

Technická univerzita v Liberci
Hospodářská fakulta

Studijní program: 6209 - Systémové inženýrství a informatika
Studijní obor: Manažerská informatika

**Zavedení hodnocení způsobilosti procesu
ve výrobě nového vozu A5**

**Implementation of evaluation process capability
in the production of the new model A5**

BP-MI-KIN-2004 05

Ondřej KRAUS, 2004

UNIVERZITNÍ KNIHOVNA
TECHNICKÉ UNIVERZITY V LIBERCI



3146078658

Vedoucí práce: Ing. Josef Košek

Konzultant: Ing. Lubomír Jirutka

Počet stran: 27

Počet příloh: 1

Datum odevzdání: 5.1.2004

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

pro:

Ondřej Kraus

Studijní program:

Systémové inženýrství a informatika (6209R)

Studijní obor č. B 6209

Manažerská informatika

Vedoucí katedry Vám ve smyslu zákona č. 1111/1998 Sb. o vysokých školách a navazujících předpisech určuje tuto bakalářskou práci:

Název tématu:

Zavedení hodnocení způsobilosti procesu ve výrobě nového vozu A5

Zásady pro vypracování:

1. Analýza současného stavu
2. Porovnání VW systémů (Quirl, QS-STAT), zabývajících se způsobilostí procesů
3. Propojení systému SPL s vybraným systémem
4. Návrh výstupů
5. Hodnocení navrženého řešení

Rozsah bakalářské práce : 25-30 listů
(do rozsahu nejsou započítány úvodní listy, přehled literatury a přílohy)

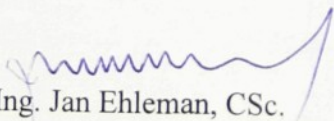
Doporučená literatura:

RYAN, T. P.: Statistical Methods for Quality Improvement. New York, Willey 1989;
HORÁLEK V.: Principy statistických přejímk. Praha VZ ČSJ 1991;
NENADÁL J., NOSKIEVIČOVÁ D., PETŘÍKOVÁ R., PLURA J., TOŠENOVSKÝ J.:
Moderní systémy řízení jakosti – Quality management. Praha 1998;
Manuál k systému QS-STAT;
Manuál k systému SPL

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Josef Košek.

Odborný konzultant: Ing. Lubomír Jirutka

Termín odevzdání bakalářské práce: 5.1.2004


Prof. Ing. Jan Ehleman, CSc.
vedoucí katedry




Prof. Ing. Jiří Kraft, CSc.
děkan Hospodářské fakulty

V Liberci dne: 31.3.2003

Prohlášení

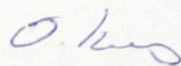
Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury pod vedením vedoucího a konzultanta. Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 o právu autorském, zejména §60 (školní dílo) a §35 (o nevýdělečném užití díla k vnitřní potřebě školy).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé práce a prohlašuji, že souhlasím s případným užitím mé práce (prodej, zapůjčení apod.)

Jsem si vědom toho, že užit svou bakalářskou práci či poskytnout licenci k jejímu užití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do její skutečné výše).

Po pěti letech si mohu tuto práci vyžádat v Univerzitní knihovně TU v Liberci, kde je uložena, a tím výše uvedená omezení vůči mé osobě končí.

V Liberci dne 5. 1. 2004



Resumé

Tato bakalářská práce je věnovaná systému SPL – Řešení problémů. Tento systém slouží jako nástroj pro řešení problémů ve výrobě a vizualizaci dat získaných z měření. V první části popisují vývoj systému od počáteční strategie řešení problémů až do situace, která panuje dnes. Popisují různé požadavky uživatelů na rozšíření SPL, kde analýza způsobilosti je jedním z nich. Proto další část své práce věnuji právě tomuto tématu – analýze způsobilosti. Systém SPL však tuto statistickou metodu nemá žádným způsobem implementováno, bylo rozhodnuto o propojení do jiného statistického systému. Cílem mé práce je vybrat statistický systém pro propojení, navrhnout nové moduly, které budou používat vybraný statistický systém, a výstupy z těchto nových modulů, které jsou obsahem poslední části. V závěru vyhodnotím mnou navržené nové moduly.

Abstract

This bachelor's work is about SPL system - Solving of problems. This system is used as a tool for problem solving in the production and to visualize of data from measuring. In the first part development of the system is described from initial problem solving strategy to present situation. Many requirements to extension of the SPL have been made and the analysis of process capability has been on of these requirements. Therefore the next part of the work is about this subject – analysis of process capability. But the SPL doesn't have this statistical method implemented so it was decided to connect the SPL with some statistical system. The aim of this work is to choose the statistical system for connection with SPL, to devise new modules that will use chosen statistical system, and to design graphic outputs from these new modules, which are in the last chapter. At the end are those new modules assessed.

Obsah

<u>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK</u>	8
<u>1 ÚVOD</u>	9
<u>2 SYSTÉM SPL</u>	11
<u>2.1 METODIKA ŘEŠENÍ PROBLÉMŮ</u>	11
<u>2.2 CESTA K ELEKTRONICKÉ PODOBĚ</u>	13
<u>2.3 POSTUPNÉ ROZŠÍŘOVÁNÍ SYSTÉMU SPL</u>	13
<u>2.4 ZMĚNA VE VNÍMÁNÍ SYSTÉMU SPL</u>	15
<u>2.5 CO V SOUČASNÉ DOBĚ LZE S SPL</u>	16
<u>2.6 JAK SE PROVÁDÍ MĚŘENÍ</u>	16
<u>2.7 POŽADAVKY NA ROZŠÍŘENÍ SPL</u>	17
<u>3 ANALÝZA ZPŮSOBILOSTI</u>	18
<u>3.1 HODNOCENÍ ANALÝZY ZPŮSOBILOSTI PROCESU</u>	18
<u>3.1.1 Volba znaku jakosti</u>	19
<u>3.1.2 Shromažďování údajů</u>	19
<u>3.1.3 Posouzení statistické zvládnutosti procesu</u>	19
<u>3.1.4 Ověření normality rozdělení hodnot</u>	20
<u>3.1.5 Výpočet indexů způsobilosti a jejich porovnání s požadovanými hodnotami</u>	21
<u>3.2 ZPŮSOBILOST VÝROBNÍHO ZAŘÍZENÍ</u>	29
<u>3.3 ZPŮSOBILOST MĚŘIDEL</u>	30
<u>4 POROVNÁNÍ QS-STAT A QUIRLU</u>	32
<u>4.1 ROZHODOVÁNÍ MEZI SYSTÉMY</u>	32
<u>4.1.1 qs-STAT</u>	32
<u>4.1.2 Quirl</u>	33
<u>4.2 VÝSLEDEK ROZHODOVÁNÍ</u>	33

5	<u>MODULY, KTERÉ BUDOU VYUŽÍVAT QS-STAT</u>	34
5.1	<u>ZÁKLADNÍ POŽADAVKY</u>	34
5.1.1	<u>Nové moduly</u>	34
6	<u>NÁVRH VÝSTUPŮ</u>	36
6.1	<u>MONITORING</u>	36
6.2	<u>MODUL VYTVÁŘENÍ ZPRÁV</u>	37
6.3	<u>MODUL PRO VYPOČÍTÁNÍ KRÁTKODOBÉ ANALÝZY ZPŮSOBILOSTI</u>	37
7	<u>ZÁVĚR</u>	38
	<u>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</u>	39
	<u>PŘÍLOHA</u>	40

Seznam použitých zkratek

- A04: označení ve Škoda Auto pro Fabii, druh podvozku
- A4: označení ve Škoda Auto pro Octavii, druh podvozku
- A5: označení ve Škoda Auto pro novou Octavii, druh podvozku
- B5: označení ve Škoda Auto pro Superb, druh podvozku
- GQA: označení pro útvar Audit kvality ve Škoda Auto
- I.O.: in Ordnung (z něm.), v pořádku, ve Škoda Auto používáno jako přímý (např. vůz)
- PCI: Process capability indices (z angl.), Indexy způsobilosti
- SPL: Škoda Problem Lösung (Řešení problémů Škoda), Informační systém pro řešení problémů
- VIK: označení pro útvar Výrobní systém Škoda ve společnosti Škoda Auto
- VDA: Verband der Automobilindustrie, německá společnost vydávající příručky pro automobilový průmysl
- ZVP: Záznam o vývoji problému

1 Úvod

Jako student oboru Manažerská informatika na Hospodářské fakultě Technické university v Liberci jsem vykonal svoji dvousemestrovou řízenou praxi ve firmě Škoda Auto, kde jsem pracoval v oddělení VIK – Výrobní systém Škoda. Zde jsem také poznal odborného garanta mé praxe a v současné době odborného konzultanta mé bakalářské práce, Ing. Lubomíra Jirutku. Ten mi také představil systém SPL (Škoda Problem Lösung), v překladu Škoda - Řešení problémů. Práce s tímto systémem byla hlavní náplní mé praxe.

