

Aplikace metodiky PPAP ve vybrané výrobní společnosti

Bc. Lucia Vojenčiaková

Diplomová práce
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav výrobního inženýrství
akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Lucia Vojenčiaková**
Osobní číslo: **T11758**
Studijní program: **N3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Řízení jakosti**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Aplikace metodiky PPAP ve vybrané výrobní společnosti**

Zásady pro vypracování:

- 1. Podstata metodiky PPAP**
- 2. Představení společnosti a její systém managementu kvality**
- 3. Aplikace metodiky PPAP při výrobě ozubených hřídelů podle požadavků zákazníka**
- 4. Zhodnocení a přínos aplikace metodiky PPAP při výrobě ozubených hřídelů**

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. Mateides Alexander a kolektiv Manažerstvo kvality. História, koncepty, metody 1. Vyd. Bratislava: Ing. Miroslav Mračko, 2006 751 s. ISBN 80-8057-656-4
2. Proces schvalování dílů do sériové výroby (PPAP) Česká společnost pro jakost 4. vydání 2006 Novotného lávka 5 Praha 1 ISBN 80-02-01833-8
3. Analýza systému měření (MSA) Česká společnost pro jakost 3. vydání 2003 Novotného lávka 5 Praha 1 ISBN 80-02-01562-2

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Josef Hrdina

Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání diplomové práce:

8. února 2013

Termín odevzdání diplomové práce:

10. května 2013

Ve Zlíně dne 11. února 2013


doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan





prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byla jsem seznámena s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užit své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

08.05.2013
Ve Zlíně


.....

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Diplomová práca sa zaoberá plánovaním a zabezpečovaním kvality vo výrobnom procese pred zavedením dielov do sériovej výroby. V teoretickej časti popisuje podstatu metodiky PPAP, jej princípy a použitie. V praktickej časti je predstavená spoločnosť Sauer-Danfoss, popísaný projekt presunu výroby ozubených hriadeľov medzi lokalitami spoločnosti, ako aj samotný proces kvalifikácie ozubených hriadeľov do sériovej výroby podľa požiadaviek zákazníka. V závere je zhodnotená úspešnosť kvalifikácie a sú doporučené opatrenia pre zlepšenie kvality.

Kľúčové slová:

kvalita, plánovanie kvality, PPAP, požiadavky zákazníka, významná výrobná dávka

ABSTRACT

Graduation thesis deals with planning and execution of quality measures regarding products in pre-production stage. In theoretical part, it describes the background of PPAP methodology, its principles and usage. In practical part, there is an introduction of the company Sauer-Danfoss, description of transfer of gear shafts manufacturing between different locations of the company and details about the qualification process of these shafts into serial production according to customer requirements. In the end, there is an assessment of the success of the qualification and there are recommendations for further increase of quality.

Keywords:

quality, quality planning, PPAP, customer requirements, significant production batch

Motto:

„Prestaňte hľadať chybu, hľadajte spôsob nápravy.“

Henry Ford

Pod'akovanie:

Chcela by som vyjadriť pod'akovanie pánovi Ing. Josefovi Hrdinovi, vedúcemu mojej diplomovej práce za odborné vedenie, konzultácie a praktické pripomienky, ktoré mi poskytoval počas jej vypracovania.

Moje pod'akovanie patrí aj pánovi Ing. Pavlovi Rigocimu, globálnemu manažérovi kvality SD Považská Bystrica a pánovi Ing. Lubošovi Hanulíkovi, riaditeľovi výroby D-série, SD Ames, za výbornú spoluprácu a ochotu poskytnúť mi potrebné informácie a materiály.

Prehlasujem, že odovzdaná verzia diplomovej práce a verzie elektronickej nahranej do IS/STAG sú totožné.

OBSAH

ÚVOD.....	10
I TEORETICKÁ ČASŤ.....	11
1 PODSTATA METODIKY PPAP (PROCES SCHVAĽOVANIA DIELOV DO SÉRIOVEJ VÝROBY)	12
1.1 ÚČEL PPAP.....	13
1.2 POUŽITIE PPAP.....	13
2 PREDKLADANIE PPAP ZÁKAZNÍKOVI A POŽIADAVKY NA OZNAMOVANIE ZMIEN	14
2.1 PREDKLADANIE PPAP ZÁKAZNÍKOVI.....	14
2.2 OZNAMOVANIE ZMIEN ZÁKAZNÍKOVI.....	15
2.3 ÚROVNE PREDLOŽENIA PPAP ZÁKAZNÍKOVI	15
3 POŽIADAVKY NA PPAP.....	18
3.1 VÝZNAMNÁ VÝROBNÁ DÁVKA	18
3.2 KONŠTRUKČNÁ DOKUMENTÁCIA.....	19
3.3 ANALÝZA MOŽNÝCH CHÝB A ICH DÔSLEDKOV V PRÍPADE NÁVRHU (FMEA NÁVRHU).....	20
3.3.1 Zvláštne znaky	21
3.4 VÝVOJOVÝ DIAGRAM PROCESU	22
3.5 ANALÝZA MOŽNÝCH CHÝB A ICH DÔSLEDKOV V PRÍPADE PROCESU (FMEA PROCESU)	23
3.6 PLÁN KONTROLY A RIADENIA.....	25
3.7 ANALÝZA SYSTÉMU MERANIA.....	27
3.8 POČIATOČNÁ ŠTÚDIA PROCESU.....	32
3.9 KONTROLNÁ SPRÁVA PRVEJ VZORKY (ISIR)	34
3.10 ZÁZNAMY O VÝSLEDKOCH SKÚŠOK MATERIÁLU A FUNKČNOSTI	35
3.11 PROTOKOL O SCHVÁLENÍ VZHLADU AAR	36
3.12 VZORKY VYROBENÝCH DIELOV.....	36
3.13 REFERENČNÁ VZORKA.....	36
3.14 ZVLÁŠTNE POŽIADAVKY ZÁKAZNÍKA	37
3.15 SPRIEVODKA PREDLOŽENIA DIELU (PSW).....	37
4 STAV PREDLOŽENIA DIELU A UCHOVÁVANIE ZÁZNAMOV	38
4.1 STAV PROCESU SCHVAĽOVANIA VÝROBKU U ZÁKAZNÍKA	38
4.1.1 Schválené	39
4.1.2 Dočasné schválenie	39
4.1.3 Zamietnuté.....	39
4.2 UCHOVÁVANIE ZÁZNAMOV	39
II PRAKTICKÁ ČASŤ	40
5 PROFIL SPOLOČNOSTI SAUER-DANFOSS A. S.	41

5.1	SAUER-DANFOSS POVAŽSKÁ BYSTRICA, A.S.....	42
5.2	RIADENIE KVALITY V SPOLOČNOSTI	43
5.3	POLITIKA KVALITY, ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA A OCHRANY ZDRAVIA A BEZPEČNOSTI PRI PRÁCI.....	43
6	KVALIFIKÁCIA VÝROBY OZUBENÝCH HRIADEĽOV	45
6.1	ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU	45
6.1.1	Popis projektu „Presun výroby ozubených hriadeľov“	45
6.1.2	Popis výrobného ostrova pre výrobu ozubených hriadeľov.....	46
6.2	POŽIADAVKY ZÁKAZNÍKA NA KVALIFIKÁCIU VÝROBY OZUBENÝCH HRIADEĽOV	48
6.2.1	Ciele kvalifikácie výroby ozubených hriadeľov	48
6.2.2	Definovanie tímu zodpovedného za kvalifikáciu výroby ozubených hriadeľov	49
6.2.3	Popis výrobku a jeho použitie	50
6.3	PRESKÚMANIE TECHNICKEJ DOKUMENTÁCIE ZÁKAZNÍKA	52
6.4	VÝVOJOVÝ DIAGRAM PROCESU	53
6.5	FMEA PROCESU	56
6.5.1	Nápravné opatrenia vyplývajúce z FMEA procesu	61
6.6	PREDBEŽNÝ PLÁN KONTROLY A RIADENIA	62
6.7	ŠTÚDIA SPÔSOBILOSTI MERACIEHO SYSTÉMU (GAGE R&R).....	65
6.8	POČIATOČNÁ ŠTÚDIA VÝKONNOSTI VÝROBNÉHO PROCESU	72
6.9	KONTROLNÁ SPRÁVA PRVEJ VZORKY (ISIR)	80
6.10	SPRIEVODKA PREDLOŽENIA DIELU (PSW).....	82
6.11	ZHODNOTENIE ÚSPEŠNOSTI KVALIFIKÁCIE	84
6.12	REALIZÁCIA DOPORUČENÍ NA ZLEPŠENIE	85
	ZÁVER	87
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	88
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	90
	SEZNAM OBRÁZKŮ	91
	SEZNAM TABULEK.....	93
	SEZNAM PŘÍLOH.....	94

ÚVOD

Za posledných pár rokov svetové trhy prechádzajú významnými zmenami spôsobenými globalizáciou. Je nesporné, že konkurencia rastie na zahraničných aj na domácich trhoch. Ak chcú spoločnosti uspieť v konkurenčnom prostredí a získať väčší podiel na trhu, musia v prvom rade vyrábať výrobky, ktoré vyhovujú potrebám a očakávaniam zo strany zákazníkov. Úspech každej organizácie teda závisí hlavne od schopnosti spoločnosti vyhovieť požiadavkám zákazníkov. Tieto požiadavky sú vyjadrené v špecifikáciách výrobkov a ich splnenie sa premieta do kvality výrobkov a spokojnosti zákazníka.

Uplynulé desaťročie potvrdilo, že zákazníci zvyšujú svoje nároky na kvalitu výrobkov a nie sú ochotní pristúpiť k akýmkoľvek ústupkom či tolerovaniu chýb na strane dodávateľa. Riadenie kvality sa nemôže sústreďovať len na fázu kontroly hotových výrobkov. Musí sa začať už pri analyzovaní potrieb zákazníkov. Zákazníci môžu znížiť riziko, že im budú expedované nekvalitné výrobky tým, že si overia, či je dodávateľ schopný plniť nimi stanovené požiadavky ešte pred samotným dodaním výrobkov. Z tohto dôvodu bol komisiou odborníkov z radov výrobcov automobilov Ford Motor Company, General Motors Corporation a Daimler Chrysler Corporation vytvorený a definovaný proces schvaľovania dielov do sériovej výroby (PPAP – Production Part Approval Process). Účelom metodiky PPAP je zistiť, či dodávateľ správne analyzoval požiadavky zákazníka a definoval procesy, ktoré zabezpečia vyrobienie výrobku prijateľného pre zákazníka.

Cieľom tejto práce je vykonať kvalifikáciu ozubených hriadel'ov do sériovej výroby použitím metodiky PPAP. V teoretickej časti je použitá dostupná domáca aj zahraničná literatúra, normy a články v odborných časopisoch, ktoré sa venujú danej problematike. V nej sú uvedené jednotlivé nástroje, metódy, princípy a postupy PPAP metodiky. V praktickej časti je popísaný proces kvalifikácie, ktorý zahŕňa požiadavky špecifikované interným zákazníkom. Praktické použitie metodiky PPAP vedie k zabezpečeniu kvality vo výrobnom procese a tým k zabezpečeniu kvality samotného výrobku. Údaje v jednotlivých použitých častiach metodiky PPAP sú analyzované, spracovávané a vyhodnocované pomocou nástrojov uvedených v metodike. V závere jednotlivých krokov sú uvedené návrhy pre zlepšovanie kvality a hodnotenie celkového prínosu úspešnej kvalifikácie pre spoločnosť Sauer-Danfoss.

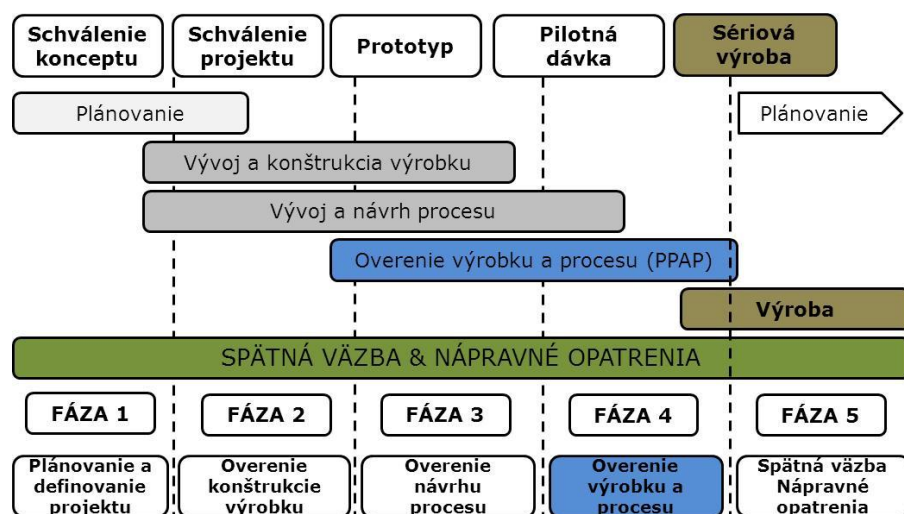
I. TEORETICKÁ ČASŤ

1 PODSTATA METODIKY PPAP (PROCES SCHVAĽOVANIA DIELOV DO SÉRIOVEJ VÝROBY)

Medzi najrevolučnejšie koncepty v oblasti plánovania kvality v posledných rokoch určite patrí APQP (pokročilé plánovanie kvality). Pokročilé plánovanie kvality definuje kroky (Obr. 1) potrebné k zabezpečeniu kvality výrobku pre zákazníka. Juran uvádza, že plánovanie kvality predstavuje jeden z troch základných procesov manažérstva kvality a tvorí celý rad aktivít rozhodujúcich o finálnej kvalite výrobku alebo služby [13, 14]. Fázy plánovania predchádzajúce výrobe či poskytovaniu služieb sa na výslednej kvalite výrobku podieľajú 80 % [14].

Plánovanie má v procese manažérstva kvality organizácie kľúčové postavenie a dôvody pre plánovanie kvality je možné definovať v nasledovných bodoch:

- podstatným spôsobom rozhoduje o spokojnosti zákazníkov,
- predchádza vzniku nezhôd pri realizácii výrobku a jeho používaní,
- odstraňovanie nezhôd v priebehu plánovania kvality výrobku vyžaduje len zlomok nákladov potrebných na odstraňovanie nezhôd v priebehu realizácie a používania výrobku,
- uplatnením metód a postupov plánovania kvality organizácia preukazuje, že využila všetky prostriedky na prevenciu nezhôd a dosiahnutie spokojnosti zákazníkov, a tak zvyšuje dôveru zákazníkov k výrobkom organizácie,
- správne plánovanie kvality je významným predpokladom konkurencieschopnosti organizácie [14].



Obr. 1. APQP model [19].

Podľa definície prezentovanej „akčnou skupinou automobilového priemyslu“ (ďalej AIAG), účelom APQP je produkovať kvalitu a vyvíjať výrobok alebo službu, ktoré uspokojia potreby zákazníkov. Pokročilé plánovanie kvality je postup vyvinutý na konci 80-tych rokov minulého storočia komisiou odborníkov zastupujúcich výrobcov automobilov z „veľkej trojky“: Ford Motor Company, General Motors Corporation a Daimler Chrysler Corporation. Skupina AIAG sa venovala päť rokov analýze vývoja a výrobných procesov v automobilových spoločnostiach v USA, Európe a Japonsku. Na základe spracovaných informácií AIAG vytvorila APQP [24]. V súčasnosti sa APQP používa ako štandard nielen v automobilovom priemysle, ale aj v mnohých ďalších spoločnostiach z rôznych oblastí.

Jednou z fáz APQP je PPAP (proces schvaľovania dielov do sériovej výroby). PPAP predstavuje postup, ktorý stanovuje požiadavky na schvaľovanie dielov do sériovej výroby. Podporuje používanie štandardných procesov, terminológie a formulárov. Používa sa prevažne v automobilovom priemysle a bol detailne popísaný pracovníkmi útvaru kvality a schvaľovania dielov zo skupiny AIAG v PPAP príručke [16].

História vydání PPAP príručky:

- prvé vydanie február 1993,
- druhé vydanie júl 1995,
- tretie vydanie september 1999,
- štvrté vydanie marec 2006.

Posledné aktuálne 4. vydanie PPAP je zladené s procesným prístupom podľa ISO/TS 16949:2002 [16].

1.1 Účel PPAP

Účelom PPAP je zistiť, či organizácia správne porozumela všetkým požiadavkám zákazníka, ktoré sú uvedené v špecifikáciách a v záznamoch o technickom návrhu výrobku. PPAP ďalej overuje, či proces má potenciál vyrábať výrobok v sériovej výrobe tak, že požiadavky zákazníka budú splnené, a to pri reálnom výrobnom objeme a pri dohodnutej rýchlosti výroby [16].

1.2 Použitie PPAP

PPAP sa aplikuje na všetky interné a externé výrobné miesta v organizácii, ktoré dodávajú výrobné diely, výrobné materiály alebo voľne ložené materiály [16].

2 PREDKLADANIE PPAP ZÁKAZNÍKOVI A POŽIADAVKY NA OZNAMOVANIE ZMIEN

2.1 Predkladanie PPAP zákazníkovi

Organizácia musí úspešne vykonať PPAP pred prvým odoslaním výrobkov, podľa nasledujúcich situácií uvedených v tabuľke 1. Ďalej musí preskúmať a aktualizovať, ak je potrebné, všetky relevantné položky v PPAP, aby odrážali proces výroby [16].

Tab. 1. Predloženie PPAP zákazníkovi [16].

Požiadavka	Objasnenie alebo príklady
1. Nový diel alebo výrobok (t.j. špecifický diel, materiál alebo farba predtým nedodávaná zákazníkovi).	Predloženie sa vyžaduje pre počiatočné uvoľnenie nového výrobku (dielu). Nový výrobok alebo materiál pridaný do skupiny môže využívať príslušnú PPAP dokumentáciu predtým plne schválených dielov z rovnakej výrobkovej skupiny.
2. Náprava rozporov na predtým predloženom diely.	Predloženie sa vyžaduje pri odstránení akýchkoľvek rozporov na predtým predloženom diely. “Rozpor” sa môže týkať: <ul style="list-style-type: none"> • Vlastností alebo výkonu výrobku voči požiadavke zákazníka, • problémov s rozmermi, spôsobilosťou, alebo Gage R&R, • problémov subdodávateľa, • úplného schválenia dielu nahrádzajúceho dočasné schválenie, • skúšok vrátane materiálu, vlastností alebo výkonu, problémov s technickou validáciou.
3. Technická zmena v konštrukčnej dokumentácii, špecifikáciách alebo v materiály pre sériový výrobok alebo výkresové číslo.	Predloženie sa vyžaduje po akejkoľvek technickej zmene v konštrukčnej dokumentácii sériového výrobku alebo dielu, v špecifikácií alebo materiálov.
Naviac pre voľne ložené materiály: 4. Technológia procesu je nová pre organizáciu, predtým nepoužívaná pre tento výrobok.	

2.2 Oznamovanie zmien zákazníkovi

Organizácia musí oznámiť zákazníkovi (Obr. 2) alebo získať PPAP schválenie pre akékoľvek plánované zmeny návrhu, procesu alebo výrobného miesta [16].



Obr. 2. Oznamovanie zmien zákazníkovi [19].

Príklady zmien vyžadujúce oznámenie zákazníkovi:

- použitie inej konštrukcie alebo materiálu, ako boli použité na predtým schválenom diely alebo výrobku,
- výroba novým alebo modifikovaným náradím (okrem rýchlo sa opotrebovávajúceho náradia toho istého stúpania a typu),
- výroba po modernizácii alebo renovácii existujúceho náradia alebo zariadenia,
- výroba z náradia a zariadenia presunutého do iného závodu alebo z iného závodu,
- zmena dodávateľa dielov (tepelné spracovanie, pokovovanie), ktoré ovplyvňujú požiadavky zákazníka,
- výrobok vyrobený potom, ako náradie nebolo používané pre sériovú výrobu po dobu 12 mesiacov alebo dlhšie,
- zmena skúšobných alebo kontrolných metód, zariadenia, alebo nová technika (bez vplyvu na preberacie kritériá),
- pre voľne ložené materiály: nový zdroj surovín od nového alebo súčasného dodávateľa,
- zmena vzhľadových vlastností produktu [15].

2.3 Úrovně predloženia PPAP zákazníkovi

Organizácia musí predložiť zákazníkovi dokumenty špecifikované úrovňou uvedenou v tabuľke 2. Štandardná úroveň predloženia PPAP dokumentácie je pre väčšinu zákazníkov úroveň 4 podľa PPAP, 4. vydanie.

To znamená, že predložený PPAP obsahuje minimálne PSW a prídavné dokumenty špecifikované a odsúhlasené zákazníkom [15].

Tab. 2. Úrovne predloženia PPAP zákazníkovi [16].

Úroveň	Popis
Úroveň 1	Zákazníkovi sa predkladá len PSW (u položiek s určeným vzhl'adom aj správa o schválení vzhl'adu).
Úroveň 2	Zákazníkovi sa predkladá PSW so vzorkami výrobku a s obmedzenými podpornými údajmi.
Úroveň 3	Zákazníkovi sa predkladá PSW so vzorkami výrobku a s úplnými podpornými údajmi.
Úroveň 4	PSW a iné požiadavky stanovené zákazníkom.
Úroveň 5	PSW spolu so vzorkami výrobku a s úplnými podpornými údajmi preskúmanými na výrobnom mieste organizácie.

Všeobecné príklady, kedy nie je potrebné vykonávať PPAP:

- zmena na úrovni dielov, ktoré neovplyvňujú požiadavky zákazníka na nadväznosť do vyššej zostavy, na formu, funkciu, trvanlivosť alebo funkčné vlastnosti,
- náhrada meracieho zariadenia za identické,
- administratívne inžinierske zmeny,
- pri výrobe prototypov,
- zmeny, ktoré nemajú vplyv na zmenu miery rizika (RPN) vo FMEA [15].

Tabuľka 3 špecifikuje, ktoré dokumenty by mali byť predložené ako časť štandardného balíka PPAP, a ktoré by nemali byť odoslané zákazníkovi. Všeobecné pravidlo riadiace predloženie alebo nepredloženie príslušného dokumentu je, že ak je informácia v PPAP dokumente definovaná organizáciou ako jej duševné vlastníctvo, nebude odoslaná, ale je k dispozícii pre nahliadnutie zákazníkovi [15].

Tab. 3. PPAP dokumenty [15].

Požiadavka	PPAP dokument	Predložiť / Nepredložiť
1	Konštrukčná dokumentácia	S
2	Dokumenty o technickej zmene	S*
3	FMEA návrhu	R**
4	Vývojový diagram procesu	S**
5	FMEA procesu	S**
6	Plán kontroly a riadenia	S**
7	Analýza systému merania	S
8	Kontrolná správa prvej vzorky (ISIR)	S
9	Výsledky skúšok materiálu, funkčnosti	S
10	Počiatočná štúdia procesu	S
11	Protokol o schválení vzhľadu (AAR)	S*
12	Vzorka výrobku	S
13	Referenčná vzorka	R*
14	Záznamy o zhode so špecifickými požiadavkami zákazníka	S*
15	PSW formulár	S

Legenda:

S – Organizácia musí predložiť zákazníkovi a na vhodných miestach uchovať kópie záznamov alebo položky dokumentácie.

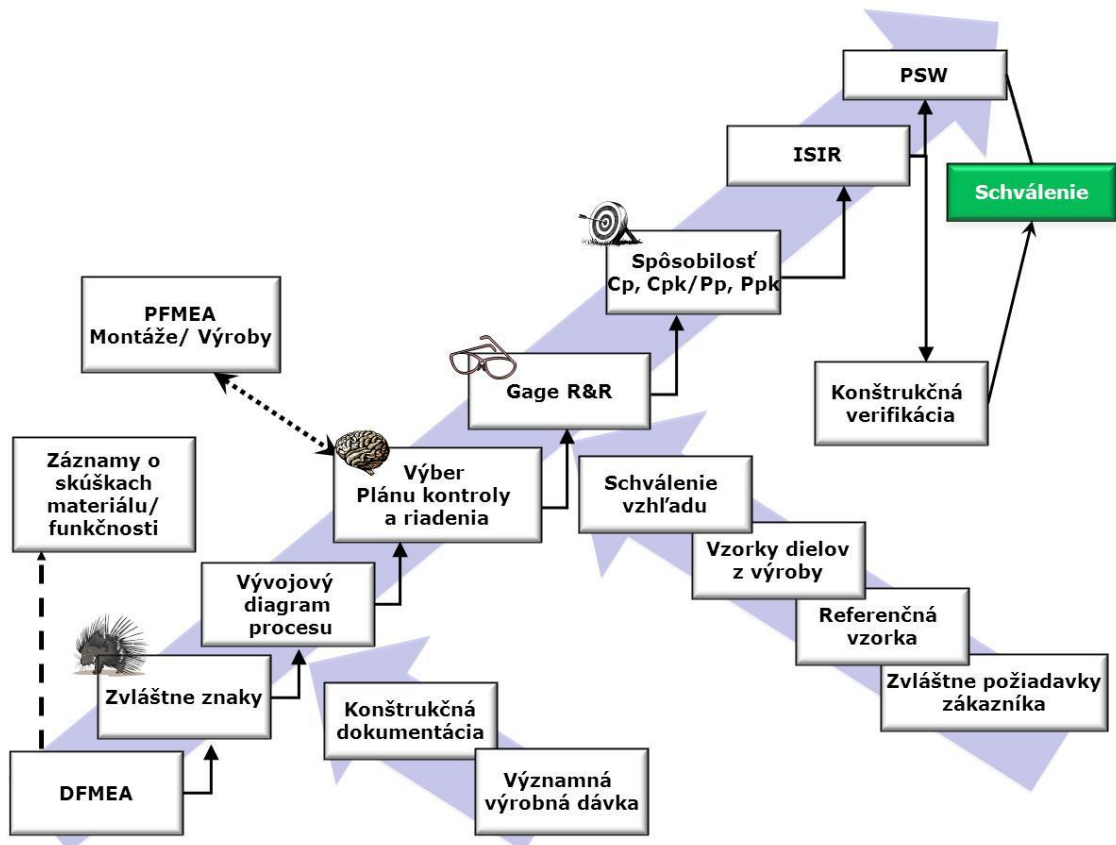
R – Organizácia musí uchovať na vhodných miestach a na požiadanie sprístupniť zákazníkovi.

