsobilo vynechání otryskání vychladnutých dílů při přesunu výroby na lis KL-2.

Čtvrtý bod pojednává o nápravných opatřeních. Vedoucí směny je zodpovědný za provedení otryskání před opětovným nahříváním dílů, pokud by se podobná situace opakovala. Na oddělení engineeringu bude provedena revize konstrukce zápusťky a zvážena konstrukční změna. Další termín kování těchto dílů je ve 25. a 26. kalendářním týdnu. Vedoucí směny byl obecně poučen o procesu tryskání při přerušení výroby, který platí obecně pro všechny díly, ale musí dbát zvýšené pozornosti právě u této zakázky.

Tímto končí první meeting pro interní reklamace. Patřičné zodpovědné osoby se řídí instrukcemi a zavedou příslušná opatření. Pátý bod zůstává prozatím nevyplněný. Dopsání poznatků k účinnosti nápravných opatření se provádí při druhém meetingu, kdy zástupci oddělení zhodnotí účinnost opatření.

3.2 Externí reklamace

Velmi zřídka se stává, že by poškozený výrobek nebyl zachycen na jednom ze stanovišť kontroly. Ovšem pokud k tomu dojde, může zákazník vystavit reklamaci. V takovém případě se ihned skládá tým expertů, kteří se situací budou zabývat. Složení týmu bývá stejné jako u interních reklamací, tedy zástupci jednotlivých oddělení (kvalita, výroba, engineering, technická podpora...). Pro zákazníka se vystavuje zpráva dle metody 8D (8 discipline report).

3.2.1 8D report

Jedná se o formulář, který se skládá z osmi klíčových bodů. Každý z nich popisuje, jak pracovníci pokročili při řešení nastalého problému. V úvodní části protokolu jsou uvedeny identifikační údaje zakázky, kontaktní údaje obou zúčastněných stran, datum zahájení prošetření problému a rozsah škody – počet reklamovaných kusů. Následuje obrázek 21, na kterém jsou zobrazeny první tři body – 1D, 2D, 3D.

1. Tým: Jméno / Oddělení / Telefon: pracovník kvality pracovník engineeringu pracovník výroby pracovník výstupní kontroly	2. Popis problému: Deklarovaných 120 kovaných polotovarů s radiusem 3 mm mají radius až 3,6 mm. Komponenty bylo možné použít pouze s vynaložením dalšího úsilí nebo optimalizací programu.		
3. Okamžitá opatření: 120 kusů vyříděných a zpracovaných s vynaložením dalšího úsilí, informování pracovníků výroby a kontroly	Zodpovědný: <i>Person in charge:</i> pracovník výstupní kontroly, pracovník kvality	Termín: <i>Due date:</i> 15.2.22	Datum vyřízení: <i>Completion date:</i> 9.2.22
<ul style="list-style-type: none"> • Ovlivněny uskladněné díly? / <i>Parts in stock affected?</i> <ul style="list-style-type: none"> • Ne / <i>No</i> <input checked="" type="checkbox"/> Ano / <i>Yes</i> <input type="checkbox"/> (Požadováno třídění / <i>Sorting required</i>) • Ovlivněny díly v oběhu? / <i>In-process parts affected?</i> <ul style="list-style-type: none"> • Ne / <i>No</i> <input checked="" type="checkbox"/> Ano / <i>Yes</i> <input type="checkbox"/> (Požadováno třídění / <i>Sorting required</i>) • Ovlivněny doručené díly? / <i>Shipped parts affected?</i> <ul style="list-style-type: none"> • Ne / <i>No</i> <input type="checkbox"/> Ano / <i>Yes</i> <input checked="" type="checkbox"/> (Požadováno třídění / <i>Sorting required</i>) <p style="margin-left: 40px;">Pokud ano Ja / <i>If Yes:</i> Číslo zakázky / <i>Delivery No.:</i> Počet kusů / <i>Quantity:</i></p>			

Obrázek 21 - 8D první část

- 1D

V prvním bodě jsou zapsáni členové týmu s kontaktními údaji. Kvůli ochraně GDPR jsem použil názvy oddělení, na kterých působí, jako náhradu za skutečné údaje.

- 2D

Objevenou chybu nám sděluje zákazník. Pracovníci provedou kontrolu dílů a identifikují problém. U této zakázky došlo ke zvětšení jednoho z rozměrů, konkrétně rádiusu hrany vnitřního průměru. Díly by bylo možné použít pouze po úpravách, na které by odběratel musel vynaložit prostředky navíc.