Smysl mé práce vidím v návrhu nových modulů a jejich výstupů, přičemž se budu opírat o dosavadní vývoj systému v chronologickém pořádku. Jak již název mé práce napovídá, nové moduly budou počítat hodnocení analýzy způsobilosti, proto se budu tomuto tématu také věnovat.

Počátek systému SPL by se mohl datovat k polovině devadesátých let minulého století, tehdy však strategie řešení problémů byla pouze v papírové formě, která se neosvědčila. V roce 1999 vzniká informační systém SPL, který přesně kopíruje metodiku řešení problémů a je na ni plně adaptován.

Základ tvořily moduly Analýza a zařazování nových závad do sledování, Výstupní sestavy do týmu, stanovení opatření a Vnější řešitelský tým. Zanedlouho přibyl modul Infomanagement, v roce 2000 následoval modul 3D měření (měrové protokoly) a nejnovějším modulem jsou Standardní výstupy.

Požadavky na rozšíření systému o hodnocení analýzy způsobilosti urychlily již plánovaný návrh nových modulů, které budou využívat právě analýzu způsobilosti.

Analýza způsobilosti by se dala jednoduše vysvětlit jako analýza schopnosti opakovaně vyrábět produkt, který má neměnné kvalitativní vlastnosti.

Hodnocení analýzy způsobilosti se provádí pomocí základních indexů C_p a C_{pk} , dalšími jsou pak C_m , C_{mk} , C_g , C_{gk} . Postup výpočtu se provádí v těchto krocích:

- Volba znaku jakosti,
- Shromažďování údajů,
- Posouzení statistické zvládnutosti procesu,
- Ověření normality rozdělení sledovaného znaku jakosti,
- Výpočet indexů způsobilosti a jejich porovnání s požadovanými hodnotami.

Systém SPL však neumí spočítat analýzu způsobilosti a ani nebylo v plánu vyvíjet takovýto složitý modul, bylo rozhodnuto o propojení do nějakého jiného statistického systému, konkrétně Quirl nebo qs-STAT. Zvítězil qs-STAT, na kterém nebyla nalezena žádná komplikace co se týče propojitelnosti, ale i statistických výpočtů.

Nové moduly, využívající funkce qs-STAT, jsou Monitoring pro sledování procesu a jeho analýzu, dále modul vytváření zpráv, pomocí kterého se bude konfigurovat obsah zpráv vizualizovaných na intranetu Škoda Auto, a modul pro vypočítání krátkodobé analýzy způsobilosti, který se stane součástí modulu 3D měření.

Hlavním výstupem modulu Monitoring bude multifunkční spojitý on-line graf a tabulka pro vedoucí pracovníky. Výstupem z modulu vytváření zpráv budou zprávy v *.pdf formátu uveřejněné na intranetových stránkách SPL ve Škoda Auto. Výstup z modulu pro vypočítání krátkodobé analýzy způsobilosti bude klasickým výstupem modulu 3D měření.

Cíl práce

Cílem mé práce je vybrat statistický systém pro propojení s SPL, navrhnout nové moduly, které budou využívat vybraný systém, a navrhnout výstupy z těchto modulů.

2 Systém SPL

SPL je informační systém vyvinutý pro potřeby sledování a dokumentace procesu řešení problémů ve Škoda Auto. Pomocí SPL lze významně zrychlit a zefektivnit proces řešení problémů a tím zlepšit úroveň kvality v podniku. Slouží jako zdroj důležitých dat pro kvalifikované rozhodování o přijetí opatření, pro hodnocení účinnosti opatření a také jako zdroj dat sloužících pro odhalení problémů ve výrobě.

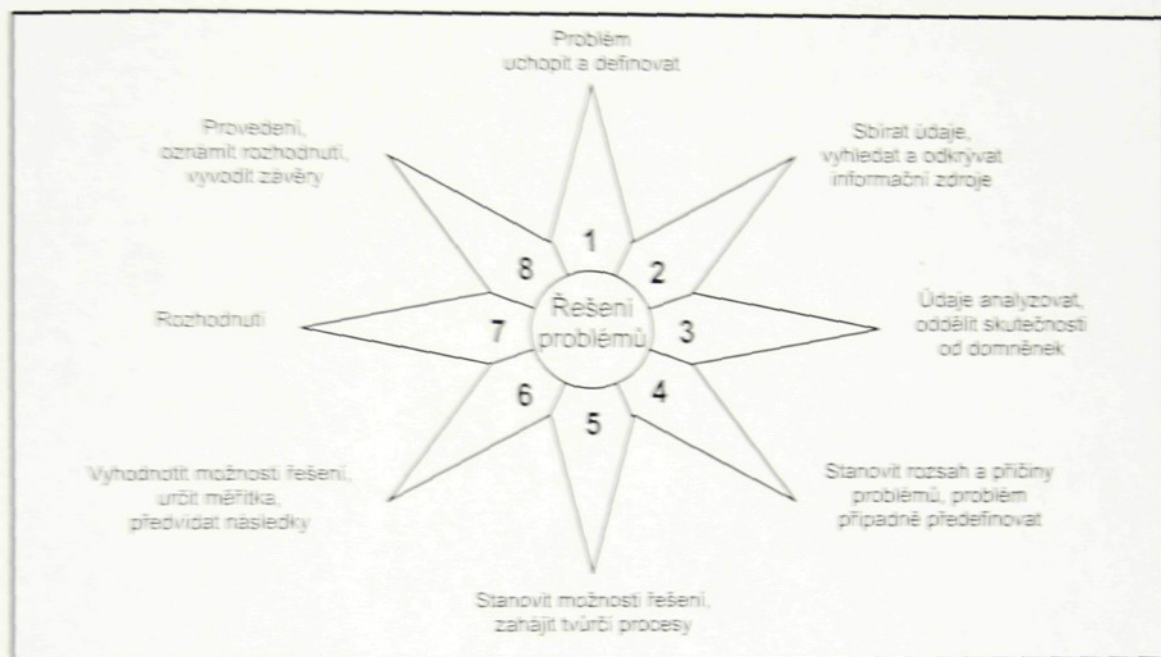
2.1 Metodika řešení problémů

V polovině 90. let přišel požadavek od útvaru Výrobní systém Škoda na vypracování metodiky řešení problémů pro útvar Auditů kvality. V GQA vypracování metodiky dostal na starost Ing. Jirutka (můj garant dvousemestrové řízené praxe), který vypracoval Strategii řešení problémů, jež vyšla v Příručce řešení problémů [1].

Strategie řešení problémů je nástroj pro efektivnější a systematické řešení problémů a jejich prevencí ve Škoda Auto jednotným systémem, jímž je práce v týmu, ve kterém jsou jasně definovány odpovědnosti a kompetence. Díky tomu dojde ke krácení reakční doby od podchycení problému až po jeho vyřešení, což bude mít za následek zvýšení podílu I. O. produktů (motory, převodovky ...), znamenající výrazné omezení plýtvání zdroji. Snížením propuštěných závad, dojde ke zkvalitnění produkce. Výsledkem je snížení počtu víceprací, repasí a zmetků, čímž se výroba zrychlí a zlevní.