* – Ak je to pre výrobok relevantné.

** – Tieto dokumenty môžu byť predložené alebo v prípade, že sú predmetom duševného vlastníctva organizácie, musia byť k dispozícii na preskúmanie zákazníkovi.

3 POŽIADAVKY NA PPAP

PPAP je objektívne dokumentovateľný proces (Obr. 3). Rozsah PPAP je obvykle špecifikovaný zákazníkom prostredníctvom špecifických požiadaviek alebo interným predpisom organizácie. Vo všetkých prípadoch nemusia byť vždy aplikované všetky kroky [15].



Obr. 3. Požiadavky na PPAP [15].

3.1 Významná výrobná dávka

Výrobky pre PPAP musia byť odobraté z významnej výrobnéj dávky. Významná výrobná dávka musí byť z výroby, ktorá trvá jednu až osem hodín a musí obsahovať najmenej 300 po sebe idúcich výrobkov (pokiaľ so zákazníkom nie je dohodnuté inak). Dávka musí byť vyrobená na výrobnom pracovisku, pri danom kapacitnom výkone s využitím výrobného náradia, prípravkov, meradiel, materiálov, procesov, a operátorov a pri tých istých podmienkach, ako bude výrobok vyrábaný v sériovej výrobe [16, 19].

3.3 Analýza možných chýb a ich dôsledkov v prípade návrhu (FMEA návrhu)

Organizácia zodpovedná za návrh výrobku musí vypracovať FMEA návrhu pre výrobky alebo diely v súlade so stanovenými požiadavkami zákazníka. FMEA návrhu je metóda na identifikáciu a elimináciu možných chýb a problémov pri návrhu výrobku, skôr ako sa tieto chyby môžu prejaviť pri realizácii výrobku, skúšaní alebo u zákazníka [19]. Existujú tri základné prípady, pre ktoré sa vytvára FMEA návrhu, každý s rôznou oblasťou platnosti alebo zamerania:

- Nový návrh, nová technológia,
 - oblasťou FMEA je kompletný návrh, technológia.
- Modifikácia existujúceho návrhu (predpokladá sa, že existuje FMEA pre existujúci návrh),
 - pôsobnosť FMEA sa musí zamerať na modifikáciu návrhu a možné interakcie spôsobené modifikáciou.
- Použitie existujúceho návrhu v novom prostredí, lokalite alebo aplikácii (predpokladá sa, že existuje FMEA pre existujúci návrh),
 - oblasťou pôsobnosti FMEA je dopad nového prostredia alebo lokality na existujúci návrh [15].

Pri FMEA návrhu sa posudzujú možné chyby funkcie výrobku a s nimi súvisiace možné následky. RPN (číslo miery rizika) je násobkom hodnotenia pravdepodobnosti výskytu chýb porovnaním s už existujúcimi hláseniami o výskyte podobných chýb na podobných výrobkoch, s hodnotením závažnosti a hodnotením pravdepodobnosti odhalenia týchto chýb na výrobku. Táto hodnota je používaná pre približné priradenie priorít problémom týkajúcich sa návrhu výrobku. FMEA návrhu sa používa ako nástroj neustáleho zlepšovania. Pri zistení vysokého rizika RPN ($RPN > 100$) je potrebné prijať nápravné opatrenia na zníženie rizika napr. zmena konštrukčného návrhu, zmien vo výrobnom procese, prípadne zmena skúšobnej metódy.

V mnohých prípadoch je FMEA návrhu posudzovaná ako duševné vlastníctvo organizácie a nepredkladá sa zákazníkovi ako štandardná súčasť PPAP balíka, ale je k dispozícii pre nahliadnutie [15].

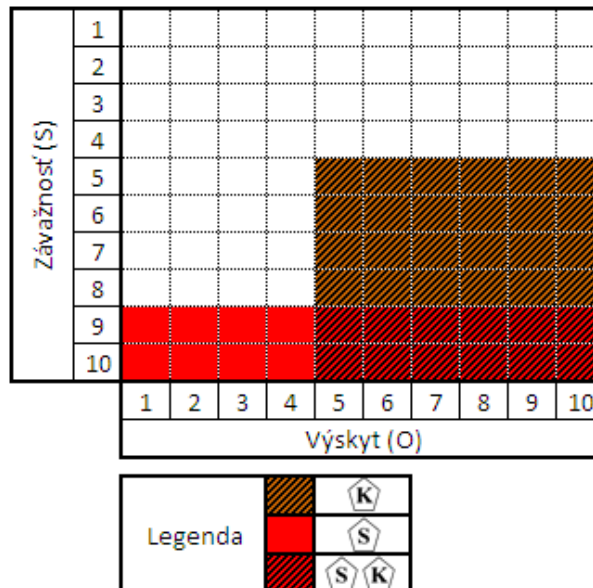
3.3.1 Zvláštne znaky

Sú to znaky výrobku najdôležitejšie pre bezpečnosť a hlavné aspekty kvality výrobku špecifikované zákazníkom.

Dôvody pre definovanie zvláštnych znakov sú:

- zabezpečiť špeciálnu pozornosť počas návrhu, vývoja a realizácie výrobku,
- určiť požadovanú úroveň spôsobilosti procesu a riadenia procesu,
- označiť dôležitosť vlastností v priebehu životnosti výrobku a procesu,
- zabezpečiť špeciálnu pozornosť počas preskúmania PPAP [19].

Zvláštne znaky vychádzajú z hodnotení pre výskyt a závažnosť vo FMEA návrhu, ako je uvedené na obrázku 5 [15].






Obr. 5. Určovanie zvláštnych znakov [19].

Rozdelenie znakov (Tab. 4):

- **Bezpečnostné znaky** sú tie znaky, ktoré majú vplyv bezpečnosť. Pri definovaní bezpečnostných znakov je potrebné zvážiť bezpečnosť všetkých osôb zúčastnených na výrobe, testovaní, uvádzaní do prevádzky a pri konečnom používaní výrobku.
- **Kľúčové znaky** sú definované ako znaky, u ktorých očakávané normálne rozdelenie (variabilita) procesu ovplyvňuje funkciu výrobku a tým spokojnosť zákazníka.
- **Procesné znaky** sú znaky, ktoré priamo neovplyvňujú funkciu výrobku, ale sú dôležité pre úspešný priebeh výrobného procesu, ako je napr. automatizovaná montáž.

- **Štandardné znaky** tvoria väčšinu znakov v konštrukcii výrobku. Spokojnosť zákazníka je zabezpečená, pokiaľ sa štandardné znaky budú nachádzať v rámci tolerančného rozsahu. Štandardné znaky nemajú žiadne označenie (symbol) na výkrese [19].

Tab. 4. Označovanie zvláštnych znakov [19].

Znak	Symbol na výkresovej dokumentácii
Bezpečnostný znak	
Kľúčový znak	
Procesný znak	

3.4 Vývojový diagram procesu

Vývojový diagram procesu je schematické znázornenie súčasného alebo navrhovaného toku procesu realizácie výrobku [16]. Je nápomocný pri analyzovaní všetkých procesov, nie iba individuálnych krokov v procese [19]. Pre skupiny (rodiny) podobných dielov je možné mať všeobecnú mapu procesu (napr. hriadele, piesty).

Všeobecné zásady pri tvorbe vývojového diagramu procesu:

- zobrazíť celý tok procesu realizácie výrobku,
- znázorniť jednotlivé procesy vykonávané na dieloch, výrobkoch alebo v montáži,
- zobrazíť prepracovanie výrobkov, ak je vykonávané mimo štandardného procesného toku,
- riadiť a aktualizovať zmeny vo vývojovom diagrame procesu pre PPAP, ak boli vykonané zmeny v procese alebo v materiálovom toku,
- identifikovať vývojový diagram procesu, aby bolo jasné, ktorý výrobok popisuje, kto je autorom, úroveň revízie,
- definovať tvary používané vo vývojovom diagrame procesu vrátane ich významu,
- zobrazíť v diagrame aj prípad viacerých tokov v procese (vrátane prípadov viacerých dodávateľov alebo subdodávateľov) alebo viackomorové zariadenia (testovacie zariadenia, prípravky, upínače).

Vývojový diagram procesu sa používa ako podklad pre vypracovanie FMEA procesu a návrhu plánu kontroly a riadenia [19].

3.5 Analýza možných chýb a ich dôsledkov v prípade procesu (FMEA procesu)

Analýza možných chýb a ich dôsledkov sa používa na riadenie rizík v mnohých spoločnostiach. Hoci sa jej použitie všeobecne považuje za špecialitu v oblasti automobilového priemyslu, kde norma ISO/TS 16949:2009 definuje FMEA ako jeden z povinných výstupov v procese realizácie výrobku, je možné FMEA aplikovať aj v iných oblastiach, najmä však tam, kde sa jedná o hromadnú výrobu. FMEA procesu je analytická metóda, ktorá krok za krokom pomáha identifikovať možné chyby, určiť ich rizikovosť a napomáha ich redukovať na minimálnu mieru tak, aby to zákazník nepocítil [10]. Výstupy FMEA procesu sa prenášajú do plánu kontroly a riadenia. FMEA procesu je živý dokument a musí vždy odrážať najnovšiu úroveň návrhu, ako aj najnovšie relevantné činnosti, vrátane tých, ktoré sa vyskytli po začiatku výroby [1].

V princípe existujú 3 prípady, kedy môže byť FMEA procesu použitá:

- nový proces,
- modifikácia existujúceho procesu,
- použitie existujúceho procesu v novom prostredí, mieste alebo aplikácii [7].

Všeobecné zásady pre vypracovanie FMEA procesu:

- definovať hranice FMEA, ktoré sú určené jej zámerom,
- definovať zákazníka pre FMEA procesu (koncový užívateľ alebo výroba v dodávateľskom reťazci),
- počas úvodnej prípravy FMEA procesu sa od zodpovedného pracovníka očakáva, že priamo a aktívne zapojí zástupcov všetkých ovplyvnených oblastí,
- FMEA procesu musí byť motorom pre stimulovanie vzájomnej výmeny myšlienok medzi ovplyvnenými oblasťami a tak podporovať tímový prístup,
- primárnym vstupom do FMEA procesu je vývojový diagram procesu a výstupy z FMEA návrhu [1].

Po preskúmaní spomenutých vstupov je potrebné doplniť nasledovné údaje do formulára, ktorý sa nachádza v prílohe P I [10]:

- **Potenciálna chyba** je definovaná ako spôsob, ktorým by proces mohol potenciálne zlyhať pri plnení požiadaviek procesu alebo zámeru návrhu.
- **Potenciálne dôsledky chyby** sú definované ako dôsledky chyby pre zákazníka, ktorým môže byť interný alebo koncový užívateľ.
- **Závažnosť chyby (S)** je hodnotenie spojené s najväčším dôsledkom pre danú chybu. Kritériá hodnotenia závažnosti sú uvedené v prílohe P II. Vo FMEA procese je prakticky nemožné znížiť závažnosť chyby. Je však možné znížiť pravdepodobnosť výskytu alebo zvýšiť šancu, že chyba bude včas zachytená. Je nevyhnutné poznamenať, že pokiaľ bolo stanovené hodnotenie 9 alebo 10, je absolútnou povinnosťou tímu ošetriť riziká použitím vhodných opatrení.
- **Klasifikácia** je stĺpec, ktorý môže byť použitý pre zvýraznenie možnej chyby s vysokou prioritou pre osobitnú charakteristiku procesu alebo výrobku definovanú symbolom v špecifických požiadavkách zákazníka (bezpečnostný alebo kľúčový znak).
- **Potenciálna príčina alebo mechanizmus chyby** je popis, ako mohla chyba nastať v zmysle niečoho, čo môže byť opravené alebo kontrolované. V tomto prípade, pokiaľ sa dá, je potrebné identifikovať všetky potenciálne príčiny pre každý dôsledok chyby.
- **Výskyt chyby (O)** je pravdepodobnosť, že sa špecifická príčina chyby vyskytne. Hodnotiace číslo výskytu je relatívna hodnota v rámci rozsahu FMEA. Kritériá hodnotenia výskytu sú uvedené v prílohe P III. Zníženie výskytu chyby sa môže dosiahnuť zmenou návrhu alebo procesu. Pri plánovaní zlepšovania v jednotlivých kategóriách je v poradí dôležitosti výskyt chyby na druhom mieste hneď po závažnosti chyby.
- **Kontrola procesu** je popis kontrol, ktoré buď predchádzajú v možnej miere vzniku chyby alebo príčine chyby (prevencia) alebo odhaľujú chybu alebo príčinu chyby, ak sa vyskytne (detekcia).
- **Odhaliteľnosť chyby (D)** je hodnotenie súvisiace s prostriedkami identifikácie príčin možnej chyby alebo chyby samotnej. Predpokladáme, že chyba (príčina) sa vyskytla a odhaduje sa pravdepodobnosť jej odhalenia kontrolnými metódami uvedenými v stĺpci kontrola procesu. Kritériá hodnotenia odhaliteľnosti sú uvedené

v prílohe P IV. Uprednostňovanou metódou je použitie prístupov ochrany pred chybami – error proofing.

- **Číslo miery rizika (RPN)** je násobkom hodnotení závažnosti (S), výskytu (O) a odhalenia (D).

$$RPN = (S) \times (O) \times (D) \quad (1)$$

- **Odporúčané opatrenia**, všeobecné pravidlo je také, že ak je hodnota RPN väčšia ako 100, znamená to neakceptovateľné riziko a sú vyžadované nápravné opatrenia. Po ich prijatí je potrebné znova prepočítať RPN. Ako sa často stáva, odporúčané opatrenia nie sú zárukou toho, že problém bol vyriešený, a preto je potrebné analyzovať alebo overiť dané opatrenie.
- **Zodpovednosť za odporúčané opatrenia**, pracovník zodpovedný za proces je zodpovedný za zaistenie, aby všetky odporúčané opatrenia boli implementované do požadovaného dátumu.

3.6 Plán kontroly a riadenia

Plán kontroly a riadenia je dokument popisujúci systém pre riadenie výrobkov a procesov používaných pre výrobu, montáž, skúšanie, lakovanie, manipuláciu a expedovanie. Je výsledkom poznatkov a opatrení získaných z FMEA procesu a niektorých ďalších metód používaných pri vývoji produktov a procesov. Dokument stanovuje monitorovanie procesu a kontrolné metódy, ktoré budú používané pre riadenie bezpečnostných a kľúčových znakov, ako aj ostatných znakov výrobku. Jeho účelom je pomôcť vyrábať kvalitné výrobky podľa požiadaviek zákazníka [15].

Plán kontroly a riadenia musí byť vydaný alebo revidovaný v nasledovných prípadoch:

- keď je navrhnutý nový systém, výrobok, alternatíva, diel alebo proces,
- keď existujúce systémy, výrobky, alternatívy, diely alebo procesy majú byť zmenené nezávisle na dôvode zmeny,
- keď sú identifikované nové aplikácie s novými prevádzkovými podmienkami pre existujúce systémy, výrobky, alternatívy alebo procesy [15].

Plán kontroly a riadenia musí byť udržiavaný a používaný po celú dobu životného cyklu výrobku. Na začiatku životného cyklu výrobku je jeho účelom dokumentovať a informovať o predbežnom pláne kontroly a riadenia pre reguláciu procesu. V ďalších fázach udáva smerovanie výrobe, ako regulovať proces a zabezpečiť kvalitu výrobku.

Používa sa pre širokú škálu výrobných procesov a technológií a je neoddeliteľnou súčasťou celkového procesu zabezpečovania kvality [19].

Aby zlepšovanie a riadenie procesu bolo efektívne, je potrebné riadené procesy pochopiť. Pre zostavenie plánu kontroly a riadenia je nutné definovať tím, ktorý má pri svojej práci používať dostupné informácie ako:

- vývojový diagram procesu,
- FMEA systému, návrhu, procesu,
- bezpečnostné, kľúčové, štandardné znaky,
- skúsenosti z podobných dielov,
- znalosti tímu o procese.

Typický plán kontroly a riadenia procesu by mal obsahovať minimálne:

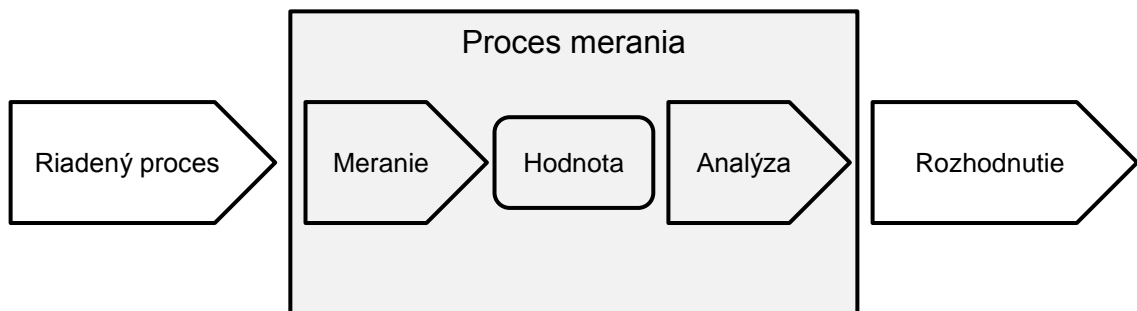
- jednotlivé operácie výrobného procesu,
- názvy prípadne typy používaných zariadení, prístrojov a nástrojov,
- významné charakteristiky (parametre) procesu (vstupné, nezávislé parametre) a výrobku (výstupné, závislé parametre), ktoré je nutné kontrolovať,
- špecifikácie (tolerancie) týchto charakteristík (parametrov),
- zariadenia alebo metódy, pomocou ktorých sa kontrolujú významné charakteristiky,
- počet meraní resp. vzoriek a ich frekvenciu,
- spôsob, ako sa získané dáta zaznamenávajú a vyhodnocujú,
- reakčný plán v prípade procesu mimo kontrolu (nedodržania špecifikácie) [19].

Prínosy z vypracovania a zavedenia plánu kontroly a riadenia zahŕňajú:

- **Kvalitu:** znižuje straty a zlepšuje kvalitu výrobkov v priebehu návrhu výroby a montáže, pomáha identifikovať zdroje odchýlok (vstupná variabilita), ktoré spôsobujú premenlivosť znakov výrobku (výstupná variabilita).
- **Spokojnosť zákazníka:** sústreďuje zdroje na procesy, výrobky a ich znaky, ktoré sú dôležité pre zákazníka. Toto napomáha znižovať náklady bez ohrozenia kvality.
- **Komunikácia:** živý (neuzavretý) dokument identifikuje a oznamuje zmeny v znakoch výrobkov alebo procesov, metódach riadenia a v metodike meraní [19].

3.7 Analýza systému merania

Poznatky o tom, ako sa proces správa, sa získavajú na základe hodnotenia parametrov alebo výsledkov procesu. Táto činnosť, nazývaná kontrola, je v podstate vyšetrením parametrov procesu, rozpracovaných alebo finálnych dielov, zmontovaných podskupín alebo dokončených konečných výrobkov za pomoci vhodných etalónov a meracieho zariadenia, ktoré umožňujú pozorovateľovi potvrdiť alebo odmietnuť predpoklad, že proces pracuje stabilizovaným spôsobom, s prijateľnou variabilitou a v zhode s cieľovou hodnotou požadovanou zákazníkom [2]. Pre zabezpečenie korektnosti výstupov z výrobného procesu (nameraných údajov) je nevyhnutné najskôr vykonať analýzu meracieho systému (Obr.6).



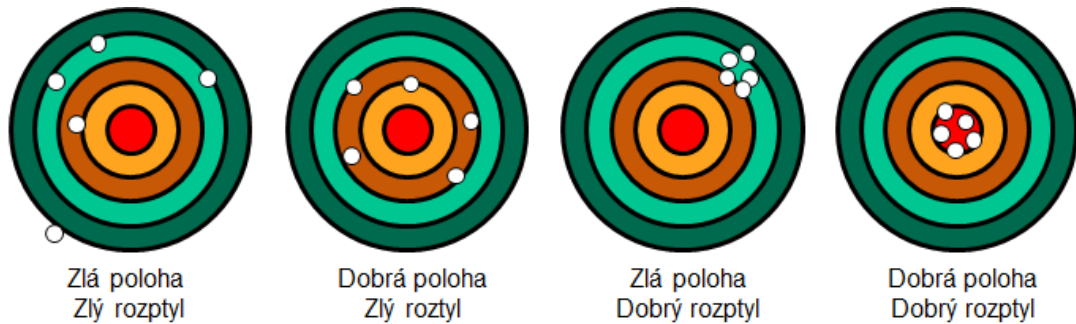
Obr. 6. Model procesu merania [2].

Organizácia musí vypracovať analýzu systému merania napr. reprodukovateľnosť a opakovateľnosť meradiel (Gage R&R), strannosť, linearitu a stabilitu meracích zariadení. Zákazník obvykle požaduje analýzu systému merania pre meracie systémy používané pre kontrolu a riadenie zvláštnych znakov identifikovaných pri FMEA návrhu. Pre zvláštne znaky (bezpečnostné, kľúčové a procesné) musí organizácia v plánoch kontroly a riadenia uvažovať s variabilnými meradlami [16].

Každý merací systém môže byť charakterizovaný (Obr. 7):

- Variabilitou polohy nameraných hodnôt:
 - presnosť (accuracy) – presnosť vzhľadom k referenčnej hodnote,
 - strannosť (bias) – rozdiel medzi priemerom meraní a referenčnou hodnotou,
 - stabilita (stability) – zmena strannosti v čase,
 - linearita (linearity) – zmena strannosti v meranom rozsahu.

- Variabilitou rozptylu nameraných hodnôt:
 - opakovateľnosť (Repeatability / EV) – variabilita merania zistená pri meraní jedným meradlom, ktoré použije jeden pracovník pri opakovanom meraní identického znaku na rovnakom kuse,
 - reprodukovateľnosť (Reproducibility / AV) - je to variabilita priemerov meraní, ktoré vykonajú rôzni pracovníci pri použití rovnakého meradla pre meranie identického znaku na rovnakom kuse,
 - opakovateľnosť a reprodukovateľnosť (Gage R&R) – kombinovaný odhad opakovateľnosti a reprodukovateľnosti charakterizuje spôsobilosť systému merania [2].



Obr. 7. Variabilita polohy a rozptylu nameraných údajov [22].

Spôsobilosť meracieho systému sa určí výpočtom indexov spôsobilosti c_g / c_{gk} a štúdiou typu 1 pomocou software qs-Stat od firmy Q-DAS so stratégiou výpočtu: Sauer-Danfoss SK / MSA / ARM / Tolerancia / Postup 1. Táto štúdia zameraná na presnosť a strannosť sa vykonáva v prípade nákupu zložitých meracích zariadení, ktoré nepatria do kategórie ručných komunálnych meradiel, ale aj v prípade, keď sa zariadenie už vo firme používa, ale v rámci zmeny spôsobu merania má byť zaradené do meracieho procesu na kontrolu iných kľúčových rozmerov [19].

Výpočet indexov spôsobilosti meracieho systému – c_g / c_{gk} :

$$c_g = \frac{0,2 \times T}{4 \times s_g} \quad (2)$$

c_g – index vzhľadom na variabilitu

T – šírka tolerancie

s_g – smerodajná odchýlka

$$c_{gk} = \frac{0,1 \times T - / \bar{x}_g - x_m /}{2 \times s_g} \quad (3)$$

c_{gk} – index vzhľadom na polohu

\bar{x}_g – priemerná nameraná hodnota

x_m – referenčná hodnota meraného rozmeru

T – šírka tolerancie

s_g – smerodajná odchýlka

Výpočet strannosti (systematickej odchýlky merania) – BIAS:

$$Bi = / \bar{x}_g - x_m / \quad (4)$$

Bi – Bias

\bar{x}_g – priemerná nameraná hodnota

x_m – referenčná hodnota meraného rozmeru

Opakovateľnosť (Repeatability – Variabilita zariadenia – EV) :

$$EV = K_1 \times \bar{\bar{R}} \quad (5)$$

$$\bar{\bar{R}} = \frac{\sum \bar{R}}{\text{pocet} \cdot \text{operatorov}} \quad (6)$$

K_1 – súčtová konštanta pre počet meraní

$\bar{\bar{R}}$ – priemer priemerov rozptylov meraní jednotlivých operátorov

% Opakovateľnosť k tolerancii (% EV):

$$\% EV = 6 \times \frac{EV \times 100}{T} \quad (7)$$

EV – opakovateľnosť (Repeatability)

T – šírka tolerancie

Reprodukovateľnosť (Reproducibility – Variabilita operátora – AV):

$$AV = \sqrt{(\overline{X_{DIFF}} \times K_2)^2 - (EV^2 / (n \times r))} \quad (8)$$

$$\overline{X_{DIFF}} = [Max \overline{X}] - [Min \overline{X}] \quad (9)$$

K_2 – súčtová konštanta pre počet operátorov

n – počet dielov

r – počet meraní

% Reprodukovateľnosť k tolerancii (% AV):

$$\% AV = 6 \times \frac{AV \times 100}{T} \quad (10)$$

AV – reprodukovateľnosť (Reproducibility)

T – šírka tolerancie

Opakovateľnosť a reprodukovateľnosť - variabilita meracieho systému (Gage R&R):

$$GRR = \sqrt{EV^2 + AV^2} \quad (11)$$

EV – opakovateľnosť (Repeatability)

AV – reprodukovateľnosť (Reproducibility)

% Opakovateľnosť a reprodukovateľnosť (% Gage RR):

$$\% GRR = 6 \times \frac{GRR \times 100}{T} \quad (12)$$

GRR – variabilita meracieho systému

T – šírka tolerancie

Variabilita dielov (PV):

$$PV = K_3 \times R_p \quad (13)$$

K_3 – súčtová konštanta pre počet dielov

R_p – rozptyl priemerov dielov

Variabilita dielov k tolerancii (%PV):

$$\%PV = 6 \times \frac{PV \times 100}{T} \quad (14)$$

PV – variabilita dielov

T– šírka tolerancie

Počet rozlíšiteľných tried (ndc):

$$ndc = 1,41 \times \frac{PV}{GRR} \quad (15)$$

PV – variabilita dielov

GRR – variabilita meracieho systému

Počet rozlíšiteľných tried (ndc) je dôležitým parametrom spôsobilosti meracích systémov. Tento údaj indikuje, či merací systém dokáže rozdeliť získané údaje do 5 alebo viac skupín, a dokáže tak vyjadriť rozdiel medzi časťami patriacimi do jednej z týchto skupín. V opačnom prípade je merací systém z hľadiska štatistického riadenia procesov nevhodný [2].