- 3D

Zodpovědný pracovník provede okamžitá opatření pro napravení chyby. Důležité je informovat výrobní a kontrolní personál o výskytu této chyby, popsat prvky, na které je třeba dbát zvýšené pozornosti. Tyto vadné díly byly dány k přepracování, rádius bylo možné zmenšit a zároveň nepoškodit žádný z dalších kritických rozměrů. Reklamované díly zpracoval zákazník.

Další část zobrazuje body 4D, 5D a 6D (obrázek 22). Bod 4D, který udává příčinu vzniku reklamované odchylky, bývá rozčleněn na sub-kategorie. Ty zachycují metody řízení kvality a výsledky analýz.

4. Příčina vzniku / <i>Root cause(s)</i> : Vadné vyplnění obrysových ploch jednotlivých kovaných dílů v důsledku nastavení lisu při kování ve spojení s parametry procesu a ručním mazání zápusky. Na základě namátkové kontroly na začátku kování a v průběhu kování problém nebyl zjištěn. Problém je ještě zhoršen skutečností, že tyto vady nelze zjistit u horkých výkovek. Vliv problému s vadou na proces obrábění u zákazníka není znám, takže příslušná specifikace výkresu nebyla výslovně metrologicky testována a byla pouze vizuálně zkontrolována bez mezního vzorku.					
5. Nápravná opatření / <i>Corrective actions</i> : Zvýšené monitorování procesů prostřednictvím engineeringu, optimalizace konstrukce kovacích forem.		<input type="checkbox"/> Nápravná opatření vyžadují provedení analýzy chyb <i>Corrective actions requires fault analysis first</i>	Zodpovědný: <i>Person in charge</i> : pracovník engineeringu	Termín: <i>Due date</i> : 15.2.22	Datum vyřízení: <i>Completion date</i> : 9.2.22
6. Druh účinnostní zkoušky / <i>Mode of verification</i> : Hodnocení produktivity, zmetkovitosti a vícepráce. Vyhodnocení výsledků měření.			Zodpovědný: <i>Person in charge</i> : pracovník kvality, pracovník výroby	Termín: <i>Due date</i> : 17.3.22	Datum vyřízení: <i>Completion date</i> : 28.2.22

Obrázek 22 - 8D druhá část

- 4D

V tomto bodě se provádí vyhodnocení metod pro zjištění příčin vzniku vad. HF-Czechforge používá metody 5x proč a Ishikawa diagram. Jedná se o stejnou kombinaci metod, kterou zdejší kvalitáři používají pro interní reklamace. U této zakázky nebyli pracovníci informováni o důležitosti rozměru. Hodnota rádiusu nebyla zvýrazněna v plánu měření průběžné kontroly procesu.

- 5D

Nápravné opatření je zavedeno pro odstranění zdroje chyb. Opatření pro tento konkrétní případ spočívá ve zvýšení monitorování oddělením engineeringu. Je třeba dbát přednostně na technicky správné zhotovení zápustek.

- 6D

Nápravná opatření z předchozího bodu je třeba určitými metodami prověřit. Používají se proto třeba metody hodnocení produktivity, zmetkovitosti a vícepráce. Vícepráce je název pracovního oddělení v HF-Czechforge, kde probíhají doprovodné nebo opravné procesy.

Obrázek 23 obsahuje podrobnosti k posledním dvěma bodům.

7. Preventivní opatření / <i>Preventive actions</i> : poznámka k výstupní kontrole, poznámka k informacím o kvalitě, poznámka do měřicího listu průběžné kontroly	<input type="checkbox"/> Preventivní opatření nelze definovat <i>Preventive actions not definable</i>	Zodpovědný: <i>Person in charge</i> : pracovník kvality	Termín: <i>Due date</i> : 30.4.22	Datum vyřízení: <i>Completion date</i> : 15.3.22
Požadována aktualizace FMEA? <i>FMEA-update required?</i> Aktualizace plánu řízení výroby? <i>Control plan-update?</i> Aktualizace výrobních dokumentů? <i>Production documents updated?</i> Další ovlivněné procesy, produkty? <i>Other processes, products concerned?</i> Ostatní oddělení dotčená? <i>Other divisions concerned?</i>	Ano / <i>Yes</i> <input type="checkbox"/> Ne / <i>No</i> <input checked="" type="checkbox"/> Ano / <i>Yes</i> <input checked="" type="checkbox"/> Ne / <i>No</i> <input type="checkbox"/> Ano / <i>Yes</i> <input checked="" type="checkbox"/> Ne / <i>No</i> <input type="checkbox"/> Ano / <i>Yes</i> <input type="checkbox"/> Ne / <i>No</i> <input checked="" type="checkbox"/> Ano / <i>Yes</i> <input type="checkbox"/> Ne / <i>No</i> <input checked="" type="checkbox"/>	Zodpovědný: Pracovník kvality	Termín: 30.4.22	Datum vyřízení: 23.3.22
8. Datum ukončení / Verifikováno <i>Date of closure / Verified</i> 23.3.2022	Podpis vedoucího týmu <i>Signature of team leader</i>			