Tato strategie si klade za cíl zajistit stav, kdy výrobní týmy budou na místě řešit problémy a stanou se iniciátory řešení. Pro řešitelské týmy musí být vytvořeny vhodné podmínky, každý tým řeší pouze jeden problém, aby nedošlo k tříštění zdrojů.

Strategie řešení problémů definuje problém jako odchylku mezi aktuálním a požadovaným stavem. Pro zjištění této odchylky je nutné požadovaný stav přesně a objektivně definovat. Řešení problémů podle této strategie má probíhat v osmi krocích, které vymezuje tzv. rozhodovací hvězda:



obr. 1 Rozhodovací hvězda podle Příručky řešení problémů [1]

V prvním a druhém kroku se problém musí definovat a určit místa jeho výskytu, sbírat údaje a odkrývat informační zdroje – zkoumá se, zda se problém vyskytuje i v jiných informačních zdrojích. Dalším krokem je analýza problémové situace. Strategie řešení problémů doporučuje k analýze využít Ishikawa diagram a brainstorming. Domnělé příčiny je nutné potvrdit měřeními a rozbory. V této chvíli je také nezbytné přijmout dočasné opatření, které odstraní projev problému. Při stanovení základní příčiny je nutné mít na vědomí, že příčina nemusí být jediná. Následuje vymezení návrhů řešení. Jednotlivé návrhy se posuzují podle pravděpodobné účinnosti, termínu realizace, efektivity a nákladů. Výsledkem je výběr trvalého opatření, které bude realizováno. Proces nalezení vhodného řešení je završen vypracováním návrhu změn, termínu náběhu, vyhodnocením opatření a celkovým zdokumentováním procesu.

Strategie řešení problémů vymezuje týmy, které mají řešit určité problémy. Problém zasahující do více oblastí (nákupu, vývoje, výroby) řeší vnější řešitelský tým, naopak problém, který se týká pouze jednoho provozu, je řešen vnitřním řešitelským týmem. Koordinátor řešení problémů provozu sleduje problémy ve výrobě a spoluniciuje vnitřní řešitelské týmy.

Vnitřní řešitelský tým je svolán vždy, když není známa příčina problému nebo složitost problému překračuje možnosti jednoho pracovníka. V případě, že problém překračuje možnosti a kompetence vnitřního řešitelského týmu, zakládá se vnější řešitelský tým. Členy tohoto týmu jsou především pracovníci odborných útvarů (technická kontrola, údržba ...). Vedoucí týmů musí být schopni vytvořit vhodné podmínky pro své týmy. Hodnotí efektivitu a správnost přijatých opatření, sleduje práci týmu pomocí SPL.

2.2 Cesta k elektronické podobě

Metodika byla vypracována nejdříve v papírové podobě. Pilotní projekt se realizoval v pobočném závodě v Kvasínách. Projekt byl zastaven s návrhem na vypracování informačního systému. Na začátku roku 1999 byla uvedena první verze softwarového produktu SPL, který vypracovala firma Tigra s. r. o.

2.3 Postupné rozšiřování systému SPL

Základ SPL tvořily tři moduly: Analýza a zařazování nových závad do sledování, Výstupní sestavy do týmů, stanovení opatření a Vnější řešitelský tým (tyto moduly měly základ v metodice řešení problémů).

Modul **Analýza a zařazování nových závad do sledování** umožňuje uživateli zobrazit závady načtené z vybraného datového zdroje (případně načíst do systému závady pro zadaný den). Tyto závady lze filtrovat, třídit, editovat či doplňovat o některé údaje a

zobrazit v grafické formě časový průběh četností výskytu dané závady. Vybrané závady lze zařazovat jako "kandidáty sledování" do modulu sledování závad ve vnitřních řešitelských týmech.

Modul **Výstupní sestavy do týmu, stanovení opatření** umožňuje tisknout sestavy pro týmy, analyzovat průběh závadovosti a stanovovat opatření k nápravě závady.

Modul **Vnější řešitelský tým** slouží pro potřeby dokumentace průběhu řešení problémů ve vnějších řešitelských týmech. V takovém případě dochází k tvorbě ZVP – záznamu o vývoji problému. V modulu je velice přesně rozlišován stav řešení. Rozlišuje tyto stavy: definování a popis problému, vyhledání informačních zdrojů, analýza údajů, stanovení příčiny, stanovení možných řešení, rozhodnutí o řešení, provedení opatření. Nad to ještě modul rozlišuje další dva stavy ZVP: odmítnutí ZVP a ukončení ZVP. Tyto stavy odpovídají rozhodovací hvězdě 8D definované ve Strategii řešení problémů

Modul **Infomanagement**, který následoval hned po prvních třech, je určen pro získávání informací o průběhu procesu řešení problému v přehledné formě určené zejména pro vedoucí pracovníky. Uživatel získává v hlavním okně obdobné údaje jako v modulu výstupních sestav. Má však k dispozici širší spektrum informací a více nástrojů k jejich třídění.

Na přelomu tisíciletí přibývá modul **3D měření (měrové protokoly)**, který měl sloužit jako další datový zdroj, avšak vývoj systému se trochu odchýlil od prvotního záměru (viz níže). Možnosti tohoto modulu jsou např. schopnost zobrazení výsledků měření v grafické i textové podobě ihned po načtení protokolu, odhalování zdrojů závad pro řešitelské týmy, poskytování statistických analýz vývoje rozměrovosti dílu nebo i celých sestav, možnost analýzy vývoje rozměrovosti dílů v trojrozměrném zobrazení, vyhledávání kritických míst měřeného dílu, porovnávání výsledků měření mezi provozy či mezi různými díly, hodnocení dílu jako celku.

Modul **Standardní výstupy** je zatím nejnovějším, avšak ne posledním modulem, který slouží k automatické oficiální vizualizaci výsledků měření z jednotlivých měřicích strojů ve všech závodech Škoda Auto.

Přístup k jednotlivým modulům je řešen přes přidělování práv pomocí klíčových uživatelů.

Dalším krokem ve vývoji SPL byl přechod z řešení Klient – Server na řešení Terminal – Server. Jde o terminálové spouštění aplikace v okně webového prohlížeče. V takovém případě se uživatel s potřebnými právy připojí k SPL a pracuje s ním na kterémkoliv počítači připojeném k síti. V prohlížeči pouze zadá adresu k systému, svoje uživatelské jméno, heslo a může se pustit do práce. Technicky pak takové řešení funguje tak, že aplikace obsluhující systém běží na serveru a k uživateli se po síti dostávají pouze vygenerované obrazovky a formuláře, na kterých může číst výstupní informace a ve kterých zadává vstupní hodnoty. Tyto hodnoty jsou zase naopak posílány zpět k aplikaci spuštěné na serveru, která je vyhodnocuje a chová se podle nich.[2]

2.4 Změna ve vnímání systému SPL

5. listopad 2002 byl mezníkem pro systém SPL. Na schůzce, které se zúčastnilo vedení kvality, výroby a logistiky, se rozhodlo o celoplošném nasazení SPL, modulu 3D měření. Avšak systém SPL se nedá „rozkouskovat“ na jednotlivé moduly a došlo tedy k celoplošnému nasazení systému SPL, včetně modulů pro řešení problémů. Právě díky tomuto rozhodnutí se mohl modul 3D měření rozvíjet rychleji, než bylo naplánováno.

2.5 Co v současné době lze s SPL

Nyní se SPL používá především pro zobrazování měření, souhrnných grafů a analýzu rozměrovosti. V omezené míře se už SPL používá jako nástroj pro řešení problémů. Využívá se také pro zobrazování a tisk standardních zpráv pro vedoucí pracovníky.

2.6 Jak se provádí měření

V současné době se jediné měření, které se načítá do SPL, provádí v Měrovém středisku – série. Toto měření by se dalo nazvat v širším slova smyslu jako měření auditové.

Takto prováděné měření probíhá vždy při ranní směně a měří se díly, které byly sejmuty z linky den nebo dva předtím. Jde vždy o několik druhů výlisků¹⁾ a svařenců²⁾ a vždy o jednu svařenou karoserii. Výběr výlisků a svařenců se provádí podle předem naplánovaného rozvrhu. Z toho vyplývá, že se každý den neměří všechny díly.