Požiadavky na merací systém definované zákazníkom a internými predpismi sú uvedené v tabuľke 5.

Tab. 5. Požiadavky na merací systém [15].

Parameter	Označenie	Požiadavka
Index spôsobilosti vzhľadom na variabilitu polohy	c_g	1,33
Index spôsobilosti vzhľadom na variabilitu rozptylu	c_{gk}	1,33
Strannosť	BIAS	$\leq 5 \%$
Rozlíšenie	% RES	$\leq 5 \%$
Gage R&R	% GRR	$\leq 20 \%$
Počet rozlíšiteľných tried	ndc	≥ 5

V prípade hodnoty % GRR:

- % Gage R&R $\leq 20\%$ - merací systém je považovaný za akceptovateľný;
- % Gage R&R je 20% až 30% - merací systém je podmiennečne akceptovateľný;
- % Gage R&R $> 30\%$ - merací systém je neprijateľný, je potrebné nájsť problém a odstrániť zdrojovú príčinu.

Ak je merací systém identifikovaný ako nespôsobilý v čase preskúmania PPAP, musí organizácia zaznamenať túto skutočnosť v Gage R&R formulároch, ako aj v PSW formulári. Potom je na rozhodnutí zákazníka, či vráti PPAP a požaduje nové predloženie s uspokojivými výsledkami pred dodávaním výrobkov alebo udelí podmiennečné schválenie na základe predložených opatrení na odstránenie odchýlok zo strany organizácie [16].

3.8 Počiatočná štúdia procesu

Pri sledovaní výrobných procesov sa využívajú rôzne nástroje riadenia kvality a jedným z nich je aj hodnotenie spôsobilosti výrobných procesov. Skúmanie spôsobilosti procesu sa používa na stanovenie pravdepodobnosti, s akou výrobný proces spĺňa požiadavky špecifikácie. K hodnoteniu spôsobilosti procesu sa používajú nasledovné indexy P_p / P_{pk} a C_p / C_{pk} , ktoré porovnávajú predpísanú, resp. prípustnú variabilitu hodnôt danú tolerančnými medzami so skutočnou variabilitou sledovaného znaku kvality dosahovanú pri štatisticky zvládnutom procese. Stanovenie spôsobilosti procesu sa nemôže degradovať iba na dosadenie hodnôt do príslušných vzorcov pre výpočet indexov spôsobilosti.

Veľmi dôležité je aj splnenie obmedzujúcich podmienok:

- hodnotený proces musí byť v štatisticky zvládnutom stave,
- rozdelenie sledovaného znaku kvality musí zodpovedať normálnemu rozdeleniu.

Počiatočná štúdia procesu alebo úroveň výkonnosti všetkých zvláštnych znakov určených zákazníkom alebo organizáciou musia byť pred predložením overené ako prijateľné. Organizácia musí získať súhlas zákazníka pre index odhadovanej počiatočnej spôsobilosti procesu.

V prípade, že neboli identifikované žiadne zvláštne znaky, zákazník má pravo požadovať preukázanie počiatočnej spôsobilosti procesu na iných znakoch. Účelom tejto požiadavky je určiť, či výrobný proces vhodný pre výrobu produktu splní požiadavky zákazníka [16].

Výpočet indexov výkonnosti procesu

P_p je index výkonnosti procesu. Porovnáva výkon procesu s maximálnym dovoleným kolísaním daným tolerančným polom. Tento index vyjadruje mieru toho, ako dobre proces spĺňa požiadavky na kolísanie procesu. Hodnota P_p nie je ovplyvnená polohou procesu [22].

$$P_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma_p} \quad (16)$$

LSL – Lower Specification Limit (Dolná tolerančná medza)

USL – Upper Specification Limit (Horná tolerančná medza)

σ_p – celková smerodajná odchýlka

P_{pk} je index výkonnosti procesu, ktorý prihliada aj k polohe procesu. V prípade predpisu obojstranných medzných hodnôt platí: $P_{pk} \leq P_p$ [22].

$$P_{pk} = \min\left(\frac{USL - \bar{X}}{3\sigma_p}, \frac{\bar{X} - LSL}{3\sigma_p}\right) \quad (17)$$

Indexy P_p a P_{pk} sa majú vyhodnocovať a analyzovať súčasne. Odhad celkovej smerodajnej odchýlky je založený na celkovej variabilite. P_{pk} je teda index výkonnosti procesu založený na variabilite procesu v celom súbore údajov. P_{pk} nemôže izolovať variabilitu vnútri podskupiny od variability medzi skupinami [16].

Celková smerodajná odchýlka σ_p je vypočítaná zo všetkých individuálnych hodnôt:

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (18)$$

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (19)$$

Požiadavky zákazníka na počiatočnú štúdiu výkonnosti procesu pre bezpečnostné a kľúčové znaky sú uvedené v tabuľke 6 [15].

Tab. 6. Požiadavky na výkonnosť procesu [15].

Klasifikácia znaku	Obidve podmienky splnené		PPM
	Pp	Ppk (min)	
Bezpečnostné znaky	$\geq 2,0$	$\geq 1,5$	3,4
Kľúčové / Procesné znaky	$\geq 1,83$	$\geq 1,33$	33
Štandardné znaky	$\geq 1,0$	$\geq 1,0$	2 700

Organizácia musí kontaktovať zákazníka, ak neboli splnené požiadavky na výkonnosť procesov pre bezpečnostné a kľúčové znaky, prípadne štandardné znaky určené zákazníkom a proces nemôže byť okamžite zlepšený. Organizácia musí predložiť zákazníkovi na schválenie plán nápravnej činnosti a modifikovaný plán kontroly a riadenia, obvykle za predpokladu 100% kontroly, ak indexy výkonnosti nemôžu byť dosiahnuté do dátumu predloženia PPAP. Organizácia musí udržiavať neustálu snahu o zníženie variácií (odchýlok) procesov, až pokiaľ nie sú dosiahnuté požadované indexy výkonnosti [16].

3.9 Kontrolná správa prvej vzorky (ISIR)

Kontrolná správa prvej vzorky (ISIR) je správa o kontrole rozmerov meraného výrobku, prostredníctvom ktorej organizácia poskytuje zákazníkovi dôkaz, že skontrolovala všetky rozmery a znaky výrobku, ktoré sú definované v konštrukčnej dokumentácii a výsledky ukazujú zhodu so špecifikovanými požiadavkami. Organizácia preukazuje, že použitý výrobný proces vyrába výrobky prijateľné pre zákazníka [19].

Všeobecné zásady pre vypracovanie ISIR:

- organizácia vypracuje ISIR pre každý samostatný výrobný proces,
- správa obsahuje dátum, meno kontrolóra a úroveň revízie výkresu zákazníka prípadne špecifikácie,
- zodpovedná osoba zaznamenáva skutočné hodnoty všetkých rozmerov a znakov, tak ako sú špecifikované v konštrukčnej dokumentácii,
- ISIR správa je vyplnená odborníkmi na meranie (pracovníci kvality, technológovia) a nie pracovníkmi obsluhy strojov (operátori),

- zodpovedná osoba vykoná všetky kontroly podľa posledných výkresov a špecifikácií zákazníka,
- ak výkres od zákazníka nie je k dispozícii, je nutné ho kontaktovať.

V prípadoch, že výsledky kontroly rozmerov nedosahujú špecifikované hodnoty, musí byť táto skutočnosť jasne zaznamenaná v ISIR ako aj v PSW formulári. Potom je na rozhodnutí zákazníka, či vráti PPAP a požaduje nové predloženie pred dodávaním výrobkov alebo udelí podmienené schválenie na základe predložených opatrení na odstránenie odchýlok zo strany organizácie [15, 16, 19].

3.10 Záznamy o výsledkoch skúšok materiálu a funkčnosti

Organizácia musí mať záznamy o výsledkoch skúšok materiálu alebo funkčnosti výrobku, ak sú špecifikované v konštrukčnej dokumentácii alebo v pláne kontroly a riadenia [16].

V prípade, ak sú v konštrukčnej dokumentácii alebo v pláne kontroly a riadenia uvedené požiadavky na chemické, fyzikálne alebo metalurgické skúšky, musí ich organizácia vykonať pre všetky diely a materiály výrobku. Všetky skúšky vyžadované v konštrukčnej dokumentácii a súvisiacich špecifikáciách musia byť vykonané na požadovanom počte výrobkov, dokladované v prijateľnom formáte a s aktuálnymi výsledkami [16].

Správa o skúške materiálu musí obsahovať:

- úroveň zmeny konštrukčnej dokumentácie skúšaných dielov,
- dátum, kedy sa skúška konala,
- meno subdodávateľa materiálu, a keď je to požadované zákazníkom, kódové číslo zo zoznamu subdodávateľov schválených zákazníkom [15].

Ak sú požadované skúšky funkčnosti v konštrukčnej dokumentácii alebo v pláne kontroly a riadenia, musí organizácia vykonať skúšky pre všetky diely alebo materiály výrobku.

Správa o skúške musí identifikovať a obsahovať:

- úroveň zmeny konštrukčnej dokumentácie skúšaných dielov,
- dokumenty o akýchkoľvek schválených technických zmenách, ktoré doteraz neboli zahrnuté v konštrukčnej dokumentácii,
- dátum, kedy sa skúška konala.

Všetky výsledky skúšok vyžadovaných v konštrukčnej dokumentácii alebo v súvisiacich špecifikáciách musia byť zdokumentované [15].

3.11 Protokol o schválení vzhľadu AAR

Samostatný protokol o schválení vzhľadu (AAR) musí byť vypracovaný a predložený zákazníkovi pre každý výrobok alebo sériu výrobkov s požiadavkou na vzhľad uvedenou v príslušnej konštrukčnej dokumentácii. Pri úspešnom splnení všetkých kritérií na vzhľad musí organizácia zaznamenať požadované informácie do protokolu AAR. Vypracovaný protokol AAR a reprezentatívne vyrobené výrobky musia byť predložené zákazníkovi na schválenie. Schválené AAR je priložené k PSW formuláru pri konečnom predložení na základe vyžadovanej úrovne predkladania [16].

3.12 Vzorky vyrobených dielov

V prípade požiadavky zákazníka musí organizácia poskytnúť vzorky výrobkov (Obr. 8). Zákazník môže špecifikovať, či požaduje všetky výrobky použité v rámci PPAP, alebo len určitý obmedzený počet. Výrobky musia byť identifikované, tak aby k nim bolo možné priradiť záznamy z PPAP [16].



Obr. 8. Vzorka výrobku.

3.13 Referenčná vzorka

Organizácia musí uchovať porovnávaciu vzorku (etalón) tak dlho, ako záznamy o schválení dielov do sérovej výroby alebo pokiaľ:

- nie je pre schvaľovanie zákazníkom vyrobená nová porovnávacia vzorka,
- ak je porovnávacia vzorka vyžadovaná v konštrukčnej dokumentácii, pláne kontroly a riadenia, alebo kontrolnými kritériami, ako vzor či etalón.

Porovnávacia vzorka musí byť jednoznačne označená a musí mať priradený dátum schválenia zákazníkom. Organizácia musí uchovať porovnávaciu vzorku pre každé miesto viacdutinovej formy, miesta formy, nástroj, model alebo výrobný proces, pokiaľ zákazník

nešpecifikuje inak. Účelom porovnávacej vzorky je poskytnúť porovnávací bod o počiatčnom stave výroby výrobku [15].

3.14 Zvláštne požiadavky zákazníka

Organizácia musí mať záznamy o zhode výrobku so všetkými zvláštnymi požiadavkami zákazníka. Pre voľne ložené materiály (napr. sypané materiály) musia byť požiadavky zákazníka zdokumentované. Ak má zákazník akékoľvek ďalšie zvláštne požiadavky je nutné predložiť dôkaz o tom, že aj tieto požiadavky boli splnené [16].

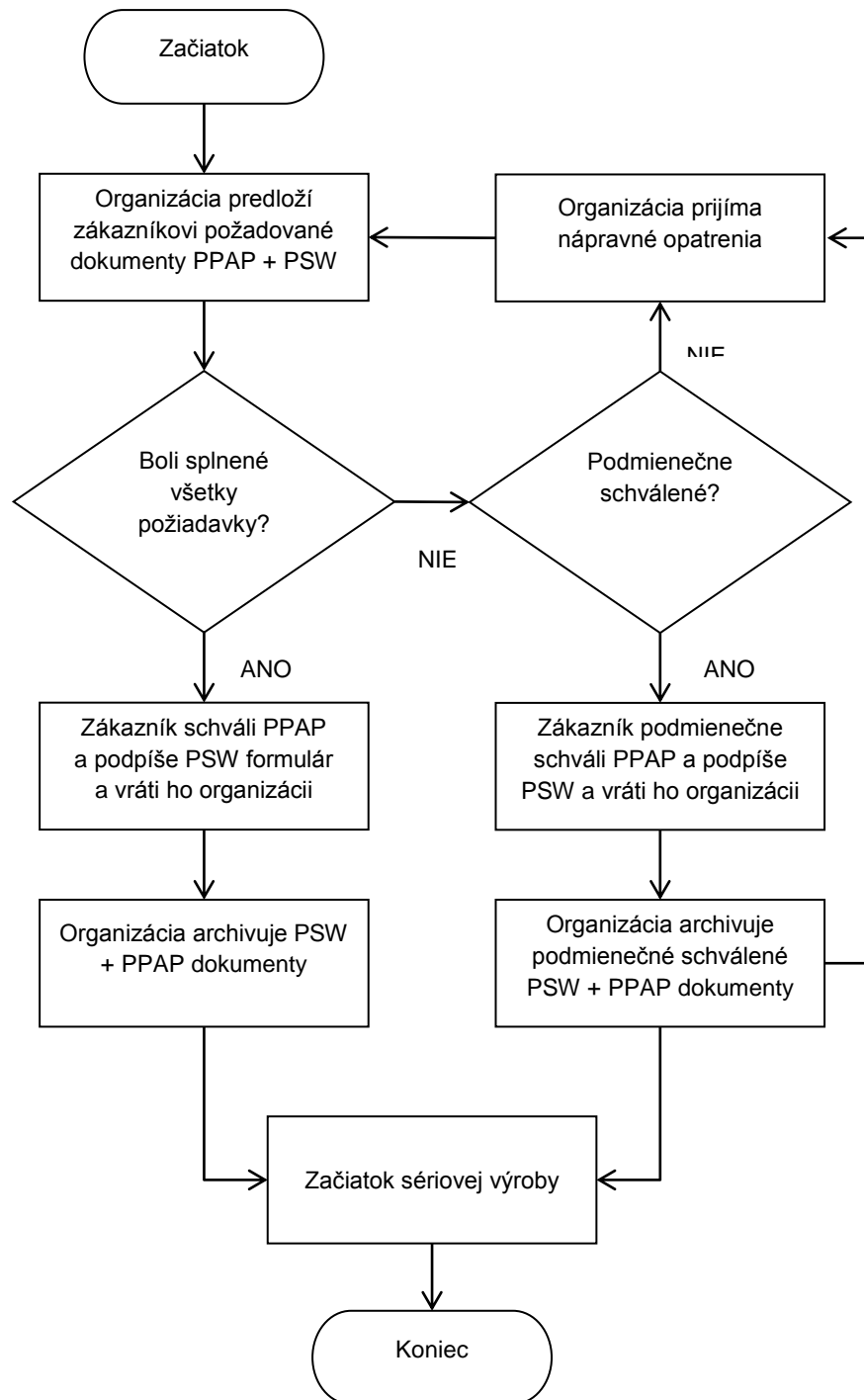
3.15 Sprievodka predloženia dielu (PSW)

Po splnení všetkých požiadaviek zákazníka na PPAP organizácia vyplní požadované informácie v formulári PSW (príloha číslo P V). Pre každé číslo výrobku zákazníka musí byť spracovaný samostatný PSW, ak nie je dohodnuté inak. Organizácia overí, či všetky merania a výsledky skúšok sú v zhode s požiadavkami zákazníka alebo zaznačí akékoľvek rozpory a odchýlky od požiadaviek. Taktiež zaznamená hmotnosť výrobku vo formulári. Zástupca manažmentu organizácie schváli PSW formulár s uvedením dátumu, funkcie a telefónneho čísla. PSW formuláre môžu byť predkladané elektronicky v súlade s požiadavkami zákazníka [16].

4 STAV PREDLOŽENIA DIELU A UCHOVÁVANIE ZÁZNAMOV

Organizácia musí zaistiť, že po schválení predloženia bude budúca výroba aj naďalej plniť všetky požiadavky zákazníka.

4.1 Stav procesu schvaľovania výrobku u zákazníka



Obr. 9. Vývojový diagram schvaľovania dielov [15].

4.1.1 Schválené

Status schválené znamená, že výrobok spĺňa všetky požiadavky zákazníka. Organizácia je oprávnená uvoľniť výrobky do sériovej výroby a podľa požiadaviek plánovacieho útvaru zákazníka začať dodávať výrobky [16].

4.1.2 Dočasné schválenie

V tomto prípade organizácia môže dodávať výrobky zákazníkovi len na obmedzenú dobu alebo na obmedzený počet kusov.

Dočasné schválenie je udelené len vtedy, keď organizácia:

- jasne definovala príčinu nezhôd zabráňujúcu schvaľovaniu výrobkov,
- vypracovala plán opatrení schválený zákazníkom pre získanie stavu schválené,
- vykoná opakované predloženie PPAP.

Bez predĺženia dočasného schválenia nie sú povolené žiadne ďalšie dodávky [16].

4.1.3 Zamietnuté

Zamietnuté znamená, že nie sú splnené požiadavky zákazníka a diely nemôžu byť odoslané [16].

4.2 Uchovávanie záznamov

Záznamy o PPAP musia byť bez ohľadu na úroveň predloženia udržiavané po celou dobu, po ktorú je výrobok aktívny, plus jeden kalendárny rok [16].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 PROFIL SPOLOČNOSTI SAUER-DANFOSS A. S.

Sauer-Danfoss sa zaraďuje k popredným svetovým dodávateľom hydraulických systémov a komponentov s využitím v mobilných pracovných strojoch. Spoločnosť zamestnáva viac ako 6 400 zamestnancov vo viac ako 20-tich výrobných závodoch a predajných organizáciách na celom svete [20].

Špecializuje sa na oblasť mobilnej hydrauliky, elektronicky riadenú hydrauliku a elektrické komponenty. K trhom, ktoré obsluhuje, patrí poľnohospodárstvo, stavebníctvo, manipulácia s materiálmi, cestné stavby, starostlivosť o trávniky a špeciálne aplikácie.

Zákazníkom na celom svete dodáva (Obr. 10):

- zubové hydrogenerátory a hydromotory,
- mechanické prevodovky,
- axiálne piestové hydrogenerátory a hydromotory,
- hydraulické rozvádzače,
- radiálne hydromotory,
- servoriadenia,
- diaľkové ovládače,
- elektronické (elektrohydraulické) riadiace prvky,
- malé hydraulické nápravy [20].

Konkurenčnú výhodu si spoločnosť udržiava dodávaním hydraulických systémov s vysokou pridanou hodnotou a technickým riešením na vysokej úrovni. Prostredníctvom štíhlej organizačnej štruktúry a štíhlych procesov, ako aj cez tímovú a projektovo orientovanú prácu, ponúka svojim zákazníkom vysokú úroveň flexibility a výkonnosti [20].

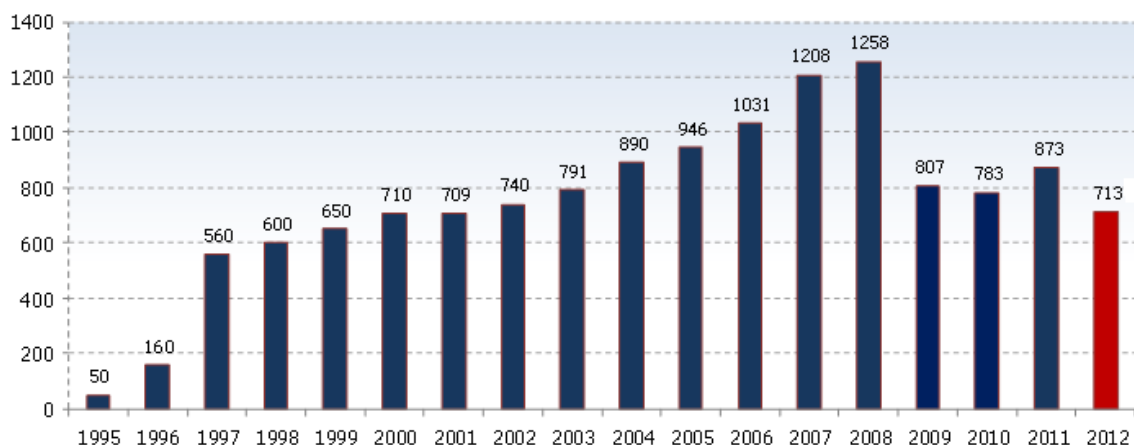


Obr. 10. Typické aplikácie produktov firmy Sauer-Danfoss.

5.1 Sauer-Danfoss Považská Bystrica, a.s.

História spoločnosti začína v roku 1995, keď boli založené akciové spoločnosti Sauer Mechanika a Sauer Hydraulika v Považskej Bystrici ako výsledok spolupráce spoločností Sauer a Považské strojárne. V roku 1996 sa k nim pridala spoločnosť Sauer-ZŤS v Dubnici nad Váhom. V súčasnosti sa na Považí nachádzajú sesterské závody: Sauer-Danfoss Považská Bystrica, a. s. a Sauer-Danfoss Dubnica nad Váhom, a. s., ktoré patria medzi najvýznamnejších zamestnávateľov v regióne stredného Považia [20].

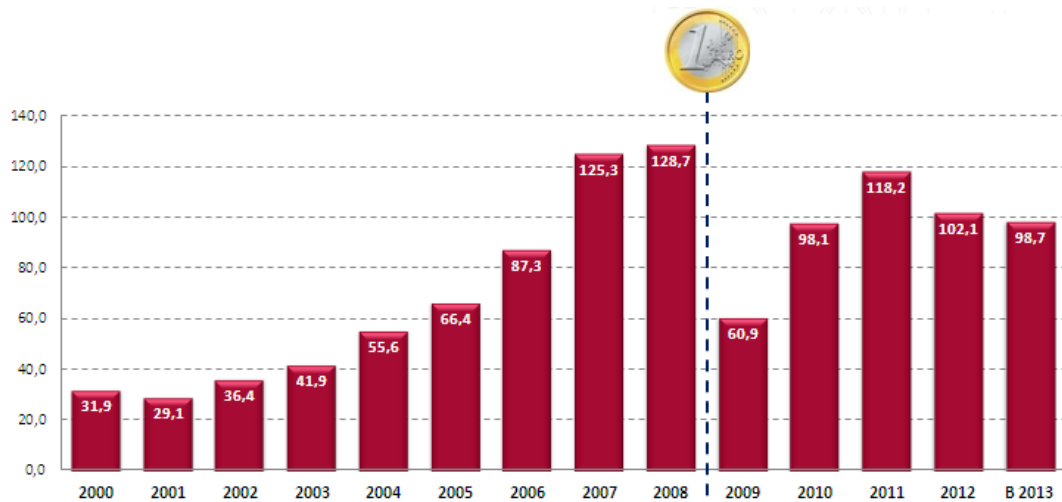
Pôvodnú výrobu prevodoviek pre domiešavače betónu, hydrostatické pohony kolesových pojazdov, radiálne piestové hydromotory, diely pre axiálne piestové hydrogenerátory výrobného radu 90 a pre hydromotory s nakloneným blokom výrobného radu 51 postupne rozbiehalo len niekoľko desiatok ľudí. Na konci roka 2012 mala spoločnosť 713 zamestnancov (Obr. 11) [20].



Obr. 11. Vývoj počtu zamestnancov [20].

Výrobné portfólio bolo v roku 2003 doplnené o výrobu zubových hydrogenerátorov a hydromotorov a v roku 2005 o výrobu proporcionálnych ventilov. Vysokú dynamiku rozvoja si firma zachovala až do roku 2008, posledné roky boli výrazne ovplyvnené svetovou finančnou krízou [20].

Sauer-Danfoss je jeden z najväčších investorov v strojárstve na Slovensku. Na obrázku 12 je znázornený vývoj obratu v mil. € za roky 2000-2012 pre závody v Považskej Bystrici a v Dubnici nad Váhom.



Obr. 12. Vývoj obrátu (v mil. EUR) [20].