Obrázek 23 - 8D třetí část

- 7D

Bod, který se zabývá prevencí minulých chyb, má sedmou pozici v této zprávě. Pro tým je náročným úkolem stanovit dostatek opatření pro kompletní prevenci chyby. Znalosti v jednotlivých oborech se neustále rozšiřují. Zde byla hlavní snaha vymezit opatření, které zvýší pravděpodobnost odhalení chyby již při výrobě. Pracovník kvality provedl zápis poznámek do pracovních protokolů několika oddělení a příslušné zaměstnance informoval.

- 8D

Závěrečná řádka 8D reportu. Vedoucí týmu poděkuje všem zúčastněným za konstruktivní spolupráci a snahu o vyřešení problému. Tímto je reklamační proces u konce a zákazník obdrží zprávu o provedeném šetření a zavedených opatřeních. Interně je sledována účinnost stanovených opatření.

4 Závěr

Cílem mé práce bylo shrnutí teoretických znalostí o nástrojích pro řízení kvality a následná praktická aplikace vybraných metod na provedení vzorového průběhu reklamace zakázky.

V teoretické části jsem shrnul informace o 7 základních nástrojích řízení jakosti, 7 nových nástrojích řízení jakosti a také o plánovacích metodách v předvýrobních etapách. Zejména s těmi jsem se setkal při své praxi v podniku HF-Czechforge. Prováděl jsem četná měření MSA pro různá měřidla, zejména pro měřidla délková. Setkal jsem se také s analýzou PFMEA, kterou jsem překládal z německého jazyka do českého.

V praktické části jsem použil své teoretické znalosti k vyplnění protokolů metod 5x proč a Ishikawa diagramu. Oba tyto nástroje se používají jak u interní reklamace, tak u zákaznické reklamace. V podniku jsem se směl účastnit týmových porad, kde se prováděly jednotlivé analýzy, členové měli různorodé relevantní připomínky a vše bylo zapsáno do příslušných protokolů. Přístup všech členů byl profesionální. Mají přehled o dění v podniku, kde vzniká jaký druh chyby a jak se s ní vypořádat. Následně jsem byl pověřen vyplněním protokolu interní reklamace podle instrukcí od paní Ing. Homutové, což se mi úspěšně podařilo. Protokol o zákaznické reklamaci byl poněkud obtížnější, nicméně zdejší zaměstnanci vědí velice přesně co dělají, takže to pro ně nebyl problém a ochotně mi s protokolem pomohli.

Jedním z bodů zadání, který jsem měl splnit, bylo zvážení zavedení nového druhu metody řízení kvality. Původně jsem zamýšlel použít Paretovu analýzu. Metodu jsem si oblíbil kvůli její názornosti s využitím diagramů, snadnému monitorování příčin chyb a jejich vlivu na výrobu. Účastí na týmových sezeních jsem získal jistý přehled o tom, jak jsou metody používány. Obě používané analýzy mají velký rozsah, počítají s chybami různých druhů, zahrnují všechny potenciální zdroje problému a zároveň poskytují určitou jistotu správného provedení analýzy tím, že se data z jedné metody používají jako východisko pro druhou metodu. Členové týmu, kteří analýzu provádí, neměli problém při odhalování zdroje chyby. Jejich znalosti a přehled jsou více než dostačující na to, aby jim k analýze stačily současně používané metody. Zavedení nového nástroje řízení kvality jsem proto vyhodnotil jako přebytné.