Dalšími druhy měření je tzv. In-line a Off-line. To znamená měření v lince a mimo linku. In-line měření je měření přímo ve výrobní lince, aniž by díl sjel z linky. Měření je součástí výrobního toku. Tímto způsobem se měří většina vyrobených dílů. Při Off-line měření, tedy měření mimo linku, se díl z linky sundá, změří a vrátí se zpět do linky. Takto se namátkou měří všechny druhy dílů. Tímto měřením se změří více bodů než při In-line měření, avšak mnohem méně než v měrovém středisku.

¹⁾ Výlisek: Interní označení vylisovaného plechu, který se bude dále zpracovávat.

²⁾ Svařenec: Interní označení svařeného dílu, který se bude usazovat do svařené karoserie.

2.7 Požadavky na rozšíření SPL

Ing. Jirutka měl samozřejmě naplánovaný harmonogram přidávání modulů a počítal také s rozšiřováním modulů na základě požadavků uživatelů. Požadavky na rozšíření systému přicházely od zavedení systému téměř neustále. Některé nebyly realizovány z důvodu irelevantnosti, jiné se ukázaly jako dobré a postupně se zavedly.

Je tedy jasné, že na zavedení hodnocení analýzy způsobilosti se už nějakým způsobem pracovalo, když přišel požadavek na zavedení této metodiky do SPL, takže již před mým nástupem na praxi do Škoda Auto se částečně připravoval modul analýzy způsobilosti, avšak v té době byly požadavky uživatelů směřovány jiným směrem a na tento modul nezbýval čas a bohužel ani peníze.

3 Analýza způsobilosti

Významným faktorem určujícím jakost produktů je jakost procesů, kterými tyto produkty vznikají. Vhodným kritériem pro hodnocení jakosti procesu je jejich způsobilost, jež představuje schopnost procesů trvale dosahovat předem stanovených kritérií jakosti.[3]

3.1 Hodnocení analýzy způsobilosti procesu

Hodnocení způsobilosti procesů je dnes velice často žádáno především zákazníky, neboť představuje důkaz o tom, že výrobek vznikl ve stabilních výrobních podmínkách zabezpečujících pravidelně dodržování předepsaných kritérií jakosti. Znalost způsobilosti procesu je však velice důležitou informací také pro výrobce, protože mu umožňuje vybrat vhodný proces pro výrobu určitého výrobku, odhadnout rizika vzniku neshodných výrobků, plánovat preventivní a nápravná opatření a hodnotit jejich účinnost apod.

K hodnocení způsobilosti procesů se používají indexy (ukazatele) způsobilosti, které porovnávají předepsanou přípustnou variabilitu hodnot danou tolerančními mezemi se skutečnou variabilitou sledovaného znaku jakosti dosahovanou u **statisticky zvládnutého procesu**. Stanovení způsobilosti procesu nelze degradovat pouze na dosazení hodnot do příslušných vzorečků pro výpočet indexů způsobilosti. Velice důležitý je způsob shromáždění prvotních údajů a splnění omezujících podmínek. První omezující podmínkou je, že proces musí být, jak jsem již zmiňoval, ve statisticky zvládnutém stavu, druhou, že rozdělení sledovaného znaku jakosti musí odpovídat normálnímu rozdělení.[4]

Pro hodnocení způsobilosti procesu se nejčastěji používá tento postup [5]:

- Volba znaku jakosti
- Shromažďování údajů
- Posouzení statistické zvládnutosti procesu

- Ověření normality rozdělení sledovaného znaku jakosti
- Výpočet indexů způsobilosti a jejich porovnání s požadovanými hodnotami

3.1.1 Volba znaku jakosti

Způsobilost procesu se hodnotí vzhledem k určitému znaku jakosti vyrobeného produktu či meziprojektu. Měl by to být znak, jehož hodnota odráží úspěšnost sledovaného procesu a je pro daný produkt rozhodující, ať je specifikován zákazníkem nebo je kritický z hlediska vlastností produktu nebo z hlediska návaznosti na další technologický postup. Pokud se u produktu sleduje více znaků jakosti, je potřeba způsobilost hodnotit pro každý samostatně.

3.1.2 Shromažďování údajů

Údaje o zvoleném znaku jakosti by měly být shromažďovány v průběhu časového období, které by mělo být dostatečně dlouhé, aby se v něm projeví všechny běžné zdroje variability ovlivňující proces, např. změny obsluhy, změny vlastností zpracovávaného materiálu, změny prostředí, údržba a seřizování výrobního zařízení, změny technologických parametrů atd. V tomto období se v pokud možno pravidelných časových či dávkových intervalech z procesu odebírá určitý počet po sobě vyrobených výrobků (podskupiny) a zjišťují se hodnoty sledovaného znaku jakosti. Podle ČSN ISO 8258 [6] by podskupinu mělo tvořit 4 nebo 5 výrobků a měly by být získány údaje o 25 takových podskupinách.

3.1.3 Posouzení statistické zvládnutosti procesu

Shromažďené údaje musí odpovídat statisticky zvládnutému procesu, tedy stavu, kdy variabilita sledovaného znaku jakosti je vyvolána pouze působením náhodných příčin. Jedině v tomto případě se jedná o „pravou“ způsobilost procesu, která charakterizuje jeho přirozené chování a je využitelná k predikci do budoucnosti. K ověření statistické

zvládnutosti procesu se využívají regulační diagramy, které umožňují odlišit změny znaku jakosti vyvolané náhodnými příčinami od změn vyvolaných vymezitelnými příčinami.

V případě, že analýza shromážděných údajů pomocí regulačního diagramu vede k závěru, že proces není statisticky zvládnutý, lze postupnou analýzou vymezitelných příčin, jejich odstraňováním a vylučováním příslušných podskupin získat údaje, které odpovídají statisticky zvládnutému procesu. V případech, kdy nedojde k výrazné redukci shromážděných údajů, lze zbylých hodnot využít pro stanovení způsobilosti procesu.

V případech, kdy proces není statisticky zvládnutý a nejsou k dispozici informace pro analýzu a odstranění vymezitelných příčin, lze pomocí stejných vztahů jako pro výpočet indexů způsobilosti stanovit indexy „skutečného chování procesu“ (process performance), které však nelze použít k predikci.

3.1.4 Ověření normality rozdělení hodnot

Vzhledem k tomu, že standardně se k hodnocení způsobilosti používají indexy způsobilosti založené na předpokladu normálního rozdělení hodnot sledovaného znaku jakosti, je potřeba před použitím příslušných vzorců splnění tohoto předpokladu ověřit. Pokud tento předpoklad není splněn a k výpočtu indexů způsobilosti se použijí standardní vztahy, je získaná informace bezcenná.

Velmi přibližné posouzení toho, jestli rozdělení naměřených hodnot znaku jakosti lze aproximovat normálním rozdělením, je možno provést na základě tvaru sestrojeného histogramu. Pokud získáme jednovrcholový, symetrický histogram přibližně zvonovitého tvaru, lze očekávat, že rozdělení hodnot sledovaného znaku jakosti bude odpovídat normálnímu rozdělení.

Další možností posouzení normality hodnot je grafická metoda s využitím pravděpodobnostní sítě, do níž je transformována distribuční funkce normálního rozdělení. Do této sítě se vynášejí údaje o relativní kumulativní četnosti hodnot a posuzuje se, jak dalece vynášené body respektují přímkovou závislost, která odpovídá normálnímu rozdělení.

Exaktním způsobem ověření normality hodnot je použití některého z testů dobré shody, např. testu χ^2 , Kolgomorovova-Smirnovova testu nebo testu založeného na vyhodnocení šikmosti a špičatosti zpracovávaných hodnot.