Základnou organizačnou jednotkou v organizačnej štruktúre spoločnosti (príloha P VI) je tzv. produkt tím. Produkt tím je organizačná jednotka, ktorá je plne zodpovedná za jednu produktovú skupinu z portfólia. Obvykle zahŕňa nasledovné oddelenia: konštrukciu, nákup, výrobu komponentov, montáž hotových výrobkov, logistiku a v neposlednom rade manažment kvality [20].

5.2 Riadenie kvality v spoločnosti

Keďže zákazníci požadujú vysokú kvalitu dodávaných výrobkov a poskytovaných služieb, Sauer-Danfoss pristúpil k certifikácii svojho systému riadenia kvality podľa medzinárodných štandardov. Už od roku 1998 buduje svoj systém riadenia kvality podľa ISO 9001. V roku 2005 sa spoločnosť prvýkrát podrobila spojenému auditu ISO 9001 a ISO 14001. V novembri 2008 úspešne absolvovala prvý trojaudit pre všetky tri normy: ISO 9001 pre kvalitu, ISO 14001 pre životné prostredie a OHSAS 18001 pre oblasť BOZP [18].

5.3 Politika kvality, životného prostredia a ochrany zdravia a bezpečnosti pri práci

Spoločnosť definovala svoje záväzky k zákazníkom, zamestnancom, vlastníkom spoločnosti v Politike Kvality, životného prostredia, BOZP a v riadení systémov

Kvalita

Sauer-Danfoss, ako najsilnejší partner pre svojich zákazníkov v mobilne hydraulike, udržiava a neustále zlepšuje systém riadenia kvality. K nemu zodpovedajúce ciele

zabezpečujú, že štandardy sú vyhovujúce a zákazníci dostávajú kvalitné výrobky a služby prekračujúce ich očakávania [18].

Životné prostredie

Spoločnosť podporuje udržateľný rozvoj, snaží sa o prevenciu proti neželaným dopadom na životné prostredie a posilňuje environmentálne povedomie zamestnancov. Dôraz kladie na celý životný cyklus výrobkov a procesov, aby zabezpečila, že pri vývoji výrobku alebo procesu budú posudzované všetky environmentálne vplyvy na životné prostredie. Životné prostredie je pre spoločnosť parameter aj pri výbere a hodnotení dodávateľov [18].

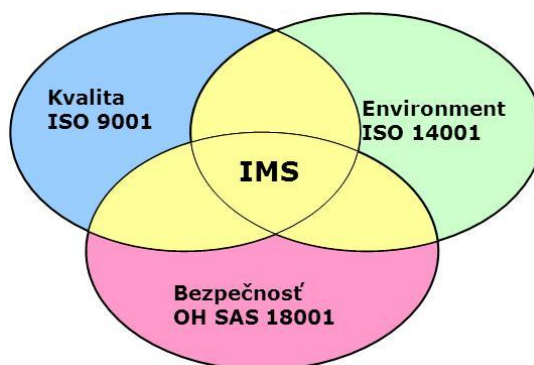
Ochrana zdravia a bezpečnosť pri práci

Spoločnosť poskytuje bezpečné a zdravé pracovné prostredie pre zamestnancov, dodávateľov a návštevníkov. Cieľom spoločnosti je predchádzať úrazom a poškodeniu zdravia. Využíva systémy riadenia, zapojenie pracovníkov a partnerstvo s odbornými a správnymi orgánmi [18].

Riadenie systémov

Spoločnosť sa stará o systémy riadenia (Obr. 13), aby zabezpečila, že:

- má zavedené a komunikované ciele a plány kvality,
- má zavedený systém prevencie a neustáleho zlepšovania, založený na monitorovaní ukazovateľov,
- vykonáva interné a externé kontroly a hodnotenia systémov,
- informuje a trénuje zamestnancov pre praktické používanie systémov,
- povzbudzuje zdieľanie najlepších vedomostí,
- výrobky sú používané správne a bezpečne po celú dobu ich životnosti s ohľadom na ľudí aj životné prostredie [18].



Obr. 13. Integrovaný systém riadenia [18].

6 KVALIFIKÁCIA VÝROBY OZUBENÝCH HRIADEĽOV

Táto časť práce definuje dôvody a ciele kvalifikácie ozubených hriadeľov do sériovej výroby. Podstatnú časť kapitoly tvorí popis jednotlivých krokov procesu kvalifikácie, ktoré vedú k zabezpečeniu kvality v procesoch.

6.1 Analýza súčasného stavu

V tejto kapitole je stručne predstavený projekt presunu výroby ozubených hriadeľov medzi lokalitami spoločnosti, a to konkrétne z výrobného závodu vo Freeporte, USA do výrobného závodu v Považskej Bystrici, Slovensko.

6.1.1 Popis projektu „Presun výroby ozubených hriadeľov“

Vzhľadom na zmenu výrobných stratégií výrobného závodu SD Freeport bol manažment výroby zubových hydrogenerátorov D-série v montážnom závode SD Ames nútený hľadať si nového dodávateľa ozubených hriadeľov pre vlastnú montáž. Na základe vypracovaných technických a finančných analýz sa manažment rozhodol presunúť výrobu ozubených hriadeľov do sesterského výrobného závodu v Považskej Bystrici, Slovensko.

Hlavné dôvody presunu výroby ozubených hriadeľov do výrobného závodu Považská Bystrica, Slovensko:

- výrobný závod disponuje voľnými výrobnými plochami,
- dostatok výrobných kapacít bude dosiahnutý presunom strojných zariadení v rámci firmy Sauer-Danfoss,
- skúsenosti s technológiami pre procesy brúsenia, odhľovania a superfinišovania, ktoré sa v súčasnosti využívajú pri výrobe ozubených hriadeľov pre hliníkové produkty,
- skúsenosti s nákupom polotovarov ozubených hriadeľov (sústruženie, frézovanie a tepelné spracovanie) od externého dodávateľa, firmy Varroc, India,
- ročná úspora nákladov na strane montážneho závodu SD Ames predstavuje cca 100 000 USD. Je dosiahnutá najmä nižšími výrobnými nákladmi vo výrobnom závode v Považskej Bystrici v porovnaní s výrobnými nákladmi v SD Freeport, USA pri dosiahnutí rovnakej produktivity práce.

Projekt bol riadený podľa spracovaného časové plánu (Tab. 7) s jednotlivými krokmi projektu a s termínmi plnenia. Plnenie stanovených úloh sa kontrolovalo na pravidelných telekonferenciách a pri osobných návštevách zástupcov interného zákazníka v závode.

Tab. 7. Časový plán presunu výroby ozubených hriadeľov.

	2012				2013			
	9	10	11	12	1	2	3	4
1. Začiatok projektu								
analýza a výber dodávateľa (výrobného miesta)	■							
2. Presun strojných zariadení								
demontáž a transport	■	■						
layout výrobného ostrova v Považskej Bystrici		■	■					
inštalácia a uvedenie strojov do prevádzky			■	■				
školenie operátorov				■				
3. Kvalifikácia								
vývojový diagram procesu				■				
FMEA procesu				■				
kontrolné plány					■			
Gage R&R					■			
počiatočná štúdia procesu						■		
ISIR						■		
PSW + PPAP balík odoslanie							■	
Schválenie zákazníkom								■
4. Sériova výroba								■

6.1.2 Popis výrobného ostrova pre výrobu ozubených hriadeľov

V rámci presunu výrobných operácií brúsenie, odihľovanie a superfinišovanie z firmy SD Freeport do firmy SD Považská Bystrica neboli menené overené technológie a procesy.

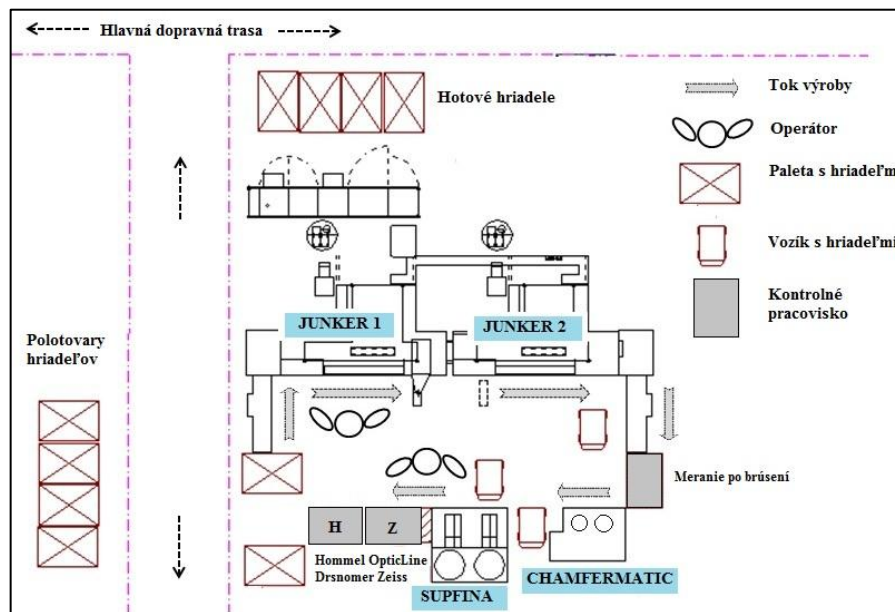
Do Považskej Bystrice boli presunuté z Freeportu nasledovné strojné zariadenia (Obr. 14):

- CNC brúsky Junker Juflex 3000 EJ31
- Odihľovacie zariadenie Chamfermatic
- Superfinišovací stroj Supfina TP90



Obr. 14. Junker Juflex 3000 EJ31, Chamfermatic, Supfina TP90.

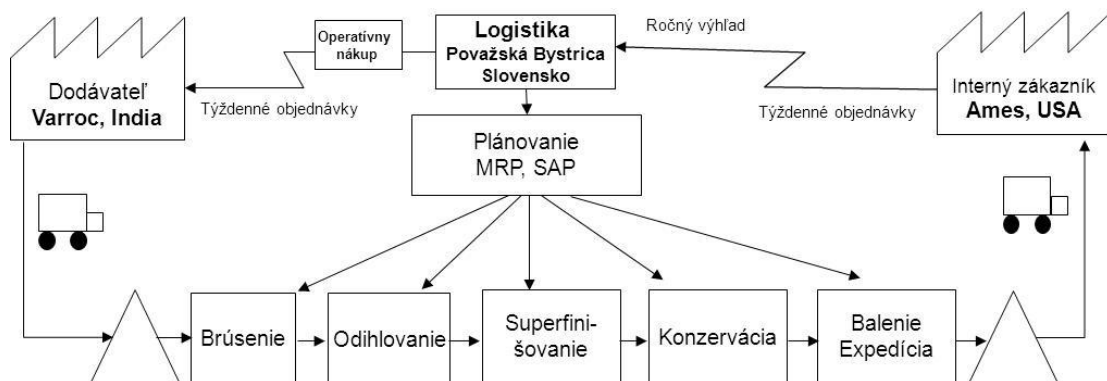
Rozmiestnenie strojných zariadení tzv. layout výrobného ostrova (Obr. 15) kopíruje pôvodné rozmiestnenie vo výrobnom závode Freeport, USA. Pri jeho tvorbe boli dodržané zásady štíhlej výroby – jeden kus tečie, s minimálnou rozpracovanosťou medzi jednotlivými operáciami.



Obr. 15. Layout výrobného ostrova.

Výroba ozubených hriadeľov je rozdelená do nasledovných častí (Obr. 16):

- výrobné operácie sústruženie, frézovanie a tepelné spracovanie je zabezpečované externou firmou Varroc, Aurangabad, India,
- brúsenie, odihľovanie a superfinišovanie je vykonávané vo výrobnom závode v Považskej Bystrici,
- po dokončovacích operáciách sú ozubené hriadele konzervované, zabalené a presunuté na expedíciu, odkiaľ sa odosielajú internému zákazníkovi, montážnemu závodu SD Ames, USA.



Obr. 16. Materiálový a informačný tok výroby ozubených hriadeľov.

6.2 Požiadavky zákazníka na kvalifikáciu výroby ozubených hriadel'ov

Interný zákazník Sauer-Danfoss, Ames požaduje vykonať kvalifikáciu výroby ozubených hriadel'ov prostredníctvom metodiky PPAP, úroveň predloženia 4 podľa PPAP príručky, 4. vydanie. Významnú výrobnú dávku definoval na 50 kusov ozubených hriadel'ov p/n 11039755 vyrobených po sebe, pri danom kapacitnom výkone s využitím výrobného náradia, prípravkov, meradiel, materiálov, procesov, operátorov a pri tých istých podmienkach, ako bude výrobok vyrábaný v sériovej výrobe.

Žiada predloženie nasledovných dokumentov:

- sprievodka predloženia dielu (PSW),
- vývojový diagram procesu,
- analýza možných chýb a ich dôsledkov v prípade procesu (FMEA procesu),
- analýzu systému merania (Gage R&R) pre kľúčové znaky,
- počiatočná štúdia procesu pre kľúčové znaky,
- plán kontroly a riadenia,
- kontrolná správa prvej vzorky (ISIR).

Prostredníctvom predloženia uvedených dokumentov v rámci PPAP schvaľovania si zákazník chce overiť schopnosť výrobného závodu v Považskej Bystrici vyrábať ozubené hriadele v súlade s jeho požiadavkami vyplývajúcimi zo špecifikácii a výkresovej dokumentácie. Taktiež sa chce uistiť, že vo výrobe ozubených hriadel'ov bude zavedený proces, ktorý má potenciál vyrábať kvalitný výrobok tak, že jeho požiadavky budú dlhodobo plnené pri reálnom výrobnom objeme.

6.2.1 Ciele kvalifikácie výroby ozubených hriadel'ov

- navrhnuť a implementovať výrobné procesy, ktoré sú efektívne, účelné, zdokumentované,
- zaistiť kvalitu v procesoch, a tým aj kvalitu finálneho výrobku počas celého životného cyklu,
- schopnosť uskutočniť rýchlu analýzu vzniknutého problému s pomocou zdokumentovanej histórie výrobku,
- vytvoriť zrozumiteľnejšie zákaznicko-dodávateľske vzťahy,
- optimalizovať konečný výstup z procesu a zabezpečiť zisk pre spoločnosť,
- pochopiť a vyhovieť výkresovej dokumentácii a špecifikáciám,

- vytvoriť proces, ktorý má potenciál trvale spĺňať požiadavky zákazníka,
- minimalizovať nákladom na nekvalitu,
- identifikovať možné chyby v procesoch, určiť ich rizikovosť a redukovať ich na minimálnu mieru tak, aby to zákazník nepocítil,
- stanoviť monitorovanie procesu a kontrolné metódy, ktoré budú používané pri riadení bezpečnostných a kľúčových znakov, ako aj ostatných znakov výrobku.

6.2.2 Definovanie tímu zodpovedného za kvalifikáciu výroby ozubených hriadeľov

Pred samotným začatím kvalifikácie výroby bol menovaný PPAP tím, ktorého som bola súčasťou. Ako inžinier kvality som sa samostatne, alebo prácou v tíme podieľala na plnení jednotlivých úloh vyplývajúcich z požiadaviek zákazníka. Mohla som tak uplatniť svoje poznatky z doterajšej praxe, ako aj zo štúdia.

Podľa tabuľky 8 boli v rámci tímu definované zodpovedné osoby za realizáciu jednotlivých požiadaviek a ich zdokumentovanie.

Tab. 8. Definovanie osôb zodpovedných za realizáciu jednotlivých požiadaviek.

Požiadavka	Zodpovedná osoba	Poznámky
Sprievodka predloženia dielu (PSW)	Inžinier kvality	<ul style="list-style-type: none"> • Vyplniť PSW • Odoslať zákazníkovi na schválenie
Vývojový diagram procesu	Inžinier kvality	<ul style="list-style-type: none"> • Zahrnúť celý tok výroby ozubených hriadeľov
Analýza možných chýb a ich dôsledkov v prípade procesu (FMEA procesu)	Výrobný inžinier Manažér kvality Vedúci výroby	<ul style="list-style-type: none"> • Vytvoriť P-FMEA pre proces brúsenia, odihľovanie a superfinišovania
Štúdia spôsobilosti meracieho systému (Gage R&R)	Manažér kvality Inžinier kvality	<ul style="list-style-type: none"> • Vykonať štúdiu meracieho systému pre kľúčové znaky
Počiatočná štúdia výkonnosti procesu	Manažér kvality Inžinier kvality	<ul style="list-style-type: none"> • Vyhodnotiť spôsobilosť procesu pre kľúčové znaky
Plán kontroly a riadenia	Procesný inžinier Manažér kvality	<ul style="list-style-type: none"> • Vytvoriť plán kontroly pre brúsenie, odihľovanie, superfinišovanie
Kontrolná správa prvej vzorky (ISIR)	Technik kvality	<ul style="list-style-type: none"> • Urobiť rozmerovú kontrolu • 3 výrobky, použiť výkres zákazníka

PPAP tým tvorili zamestnanci so skúsenosťami z nasledovných činností: konštrukcia, kvalita, výroba, logistika. Koordinátor PPAP tímu bol zodpovedný za pravidelné organizovanie stretnutí tímu, kde sa vykonávala priebežná kontrola realizácie jednotlivých požiadaviek podľa PPAP metodiky.

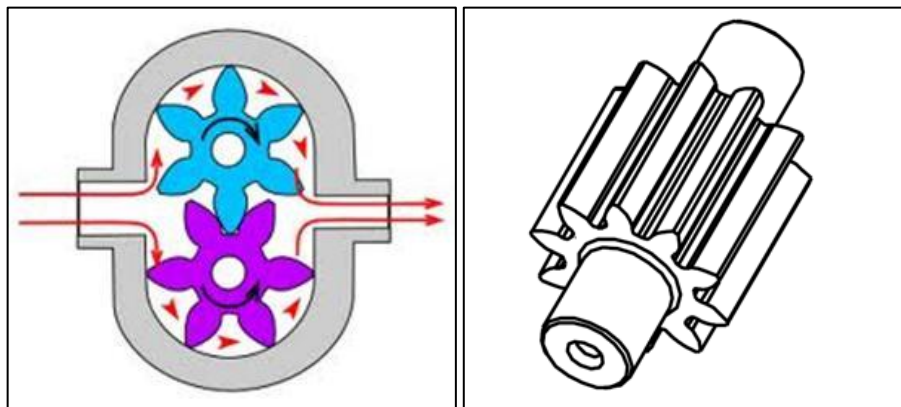
Účelom stretnutia členov PPAP tímu je:

- preskúmať požiadavky zákazníka,
- určiť zodpovedné osoby a termíny za realizáciu jednotlivých požiadaviek,
- kontrola realizácie požiadaviek zákazníka v stanovenom rozsahu a termíne,
- zdokumentovať požiadavky podľa pokynov zákazníka.

6.2.3 Popis výrobku a jeho použitie

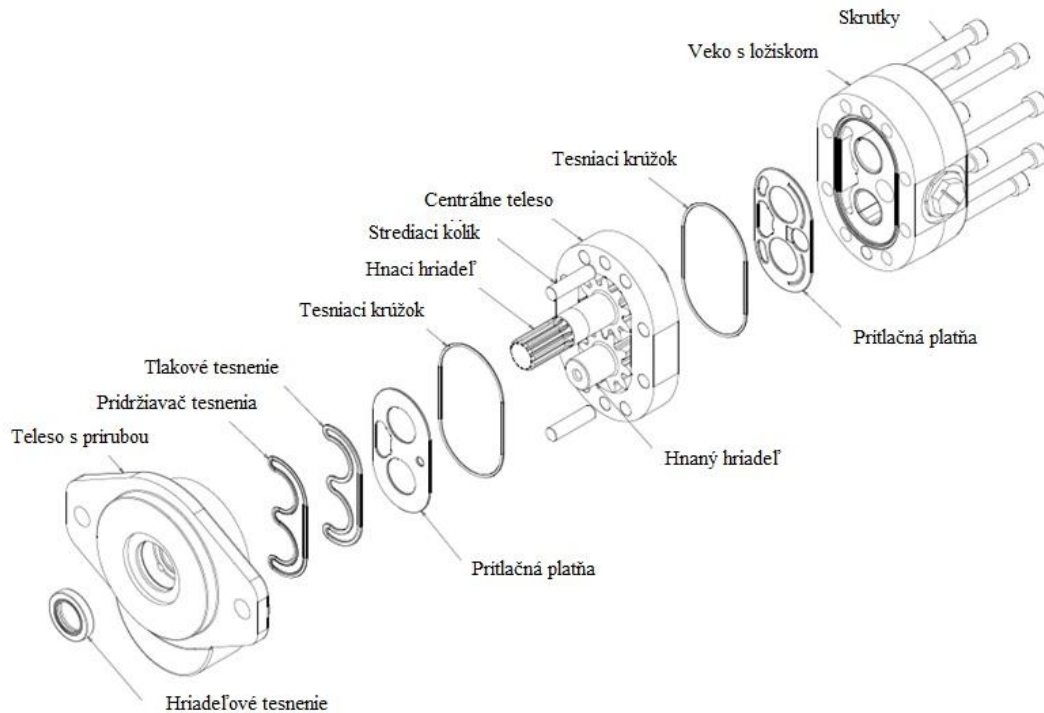
Zubový hriadeľ, ktorého výroba je predmetom kvalifikácie, je jednou z najdôležitejších súčastí finálneho produktu - zubového hydrogenerátora. Svojou rotáciou zabezpečuje premenu mechanickej energie na hydraulickú. Princíp práce zubového hydrogenerátora je znázornený na obrázku 17 vľavo.

Polotovarom pre ozubený hriadeľ (Obr.17 vpravo) je oceľová tyč z materiálu AISI 8620 (DIN 21NiCrMo2). Zubový hriadeľ je opracovaný sériou výrobných operácií, a to sústruženie, frézovanie, tepelné spracovanie, brúsenie, odihľovanie a superfinišovanie.



Obr. 17. Princíp funkcie hydrogenerátora a detail ozubeného hriadeľa.

Zubový hriadeľ používa interný zákazník SD Ames pri montáži zubových hydrogenerátorov (Obr. 18) bez ďalšieho dodatočného spracovania.



Obr. 18. Rozsypový výkres zubového hydrogenerátora.

Vďaka celoliatinovej konštrukcii poskytuje zubový hydrogenerátor D-série vyrovnanú a spoľahlivú výkonnosť pri vysokých prevádzkových tlakoch a teplotách. Hoci finálny produkt vyzerá zdanlivo jednoducho, faktom je, že sa jedná o produkt na vysokej technickej úrovni s prísnyimi výrobnými toleranciami a stovkami rôznych prevedení. Jednotlivé prevedenia produktov sa od seba odlišujú svojou veľkosťou, ukončením hnaného ozubeného hriadeľa, druhom príruby, vstupnými a výstupnými otvormi na telese (Obr.19).



Obr. 19. Rôzne typy prevedení zubových hydrogenerátorov.

Tieto produkty majú pre svoju robustnú konštrukciu a dobrý pomer medzi výkonom a cenou veľmi široké využitie. Kompaktné riešenie umožňuje ľahkú montáž na finálnych aplikáciách. Zubové hydrogenerátory sa používajú najmä v stavebných, cestných a poľnohospodárskych strojoch.

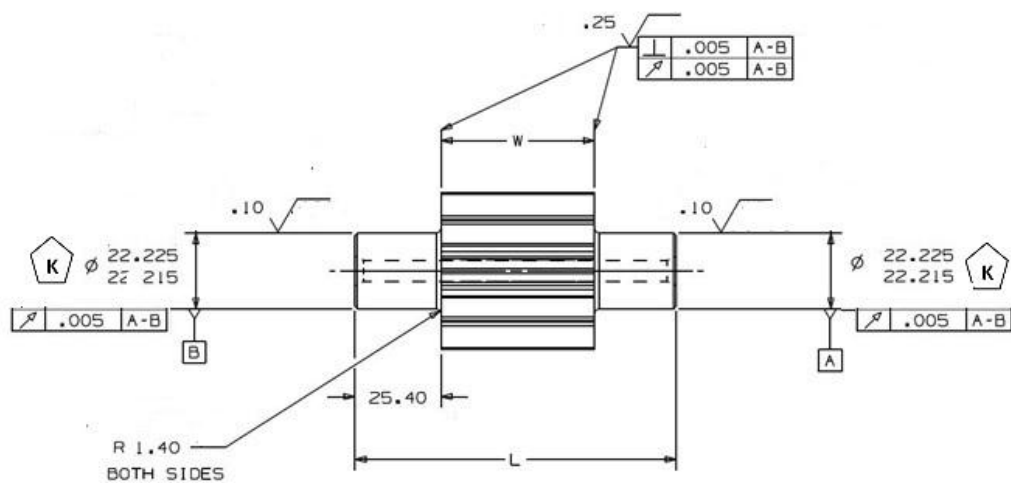
6.3 Preskúmanie technickej dokumentácie zákazníka

Výkres polotovaru č. 70010782 rev. D a výkres finálneho výrobku č. 70015307 rev. B bol zaslaný zákazníkom. Obidva výkresy sú dostupné v internej firemnej sieti, kde sa vždy nachádzajú v aktuálnej revízii. V rámci možného zmenového konania iniciovaného konštrukciou zákazníka, bude o prípadných zmenách výkresovej dokumentácie informovaný príslušný procesný inžinier organizácie.

Obidva výkresy sú tzv. rodinné výkresy, ktoré obsahujú niekoľko jednotlivých ozubených hriadel'ov líšiacich sa navzájom šírkou ozubenia. Rozmery platné pre všetky hriadele sú označené kótami v konštrukčnom návrhu výrobku a rozmery jedinečné pre jednotlivé hriadele sú uvedené v tabuľke v ľavom hornom rohu (príloha VII).

Pri prvom preskúmaní sa ukázalo, že obidva výkresy sú v palcových mierach. Po vzájomnej dohode boli konštrukciou zákazníka doplnené rozmery v metrickej sústave.