5 Obrázky

Obrázek 1 - logo HF-Czechforge [1].....	9
Obrázek 2 - HF-Czechforge [1]	9
Obrázek 3 - dvojrcholový histogram [4]	15
Obrázek 4 - Dvojrcholový histogram (izolovaný) [4]	15
Obrázek 5 - Plochý histogram [4]	16
Obrázek 6 - Asymetrický histogram [4]	16
Obrázek 7 - Paretova analýza [3].....	19
Obrázek 8 - Hodnoty koeficientu korelace [6]	21
Obrázek 9 – Regulační diagram	22
Obrázek 10 - Afinitní diagram [4]	24
Obrázek 11 - Diagram vzájemných vztahů [7].....	26
Obrázek 12 - Systematický diagram [4].....	26
Obrázek 13 - Maticový diagram [4].....	27
Obrázek 14 - Diagram PDPC	30
Obrázek 15 - Síťový diagram [7]	31
Obrázek 16 – APQP [8]	33
Obrázek 17 - Ishikawa diagram (levá strana)	40
Obrázek 18 - Ishikawa diagram (pravá strana).....	41
Obrázek 19 – Interní reklamace: identifikace	43
Obrázek 20 - Interní reklamace: popis chyb.....	44
Obrázek 21 - 8D první část	46
Obrázek 22 - 8D druhá část	47
Obrázek 23 - 8D třetí část.....	48

6 Tabulky

Tabulka 1 – MSA studie [8].....	34
Tabulka 2 – 5x proč.....	37

7 Vzorce

Vzorec 1 – Výpočet relativní četnosti [3]	13
---	----

8 Bibliografie

- [1] *Hammerwerk Fridingen* [online]. Fridingen: Hammerwerk Fridingen, 2020 [cit. 2022-07-20]. Dostupné z: <https://www.hammerwerk.de/cs>
- [2] SPEJCHALOVÁ, Dana. Management kvality. SPEJCHALOVÁ, Dana. *Management kvality* [online]. 4. vydání. Praha: Vysoká škola ekonomie a managementu, 2021, s. 1-44 [cit. 2021-12-20]. ISBN 978-80-86730-88-2. Dostupné z: https://books.google.cz/books?hl=cs&lr=&id=UZO8PwDolggC&oi=fnd&pg=PA16&dq=management+kvality&ots=qML6AXQgU4&sig=S5X4Z-IYVfkPy28Pzh9IVaJUGb0&redir_esc=y#v=onepage&q=management%20kvality&f=false
- [3] NENADÁL, Jaroslav. Management kvality pro 21. století. NENADÁL, Jaroslav. *Management kvality pro 21. století* [online]. 1. vydání. Praha: Albatros Media a.s., 2018, s. 1-359 [cit. 2021-12-20]. ISBN 978-80-726-1561-2. Dostupné z: https://books.google.cz/books?hl=cs&lr=&id=zii2DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA13&dq=management+kvality&ots=mtu1Q7Wxb4&sig=b01OPwJ5BjTAKd11Z7-XAlwM12k&redir_esc=y#v=onepage&q=management%20kvality&f=false
- [4] PODANÝ, Jan. *Statisticko-matematické metody v řízení kvality - prezentace*. Praha, 2020.
- [5] Brainstorming. In: *MindTools* [online]. Horsham, Anglie: MindTools, 2016 [cit. 2021-12-30]. Dostupné z: <https://www.mindtools.com/brainstm.html>
- [6] Regresní a korelační analýza. In: *Lean six sigma: consulting company* [online]. Praha: Lean six sigma, 2022 [cit. 2022-07-04]. Dostupné z: <https://lean6sigma.cz/regresni-a-korelacni-analyza/>
- [7] NENADÁL, Jaroslav. *Moderní management jakosti: principy, postupy, metody* [online]. 1. Praha: Management Press, 2008 [cit. 2022-07-04]. ISBN 978-80-7261-186-7. Dostupné z: <https://www.knihovna.zcu.cz/rest/cm/document/workspace://SpacesStore/16632dc6-d72d-4011-a111-c2d5b148eb98;1.0/content>

- [8] NETOLICKÝ, Petr a Ivana MAZÍNOVÁ. Plánování kvality produktu v předvýrobních etapách. In: *Digitální knihovna Západočeské univerzity v Plzni* [online]. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni. Fakulta strojní. Katedra technologie obrábění, 2011 [cit. 2022-07-06]. Dostupné z: <https://otik.uk.zcu.cz/bitstream/11025/16385/1/Netolicky.pdf>
- [9] MSA – Analýza systému měření. In: *Lean six sigma* [online]. Praha: Lean six sigma, 2022 [cit. 2022-07-07]. Dostupné z: <https://lean6sigma.cz/msa-analyza-systemu-mereni/>
- [10] SAFARI, Hossein, Zahra FARAJI a Setareh MAJIDIAN. Identifying and evaluating enterprise architecture risks using FMEA and fuzzy VIKOR. In: *Springer link* [online]. Švýcarsko: Springer link, 2014 [cit. 2022-07-09]. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10845-014-0880-0>