3.1.5 Výpočet indexů způsobilosti a jejich porovnání s požadovanými hodnotami

Jak již bylo uvedeno, k hodnocení způsobilosti procesů se běžně používají indexy způsobilosti (PCI's = Process Capability Indices) [7]. Nejčastěji jsou využívány indexy C_p a C_{pk} , v menší míře se uplatňují indexy C_{pm} a C_{pm}^* .

a) Index způsobilosti C_p

Index způsobilosti C_p je mírou potenciální schopnosti procesu zajistit, aby sledovaný znak jakosti ležel uvnitř tolerančních mezí. Lze ho počítat pouze v případě, kdy jsou specifikovány oboustranné toleranční meze a jeho hodnota je poměrem přípustné a skutečné variability hodnot bez ohledu na jejich umístění v tolerančním poli. Index tedy charakterizuje možnosti procesu dané jeho variabilitou, ale neříká nic o tom, jak jsou tyto možnosti ve skutečnosti využity. Počítá se podle vztahu:

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

kde LSL je dolní toleranční mez,
USL je horní toleranční mez,
 σ je směrodatná odchylka.

Skutečná variabilita sledovaného znaku jakosti je vyjádřena hodnotou 6σ , jež v případě normálního rozdělení vymezuje oblast, v níž s 99,73% pravděpodobností leží všechny hodnoty. Hodnota $C_p = 1$ tedy například poskytuje informaci, že dosažitelná pravděpodobnost výskytu neshodných jednotek na výstupu z procesu činí 0,27% (této hodnoty bude dosaženo pouze tehdy, když střední hodnota sledovaného znaku jakosti bude ležet ve středu tolerančního pole).

Hodnota směrodatné odchylky základního souboru většinou není k dispozici, a tak se nahrazuje vhodným odhadem. Vzhledem k tomu, že s odhadem variability hodnot se pracuje již při hodnocení statistické zvládnutosti procesu pomocí regulačního diagramu, lze směrodatnou odchylku odhadnout pomocí vztahů [6]:

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

nebo

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{s}}{C_4},$$

případně

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^k s_j^2}{k}},$$

- kde $\bar{R}$ je průměrné rozpětí v podskupinách,
 $\bar{s}$ je průměrná hodnota výběrových směrodatných odchylek v podskupinách,
 d_2, C_4 jsou konstanty závislé na rozsahu podskupiny [6],
 s_j je výběrová směrodatná odchylka hodnot v j -té podskupině,
 k je počet podskupin.

b) Index způsobilosti C_{pk}

Index způsobilosti C_{pk} na rozdíl od indexu C_p zohledňuje jak variabilitu, tak umístění hodnot sledovaného znaku jakosti v tolerančním poli, a charakterizuje tedy skutečnou způsobilost procesu dodržovat předepsané toleranční meze. Rozdíly ve vypovídací schopnosti těchto indexů jsou ilustrovány na obrázku č. 2. Hodnotu indexu C_{pk} lze počítat jak v případě specifikace oboustranných, tak jednostranných tolerančních mezí. K příslušným výpočtům se využívá vztahů:

1. při předepsané dolní toleranční mezi

$$C_{pk} = C_{pL} = \frac{\mu - LSL}{3\sigma};$$

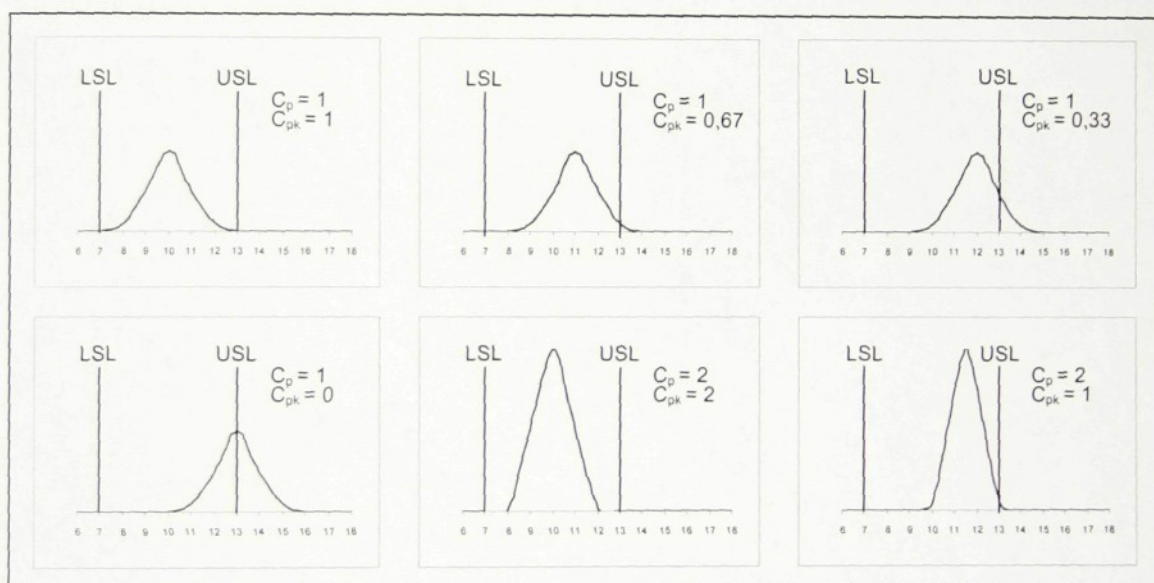
2. při předepsané horní toleranční mezi

$$C_{pk} = C_{pU} = \frac{USL - \mu}{3\sigma};$$

3. při předepsané dolní i horní toleranční mezi

$$C_{pk} = \min\{C_{pL}; C_{pU}\},$$

kde μ je střední hodnota sledovaného znaku jakosti.



obr. 2 Různé situace rozdělení hodnot sledovaného znaku jakosti v tolerančním poli a jejich klasifikace pomocí indexů C_p a C_{pk} [4]

Určitou nevýhodou použití indexu C_{pk} při posuzování zlepšení procesu je to, že změna jeho hodnoty může souviset jak se změnou variability, tak se změnou polohy procesu, a tím například v případech, kdy neregistrujeme žádnou změnu C_{pk} , se mohou obě tyto charakteristiky měnit. V těchto případech je vhodné (v případě oboustranných tolerančních mezí) současně uvádět i hodnotu indexu C_p .

c) Index způsobilosti C_{pm} (Taguchiho index způsobilosti)

Index způsobilosti C_{pm} je posledním z vývojové řady indexů [8]. V případě je použití se variabilita sledovaného znaku jakosti necharakterizuje rozptylem kolem střední hodnoty, ale rozptylem kolem optimální hodnoty. Tento index tedy zohledňuje variabilitu hodnot sledovaného znaku jakosti a míru dosažení optimální hodnoty. Podmínkou pro je použití je, aby optimální hodnota ležela ve středu tolerančního rozpětí. Počítá se podle vztahu

$$C_{pm} = \frac{USL - LSL}{6\sqrt{\sigma^2 + (\mu - T)^2}},$$

kde T je cílová hodnota.

Pro lepší interpretaci dosažené hodnoty indexu C_{pm} je vhodné současně uvést indexu C_p , jež umožní posoudit, v jaké míře je dosažená hodnota ovlivněna přirozenou variabilitou hodnot a v jaké míře posunem střední hodnoty znaku vůči cílové hodnotě.

V případech, kdy cílová hodnota neleží ve středu tolerančního pole nebo specifikována pouze jedna toleranční mez, se zavádí index C_{pm}^* , který se počítá ze vztahu

$$C_{pm}^* = \min \left\{ \frac{T - LSL}{3\sqrt{\sigma^2 + (\mu - T)^2}}; \frac{USL - T}{3\sqrt{\sigma^2 + (\mu - T)^2}} \right\}.$$

Požadavky na způsobilost procesu

Požadavky na způsobilost procesu se většinou vztahují k hodnotě indexu způsobilosti C_{pk} , která charakterizuje reálnou způsobilost procesu dodržovat u sledovaného znaku

jakosti předepsané toleranční meze. Proces se obvykle považuje za způsobilý v případě, kdy hodnota příslušného indexu způsobilosti dosahuje minimálně hodnoty 1,33. Tato hodnota představuje požadavek, aby toleranční meze byly od střední hodnoty sledovaného znaku jakosti minimálně ve vzdálenosti 4σ .