Ďalšou dôležitou súčasťou preskúmania konštrukčnej dokumentácie bola identifikácia zvláštnych znakov týkajúcich sa konštrukčného návrhu ozubeného hriadeľa (Obr. 20).



Obr. 20. Detail konštrukčného návrhu ozubeného hriadeľa.





Výsledkom preskúmania technickej dokumentácie zákazníka bola identifikácia nasledovných kľúčových znakov:

- ložiskové priemery po superfinišovaní

Kľúčové znaky sú identifikované na výkrese označením K v päťuholníku pri kóte (Obr. 20) a zároveň aj mierou dôležitosti v tabuľke 9, ktorá sa nachádza priamo na výkrese

ozubeného hriadeľa. Táto tabuľka predstavuje skrátenú formu FMEA návrhu vypracovanú zákazníkom. Informácie z nej boli použité pri spracovaní FMEA procesov.

Tab. 9. Identifikácia zvláštneho znaku.

PARAMETER	REFERENCE VALUE	IMPORTANCE TO NEXT CUSTOMER	REMARKS
JOURNAL DIAMETER	22.225 22.215	8	CRITICAL FOR BEARING LIFE IMPORTANT FOR PUMP PERFORMANCE
JOURNAL SURFACE FINISH	.10 	6	CRITICAL FOR BEARING LIFE
SURFACE FINISH ON GEAR FACES	.25 	6	IMPORTANT FOR WEAR PLATE LIFE
PERPENDICULAR GEAR FACES TO JOURNALS	 .005 A-B  .005 A-B	6	IMPORTANT FOR PUMP PERFORMANCE

Špecifické požiadavky pre kľúčové znaky boli zákazníkom definované v tabuľke 10.

Tab. 10. Identifikácia požiadaviek zákazníka pre kľúčové znaky.

Kľúčový znak	Požiadavka
FMEA procesu	Severity (závažnosť) = 8
počiatočná spôsobilosť	$P_p \geq 1,83$; $P_{pk} \geq 1,33$
merací systém	Variabilné meradlá; Gage R&R $\leq 20\%$

6.4 Vývojový diagram procesu

Účelom vývojového diagramu procesu je znázorniť tok výrobného procesu ozubených hriadeľov. Po konzultácii s procesným inžinierom, logistikou a kvalitou som vytvorila vývojový diagramu procesu, ktorý popisuje materiálový tok od začiatku až po koniec realizácie výrobku. Objednávky pre polotovary, v našom prípade ozubený hriadeľ po tepelnom spracovaní sú plánované a riadené operatívnym nákupcom pomocou systému SAP. Diely od dodávateľa sú prijímané skladníkom na centrálny sklad firmy, kde sa skontroluje množstvo podľa dodacieho listu a po vykonaní príjmu sa vytlačí príjemka v systéme SAP. V prípade požiadavky na vstupnú kontrolu sú diely presunuté na sklad vstupnej kontroly. Vzorka z každej dávky bude skontrolovaná materiálovým inžinierom v internom metalurgickom laboratóriu. Po vykonaní vstupnej kontroly a potvrdení, že materiál spĺňa požiadavky výkresovej dokumentácie a materiálovej špecifikácie,

polotovary ozubených hriadeľov sa uvoľnia v systéme SAP a zaskladnia s náležitým štítkom na vopred stanovené miesto vo výrobnom sklade. Po ukončení procesu príjmu a vstupnej kontrole je dávka uvoľnená na ďalšie opracovanie. Materiálový tok je znázornený na obrázku 21.

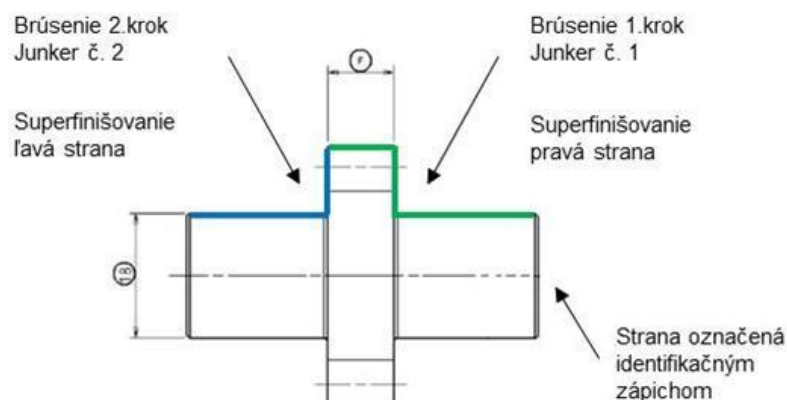


Obr. 21. Materiálový tok výroby ozubených hriadeľov.

Polotovary ozubených hriadeľov sú opracované nasledovnými operáciami:

- brúsenie vonkajšieho tvaru hriadeľa
- odhľovanie
- superfinišovanie

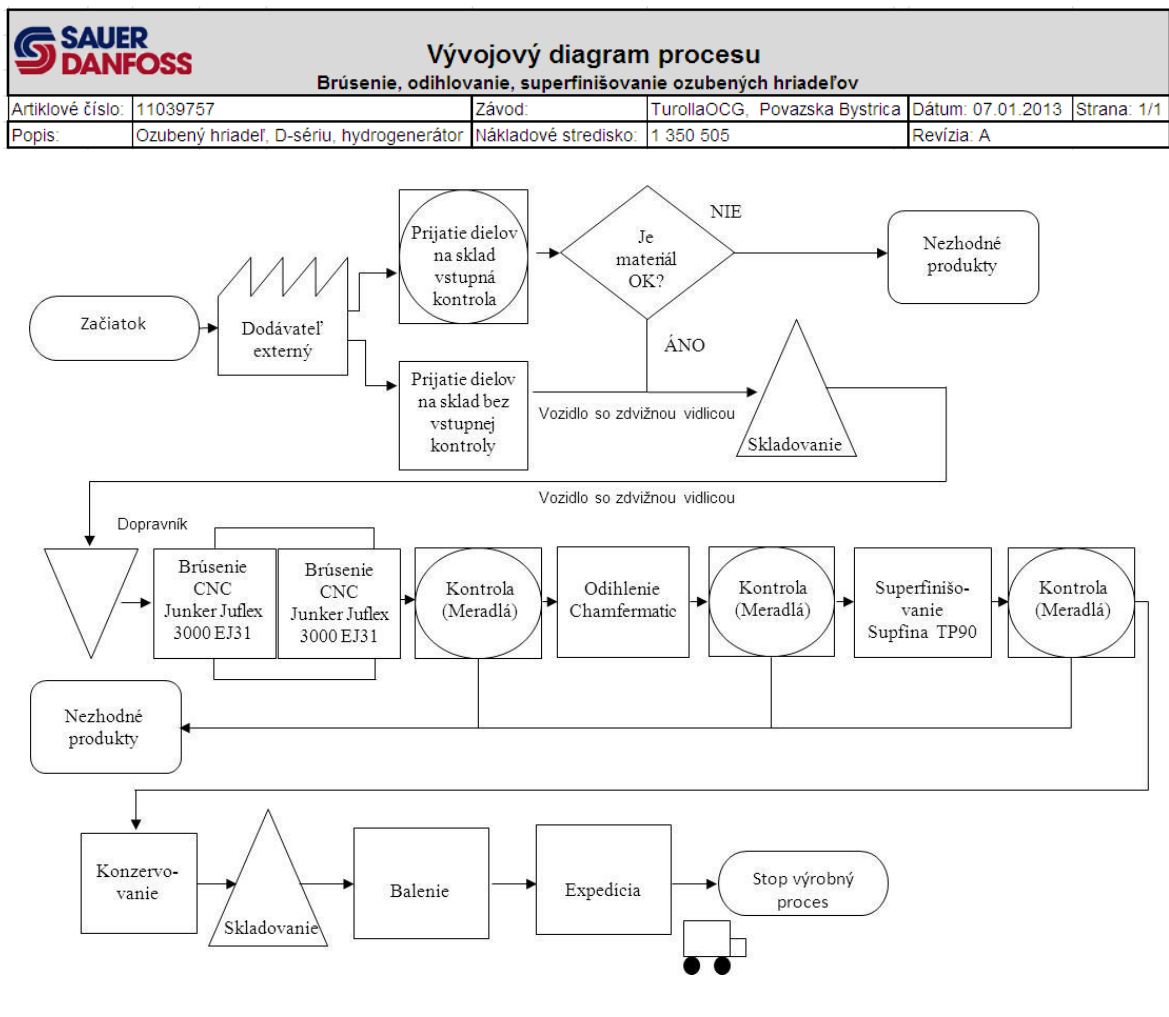
Vonkajší tvar ozubeného hriadeľa (valcové priemery, čelá ozubenia a hlavová kružnica ozubenia) je brúsený v dvoch samostatných krokoch na dvoch spojených CNC brúskach Junker Juflex 3000 EJ31 s automatickým vkladaním a vykladaním dielov. Po brúsení nasleduje kontrolná operácia. Po jej vykonaní nasledujú operácie, a to odhľovanie hrán ozubenia na odhľovacom stroji ChamferMatic a superfinišovanie ložiskových priemerov na superfinišovacom stroji Supfina TP90. Ďalším krokom je finálna kontrola ozubeného hriadeľa a konzervácia pred balením. Ozubené hriadele sú zabalené a presunuté na expedíciu, odkiaľ sú odosielané zákazníčkovi. Grafické znázornenie jednotlivých krokov brúsenia a orientácii uloženia hriadeľa pri superfinišovaní je na obrázku 22.



Obr. 22. Postup brúsenie a superfinišovania ozubeného hriadeľa.

Kontrola kvality je zabezpečená samokontrolou výrobných pracovníkov s podporou pracovníkov oddelenia kvality. Každý výrobný pracovník je zodpovedný za kvalitu ním

vykonanej operácie podľa pokynov stanovených v plánoch kontroly a riadenia a technologických postupoch pre výrobu. Kvalitatívnu kontrolu vyrábaných ozubených hriadeľov vykonávajú pri každom nastavení prvého kusa na stroji a následne v priebehu výrobného procesu podľa plánov kontroly. Vo výrobných procesoch bude využívaný elektronický alebo manuálny zber dát z meracích prostriedkov, ktorý umožňuje priebežné sledovanie, spracovanie a vyhodnotenie nameraných údajov prostredníctvom software qs-Stat, firmy Q-DAS.



Vysvetlivky k použítým tvarom					
	Začiatok/Koniec procesu		Inšpekcia		Uskladnenie
	Vonkajší zdroj		Rozhodovanie		Prichádzajúci tovar
	Proces		Nezhodný materiál		Transport

Obr. 23. Vývojový diagram procesu brúsenia, odihľovania, superfinišovania.

Vývojový diagram procesu (Obr. 23) bude použitý ako podklad pri:

- vypracovaní FMEA procesov,
- návrhu plánov kontroly a riadenia výroby ozubených hriadeľov pre jednotlivé operácie.

Pri detailnom definovaní materiálového a informačného toku bolo navrhnuté:

- presné rozmiestnenie jednotlivých výrobných zariadení, tak aby boli splnené bezpečnostné požiadavky a umožnený prístup k zariadeniam pri opravách,
- rozmiestnenie pracovných stolov a skriniek pre náradie, tak aby boli splnené požiadavky na ergonómiu pracoviska,
- rozmiestnenie meracích pracovísk, tak aby sa minimalizovali stratové časy pri meraní,
- inštalovanie dvoch PC terminálov, na ktorých budú dostupné plány kontroly a riadenia, software qs-Stat s modulom procela pre zadávanie nameraných dát,
- manipulačné vozíky a paletky pre jednoduchú manipuláciu s ozubenými hriadeľmi medzi jednotlivými výrobnými operáciami,
- sklad polotovarov ozubených hriadeľov v priestore nakladača brúsky Junker č. 1,
- sklad finálnych ozubených hriadeľov v priestore za brúskami Junker, blízko hlavnej dopravnej trasy.

6.5 FMEA procesu

FMEA procesu je metóda zameraná na identifikáciu a elimináciu známych, alebo potenciálnych chýb a problémov z hľadiska procesov skôr, než sa tieto chyby môžu prejaviť u zákazníka.

Na tvorbe FMEA procesu som sa podieľala ako člen tímu, spolu s procesnými inžiniermi zodpovednými za analyzované výrobné procesy (brúsenie, odihľovanie a superfinišovanie), pracovníkmi oddelenia kvality (inšpektor a manažér kvality) a zástupcom oddelenia konštrukcie so znalosťou konštrukcie a funkcie finálneho produktu.

Významná podpora bola poskytnutá procesným inžinierom pôvodného dodávateľa ozubených hriadeľov a projektovým inžinierom interného zákazníka, montážneho závodu v Ames. Ich znalosť výrobných a montážnych procesov pomohla správne identifikovať potenciálne chyby a ich príčiny pre jednotlivé výrobné operácie, ako aj potenciálne dôsledky chýb na funkčnosť finálneho výrobku.

Základnými podkladmi pre vypracovanie FMEA procesu boli:

- konštrukčná dokumentácia s identifikáciou zvláštnych znakov,
- vývojový diagram výrobného procesu,
- layout výrobného ostrova.

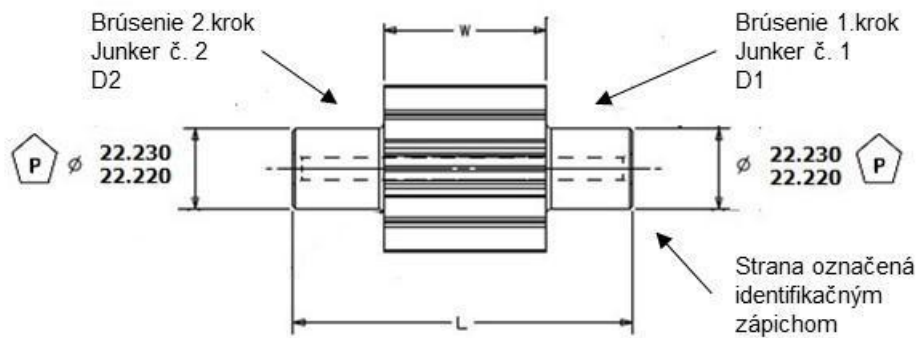
Na úvodnom stretnutí tím definoval a analyzoval jednotlivé procesy a operácie, ktoré sú popísané vo vývojovom diagrame výrobného procesu:

1. Identifikácia dielov
2. Presun dielov na brúsenie (k stroju Junker Juflex č.1)
3. Brúsenie 1. krok:
 - a) Brúsenie ložiskového priemeru 1 ($\phi 22,225 \pm 0,005$)
 - b) Brúsenie čela ozubenia 1
 - c) Brúsenie rádiusu (R 1,4 max.)
 - d) Brúsenie vonkajšej hlavovej kružnice ($\phi De \pm 0,0065$)
4. Brúsenie 2. krok:
 - a) Brúsenie ložiskového priemeru 2 ($\phi 22,225 \pm 0,005$)
 - b) Brúsenie rádiusu (R 1,4 max.)
 - c) Brúsenie čela ozubenia 2 (šírka ozubenia W $\pm 0,006$)
5. Presun dielov na odihľovanie
6. Odihľovanie
 - a) Odihľovanie hrán na čelách ozubenia (R 0,14 max.)
7. Presun dielov na Superfinašovanie
8. Superfinašovanie:
 - a) Ložiskové priemery po superfinašovaní ($\phi 22,220 \pm 0,005$)
 - b) Drsnosť ložiskových priemerov ($Ra < 0,1$)
9. Konzervácia
10. Balenie

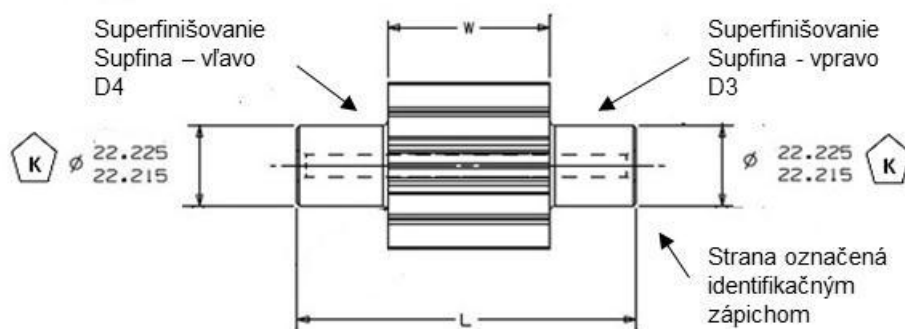
Špecifický dôraz pri definovaní potenciálnych chýb a ich dôsledkov sa venoval zvláštnym znakom identifikovaným v kapitole 6.2.

Pre brúsenie boli identifikované procesné znaky - ložiskové priemery D1 a D2 s rozmerom $22,225 \pm 0,005$ (Obr. 24). Pre superfinašovanie boli identifikované kľúčové znaky - ložiskové priemery D3 a D4 s rozmerom $22,220 \pm 0,005$ (Obr. 25).

Hnaný hriadeľ je symetrický, preto bolo priradené označenie D1 pri brúsení a D3 pri superfinišovaní na strane ozubeného hriadeľa s identifikačným zápichom.



Obr. 24. Procesné znaky identifikované pre brúsenie.



Obr. 25. Kľúčové znaky identifikované pre superfinišovanie.

Celý výrobný proces popísaný v kapitole 6.4 bol rozdelený na tri časti: brúsenie, odihľovanie a superfinišovanie. Pre každú časť výrobného procesu bola vypracovaná samostatná FMEA procesu na formulári uvedenom v prílohe P I. Každá FMEA začína identifikáciou dielov a končí presunom na nasledujúcu operáciu. V prípade superfinišovania je ukončená konzerváciou a balením.

Tvorba FMEA procesu je tímová práca. Potenciálne chyby a ich príčiny boli definované procesným inžinierom spolu s inšpektorom alebo manažérom kvality. Vplyv potenciálnych chýb na funkčnosť finálneho výrobku prípadne jeho zmontovateľnosť bola definovaná konštruktérom. Miera detekcie pri použití zamýšľanej kontrolnej metódy bola určená manažérom kvality.

Zvláštne znaky musia byť označené v stĺpci „Klasifikácia“ písmenom K pre kľúčový znak a písmenom P pre procesný znak. V stĺpci „Závažnosť“ im musí byť pridelené minimálna miera hodnotenia 8.

Pre kontrolu procesných a kľúčových znakov musí byť v stĺpci kontrola procesu uvažované s variabilnými meradlami (s odčítaním hodnoty) a s použitím SPC pre sledovanie dlhodobej spôsobilosti. Brainstormingom v tíme bola vyhodnotená a zapísaná miera závažnosti (S), výskytu (O) a odhalenia (D) jednotlivých potenciálnych chýb podľa kritérií definovaných globálnym štandardom Sauer-Danfoss GS-0008 uvedených v prílohe P II, P III a P IV.

Pre potenciálne chyby s celkovým rizikovým číslom $RPN > 100$ boli tímom doporučené nápravné opatrenia vo výrobných procesoch na zníženie miery ich výskytu, alebo nápravné opatrenia pre dosiahnutie redukcie v hodnotení miery odhalenia.

V rámci tímu podieľajúcom sa na tvorbe procesnej FMEA boli navrhnuté a odsúhlasené nápravné opatrenia aj pre potenciálne chyby s $RPN = 96$, keďže v našom konkrétnom prípade sa jednalo o procesné a kľúčové znaky.

Pri návrhu nápravných opatrení sa kládol dôraz v prvom rade na zníženie výskytu chýb, a až následne na ich lepšiu detekciu. Dobrým príkladom je implementácia pravidiel TPM na celom výrobnom ostrove podľa firemných štandardov (total productive maintenance) a zavedenie SPC (štatistické riadenie procesu) nielen pre procesné a kľúčové znaky. Pri chybách, kde nebolo možné účinne znížiť mieru výskytu bolo navrhnuté zlepšenie kontrolnej metódy (indikácia brúsnych trhlín), alebo bola navrhnutá zmena používaného meradla (meradlo šírky ozubenia Mesing s elektronickými snímačmi).

FMEA procesu pre brúsenie s identifikovanými chybami s $RPN \geq 100$ alebo $RPN = 98$, je uvedená v tabuľke 11. Kompletná FMEA procesov brúsenia, odihlovania, superfínišovania sú v prílohách P VIII, P IX, P X.

Tab. 11. FMEA procesu pre brúsenie.

Názov Brúsenie ozubených hriadeľov CNC brúska Junker Juflex 3000 E.J31	Procesná FMEA č. PFMEA - SK0035		Ustredný tím Martin Zelenak, Michal Durkech, Ladislav Talcik, Lucia Vojenciakova, Pavol Rigoci		Dátum FMEA 12/12/12		Strana z 1 1												
	Popis Brúsenie/Grinding Junker JUFLEX 3000 E.J31 (drsnosť a priemer ložiskového priemeru)		Zodpovednosť za proces Martin Zelenak		Vypracoval Vojenciaková		Kľúč. dátum 12/12/12												
Pvok procesu	Účel procesu	Potenciálny prejav chyby Technický/ Fyzický	Císlo chyby	Potenciálne dôsledky chyby/ Vnimanie zákazníka	Klasifikácia	Potenciálna príčina chyby	Výskyt (C)	Prevenicia	Verifikácia procesu	Detekcia	Zistenie (D)	RPN = SxOxD	Opportúne opatrenia	Zodpovedná osoba Dátum splnenia	Vykonalé opatrenia	Závažnosť (S)	Výskyt (C)	Zistenie (D)	RPN = SxOxD
Brúsenie č.1/2	Brúsenie ložiskového priemeru 1/2 22.225 ±0.005	nadmerné opotrebenie nástroja na superfinišovaní	6	nesprávne zoradenie, nesprávna korekcia, zlyhanie procesného meradla Movomatic	P	kontrola podľa kontrolného plánu - Hommel každý 15., SPC, kontrola teploty v chládiči	3	procesné meradlo Movomatic, SPC	kontrola podľa kontrolného plánu - Hommel každý 15., SPC, kontrola teploty v chládiči	96	96	Vymena / oprava procesných meradiel Movomatic, TPM	Martin Zelenak (Január 2013)	Opravené meradlá Movomatic, TPM plán	8	3	3	72	72
	Brúsenie hlavovej kružnice De ±0.0065	nedostiahnutá drsnosť po superfinišovaní	7	nesprávne zoradenie, nesprávna korekcia, zlyhanie procesného meradla Movomatic	P	kontrola podľa kontrolného plánu - Hommel každý 15., SPC, kontrola teploty v chládiči	3	procesné meradlo Movomatic, SPC	kontrola podľa kontrolného plánu - Hommel každý 15., SPC, kontrola teploty v chládiči	96	96	Vymena / oprava procesných meradiel Movomatic, TPM	Martin Zelenak (Január 2013)	Opravené meradlá Movomatic, TPM plán	8	3	3	72	72
	Brúsenie čela - šírka ozubenia W ±0.006	znižovaná životnosť finálneho produktu, zaseknutá jednotka	18	nesprávne nastavenie meradla Movomatic, nefunkčné meradlo, nesprávny prídavok na brúsenie, nesprávne nastavenie chladienia		kontrola podľa kontrolného plánu - Hommel, každý 15.	5	program pre brúsenie, nesprávna korekcia	60	60	Oprava meradiel Movomatic, Vytypovanie a objednanie špeciálneho meradla pre daný rozmer	Martin Zelenak (Január 2013)	Opravené meradlá Movomatic, TPM plán objednané	8	3	3	72	72	
		znižovaná životnosť finálneho produktu, znižovaná účinnosť	33	nesprávne obtiahnutie, nesprávne parametre, nedostatok chladienia, nesprávny posuv pri brúsení		vizuálna kontrola podľa kontrolného plánu, i. za zmenu, pri prestavení	5	program na obťahovanie kotúča, nastavenie chladienia, program pre brúsenie	120	120	Kontrola indikacným sprejom podľa kontrolného plánu + vizuálna kontrola	Martin Zelenak (Január 2013)	Kontrola indikacným sprejom podľa kontrolného plánu + vizuálna kontrola	8	3	3	72	72	

6.5.1 Nápravné opatrenia vyplývajúce z FMEA procesu

V tabuľke 12 sú uvedené identifikované potenciálne chyby s RPN > 100 a vykonané nápravné opatrenia s prepočítaným RPN:

Tab. 12. Identifikácia potenciálnych chýb, RPN > 100.

Účel procesu	Potenciálny prejav chyby	RPN S x O x D pred zavedením opatrení	Vykonané opatrenia	RPN S x O x D po zavedení opatrení
Brúsenie čela - šírka ozubenia W $\pm 0,006$	Nad / pod toleranciu	128 (8x4x4)	Opravené meradlá Movomatic, (TPM), nové meradlo MESING, SPC	72 (8x3x3)
Brúsenie čela - šírka ozubenia W $\pm 0,006$	Brúsne trhlinky	120 (8x3x5)	Kontrola indikačným sprejom podľa plánu kontroly	72 (8x3x3)

V tabuľke 13 sú uvedené identifikované potenciálne chyby s RPN = 96 pre procesné a kľúčové znaky (ložiskové priemery) a vykonané opatrenia s prepočítaným RPN:

Tab. 13. Identifikácia potenciálnych chýb, RPN = 96.

Účel procesu	Potenciálny prejav chyby	RPN S x O x D pred zavedením opatrení	Vykonané opatrenia	RPN S x O x D po zavedení opatrení
Brúsenie ložiskového priemeru 1/2 - $22,225 \pm 0,005$	Nad / pod toleranciu	96 (8x4x3)	Opravené meradlá Movomatic (TPM)	72 (8x3x3)
Superfinašovanie ložiskového priemeru 3/4 - $22,220 \pm 0,005$	Nad / pod toleranciu	96 (8x4x3)	Definované parametre superfinašovania	72 (8x3x3)

Po vypracovaní FMEA procesov je možné konštatovať, že vo výrobných procesoch bolo celkovo identifikovaných:

- 33 jedinečných potenciálnych chýb pre brúsenie, z toho 4 s RPN>100,
- 11 jedinečných potenciálnych chýb pre odihľovanie, z toho žiadna s RPN>100,
- 13 jedinečných potenciálnych chýb pre superfinašovanie, z toho 2 s RPN=96.

6.6 Predbežný plán kontroly a riadenia

Účelom vytvorenia plánu kontroly a riadenia je zabezpečenie kvality v procese výroby ozubených hriadeľov vo všetkých fázach (prototyp, PPAP, sériová výroba). Vo fáze schvaľovania do sériovej výroby (PPAP) bol navrhnutý predbežný plán kontroly a riadenia.

Predbežný plán kontroly a riadenia je popis meraní rozmerov, znakov a charakteristík s dôrazom na bezpečnostné, kľúčové a procesné znaky. Jeho účelom je zvládnuť potenciálnu nehodu počas alebo pred úvodnými výrobnými dávkami. Obsahuje prídavné kontroly produktu alebo procesu, ktoré sú zavedené dovtedy, kým nie je výrobný proces schválený.

Podobne ako v prípade FMEA procesu bol zostavený tím, ktorý spracoval predbežné plány kontroly a riadenia pre jednotlivé výrobné operácie. Tím pracoval v zložení procesní inžinieri zodpovední za dané výrobné procesy a inšpektor prípadne manažér kvality.

Nevyhnutnými podkladmi pre spracovanie predbežných plánov kontroly a riadenia boli:

- vývojový diagram procesu,
- identifikácia bezpečnostných, kľúčových, štandardných znakov,
- FMEA jednotlivých výrobných procesov,
- podklady z výroby prototypov a výroby podobných dielov.

Pre potreby PPAP boli spracované samostatné predbežné plány kontroly a riadenia pre brúsenie, odihľovanie (prílohy P XI, P XII, P XIII) a superfinišovanie (Tab. 14), na formulári OF-005-07-0001 z internej smernice spoločnosti Sauer-Danfoss PDLP-007-07.

Pri navrhovaní jednotlivých krokov v predbežných plánoch kontroly a riadenia sa využili poznatky z podobnej výroby ozubených hriadeľov pre vlastnú montáž, výroby prototypov ozubených hriadeľov pre D-sériu a doporučenia procesného inžiniera pôvodného dodávateľa.

V predbežných plánoch kvality a riadenia sa príslušnými symbolmi označili kľúčové a procesné znaky, podobne ako to bolo pri FMEA procese. Navrhnuté kontrolné metódy a frekvencie meraní vychádzajú z príslušnej FMEA procesu tak, aby boli dodržané definované miery detekcie. Ak to bolo možné, bola uprednostnená prevencia pred detekciou. Dôležitou súčasťou plánov kontroly a riadenia je tzv. reakčný plán popisujúci akcie v prípade zistenia nehody.

Spracované predbežné plány kvality a riadenia sú platné pre celú rodinu ozubených hriadeľov zo zoznamu uvedenom na výkrese č. 70015307 rev. B, pretože jednotlivé hriadele sa navzájom líšia len celkovou dĺžkou a šírkou ozubenia, čo nemá vplyv na predpísané meracie prostriedky a definovanú frekvenciu merania.

Podobne, ako platí pre FMEA procesov aj plány kontroly a riadenia sú živým dokumentom, ktoré sú preskúvané a revidované pri akýchkoľvek zmenách, ktoré sa týkajú produktu, výrobného procesu a systému merania.

Vo firme Sauer-Danfoss na plány kontroly a riadenia nadväzujú tzv. technologické a kontrolné postupy pre jednotlivé kroky výrobných operácií, ktoré okrem kontrolných metód (rozmer, tolerancia, meradlo, frekvencia merania, záznam) detailne definujú aj technologické parametre, nastavenia, použité nástroje a prípravky.

Po schválení PPAP budú predbežné plány kontroly a riadenia pre jednotlivé výrobné operácie aktualizované, tak aby zahŕňali skúsenosti získané pri opracovaní významnej výrobnéj dávky pre potreby PPAP.

Návrhy na zlepšenie:

- meranie šírky ozubenia pred založením do nakladača kalibrom namiesto posuvným meradlo – zjednodušenie, zrýchlenie, POKA-YOKE riešenie,
- použitie SPC pre všetky rozmery merané na optickom meracom prístroji Hommel Optic C305 – dáta sú odosielané automaticky, je potrebné dopracovať meracie plány v qs-Stat, pri splnení požiadaviek na dlhodobú spôsobilosť procesu je predpoklad zníženia frekvencie merania, v súčasnosti sa meria každý 15. diel,
- využiť rezervný drsnomer MAHR M2 pre merania drsnosti povrchov po brúsení na výrobnom ostrove 505, eliminujú sa tak stratové časy spôsobené nutnosťou merania drsností na inom výrobnom ostrove,
- dopracovať kontrolnú metodiku na odhaľovanie brúsnych trhlín pomocou indikačného spreja, tak aby kontrolu mohol vykonávať operátor brúsky,
- dovybaviť jednotlivé pracoviská komunálnymi meradlami potrebnými na kontrolu rozmerov pri zoradovaní.

6.7 Štúdia spôsobilosti meracieho systému (Gage R&R)

Cieľom štúdie spôsobilosti meracieho systému je zistiť, či merací systém má požadované štatistické vlastnosti. Vyhodnotenie požadovaných štatistických vlastností meracieho systému bolo vykonané podľa požiadaviek zákazníka, pomocou metódy „Average and Range Method“ (ARM) uvedenej v príručke MSA 3. vydanie, s referenciou na toleranciu meraného znaku. Pre potrebné výpočty a grafické spracovanie výsledkov štúdií bol použitý software qs-Stat, firmy Q-DAS, konkrétne modul spôsobilosť meradiel.

Podľa interných predpisov sa štúdia spôsobilosti meracieho systému vykonáva pre meracie zariadenie určené v plánoch kontroly a riadenia na kontrolu zvláštnych znakov definovaných v príslušnej FMEA návrhu a výkresovej dokumentácii.

Meracie zariadenie Hommel Optic C305

Meradlom, pre ktoré bola vypracovaná štúdia je optický merací prístroj Hommel Optic C305 (Obr. 26) na kontrolu rozmerov ložiskových priemerov, odchýlok tvaru a polohy a rádiusov ozubeného hriadeľa po výrobných operáciách brúsenie a superfinišovanie.



Obr. 26. Hommel Optic C305.

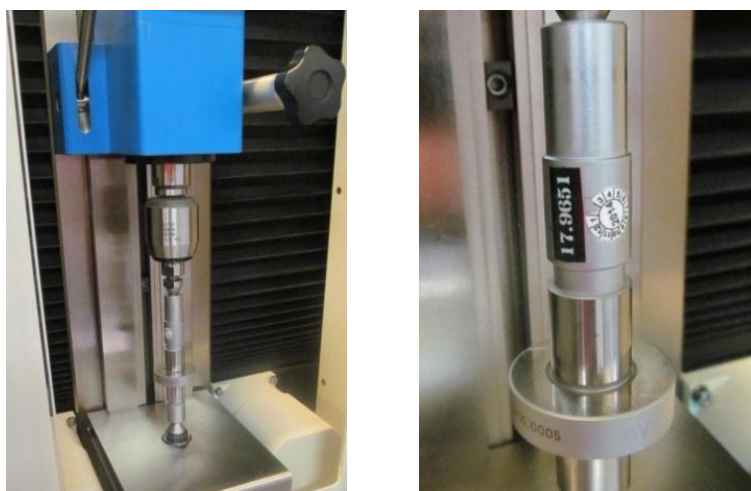
Tento merací prístroj je používaný aj pre súčasnú výrobu ozubených hriadeľov. Splňa požiadavky na presnosť a rýchlosť merania. Merací prístroj umožňuje meranie rotačných dielov do maximálneho priemeru 50 mm a dĺžky 300 mm. Meranie prebieha v automatickom režime podľa meracích programov spracovaných procesným inžinierom alebo technikom kvality. Namerané hodnoty je možné zobrazit' vo forme meracích protokolov alebo ich on-line odosielať na ďalšie spracovanie vo štatistickom software qs-Stat, firmy Q-DAS.

Štúdiá spôsobilosti zameraná na presnosť a strannosť

Pred samotnou štúdiou spôsobilosti meracieho systému bolo rozhodnuté overiť vhodnosť použitia optického meracieho prístroja Hommel Optic C305 na meranie ložiskového priemeru ozubeného hriadeľa s nominálnym rozmerom 22,220 mm a celkovou toleranciou 10 μm ($\pm 5 \mu\text{m}$), keďže doteraz bol používaný najmä na meranie ozubených hriadeľov s ložiskovým priemerom 17,97 mm a celkovou toleranciou 15 μm .

Štandardnou metódou pre výkon tejto štúdie je opakované meranie etalónu (Obr. 27), pre ktorý sú známe referenčné hodnoty meraného rozmeru. Podľa internej smernice (PDLP-007-07) bolo vykonaných 25 meraní etalónu, vrátane všetkých súvisiacich úkonov ako napr. čistenie a upínanie.

Namerané hodnoty pre štúdiu boli zapísané do predbežného záznamu o štúdiu (Tab. 15) a zároveň automaticky on-line odoslané po každom meraní do databázy pre následné spracovanie v štatistickom software qs-Stat, modul spôsobilosť meradiel.











Obr. 27. Meranie kontrolného etalónu.

Vyhodnotenie štúdie spôsobilosti zameranej na presnosť a strannosť

Vyhodnotenie štúdie spôsobilosti meracieho systému (Obr. 28) vrátane výpočtu indexov spôsobilosti bolo vykonané v štatistickom software qs-Stat podľa stratégie: Sauer-Danfoss SK / MSA 3. vydanie / ARM / Tolerancia / Postup 1, ktorá je detailne popísaná v teoretickej časti diplomovej práce, kapitola 3.7.

Tab. 15. Formulár na zber dát štúdie spôsobilosti (presnosť a strannosť).

 ŠTUDIA SPŔSOBILOSTI MERACIEHO SYSTÉMU SPOSOBILOŠŤ MERACIEHO ZARIADENIA (Predbežný záznam)									
 MERANÝ DIEL / VÝROBOK <small>(Maska dielov)</small>									
Názov dielu :	Hriadel 25,4 cc	NS :	1350 505						
Číslo dielu :	11039755	Zodpoved. za NS :	SLAVIK						
 MERANÝ ROZMER <small>(Maska znakov)</small>									
Názov rozmeru :	Ložiskový priemer	Horná tolerancia :	22,225						
Hodnota rozmeru :	22,220	Dolná tolerancia :	22,215						
 MERACIE ZARIADENIE <small>(Maska znakov)</small>									
Názov meradla :	Hommel Optic C305	Rozsah merania :	0,2 – 50 mm						
Evidenčné číslo :	MG 1012	Delenie :	0,1 μ m						
 ZOBRAZOVACIA JEDNOTKA		 ETALÓN <small>(Maska znakov)</small>							
Názov jednotky :	Hommel Optic C305	Názov etalóna :	Etalón - Junker						
Evidenčné číslo :	MG 1012	Evidenčné číslo :	MV 1003						
Delenie :	0,1 μ m	Hodnota etalóna :	17,9651						
 ZBER ÚDAJOV <small>(Maska znakov)</small>									
Meral	Martis	Zodpovedný/QM :	Rigoci						
Začiatok :	8:00 24.01.2013	Koniec :	10:00, 24.01.2013						
 TABUĽKA HODNŔT <small>(Maska hodnôt)</small>									
Meranie č.	Namer. hodnota	Meranie č.	Namer. hodnota	Meranie č.	Namer. hodnota	Meranie č.	Namer. hodnota	Meranie č.	Namer. hodnota
1	17,9649	6	17,9650	11	17,9651	16	17,9649	21	17,9650
2	17,9651	7	17,9652	12	17,9648	17	17,9648	22	17,9648
3	17,9650	8	17,9651	13	17,9650	18	17,9650	23	17,9649
4	17,9649	9	17,9649	14	17,9651	19	17,9652	24	17,9651
5	17,9651	10	17,9650	15	17,9651	20	17,9651	25	17,9649
POZNÁMKY :									

Diel čís. MV1003		Diel ozn. MV 1003			
Znak č.		Znak ozn. Ložiskový priemer D1			
Údaje z výkresu		Namerané hodnoty		Štatistické hodnoty	
x_m	= 17,965100			\bar{x}_g	= 17,965000
DTM	= 17,9601	$x_{min g}$	= 17,9648	s_g	= 0,00011902
HTM	= 17,9701	$x_{max g}$	= 17,9652	$ Bi = \bar{x}_g - x_m $	= 0,000100000
T	= 0,0100	R_g	= 0,0004		$n(ce)_{err}$
		$n(ce)_{cek}$	= 25		
Minimálna vzťažná hodnota pre spôsobilosť daného procesu merania					
$C_g = \frac{0,2 \cdot T}{4 \cdot s_g}$	= 4,20		1,33	$T_{min}(C_g)$	= 0,0031667
$C_{gk} = \frac{0,1 \cdot T - \bar{x}_g - x_m }{2 \cdot s_g}$	= 3,78		1,33	$T_{min}(C_{gk})$	= 0,0041660
%RES	= 1,00%		5	$T_{min}(RES)$	= 0,0020000
Merací systém je spôsobilý (RES, C _g , C _{gk} , Bi, EV)					
QS 9000 MSA 3rd ARM Tolerancia: ???					

Obr. 28. Výpočty indexov spôsobilosti c_g a c_{gk} v prostredí qs-Stat.

Na základe výsledkov (Tab. 16) bolo konštatované, že optický merací prístroj Hommel Optic C305 je vhodný na meranie ložiskového priemeru ozubeného hriadeľa s nominálnym rozmerom 22,220 mm a toleranciou $\pm 0,005$ mm, keďže stanovené požiadavky na jeho presnosť a strannosť sú splnené. Kompletná správa je v prílohe P XIV.

Tab. 16. Výsledky štúdie spôsobilosti zameranej na presnosť a strannosť.

Parameter	Označenie	Výsledok	Požiadavka
Index spôsobilosti vzhľadom na variabilitu	C_g	4,20	1,33
Index spôsobilosti vzhľadom na polohu	C_{gk}	3,78	1,33
Systematická odchýlka merania	BIAS	1 %	$\leq 5 \%$
Opakovateľnosť	EV %	4,76 %	$\leq 20 \%$
Rozlíšenie	RES %	1 %	$\leq 5 \%$

Štúdia spôsobilosti meracieho systému Gage R&R

Táto štúdia spôsobilosti je zameraná na opakovateľnosť a reprodukovateľnosť meracích zariadení. Určení pracovníci, v našom prípade dvaja, zmerajú každý z 10 vybraných, vopred očistených dielov 3 krát v náhodnom poradí, vrátane upnutia a odobratia dielu z meracieho prístroja za rovnakých podmienok, ako pri bežnom výrobnom procese.

Diely pre štúdiu boli vybrané tak, aby reprezentovali, čo najväčšie percento celkovej šírky procesu (doporučuje sa viac ako 50%). Diely (Obr. 29) boli dôkladne očistené a označené poradovými číslami od 1 po 10.



Obr. 29. Ozubené hriadele pre Gage R&R.

Základným predpokladom je, že meradlo, ktoré je predmetom previerky, je v platnom kalibračnom stave. Pracovníci vykonávajúci meranie museli pochopiť, že sa vyhodnocuje spôsobilosť meradla, meracieho procesu a nie ich schopnosti.

Je potrebné, aby pri meraní bola dodržaná zásada náhodnosti. Preto je nutné, aby pracovníci merali vybrané diely v náhodnom poradí. Inžinier kvality zodpovedný za koordináciu merania a zapisovanie musí namerané hodnoty zapisovať do príslušných buniek, podľa poradového čísla kusa k prislúchajúcemu pracovníkovi.

Namerané hodnoty pre štúdiu sú zapísané do predbežného záznamu o štúdiu (Tab. 17) a zároveň automaticky on-line odoslané po každom meraní do databázy pre následné spracovanie v štatistickom software qs-Stat.

Vyhodnotenie štúdie spôsobilosti Gage R&R

Vyhodnotenie štúdie spôsobilosti meracieho systému bolo vykonané prostredníctvom štatistického softvéru qs-Stat podľa zvolenej stratégie: Sauer-Danfoss SK / MSA 3. vydanie / ARM / Tolerancia / Postup 3, ktorá je detailne popísaná v teoretickej časti diplomovej práce, kapitola 3.7.

Tab. 17. Zberový formulár pre štúdiu Gage R&R.

	ŠTUDIA SPOSOBILOSTI MERACIEHO SYSTÉMU								
	OPAKOVATEĽNOSŤ A REPRODUKTOVATEĽNOSŤ (Predbežný záznam)								
MERANÝ DIEL / VÝROBOK <small>(Merka dielov)</small>									
Označenie :	Hriadel 25,4 cc			NS :	1350 505				
Číslo :	11039755			Majiteľ :	Slavik				
MERANÝ ROZMER <small>(Merka znakov)</small>					MERACÍ PROSTRIEDOK <small>(Merka znakov)</small>				
Číslo / Názov :	Ložiskový priemer 1 (D3)				Názov :	Hommel Optic C305			
Hodnota :	22,220				Evid. číslo :	MG 1012			
Horná tolerancia :	22,225				Rozsah merania :	0,2 – 50 mm			
Dolná tolerancia :	22,215				Delenie stupnice :	0,0001 mm			
ZBER ÚDAJOV <small>(Merka znakov)</small>									
Pracovník A	Martis			Zodpovedný/QM :	Rigoci				
Pracovník B	Bucu			Začiatok :	8:00, 28.01.2013				
Pracovník C	-			Koniec :	11:00, 28.01.2013				
TABUĽKA HODNÔT <small>(Merka hodnôt)</small>									
Meranie/ Diel č.	A			B			C		
	I.	II.	III.	I.	II.	III.	I.	II.	III.
1	22,2243	22,2241	22,2245	22,2240	22,2239	22,2242			
2	22,2214	22,2210	22,2217	22,2212	22,2214	22,2211			
3	22,2188	22,2186	22,2189	22,2190	22,2192	22,2194			
4	22,2216	22,2214	22,2218	22,2215	22,2216	22,2212			
5	22,2261	22,2259	22,2263	22,2247	22,2243	22,2246			
6	22,2194	22,2195	22,2191	22,2191	22,2190	22,2189			
7	22,2162	22,2162	22,2164	22,2168	22,2165	22,2169			
8	22,2207	22,2206	22,2204	22,2209	22,2206	22,2208			
9	22,2184	22,2182	22,2187	22,2180	22,2181	22,2182			
10	22,2247	22,2245	22,2249	22,2243	22,2242	22,2246			
POZNAMKY :									

Výpočty a výsledky z prostredia software qs-Stat, modul spôsobilosť meradiel, sú znázornené na obrázku 30. Kompletná správa štúdie Gage R&R je v prílohe P XV.

Diel čís.	11039755	Diel ozn.	Hriadel
Znak č.	1/2	Znak ozn.	Ložiskový priemer
Opakovateľnosť	$EV = K_1 \cdot \bar{R}$	=	0,00019657
Opakovateľnosť	$\%EV = 6 \cdot \frac{EV \cdot 100\%}{T}$	=	11,79%
Reprodukovateľnosť	$AV = \sqrt{(K_2 \cdot \bar{\sigma}_{dm})^2 - (EV^2 / (n \cdot r))}$	=	0,000043726
Reprodukovateľnosť	$\%AV = 6 \cdot \frac{AV \cdot 100\%}{T}$	=	2,62%
Variabilita meracieho systému	$GRR = \sqrt{EV^2 + AV^2}$	=	0,00020138
Variabilita meracieho systému	$\%GRR = 6 \cdot \frac{GRR \cdot 100\%}{T}$	=	12,08%
Variabilita dielov	$PV = K_3 \cdot R_p$	=	0,0025741
Variabilita dielov	$\%PV = 6 \cdot \frac{PV \cdot 100\%}{T}$	=	154,45%
Počet rozlišovateľných tried	ndc	=	18
Merací systém je spôsobilý (RES,%GRR,ndc)			
QS-9000 MSA (3 Edition) ARM - Tolerance: ARM			
$T_{min}(\%GRR)$	0,0060413	$T_{min}(\%GRR)$	0,0040276
Súčet. konšt. K_1	= 0,5868	Súčet. konšt. K_2	= 0,7071
		Súčet. konšt. K_3	= 0,3146

Obr. 30. Výpočty a výsledky Gage R&R v prostredí qs-Stat.

Na základe výsledkov štúdie Gage R&R meracieho systému (Tab. 18) mohlo byť konštatované, že navrhnutý merací systém Hommel Optic C305 spĺňa stanovené požiadavky a je vhodný na meranie ložiskového priemeru ozubeného hriadeľa s nominálnym rozmerom 22,220 mm a toleranciou $\pm 0,005$ mm.

Tab. 18. Výsledky štúdie Gage R&R.

Parameter	Označenie	Výsledok	Požiadavka
Opakovateľnosť a reprodukovateľnosť	% GRR	12,08 %	$\leq 20\%$
Rozlíšenie	% RES	1,00 %	$\leq 5\%$
Počet rozlišiteľných tried	Ndc	18	≥ 5

Návrhy na zlepšenie meracieho systému

Na základe poznatkov a výsledkov získaných pri vyhodnotení spôsobilosti meracieho systému boli tímom navrhnuté opatrenia na zlepšenie meracieho systému pri následnej sériovej výrobe:

- umiestniť meracie zariadenie na vzduchové podložky s cieľom tlmiť vibrácie od strojov umiestnených v okolí,
- vybaviť pracovisko malou ultrazvukovou práčkou na čistenie ozubených hriadeľov pred meraním,
- v kontrolnom postupe definovať upnutie ozubeného hriadeľa pre meraní identifikačným zápichom k spodnému hrotu, čím je zabezpečené správne priradenie meraného rozmeru podľa meracieho programu,
- definovať rozdielne prístupové práva pre samotné meranie ozubených hriadeľov a pre vytváranie prípadne úpravu meracích programov pre operátorov výroby, procesných inžinierov a pracovníkov oddelenia kvality,
- zaviesť pravidelnú medzikalibračnú kontrolu optického meracieho prístroja Hommel Optic C305 podľa spracovaného kontrolného postupu (kontrola stability opakovaným meraním kontrolného etalónu),
- opakovať štúdiu Gage R&R pre optický merací prístroj Hommel Optic C305 po pravidelnej kalibrácii zabezpečovanej výrobcom zariadenia (1 x ročne).

6.8 Počiatočná štúdia výkonnosti výrobného procesu

Počiatočná štúdia výkonnosti výrobného procesu bola vykonaná overením indexov výkonnosti P_p a P_{pk} pre procesné znaky (ložiskové priemery D1 a D2) a kľúčové znaky (ložiskové priemery D3 a D4).

Po dohode so zákazníkom bolo kompletne opracovaných 50 ozubených hriadeľov, ktoré predstavovali významnú výrobnú dávku. Výrobný proces prebiehal v zhode s vývojovým diagramom procesu prezentovaným v kapitole 6.4, na výrobných zariadeniach rozmiestnených podľa layoutu prezentovanom takisto v kapitole 6.1.2 a vo výrobnom takte plánovanom pre sériovú výrobu.

Pred samotným opracovaním významnej výrobnéj dávky prebehlo overovanie jednotlivých výrobných operácií v trvaní niekoľkých týždňov, pričom bolo opracovaných niekoľko stoviek ozubených hriadeľov. Táto prípravná fáza bola využitá na zaškolenie pracovníkov,

overenie programov pre opracovanie, overenie náradia a prípravkov a overenie vhodnosti použitých meradiel a meracích zariadení. Počas tejto prípravnej fázy sa takisto eliminovali všetky zvláštne príčiny, ktoré vplývali na stabilitu jednotlivých výrobných procesov. Napriek tomu, že všetky výrobné zariadenia boli presunuté z výrobného závodu Freeport v USA, kde pracovali v sériovej výrobe, ukázalo sa nevyhnutné vykonať opravy niektorých mechanických a elektronických častí, ktoré spôsobovali nestabilitu procesov.

Najväčšie nevyhnutné opravy:

- pre veľké vibrácie bola nutná výmena ložiska vretena brúsneho kotúča v stroji Junker Juflex č. 2, a takisto boli zrepasované upínacie zariadenia na oboch brúskach Junker Juflex,
- pre časté skratovanie z dôvodu zatekania chladiacej emulzie muselo byť zakúpené nové procesné meradlo Movomatic pre brúsku Junker Juflex č. 1,
- pre kolísanie prítlaku pri superfinišovaní boli zakúpené 2 nové superfinišovacie hlavy.

Po odstránení všetkých známych zvláštnych príčin kolísania procesov bolo možné konštatovať, že výrobné procesy opracovania ozubených hriadeľov sú v štatisticky zvládnutom stave a na proces vplývajú len náhodné príčiny.

Príprava počiatkovej štúdie výkonnosti výrobného procesu

Pre počiatkovú štúdiu bola použitá významná výrobná dávka (Obr. 31), ktorú po dohode so zákazníkom predstavovalo 50 kusov ozubených hriadeľov p/n 11039755, ktoré boli očíslované poradovými číslami od 1 po 50. Tieto ozubené hriadele boli postupne opracované na výrobnom ostrove 505 (Obr. 32). Obrúsené na brúskach Junker Juflex č. 1 a č. 2, odihlené na stroji Chamfermatic a superfinišované na stroji Supfina TP90.

Kontrola opracovaných ozubených hriadeľov prebehla podľa plánov kontroly a riadenia. Procesné znaky (ložiskové priemery po brúsení) a kľúčové znaky (ložiskové priemery po superfinišovaní) boli skontrolované na optickom meracom prístroji Hommel Optic C305, s cieľom overiť počiatkovú výkonnosť oboch procesov a ich vzájomné nastavenie.