U řady firem jsou požadavky na způsobilost ještě přísnější. Například firma Motorola si ve svém programu „jakost six sigma“ [9] klade za cíl, aby výše uvedená vzdálenost činila 6σ , což znamená dosažení hodnot indexů způsobilosti C_{pk} větších než 2.

Testování indexů způsobilosti

Ze vztahů pro výpočet indexů způsobilosti vyplývá, že k jejich výpočtu potřebujeme teoretické charakteristiky (σ, μ), které jsou prakticky nedostupné. Stanovit lze pouze jejich odhady, a vypočtené hodnoty indexů způsobilosti tedy představují rovněž odhady. Ty se jako náhodné proměnné řídí určitým zákonem rozdělení pravděpodobnosti, mají určitou střední hodnotu, disperzi, koeficient asymetrie a koeficient špičatosti. Z toho vyplývá, že s vypočtenou hodnotou indexu způsobilosti nelze zacházet jako s konstantou, ale jako s odhadem, který má určitý interval spolehlivosti, jehož šířka mimo jiné závisí na počtu zpracovávaných údajů. K objektivnímu posouzení dosažení minimální předepsané hodnoty indexu způsobilosti je tedy potřeba provést testování stanovených hodnot [10].

Hodnocení způsobilosti procesu v případech, kdy sledovaný znak jakosti nesplňuje normální rozdělení

Dosud uváděné indexy způsobilosti procesu byly postaveny na předpokladu normálního rozdělení. Pokud tento předpoklad není splněn, je potřeba najít jiný vhodný model pravděpodobnostního rozdělení. K tomu je vhodné aplikovat opět některý z testů dobré shody.

Obdobně jako v případě normálního rozdělení, kdy hodnoty $\mu - 3\sigma$ a $\mu + 3\sigma$ odpovídají kvantilům, pro něž distribuční funkce dosahuje hodnot 0,00135 a 0,99865, se v případě jiného pravděpodobnostního modelu hledají kvantily odpovídající těmto hodnotám distribuční funkce. Příslušné hodnoty indexů způsobilosti pak lze počítat podle vztahů

$$C_p = \frac{USL - LSL}{x_{0,99865} - x_{0,00135}},$$

$$C_{pk} = \min \left\{ \frac{x_{0,5} - LSL}{x_{0,5} - x_{0,00135}}; \frac{USL - x_{0,5}}{x_{0,99865} - x_{0,5}} \right\},$$

kde $x_{0,00135}$ je 0,135% kvantil odpovídajícího rozdělení sledovaného znaku jakosti,
 $x_{0,99865}$ je 99,865% kvantil odpovídajícího rozdělení sledovaného znaku jakosti,
 $x_{0,5}$ je odhad mediánu.

Jinou možností posouzení způsobilosti procesů v případech, kdy sledovaný znak jakosti nemá normální rozdělení, je vhodná transformace hodnot tak, abychom získali náhodnou veličinu, která má normální rozdělení, a využili původních vztahů.

Hodnocení způsobilosti procesu v případě sledování kvalitativního znaku jakosti

Všechny dosud uvedené vztahy vycházejí z toho, že sledovaný znak jakosti, na jehož základě posuzujeme způsobilost procesu, je měřitelnou spojitou náhodnou veličinou. Jak ale postupovat v případě, kdy jde o kvalitativní znak jakosti a výrobky jsme schopni rozdělit pouze na shodné a neshodné?

V případě sledování kvalitativních znaků jakosti je vhodným kritériem způsobilosti procesu (resp. jeho nezpůsobilosti) průměrný podíl neshodných jednotek ve výběru, popř. další průměrné hodnoty výběrových charakteristik odpovídající úrovním centrálních přímek v regulačních diagramech při statistické regulaci srovnáváním [11]. Postup stanovení příslušných hodnot odpovídá zásadám sběru a zpracování dat při statistické regulaci srovnáním.

V metodice VDA 4 [12] se na základě stanoveného průměrného podílu neshodných jednotek počítá přímo hodnota C_{pk} pomocí vztahu

$$C_{pk} = \frac{p_{\max} - \bar{p}}{3\sigma_p},$$

přičemž

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{(1 - \bar{p})\bar{p}}{\bar{n}}},$$

kde $p_{\max}$ je přípustná mezní hodnota podílu neshodných jednotek,

$\bar{p}$ je stanovený průměrný podíl neshodných jednotek,

σ_p je směrodatná odchylka podílu neshodných jednotek,

$\bar{n}$ je průměrný rozsah podskupiny.

Z uvedených vztahů vyplývá, že hodnota indexu způsobilosti bude výrazně záviset na stanovení přípustné mezní hodnotě podílu neshodných jednotek, kterou v řadě případů není jednoduché určit.

Možnosti dosažení způsobilosti procesu

Dosud byly uvedeny pouze postupy stanovení způsobilosti procesů. Co ale dělat v případě, kdy zjistíme, že proces není způsobilý?

Zde je potřeba rozlišit případy, kdy příčinou nezpůsobilosti procesu je posun hodnot vůči středu tolerančního pole ($C_p \geq 1,33$, $C_{pk} < 1,33$), nebo vysoká variabilita sledovaného znaku jakosti ($C_p < 1,33$, $C_{pk} < 1,33$). V prvním případě je situace obvykle jednodušší, protože stačí proces správně seřadit vůči tolerančním mezím. V případě, že charakter procesu seřízení neumožňuje, lze způsobilosti dosáhnout i snížením variability. V druhém případě je k dosažení způsobilosti nutné snížit variabilitu dosahovaných hodnot, což obvykle vyžaduje buď radikální zásah do technologie, nebo převod výroby na jiné výrobní zařízení. V první fázi bychom však neměli opomenout prověřit, zda předepsané toleranční

meze nejsou zbytečně přísné nebo zda se na vysoké variabilitě hodnot sledovaného znaku jakosti nepodílí nevhodný postup či metoda měření nebo nevyhovující měřicí zařízení.

3.2 Způsobilost výrobního zařízení

Způsobilost výrobního zařízení se na rozdíl od způsobilosti procesu vztahuje k opakovatelnosti produktu za určitého úžeji vymezeného souboru podmínek během kratší doby. Hodnocení způsobilosti výrobního zařízení se obvykle provádí před hodnocením způsobilosti procesu a jeho cílem je poskytnout důkaz o tom, že výrobní zařízení je schopno vyrábět v požadovaných tolerancích [13]. Toto hodnocení se obvykle provádí v těchto situacích:

- u výrobce výrobního zařízení před dodáním zákazníkovi
- po instalaci výrobního zařízení u zákazníka
- po určité době provozování výrobního zařízení
- po opravách výrobního zařízení
- před zahájením výroby nového výrobku.

Vlastnímu shromáždění údajů pro hodnocení způsobilosti výrobního zařízení předchází zajištění stabilních podmínek jeho chodu, jako jsou například stejná obsluha, stejný materiál, stejné nastavení výrobního zařízení, stabilní provozní parametry, stejné vnější podmínky atd. Za těchto „modelových“ podmínek je pak potřeba na zařízení vyrobit určité množství výrobků (asi 50) a proměřit zvolený znak jakosti.

Získané údaje se zobrazí v časové řadě a provede se analýza průběhu hodnot. Tato analýza slouží k odhalení případných trendů, periodicity či nepravidelného chodu zařízení. Poté se naměřené hodnoty v pořadí výroby rozdělí do „umělých“ podskupin po pěti a pomocí regulačního diagramu se analyzuje, zda je proces statisticky zvládnutý.

V záporném případě se analyzují vymezitelné příčiny a provádějí se nápravná opatření až do dosažení statistické zvládnutosti.

Stejně jako u způsobilosti procesů je před vlastním výpočtem indexu způsobilosti třeba ověřit normalitu rozdělení naměřených hodnot. V kladném případě se indexy způsobilosti výrobního zařízení počítají podle stejných vztahů jako indexy způsobilosti procesu s tím rozdílem, že odpovídající indexy způsobilosti výrobního zařízení se označují symboly C_m a C_{mk} . Výrobní zařízení se obvykle považuje za způsobilé v případě, že hodnota C_{mk} je vyšší než 1,67.