Obr. 31. Významná výrobná dávka.

Pred opracovaním významnej výrobnéj dávky boli výrobné procesy nastavené a overené vyprodukovaním niekoľkých ozubených hriadeľov. Po ich skontrolovaní a uistení sa, že výrobné procesy sú stabilné a dostatočne vystredené vzhľadom k definovaným toleranciam, boli očíslované hriadele založené do nakladača brúsky Junker Juflex č. 1. Obidve brúsky Junker Juflex pracovali v plne automatickom režime, tak ako je to plánované v sériovej výrobe. Procesné meradlá Movomatic riadili proces brúsenia s ohľadom na celkové prídavky na brúsenie. Po brúsení nasledovalo odihlenie na stroji Chamfermatic a superfinišovanie ozubených hriadeľov na stroji Supfina TP90. Obsluha zariadení dodržiavala všetky postupy a pravidlá definované v plánoch kontroly a riadenia ako aj platné bezpečnostné predpisy a pokyny.



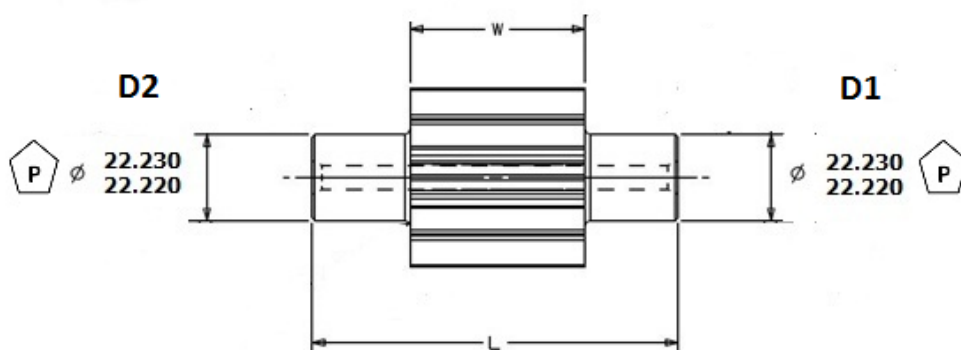
Obr. 32. Výrobný ostrov 505.

Zber dát pri počítačovej štúdii výkonnosti výrobného procesu

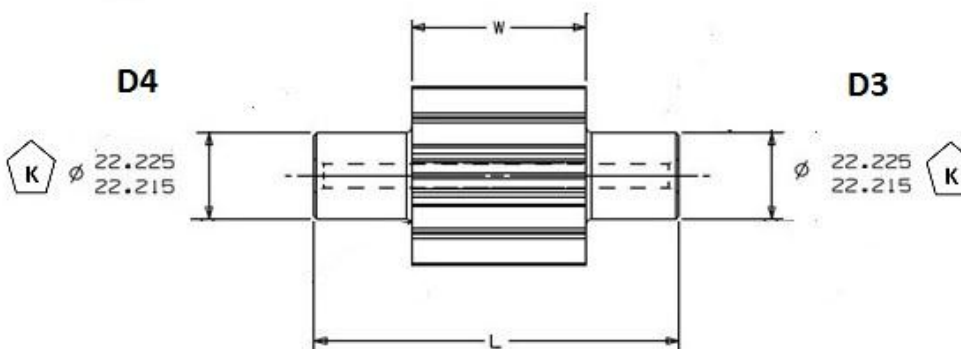
Merania ložiskových priemerov sa vykonávali po brúsení a po superfinišovaní. To znamená, že pre jeden hriadeľ sú pre výpočet indexov výkonnosti dve merania po brúsení (priemer D1 a D2) a dve merania po superfinišovaní (priemer D3 a D4). Celkový prehľad jednotlivých znakov je uvedený v tabuľke 19 a grafické znázornenie je na obrázkoch 33 a 34.

Tab. 19. Prehľad rozmerov ložiskových priemerov.

Znak / Označenie / Klasifikácia	Stroj	Rozmer / Tolerancia
Ložiskový priemer / D1 / Procesný	Junker Juflex č.1	$22,225 \pm 0,005$
Ložiskový priemer / D2 / Procesný	Junker Juflex č.2	$22,225 \pm 0,005$
Ložiskový priemer / D3 / Kľúčový	Supfina TP90	$22,220 \pm 0,005$
Ložiskový priemer / D4 / Kľúčový	Supfina TP90	$22,220 \pm 0,005$



Obr. 33. Procesné znaky identifikované pre brúsenie.



Obr. 34. Kľúčové znaky identifikované pre superfinišovanie.

Pri meraní sa dodržiavala postupnosť podľa poradových čísiel, aby sa vedeli odhaliť trendy a zvláštne príčiny vplývajúce na stabilitu procesov. Z porovnania nameraných údajov pre jednotlivé ozubené hriadele sa určil úber materiálu pri superfinišovaní, čo pomôže správne nastaviť proces brúsenia. Počiatočné definovanie rozmeru ložiskových priemerov po brúsení sa urobilo na základe doporučení kolegov z Freeportu. Takisto sa zaznamenávalo, kedy v priebehu procesu brúsenia boli brúsne kotúče na jednotlivých brúskach obtiahnuté diamantom (po každom 15. hriadeli), čo mohlo mať takisto vplyv na počiatočnú výkonnosť procesu. S výmenou superfinišovacích kameňov počas opracovania významnej dávky (50 ks) sa nepredpokladalo, kdeže ich priemerná životnosť je cca 200 hriadeľov.

Aj keď sa jedná o automatické meranie podľa meracích programov, meranie rozmerov pre počiatočnú štúdiu spôsobilosti vykonával skúsený pracovník oddelenia kvality, aby sa minimalizovali chyby pri samotnom meraní. Obsluha stroja vykonávala kontrolu ostatných rozmerov podľa plánov kontroly a riadenia. Na príprave, realizácii a vyhodnotení počiatočnej štúdie spôsobilosti výrobného procesu sa zúčastňovali inžinier kvality, manažér kvality a zodpovední procesní inžinieri.

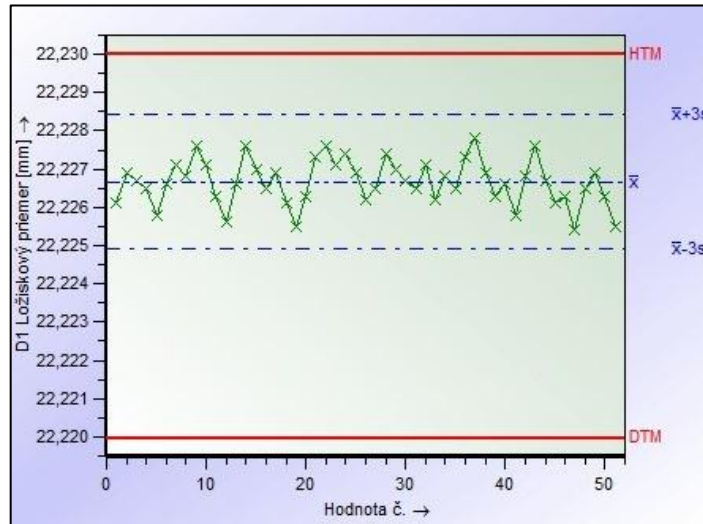
Vyhodnotenie počiatočnej štúdie výkonnosti výrobného procesu

Pre preverované procesy opracovania (brúsenie a superfinišovanie) boli na základe požiadavky zákazníka vypočítané z nameraných údajov predbežné indexy výkonnosti P_p a P_{pk} , pretože súbor obsahuje z pohľadu štatistiky malé množstvo údajov (50) pre každý rozmer a dáta sú zbierané v krátkom časovom intervale. V literatúre sa indexy výkonnosti procesu P_p a P_{pk} uvádzajú aj ako “krátkodobá spôsobilosť” alebo “počiatočná spôsobilosť procesu”. Vzorce pre výpočty sú uvedené v teoretickej časti 3.8.

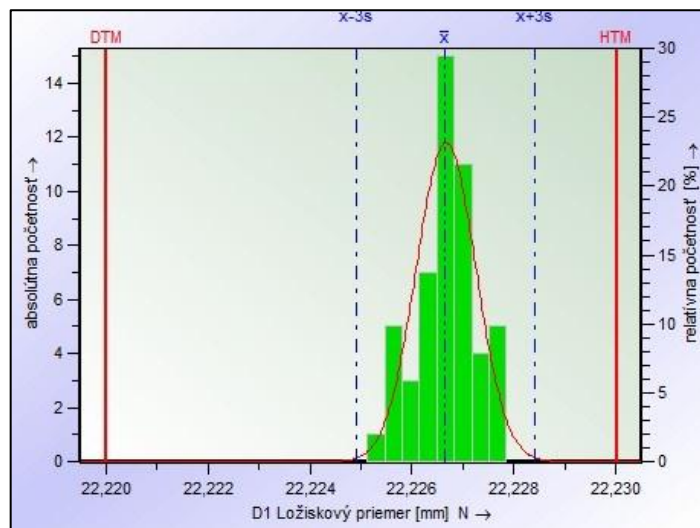
Interpretácia výsledkov štúdie výkonnosti výrobného procesu

Namerané hodnoty jednotlivých ložiskových priemerov boli z optického meracieho prístroja Hommel Optic C305 on-line odosielané do databázy pre spracovanie v štatistickom software qs-Stat podľa stanovenej stratégie vyhodnotenia pre PPAP dávku. Po ukončení všetkých výrobných a kontrolných operácií sa z prostredia software qs-STAT vygenerovali potrebné grafické výstupy a záverečné výsledné správy pre všetky hodnotené znaky (D1, D2, D3 a D4) vo formáte PDF, ktoré budú súčasťou PPAP balíka predloženého na schválenie zákazníkovi (P XVI až P XIX).

Ako príklad sú uvedené niektoré grafické výstupy dostupné v software qs-Stat (Obr. 35, Obr. 36) a výpočty indexov pre procesný znak ložiskový priemer D1, ktorý bol opracovaný v 1. kroku na stroji Junker Juflex č. 1 (Obr. 37).




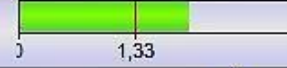
Obr. 35. Priebeh nameraných hodnôt pre priemer D1.



Obr. 36. Model Normálneho rozdelenia pre priemer D1.

Z priebehu nameraných hodnôt na obrázku 35 a histogramu na obrázku 36 vidíme malý rozptyl hodnôt a súčasne posun priemernej hodnoty smerom k hornej hranici tolerancie. Už na prvý pohľad je teda zrejmé, že hodnota P_p bude nad požadovanou hodnotou 1,83 a hodnota P_{pk} bude relatívne horšia.

Software qs-Stat vykonáva všetky potrebné analýzy a výpočty podľa nastavenej stratégie vyhodnotenia pre PPAP dávku, pričom umožňuje definovať špecifické požiadavky jednotlivých užívateľov, ako sú napr. minimálne požiadavky na P_p a P_{pk} , alebo minimálny počet hodnotených dát.

Diel čís. 11039755		Diel ozn.		Hriadel	
Znak č. 1		Znak ozn. D1 Ložiskový priemer			
Údaje z výkresu		Namerané hodnoty		Štatistické hodnoty	
T_m	22,2250			\bar{x}	22,226686
DTM	22,2200	x_{min}	22,2254	$\bar{x}-3s$	22,224979
HTM	22,2300	x_{max}	22,2278	$\bar{x}+3s$	22,228393
T	0,0100	R	0,0024	6s	0,003414
		$n_{<T>}$	50	$p_{<T>}$	100,00000 %
		$n_{>HTM}$	0	$p_{>HTM}$	0,00000%
		$n_{<DTM}$	0	$p_{<DTM}$	0,00000%
		$n(CeI)_{epr}$	50		
		$n(CeI)_{cekk}$	50		
Znak: trieda			veľmi významný (sign.)		
Modelové rozdelenie			Normálne rozdelenie		
spôsobilosť (potenciál procesu)	P_p	2,35 □ 2,93 □ 3,51			
využitie spôsobilosti	P_{pk}	1,55 □ 1,94 □ 2,34			
↑ Požiadavky splnené (P_p, P_{pk}) ↑					
Požiadavka spôsobilosť (potenciál procesu)	P_p j.m.	1,83			
Požiadavka využitie spôsobilosti	P_{pk} j.m.	1,33			

Obr. 37. Výpočty indexov výkonnosti pre ložiskový priemer D1

Priebehy nameraných hodnôt a histogramy pre všetky preverované procesné a kľúčové znaky spĺňajú charakteristiky stabilného procesu popísaného normálnym rozdelením hodnôt bez systematických vplyvov (Obr. 38).

Diel čís. 11039755		Diel ozn.		Hriadel				
Znak č.	Znak ozn.	\bar{x}	s	Index	Index		Priebeh meraní - Hodnoty	Histogram - Hodnoty
1	D1 Ložiskový priemer	22,226686	0,00056893	$P_p = 2,93$	$P_{pk} = 1,94$	↑		
2	D2 Ložiskový priemer	22,225842	0,00076321	$P_p = 2,18$	$P_{pk} = 1,82$	↑		
3	D3 Ložiskový priemer	22,221580	0,00071714	$P_p = 2,32$	$P_{pk} = 1,59$	↑		
4	D4 Ložiskový priemer	22,220766	0,00086085	$P_p = 1,94$	$P_{pk} = 1,64$	↑		

Obr. 38. Prehľad výsledkov počiatočnej štúdie spôsobilosti.

Na základe vypočítaných indexov výkonnosti, uvedených v tabuľke 20, bolo konštatované, že obidva overované výrobné procesy, brúsenie a superfinišovanie ložiskových priemerov ozubených hriadel'ov, ktoré sú definované ako procesné a kľúčové znaky, spĺňajú požiadavky špecifikované zákazníkom: $P_p \geq 1,83$ a $P_{pk} \geq 1,33$. Kompletné správy s indexami výkonnosti sú v prílohách P XVI až P XIX.

Tab. 20. Kompletné výsledky počiatocnej štúdie výkonnosti.

Parameter	Tolerancia	\bar{X}	σ	P_p	P_{pk}	Požiadavka
Ložiskový priemer D1 - brúsenie	22,225 ±0,005	22,2267	0,0005689	2,93	1,94	$P_p \geq 1,83$ $P_{pk} \geq 1,33$
Ložiskový priemer D2 - brúsenie	22,225 ±0,005	22,2258	0,0007632	2,18	1,82	
Ložiskový priemer D3 - superfiniš	22,220 ±0,005	22,2216	0,0007171	2,32	1,59	
Ložiskový priemer D4 - superfiniš	22,220 ±0,005	22,2073	0,0009491	1,94	1,64	

Návrhy na zlepšenie

Na základe výsledkov a poznatkov, získaných pri vyhodnotení počiatocnej výkonnosti pre procesy brúsenia a superfinišovania boli navrhnuté opatrenia na zlepšenie dlhodobej spôsobilosti C_p a C_{pk} v priebehu následnej sériovej výroby:

- vždy orientovať ozubené hriadele v nakladači brúsky Junker Juflex č. 1, tak aby garantovaná strana hriadeľa (označená identifikačným zápichom na čele) bola vždy brúsená v kroku č. 1 na brúske č. 1,
- vytvoriť meracie plány na optickom meracom zariadení Hommel Optic C305 pre všetky druhy ozubených hriadel'ov,
- vybaviť jednotlivé pracoviská v rámci výrobného ostrova komunálnymi meradlami (posuvné meradlá, mikrometre, passametre) vyžadovanými v plánoch kontroly a riadenia prípadne v technologických a kontrolných postupoch,

- zabezpečiť dva PC terminály s inštaláciou software qs-Stat, modul Procella a vytvoriť samostatné meracie plány pre on-line odosielanie údajov z merania šírky ozubenia po brúsení a merania drsností povrchov po superfinišovaní,
- v kontrolnom postupe definovať upnutie ozubeného hriadeľa pre meraní na meracom prístroji Hommel Optic C305 identifikačným zápichom k spodnému hrotu, čím je zabezpečené správne priradenie meraného rozmeru podľa meracieho programu,
- sprístupniť plány kontroly a riadenia, technologické a kontrolné postupy, výkresy a ostatnú dokumentáciu a výkresy na PC termináloch,
- definovať nastavenie prítlaku superfinišovacích hlavíc a ostatných parametrov superfinišovania v technologickom a kontrolnom pláne pre superfinišovanie (prítlak, frekvencia a čas superfinišovania),
- priebežne sledovať dlhodobé indexy spôsobilosti pre jednotlivé výrobné operácie (brúsenie a superfinišovanie), na základe výsledkov revidovať frekvenciu merania a prídavok na superfinišovanie (v súčasnosti 5 μ m).

6.9 Kontrolná správa prvej vzorky (ISIR)

Pomocou kontrolnej správy prvej vzorky (ISIR) bolo dokladované zákazníkovi, že všetky požiadavky na rozmery, tolerancie, znaky a charakteristiky definované v konštrukčnej dokumentácii sú úplne splnené.

Zákazník požadoval vykonať kompletne meranie pre ISIR na 3 ozubených hriadel'och p/n 11039755 z významnej výrobnéj dávky (50 ks) vyprodukovanej pre overenie počiatocnej výkonnosti procesov. Pre samotnú kontrolu boli vybrané hriadele s označením č. 1, č. 25 a č. 45, tak aby bolo zachytené nastavenie procesu na začiatku, v strede a na konci opracovania významnej výrobnéj dávky. Ozubené hriadele č. 1 a č. 45 zároveň reprezentujú prvý a posledný hriadeľ obrúsený po a pred obtiahnutím brúsnych kotúčov na brúskach Junker Juflex č. 1 a č. 2. Opotrebenie brúsnych kotúčov medzi jednotlivými obtiahnutiami má vplyv na drsnosť povrchov a veľkosť rádiusov, pričom postupným opotrebením brúsneho kotúča sa drsnosti povrchov zlepšujú a rádiusy zväčšujú.

Samotné meranie ozubených hriadel'ov vykonával skúsený pracovník oddelenia kvality s použitím meracích zariadení a meradiel stanovených v plánoch kontroly a riadenia.

Ako referencia pre meranie bol použitý výkres č. 70015307 revízia B, (Príloha P XX), ktorý bol pre potreby ISIR doplnený identifikačnými číslami pri jednotlivých rozmeroch, znakoch a charakteristikách. Tieto identifikačné čísla sú taktiež uvedené v ISIR. Súčasťou ISIR sú aj protokoly a záznamy z meracích zariadení ako napr. optický merací prístroj Hommel Optic C305 (merania ložiskových priemerov, odchýlky tvaru a polohy, rádiusy) a drsnomerov Mahr M2 prípadne Zeiss Surfcom Flex (drsnosti povrchov po brúsení a superfínišovaní).

Na základe výsledkov uvedených v ISIR, tabuľka 21, je možné konštatovať, že všetky požiadavky na rozmery, tolerancie, znaky a charakteristiky definované v konštrukčnej dokumentácii pre ozubený hriadeľ p/n 11039755 sú úplne splnené.

Tab. 21 Kontrolná správa prvej vzorky (ISIR)

SAUER DANFOSS		QUALITY REPORT			Report N: SK027/13		
Edit by: Quality Control Dep.		First Sampling Report			Date: 29/01/13		
Revision n° 0		ISIR			Page: 1 of 1		
Supplier TurolaOCG Povazska		Made with equipment : <input type="checkbox"/> Temporary <input checked="" type="checkbox"/> Definitive		<input checked="" type="checkbox"/> Batch <input type="checkbox"/> Sample	Quantity 3	Delivery No Date 29.01.	
Product or component description IDLER GEAR – 25,4 cc (pn 11039755)				Drawing No.: 70015307 B		Order No PPAP	
<input type="checkbox"/> NEW PRODUCT		<input checked="" type="checkbox"/> NEW SUPPLIER		<input type="checkbox"/> NEW MANUFACTURING EQUIPMENT			
<input type="checkbox"/> MODIFIED PRODUCT		<input type="checkbox"/> NEW PROCESS		<input type="checkbox"/> MODIFIED MANUFACTURING EQUIPM.			
Ref.	Checked Features	Prescribed Values	Values found on each samples				
			Checked samples references				
			1	2	3	4	5
1	Šírka ozubenia – W	25,394 ±0,008	25,396	25,393	25,392		
2	Ložiskový priemer – 1 (ID zápich) – K znak	22,220 ±0,005	22,2226	22,2218	22,2212		
3	Ložiskový priemer – 2 – K znak	22,220 ±0,005	22,2213	22,2195	22,2203		
4	Radiálne hádzanie lož. priemeru – 1	0,005 AB	0,0008	0,0012	0,0018		
5	Radiálne hádzanie lož. priemeru – 2	0,005 AB	0,0010	0,0015	0,0014		
6	Vonkajší priemer ozubenia	48,406 ±0,0065	48,4064	48,4049	48,4083		
7	Sumáme hádzanie vonkajšieho priemeru	0,013 AB	0,0035	0,0043	0,0048		
8	Celková dĺžka hriadeľa – L	76,20±0,25	76,25	76,23	76,17		
9	Dĺžka ložiskového priemeru (ident. zápich)	25,40±0,25	25,45	25,42	25,39		
10	Rádus medzi lož. priemerom 1 a čelom	1,40±0,13	1,35	1,43	1,38		
11	Rádus medzi lož. priemerom 2 a čelom	1,40±0,13	1,37	1,42	1,41		
12	Kolmosť čela ozubenia k lož. priemeru – 1	0,005 AB	0,002	0,001	0,002		
13	Kolmosť čela ozubenia k lož. priemeru – 2	0,005 AB	0,001	0,003	0,001		
14	Axiálne hádzanie čela k lož. priemeru – 1	0,005 AB	0,003	0,001	0,002		
15	Axiálne hádzanie čela k lož. priemeru – 2	0,005 AB	0,002	0,002	0,001		
16	Drsnosť povrchu lož. priemeru – 1	Ra < 0,1	0,052	0,063	0,048		
17	Drsnosť povrchu lož. priemeru – 2	Ra < 0,1	0,061	0,066	0,057		
18	Drsnosť čela ozubenia – 1	Ra < 0,25	0,135	0,152	0,160		
19	Drsnosť čela ozubenia – 2	Ra < 0,25	0,158	0,125	0,141		
20	Drsnosť na hlavovej kružnici ozubenia	Ra < 0,8	0,284	0,351	0,373		
21	Rádus na hlavovej kružnici (bez ostrín)	R 0,14 max.	0,08	0,07	0,11		
Note: PPAP dávka 50 kusov - # 1, # 25, # 45							
<input checked="" type="checkbox"/> Sampling approved		<input type="checkbox"/> Sampling approved with the condition to eliminate the defects detailed on following features references:		<input type="checkbox"/> Sampling not approved for the message defects on following references:			
<input type="checkbox"/> New sampling batch is required		Quality Inspector Miroslav Machyl	Quality Assurance Pavol Rigoci	Date 29/01/13			

6.10 Sprievodka predloženia dielu (PSW)

Formulár PSW je zastrešujúcim dokumentom, ktorý jednoznačne definuje produkt a proces, ktorého sa schvaľovanie týka, rozsah dokumentácie požadovanej zákazníkom, prehlásenie organizácie o zhode prípadne nezhode s požiadavkami zákazníka a schválenie alebo neschválenie zákazníkom.

V našom prípade, sa jedná o interného zákazníka, preto som použila formulár PSW z globálneho štandardu GS-0008 a internej smernice PDLP-007-07 uvedený v prílohe P V. Interný zákazník, montážny závod v Amese, požadoval úroveň predloženia 4. podľa AIAG PPAP príručky, 4. vydanie, čo znamená PSW a nasledovné dokumenty špecifikované zákazníkom:

- vývojový diagram procesu,
- FMEA procesu,
- predbežný plán kontroly a riadenia,
- štúdia spôsobilosti meracieho systému pre zvláštne znaky,
- počiatočná štúdia výkonnosti výrobného procesu pre zvláštne znaky,
- kontrolná správa prvej vzorky (ISIR).

PSW formulár (Obr. 39) som vypracovala pre konkrétny ozubený hriadeľ p/n 11039755. Schválenie do sériovej výroby je však platné pre všetky ozubené hriadele uvedené na výkrese č. 70015307 rev. B, tak ako bolo dohodnuté so zákazníkom.