3.3 Způsobilost měřidel

Vhodnost měřicích zařízení se posuzuje na základě řady statistických vlastností, jako je například shodnost a správnost měření, linearita, stabilita apod. Při hodnocení způsobilosti měřidel (měřicích zařízení) se porovnává variabilita měření (shodnost měření v podmínkách opakovatelnosti) s určitým podílem šířky tolerančního pole sledovaného znaku jakosti. Způsobilost měřidla tedy vyjadřuje vhodnost použití měřidla pro kontrolu znaku jakosti v určitém tolerančním rozpětí.

Údaje potřebné pro hodnocení způsobilosti měřidla se získají opakovaným měřením etalonu o jmenovité hodnotě pokud možno odpovídající středu tolerančního pole. Měření provádí jeden pracovník v místě používání měřidla. Pro dosažení dostatečně objektivní informace je žádoucí provést řadu opakovaných měření, nejlépe asi padesát.

Před vlastním výpočtem indexů způsobilosti by měl být graficky znázorněn průběh hodnot pro analýzu případných trendů, periodicity či jiných nenáhodných jevů působících v průběhu měření. Dále je potřeba ověřit normalitu rozdělení naměřených hodnot. Hodnoty indexů způsobilosti měřidel se například podle metodiky firmy Bosch počítají podle vztahů [14]:

$$C_g = \frac{0,2(USL - LSL)}{6\sigma_g},$$

$$C_{gk} = \frac{0,1(USL - LSL) - |x_r - \bar{x}|}{3\sigma_g},$$

kde σ_g je směrodatná odchylka naměřených hodnot,

x_r je jmenovitá hodnota etalonu,

$\bar{x}$ je aritmetický průměr naměřených hodnot.

Jestliže je v případě způsobilých procesů známa směrodatná odchylka procesu, nahrazuje se tolerančním rozpětím ve vztazích hodnotou 6σ . Měřicí zařízení se považuje za způsobilé v případě, že hodnota indexu C_{gk} je vyšší než 1,33.

4 Porovnání qs-STAT a Quirlu

Protože SPL neumí vypočítat analýzu způsobilosti a ani nebylo v plánu tento velice složitý statistický modul vyvíjet vlastními silami, je nasnadě, že analýzu způsobilosti bude muset počítat jiný program.

4.1 Rozhodování mezi systémy

Jak jsem již zmiňoval, na modulu analýzy způsobilosti se už pracovalo se systémem qs-STAT, a bylo tedy s podivem, že se najednou znovu začalo rozhodovat mezi dvěma statistickými programy, když už bylo dříve rozhodnuto. Pravdou je, že ve Škoda Auto jsou určité zájmy, které měly své kořeny v sídle koncernu a které protlačily znovu do diskuse ve Wolfsburgu vyvinutý systém Quirl.

V následujících kapitolách popíšu důležité vlastnosti jednotlivých systémů a následné vyhodnocení.

4.1.1 qs-STAT

Systém qs-STAT byl vyvinut německou firmou Q-DAS. Licenci, kterou tato firma poskytuje bezplatně, má kromě koncernu Volkswagen například firma Ford, která dokonce poskytuje své údaje pro testování tohoto programu.

Ve spojení s SPL dokáže tento program vyhodnocovat data on-line. Výstup z qs-STATu může být v několika formách: textová, pomocí grafu či v předem definovaných výstupech. Všechny tyto výstupy se dají změnit tak, aby byl výsledek zobrazitelný v SPL.

Co se týče statistických vlastností, počítá qs-STAT dle standardního statistického postupu např. vyloučení odlehlé hodnoty či kompletní test rozdělení. Tento systém také obsahuje moduly krátkodobé a dlouhodobé způsobilosti, lze s ním také provádět kontrolu

plausibility a indexy, které lze vypočítat tímto systémem, jsou: C_p , C_{pk} , C_m , C_{mk} , C_g , C_{gk} a mnoho dalších, jež ani pro naši potřebu nevyužijeme. Toto je zhruba základní výčet relevantních vlastností.

4.1.2 Quirl

Quirl je systémem, který je ve Škoda Auto používán oddělením měrového střediska pro vizualizaci výsledků měření. Výsledky z tohoto systému se ukládají na disk, ke kterému je omezený přístup.

Tento systém má však pro naše potřeby několik nevýhod. Vyhodnocení dat tímto systémem není on-line a výstupy jsou pouze ve formátu *.pdf. Pro nás důležité statistické funkce, které neobsahuje, jsou vyloučení odlehlé hodnoty, kontrolu plausibility a výpočet krátkodobé způsobilosti. Test rozdělení je prováděn pouze se třemi rozděleními. Indexy, které lze vypočítat v systému Quirl, jsou jen C_p a C_{pk} . Největší nevýhodou tohoto systému je nejspíše nemožnost bezplatné distribuce pro koncernové uživatele.

4.2 Výsledek rozhodování

Po vyhodnocení zjištěných faktů jsme dospěli k závěru, že již plánované propojení se systémem qs-STAT by se mělo realizovat. Důvodem pro nezvolení Quirlu je nemožnost pracovat jeho s výstupy a hlavně finanční nákladnost tohoto systému. Oproti tomu na qs-STAT nebyl nalezen jediný nedostatek.

5 Moduly, které budou využívat qs-STAT

Propojení SPL a qs-STAT bude realizovat firma Tigra s.r.o., která má od počátku za úkol celý vývoj systému SPL. V SPL bude vytvořeno rozhraní pro definici zkoumaného vzorku dat a výběr jednotlivých modulů qs-STAT.

Cílem je vytvořit jednoduchý systém pro vytváření zpráv o stavu procesů na všech úrovních řízení s využitím systému qs-STAT. Monitoring a systém zpráv budou do SPL začleněny jako nové moduly.

5.1 Základní požadavky

Základním požadavkem je realizovat kvalitní rozhraní In-line, Off-line měřicích strojů modelů A4, A04, B5 i nového modelu A5.

5.1.1 Nové moduly

Implementace analýzy způsobilosti do SPL se neobejde bez nových modulů. Tím základním bude monitoring, dále pak modul vytváření zpráv a samostatný modul pro počítání krátkodobé způsobilosti.

Monitoring

Tento proces poběží u klienta na počítači a bude spouštěn klientem. Zobrazovat se budou jen aktivní okna problémů – On Line sledování vývoje znaku daného procesu v čase s informací o přijatém opatření – spojitý graf + popis opatření (na kliknutí se zobrazí popis opatření). U definovaných bodů (kritických, významných, atp.) dle četnosti měření při překročení stanovených mezí bude vytvořena zpráva, která bude „rozeslána“ definovaným pracovníkům zodpovědným za výrobní proces.

Tomu ještě předchází propuštění měření pracovníkem zodpovědným za toto dané měření, protože kontroluje pro něho důležité překročení resp. nepřekročení plausibilních mezí.

Pokud osoba zodpovědná za výrobní proces nezareaguje a neprovede opatření, zpráva se bude ještě jednou opakovat a poté, když dotyčný stále nebude reagovat, zašle se zpráva nadřízenému pracovníkovi. Postup je vysvětlen na vývojovém diagramu (viz Příloha)

Modul vytváření zpráv

Dalším modulem, který přibude do systému SPL, bude modul pro vytváření zpráv, které budou prezentovány na intranetu. Základem tohoto modulu bude maska, kde se bude specifikovat: jaké znaky mají být ve zprávě obsaženy, ke kterým znakům se bude počítat krátkodobá či dlouhodobá analýza způsobilosti, zda daný znak bude zobrazen na obrázku nebo jen v textové formě a grafické formě, dále bude možno zvolit, který sumární graf bude ve zprávě zobrazen.

Další maskou v tomto modulu bude časové plánování těchto zpráv. Zprávy budou denní, týdenní a měsíční. V této masce se bude zadávat způsob členění zprávy u denní např. po směnách či souhrnně, u týdenní např. po dnech, souhrnně atd. Také se tu bude zadávat, kdy daný časový úsek začíná. Denní může začínat např. v 00:00 nebo v 6:00, kdy začíná ranní směna, a takto bude možno nastavit i týdenní a měsíční zprávy.

Modul pro vypočítání krátkodobé způsobilosti

Tento modul se stane podmodulem modulu 3D měření. Bude vycházet z již existujícího výběru znaků, jen přibude možnost spočítání krátkodobé způsobilosti.

6 Návrh výstupů

Protože jde pouze o návrhy, nelze tyto výstupy ukázat pomocí printscreenů. Budu se tedy snažit je co nejvýstižněji popsat.

6.1 Monitoring

Základním výstupem tohoto modulu bude on-line spojitý graf, který bude ukazovat stav sledovaného znaku. V grafu budou zakresleny všechny relevantní meze, tj. plausibilní, toleranční a regulační, včetně nominální hodnoty. Samozřejmostí je možnost zobrazení trendu, na které jsou uživatelé už zvyklí. Grafem lze posouvat do minulosti buď zadáním časového období nebo posunem svislých čar přímo v grafu. Již zmíněné období, které je na ose x, se bude moci přepínat pomocí přepínacích tlačítek na minuty, hodiny a dny. Na ose y jsou délkové míry, nejčastěji milimetry. V okamžik, kdy bylo provedeno opatření, se vynese svislá čára, na kterou, když uživatel klikne, zobrazí popis daného opatření.

Z této obrazovky si uživatel bude moci nechat spočítat krátkodobou či dlouhodobou analýzu způsobilosti právě sledovaného znaku, bude si také moci vybrat, pomocí jakého výstupu chce údaje vizualizovat. Další akcí, kterou bude moci provést z této masky, je zobrazení sledovaného znaku v obrázku. Napsat nové opatření či prohlížet již provedená opatření bude také jednou z funkcí této obrazovky. Nejspíše poslední vlastností tohoto okna bude možnost vytisknout aktuální stav grafu.

Součástí monitoringu bude také obrazovka pro nadřízené pracovníky. V této obrazovce bude jasně (barevně) označeno, který znak mimo meze marně čeká na své opatření. V této masce budou obsaženy jen základní údaje v tabulce, jejíž řádky budou barevně podkresleny podle závažnosti. Z tohoto okna bude možno zapisovat a prohlížet opatření k danému znaku. Další možností bude zobrazení sledovaného znaku v obrázku či přejítí přímo do výše popisovaného okna se spojitým on-line grafem.

Tento modul bude mít ještě více masek, avšak pro běžného uživatele budou nepřístupné. Jde např. o výstup ze suspend souboru, který se vygeneruje při překročení plausibilních mezí, o popis výrobního procesu pro specifikaci zodpovědných pracovníků, o vkládání nového měřicího stroje, o určování významnosti znaků atd.

6.2 Modul vytváření zpráv

Výstupy z tohoto modulu budou, jak už jsem zmiňoval, prezentovány na intranetové síti Škoda Auto ve formátu *.pdf. Tyto zprávy budou obsahovat údaje, které zvolí pracovník vytvářející tyto zprávy. Půjde o přehlednou tabulku s údaji doplněnou o obrázek, ve kterém budou zobrazeny významné, sledované a další znaky. Tabulka bude také doplněna o grafy zobrazující průběhy vývoje jednotlivých znaků. Na konci zprávy bude vždy nějaký sumární sloupcový graf, který na první pohled hodnotí výrobní proces.

6.3 Modul pro vypočítání krátkodobé analýzy způsobilosti

Tento modul se stane součástí modulu 3D měření a výstup z něj bude klasický, na který jsou uživatelé zvyklí. Tzn. obrázek partie včetně zobrazení bodů, od kterých vedou čáry k plovoucí tabulce či grafu, jenž obsahuje údaje o daném bodu.

7 Závěr

Cílem této práce byl návrh nových modulů systému SPL, které budou využívat statistický systém qs-STAT, a návrh výstupů z těchto modulů.

Abych mohl specifikovat nové moduly, musel jsem nejprve objasnit historii a logický vývoj systému SPL. V první části práce jsem představil strategii řešení problémů, která byla v počátku pouze v papírové formě. Následovalo rozhodnutí o vybudování informačního systému, který bude založen na této metodice. Základ systému tvořilo několik modulů, které byly postupně doplňovány dalšími a dalšími tak, aby řešení problémů probíhalo co nejefektivněji. Listopad 2002 znamená zlom ve vývoji systému SPL, protože bylo rozhodnuto o jeho celoplošném nasazení v celé Škoda Auto, avšak především jako nástroje pro vizualizaci dat z 3D měření.

Postupně přicházely požadavky na přidání analýzy způsobilosti do systému SPL, a tak bylo rozhodnuto o vývoji modulů, které budou počítat hodnocení analýzy způsobilosti. Tento pojem jsem se rozhodl rozvést a osvětlit ve své práci.

V poslední části práce jsem vybral statistický systém pro propojení s SPL, navrhl a popsal nové moduly a jejich výstupy, čímž jsem splnil cíl této práce.

Z mého hlediska nové moduly jistě zkvalitní výrobu, už jen tím, že výrobní proces bude monitorován automaticky a jakékoli vychýlení bude požadovat vždy nějakou reakci (opatření), za kterou bude vždy někdo zodpovědný. Pro snadnější zavedení nových modulů jsem zvolil takový způsob vizualizace, na jaký jsou uživatelé SPL zvyklí. Odpadne tak počáteční nevole k používání něčeho nového.

Doufám tedy, že moje práce bude přínosem a mé návrhy budou při rozšiřování systému SPL využity.

Seznam použité literatury

- [1] JIRUTKA, L. Ing.: Příručka řešení problémů. Škoda Auto 2003
- [2] NOVOTNÝ, R.: Bakalářská práce. TUL 2003
- [3] HEBÁK, P., HUSTOPECKÝ, J.: Vícerozměrné statistické metody s aplikacemi. Praha/Bratislava, SNTL/ALFA 1987
- [4] NENADÁL, J., NOSKEVIČOVÁ, D., aj.: Moderní systémy řízení jakosti – Quality management. Praha 1998
- [5] PLURA, J.: Hodnocení způsobilosti procesů a jeho zvláštnosti. In: Jakost 96. Ostrava, 1996
- [6] Norma ČSN ISO 8258. Praha, Český normalizační institut 1993
- [7] KANE, V. E.: Process Capability Indices. Journal of Quality Technology, 18, 1986, č. 1 s. 41-52
- [8] CHAN, L. K., CHENG, S. W., SPIRING, F. A.: A New Measure of Process Capability: C_{pm} . Journal of Quality Technology, 20, 1988, č. 3, s. 162-173
- [9] HUTYRA, M.: Implementace „Six Sigma“ ve společnosti Tesla SEZAM, a. s. In: Jakost 97. Ostrava, 1997
- [10] TOŠENOVSKÝ, J.: Hodnocení způsobilosti výroby od A do Z. Ostrava, DTO 1996
- [11] GITTLOW, H. et al.: Tools and Methods for the Improvement of Quality. Boston, Richard D. Irwin Inc. 1990
- [12] VDA 4. Management jakosti v automobilovém průmyslu – Zabezpečování jakosti před sériovou výrobou. Praha, Česká společnost pro jakost 1993
- [13] PLURA, J.: Způsobilost procesů výrobních zařízení a měřidel. In: Nové trendy v strojárstve na prahu tretieho tisícročia. Sekcia: Manažovanie pre úspešné podnikanie. Košice, TU 1997
- [14] REINŠTEIN, P.: Metodika hodnocení způsobilosti měřidel. In: Podniková metrologie s počítačovou podporou. Praha, ČVUT 1995
- [15] KOŽNAR, T., KRAUS, O., aj.: Manuál k systému SPL. Škoda Auto 2003
- [16] RYAN, T.P.: Statistical methods for Quality Improvement. New York, Willey 1989

Příloha

Příloha

Vývojový diagram zobrazující jednotlivé kroky modulu Monitoring