Part Submission Warrant (PSW)



Part Name <u>GEAR, D-SERIES, PUMP,IDL.,32,0 SPLN, 10T</u>		Part Number <u>11039755</u>	
Safety and/or Government Regulation <input type="checkbox"/> Yes <input checked="" type="checkbox"/> No		Engineering Drawing Change Level <u>70015307 B</u>	Dated <u>18.12.2011</u>
Additional Engineering Changes _____		Dated _____	
Shown on Drawing Number <u>70015307</u>	Purchase Order No. <u>4500675</u>	Weight (kg) <u>0,37</u>	
Checking Aid Number _____	Engineering Change Level <u>B</u>	Dated <u>18.12.2011</u>	
SUPPLIER MANUFACTURING INFORMATION		SUBMISSION INFORMATION	
Supplier Name <u>TuroliaOCG - PX, member of Sauer-Danfoss</u>		<input checked="" type="checkbox"/> Dimensional <input checked="" type="checkbox"/> Materials/Function <input type="checkbox"/> Appearance	
Street Address <u>Kukucinova 2148-84</u>		Customer Name/Division <u>TuroliaOCG - Ames</u>	
City <u>Povazska Bystrica</u> , State/Country <u>SLOVAKIA</u>		Buyer/Buyer Code <u>Kyle Bush</u>	
Zip/Postal Code _____	Application <u>D-Series Gear Pump</u>		
REASON FOR SUBMISSION			
<input checked="" type="checkbox"/> Initial submission	<input type="checkbox"/> Change to Optional Construction or Material		
<input type="checkbox"/> Engineering Change(s)	<input type="checkbox"/> Sub-Supplier or Material Source Change		
<input type="checkbox"/> Tooling: Transfer, Replacement, Refurbishment, or additional	<input type="checkbox"/> Change in Part Processing		
<input type="checkbox"/> Correction of Discrepancy	<input type="checkbox"/> Parts produced at Additional Location		
<input type="checkbox"/> Other-please specify _____			
REQUESTED SUBMISSION LEVEL (Check one)			
<input type="checkbox"/> Level 1 - Warrant Only Submitted to Customer			
<input type="checkbox"/> Level 2 - Warrant, Parts, Drawings, Inspection Results, Laboratory and Functional Results, Appearance Approval Report			
<input type="checkbox"/> Level 3 - Warrant with Product Samples and complete supporting data submitted to customer			
<input checked="" type="checkbox"/> Level 4 - Warrant and Other Requirements as defined by Customer			
<input type="checkbox"/> Level 5 - Warrant with Product Samples and Complete Supporting Data Reviewed at Supplier's Manufacturing Location			
SUBMISSION RESULTS			
The results for <input checked="" type="checkbox"/> dimensional measurements <input checked="" type="checkbox"/> material and functional tests <input type="checkbox"/> appearance criteria <input type="checkbox"/> statistical process package			
These results meet all drawing and specification requirements: <input checked="" type="checkbox"/> YES <input type="checkbox"/> NO (If "NO" - Explanation Required)			
DECLARATION			
I affirm that the samples represented by this warrant are representative of our parts and have been made to the applicable customer drawings and specifications and are made from specified materials on regular production tooling with no operations other than the regular production process. I further affirm that these samples were produced at the production rate of <u>250</u> / <u>8</u> hours.			
I have noted any deviations from this declaration below.			
EXPLANATION/COMMENTS: _____			
Print Name <u>Pavol Rigoci</u>	Title <u>Quality Manager</u>	Phone No. <u>00421 42 4301 515</u>	
Supplier Authorized Signature <u><i>Pavol Rigoci</i></u>		Date <u>15.2.2013</u>	
FOR CUSTOMER USE ONLY			
Part Disposition <input checked="" type="checkbox"/> Approved <input type="checkbox"/> Rejected <input type="checkbox"/> Other _____			
Customer Name <u>TuroliaOCG - Ames</u>	Customer Signature <u><i>Randy Pontious</i></u>	Date <u>27.2.2013</u>	
<small>Return Signed Copy of Warrant to Supplier</small>			

Obr. 39. PSW pre p/n 11039755 schválený zákazníkom.

6.11 Zhodnotenie úspešnosti kvalifikácie

Na základe predložených dokumentov požadovaných zákazníkom, výsledkov požadovaných štúdií a vykonaných meraní dňa 27.2.2013 bolo obdržané oficiálne schválenie a uvoľnenie do sériovej výroby vo forme schválenia PSW zástupcom zákazníka (Obr. 39).

Dňa 1.3. 2013 bola oficiálne spustená sériová výroba ozubených hriadeľov na základe objednávok interného zákazníka. Plánovaná mesačná produkcia je v rozsahu 10 000 až 14 000 kusov ozubených hriadeľov mesačne v závislosti objednávok koncových zákazníkov na zubové hydrogenerátory D-série.

Úspešná kvalifikácia a spustenie sériovej výroby znamená pre spoločnosť, okrem finančného prínosu vo forme zvýšeného obratu (+ 500 000 €/rok) a primeraného zisku na úrovni 7 až 10 % obratu, aj zaplnenie voľných výrobných plôch modernými strojmi zariadenia a vytvorenie 4 pracovných miest pre kvalifikovaných operátorov CNC strojov. Ciele kvalifikácie výroby ozubených hriadeľov uvedené v kapitole 6.2.1 boli splnené.

Podľa pravidiel uvedených v kapitole 2.2, v globálnom štandarde GS-0008 a internej smernici PDL-007-07, spoločnosť má povinnosť oznámiť internému zákazníkovi akékoľvek zmeny v procesoch, ktoré sa dotýkajú relevantných položiek v PPAP (napr. zmena výrobného zariadenia alebo zmena meracieho zariadenia používaného na kontrolu zvláštnych znakov).

Oficiálne schválenie od zákazníka a PPAP dokumentácia boli uložené vo firemnom systéme SAP, pod číslom 70091970. Musia byť archivované počas celej doby dodávania ozubeného hriadeľa, ktorý bol predmetom PPAP.

Návrh na opatrenia v prípade nedostatku kapacít

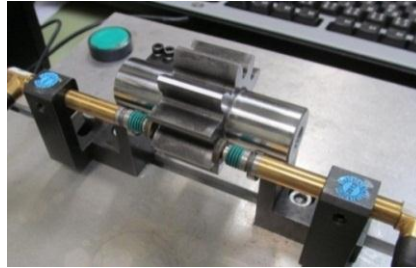
Z dôvodu možného nedostatku výrobných kapacít brúsenia na strojoch Junker Juflex pri mesačných objednávkach nad úrovňou 14 000 kusov ozubených hriadeľov bolo rozhodnuté kvalifikovať operáciu brúsenia aj na brúske Studer S31 určenej pre brúsenie ozubených hriadeľov do vlastnej montáže. Stroje pre operácie odihľovania a superfinišovania majú dostatok výrobných kapacít.

Dodatočná kvalifikácia pre operáciu brúsenie na brúske Studer S31 bude naplánovaná a vykonaná po zabehnutí sériovej výroby na výrobnom ostrove 505 v letných mesiacoch 2013.

6.12 Realizácia doporučení na zlepšenie

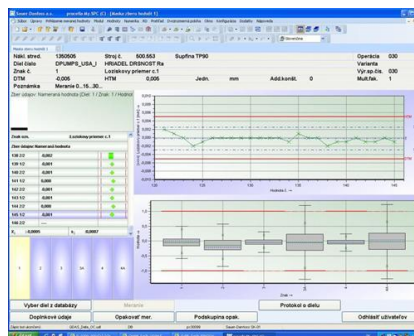
Niektoré z doporučení, ktoré som uviedla v jednotlivých kapitolách už boli zrealizované:

- zakúpenie a inštalácia špeciálneho meradla šírky ozubenia od firmy MESING (Obr. 40) umožňuje rýchle a presné meranie rozmeru s celkovou toleranciou 12 μm a následné odoslanie a spracovanie nameraných dát v software qs-Stat,



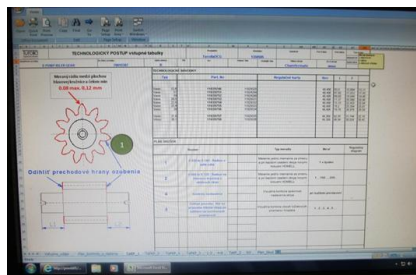
Obr. 40. Meradlo Mesing.

- inštalácia dvoch PC terminálov so software qs-Stat, modul procella od firmy Q-DAS (Obr. 41) umožňuje sledovanie dlhodobej spôsobilosti procesov napr. pre drsnosť ložiskových priemerov po superfínišovaní,



Obr. 41. Modul Procella.

- sprístupnenie výkresov, plánov kontroly a riadenia, technologických a kontrolných plánov, ostatnej výrobnjej dokumentácie na PC termináloch (Obr. 42) vrátane prístupu do modulu riadenie výroby - sledovanie výkonov, nepodarkov.



Obr. 42. Technologický postup.

- prepravné vozíky a paletky (Obr. 43) pre uľahčenie manipulácie s ozubenými hriadeľmi na zníženie rizika poškodenia obrúsených alebo superfinišovaných povrchov,



Obr. 43. Prepravný vozík s paletkami.

- umiestnenie optického meracieho prístroja Hommel Optic C305 na antivibračné vzduchové podložky za účelom eliminovať vplyv vibrácií od superfinišovacieho stroja Supfina TP90 pri meraní ozubených hriadeľov,
- implementácia TPM (totálne produktívna údržba) na všetkých výrobných zariadeniach výrobného ostrova 505 vrátane plánov autonómnej preventívnej údržby pracovníkmi výrobného ostrova (Obr. 44).

F-IMS-010-07-005		Revízia :2012	
Zakaznik: SAUER DANFOSS		Plán preventívnej autonómnej údržby	
Číslo stroja:		Stredisko: 1350505	
Výrobca: Junkers		Vyr. číslo: 3 333	
Typ stroja: JUFLEX 3 000		Rok výroby: 2006	
Schéma stroja		P.ž/Cinnost: Períoda: den/tyž./mes	
		X	
1 Regulačná jednotka vzduchu - Vyčistenie odľučovača, doliate oleja, vyčistenie filtra P.ž/Cinnost: Períoda: den/tyž./mes		X	X
2 Riadiaci panel - Očistiť monitor, skontrolovať funkčnosť centrál STOPu		X	X
3 Centrálny mazací systém - Kontrola hladiny, doplnenia		X	X
4 Manžety osí X a Z - Kontrola poškodenia		X	X
5 Chladidlo - Vylíaf kondenzát, očistiť			X
6 Olejový agregát - Kontrola hladiny, doplnenie			X
7 Maznice dopravníkov - Premazanie			X
8 Ramená a ťažila manipulátora - Očistiť, premazať			X
9 Koník - Očistiť a premazať vodiace plochy			X

Spracoval: Technik PÚ TDK dňa: 26.3.2012 Meno: L.Č. Podpis: L.Č.
 Posúdil: ABT/AB dňa: 27.3.2012 Meno: M.Č. Podpis: M.Č.
 Schválil: vlastník zariadenia dňa: 26.3.2012 Meno: S.Č. Podpis: S.Č.

Obr. 44. Plán preventívnej údržby.

ZÁVER

Hlavným cieľom diplomovej práce bola kvalifikácia výroby ozubených hriadeľov v spoločnosti Sauer-Danfoss, a.s. Považská Bystrica na základe požiadaviek interného zákazníka, montážneho závodu Sauer-Danfoss, Ames, USA.

Využitím metodiky PPAP a podporných nástrojov pre plánovanie, riadenie a zlepšovanie kvality bol navrhnutý a implementovaný výrobný proces s potenciálom dlhodobo produkovať výrobok, ktorý splní požiadavky zákazníka. Všetky zákazníkom požadované kroky v rámci metodiky PPAP boli zdokumentované a jednotlivé špecifické požiadavky definované zákazníkom boli splnené.

V rámci PPAP balíka boli na základe požiadaviek zákazníka spracované a odoslané dokumenty:

- sprievodka predloženia dielu (PSW),
- vývojový diagram procesu,
- analýza možných chýb a ich dôsledkov v prípade procesu (FMEA procesu),
- štúdia systému meraní (Gage R&R) pre kľúčové znaky,
- počiatočná štúdia výkonnosti procesu pre kľúčové znaky,
- plán kontroly a riadenia,
- kontrolná správa prvej vzorky (ISIR).

Formálnym potvrdením úspešnosti kvalifikácie je vypracovanie a odoslanie príslušnej PPAP dokumentácie s následným oficiálnym schválením sériovej výroby zástupcom zákazníka. Poznatky získané pri detailnom oboznámení sa s metodikou PPAP vrátane využívania nástrojov kvality umožnili doporučiť ďalšie opatrenia pre zlepšenia výrobných a kontrolných procesov aplikovateľné v sériovej výrobe, ktoré sú uvedené na záver jednotlivých kapitol. Príklady opatrení a zlepšení implementovaných už v priebehu spracovania diplomovej práce sú uvedené v kapitole 6.12.

Skúsenosti získané samostatnou a tímovou prácou pri kvalifikácii sériovej výroby ozubených hriadeľov a následným spracovaním diplomovej práce budem naďalej využívať v praxi, pretože aj keď spoločnosť Sauer-Danfoss nie je typickým dodávateľom pre automobilový priemysel, metodika PPAP sa stala štandardom využívaným vo vzťahu k externým alebo interným zákazníkom, dodávateľom, ako aj pri implementácii a validácii interných zmien procesov alebo produktov.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] *Analýza možných způsobu a důsledku závad (FMEA)*. 3. vyd. Praha: Česká společnost pro jakost, 2001. 72 s. ISBN 80-02-01476-6.
- [2] *Analýza systému měření (MSA)*. 3. vyd. Praha: Česká společnost pro jakost, 2002. 234 s. ISBN 80-02-01562-2.
- [3] CHAJDIAK J., KOMORNÍK J., KOMORNÍKOVÁ M. *Štatistické metódy*. 1. vyd. Bratislava: Statis, 1999. 275 s. ISBN 90-85659-13-1.
- [4] CHAJDIAK, J. *Štatistické riadenie kvality*. Bratislava: Statis, 1998. 165 s. ISBN 80-85659-12-3.
- [5] ČNI. ČSN ISO/TS 16949. Systémy managementu jakosti - Zvláštní požadavky na používání ISO 9001:2000 v organizacích zajišťujících sériovou výrobu a výrobu náhradních dílů v automobilovém průmyslu.
- [6] DSeries, Cast Iron Gear Pumps. Technical information. Turolla OpenCircuitGear. April 2011, rev. C. L1022940.
- [7] *FMEA Investigator Workbook*. Resource Engineering, Inc., 1999. 76 s. ISBN 1-882307-24-0.
- [8] *Gage Mentor Workbook*. Resource Engineering, Inc., 1999. 76 s. ISBN 1-882307-25-9.
- [9] JOSEPH A. DE FEO. *Oživte vašu organizáciu zvyšovaním kvality*. Kvalita. 2012, roč. XX, č. 1, s. 6-8.
- [10] KLIMENT, J. *FMEA nástroj riadenia rizik*. Kvalita. 2012, roč. XX, č. 2, s. 16-19.
- [11] KNIEBUGL, L. *Využitie niektorých štatistických metód v riadení kvality*. Kvalita. 2013, roč. XXI, č. 1, s. 34-36.
- [12] KYSEĽ, M. – KOŠTURIÁK, J. – DEBNÁR, P. *Ako efektívne mapovať hodnotový tok v podniku?*. Žilina, IPA Slovakia, 66 s. Brožúra IPA Slovakia.
- [13] LINCZÉNYI A., NOVÁKOVÁ R. *Manažérstvo kvality*. 1. vyd. STU Bratislava, 2001. 299 s. ISBN 80-227-1586-7.
- [14] MATEIDES, A. a kolektív. *Manažérstvo kvality*. 8. vyd. EPOS: 2006. 752 s. ISBN 80-8057-656-4.
- [15] MCCOY D. *Production Part Approval Process (PPAP)*. 2010. 12 s. GS-0008. Revision level: D.
- [16] *Proces schvalování dílu do sériové výroby (PPAP)*. 4. vyd. Praha: Česká společnost pro jakost, 2006. 69 s. ISBN 80-02-01833-8.
- [17] RODER L. HALE, DOUGLAS R. HOELSCHER, RONALD E. KOWAL. *Quest for Quality*. Tennant Comapny, 1989. 181 s.

- [18] Sauer-Danfoss, 2008. *Príručka integrovaného systému riadenia kvality, environmentu a bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci*, 2008. DKMH.PH.990.A1-29/520L0656.
- [19] Sauer-Danfoss,a.s. Považská Bystrica. *Predpis PDLP-007-07. PPAP - Schvaľovanie dielov do sériovej výroby a zmenové konanie*. rev. D. 2011. 18 s.
- [20] Sauer-Danfoss, 2013. *Prezentácia spoločnosti Sauer-Danfoss*, február 2013. 55 s.
- [21] Sauer-Danfoss, 2004. *The Lean Enterprise Memory Jogger*, 2004. 163 s. BLN-10259.
- [22] *Štatistická regulácia procesu (SPC)*. 2. vyd. Praha: Česká společnost pro jakost, 2006. 234 s. ISBN 80-02-01810-9.
- [23] TEREK M., HRNČIAROVÁ Ľ. *Štatistické riadenie kvality*. 1 vyd. Iura Edition: Bratislava 2004. 234 s. ISBN 90-89047-97-1.
- [24] WIKIPEDIA, the free encyclopedia. Advanced product quality planning [online].[cit. 2013-04-01]. Dostupné na internete: <http://en.wikipedia.org/wiki/APQP>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AAR	Protokol o schválení vzhľadu (Appearance Approval Report).
AIAG	Akčná skupina automobilového priemyslu (Automotive Industry Action Group).
APQP	Pokročilé plánovanie kvality (Advanced Product Quality Planning).
ARM	Average and Range Method.
AV	Variabilita operatora.
BOZP	Bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci.
CNC	Programovateľné čísloicové riadenie (Computerized Numerical Control).
EV	Variabilita zariadenia.
FMEA	Analýza možných chýb a ich dôsledkov (Failure Mode and Effect Analysis).
GRR	Opakovateľnosť a reprodukovateľnosť meradla (Gage Repeatability & Reproducibility, Gage R&R).
GS	Globálny štandard (Global Standard).
IMS	Integrovaný systém riadenia.
ISIR	Kontrolná správa prvej vzorky (Initial Sample Inspection Report).
MRP	Plánovanie materiálových potrieb (Material Requirements Planning).
MSA	Analýza systému merania (Measurement System Analysis).
PDLP	Product Deveplement and Launch Process
PPAP	Proces schvaľovania dielov do výroby (Production Part Approval Process).
PSW	Sprievodla predloženia dielu (Part Submission Warrant).
RPN	Číslo miery rizika (Risk Priority Number).
SD	Sauer-Danfoss, a. s.
SK	Slovensko.
SPC	Štatistické riadenie procesu (Statistical Process Control).
TPM	Totálne produktívna údržba (Total Productive Maintenance).
TS/ISO	Technology Standards/International Organization for Standardization.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. APQP model [19].	12
Obr. 2. Oznamovanie zmien zákazníkovi [19].	15
Obr. 3. Požiadavky na PPAP [15].	18
Obr. 4. Konštrukčná dokumentácia spoločnosti Sauer-Danfoss.	19
Obr. 5. Určovanie zvláštnych znakov [19].	21
Obr. 6. Model procesu merania [2].	27
Obr. 7. Variabilita polohy a rozptylu nameraných údajov [22].	28
Obr. 8. Vzorka výrobku.	36
Obr. 9. Vývojový diagram schvaľovania dielov [15].	38
Obr. 10. Typické aplikácie produktov firmy Sauer-Danfoss.	41
Obr. 11. Vývoj počtu zamestnancov [20].	42
Obr. 12. Vývoj obratu (v mil. EUR) [20].	43
Obr. 13. Integrovaný systém riadenia [18].	44
Obr. 14. Junker Juflex 3000 EJ31, Chamfermatic, Supfina TP90.	46
Obr. 15. Layout výrobného ostrova.	47
Obr. 16. Materiálový a informačný tok výroby ozubených hriadeľov.	47
Obr. 17. Princíp funkcie hydrogenerátora a detail ozubeného hriadeľa.	50
Obr. 18. Rozsypový výkres zubového hydrogenerátora.	51
Obr. 19. Rôzne typy prevedení zubových hydrogenerátorov.	51
Obr. 20. Detail konštrukčného návrhu ozubeného hriadeľa.	52
Obr. 21. Materiálový tok výroby ozubených hriadeľov.	54
Obr. 22. Postup brúsenie a superfinišovania ozubeného hriadeľa.	54
Obr. 23. Vývojový diagram procesu brúsenia, odihľovania, superfinišovania.	55
Obr. 24. Procesné znaky identifikované pre brúsenie.	58
Obr. 25. Kľúčové znaky identifikované pre superfinišovanie.	58
Obr. 26. Hommel Optic C305.	65
Obr. 27. Meranie kontrolného etalónu.	66
Obr. 28. Výpočty indexov spôsobilosti c_g a c_{gk} v prostredí qs-Stat.	68
Obr. 29. Ozubené hriadele pre Gage R&R.	69
Obr. 30. Výpočty a výsledky Gage R&R v prostredí qs-Stat.	71
Obr. 31. Významná výrobná dávka.	74
Obr. 32. Výrobný ostrov 505.	74

Obr. 33. Procesné znaky identifikované pre brúsenie.	75
Obr. 34. Kľúčové znaky identifikované pre superfínišovanie.	75
Obr. 35. Priebeh nameraných hodnôt pre priemer D1.	77
Obr. 36. Model Normálneho rozdelenia pre priemer D1.	77
Obr. 37. Výpočty indexov výkonnosti pre ložiskový priemer D1.	78
Obr. 38. Prehľad výsledkov počiatočnej štúdie spôsobilosti.	78
Obr. 39. PSW pre p/n 11039755 schválený zákazníkom.	83
Obr. 40. Meradlo Mesing.	85
Obr. 41. Modul Procella.	85
Obr. 42. Technologický postup.	85
Obr. 43. Prepravný vozík s paletkami.	86
Obr. 44. Plán preventívnej údržby.	86

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Predloženie PPAP zákazníkovi [16].....	14
Tab. 2. Úrovně predloženia PPAP zákazníkovi [16].....	16
Tab. 3. PPAP dokumenty [15].....	17
Tab. 4. Označovanie zvláštnych znakov [19].....	22
Tab. 5. Požiadavky na merací systém [15].....	31
Tab. 6. Požiadavky na výkonnosť procesu [15].....	34
Tab. 7. Časový plán presunu výroby ozubených hriadeľov.....	46
Tab. 8. Definovanie osôb zodpovedných za realizáciu jednotlivých požiadaviek.....	49
Tab. 9. Identifikácia zvláštneho znaku.....	53
Tab. 10. Identifikácia požiadaviek zákazníka pre kľúčové znaky.....	53
Tab. 11. FMEA procesu pre brúsenie.....	60
Tab. 12. Identifikácia potenciálnych chýb, RPN > 100.....	61
Tab. 13. Identifikácia potenciálnych chýb, RPN = 96.....	61
Tab. 14. Plán kontroly a riadenia pre superfinišovanie.....	63
Tab. 15. Formulár na zber dát štúdie spôsobilosti (presnosť a strannosť).....	67
Tab. 16. Výsledky štúdie spôsobilosti zameranej na presnosť a strannosť.....	68
Tab. 17. Zberový formulár pre štúdiu Gage R&R.....	70
Tab. 18. Výsledky štúdie Gage R&R.....	71
Tab. 19. Prehľad rozmerov ložiskových priemerov.....	75
Tab. 20. Kompletné výsledky počiatočnej štúdie výkonnosti.....	79
Tab. 21 Kontrolná správa prvej vzorky (ISIR).....	81

SEZNAM PŘÍLOH

- P I Formulár FMEA procesu.
- P II Kritéria hodnotenia závažnosti chyby.
- P III Kritéria hodnotenia výskytu chyby.
- P IV Kritéria hodnotenia odhaliteľnosti chyby.
- P V PSW formulár.
- P VI Organizačná štruktúra spoločnosti Sauer-Danfoss, a.s.
- P VII Výkres ozubeného hriadeľa.
- P VIII FMEA procesu pre brúsenie.
- P IX FMEA procesu pre odihľovanie.
- P X FMEA procesu pre superfínišovanie.
- P XI Plán kontroly a riadenia pre brúsenie.
- P XII Plán kontroly a riadenia pre odihľovanie.
- P XIII Plán kontroly a riadenia pre superfínišovanie.
- P XIV Správa o spôsobilosti meracieho systému.
- P XV Správa zo štúdie Gage R&R meracieho systému.
- P XVI Spôsobilosť procesu pre brúsenie D1.
- P XVII Spôsobilosť procesu pre brúsenie D2.
- P XVIII Spôsobilosť procesu pre superfínišovanie D3.
- P XIX Spôsobilosť procesu pre superfínišovanie D4.
- P XX Výkres pn 70015307 revízia B pre ISIR.

PRÍLOHA P II: KRITÉRIA HODNOTENIA ZÁVAŽNOSTI CHYBY

Dôsledok	Kritérium: závažnosť dôsledku	Kritérium: závažnosť dôsledku	Hodnotenie
	Toto hodnotenie vznikne, keď potenciálny spôsob chyby spôsobí defekt u koncového používateľa a/alebo vo výrobnom/montážnom závode. Vždy sa musí najskôr uvažovať s koncovým používateľom. Ak sa vyskytnú obidva, použite vyššiu z dvoch významností. (Zákaznícky dôsledok)	Toto hodnotenie vznikne, keď potenciálny spôsob chyby spôsobí defekt u koncového používateľa a/alebo vo výrobnom/montážnom závode. Vždy sa musí najskôr uvažovať s koncovým používateľom. Ak sa vyskytnú obidva, použite vyššiu z dvoch významností. (Výrobný/montážny dôsledok)	
Kritický bez výstrahy	Veľmi vysoké hodnotenie významu, keď potenciálny spôsob chyby ovplyvňuje bezpečnú prevádzku výrobku a/alebo zahrnuje nehodu s platnými predpismi - bez výstrahy.	Alebo môže ohroziť operátora (stroj alebo montáž) – bez výstrahy.	10
Kritický s výstrahou	Veľmi vysoké hodnotenie významu, keď potenciálny spôsob chyby ovplyvňuje bezpečnú prevádzku výrobku a/alebo zahrnuje nehodu s platnými predpismi – s výstrahou.	Alebo môže ohroziť operátora (stroj alebo montáž) – bez výstrahy.	9
Veľmi vysoký	Výrobok/položka nefunkčná (strata prvotnej funkcie).	Alebo 100% výrobkov musia byť zošrotovaných alebo opravený v oddelení opráv za čas opravy dlhší ako jednu hodinu.	8
Vysoký	Výrobok/položka funkčná, ale so zníženou úrovňou výkonu. Zákazník veľmi nespokojný.	Alebo výrobok musí byť vytriedený a časť (menej ako 100%) zošrotovaná alebo opravený v oddelení opráv za čas opravy medzi polhodinou a hodinou.	7
Mierny	Výrobok/položka funkčná, ale položka pohodlia/komfortu nefunkčná. Zákazník sklamaný.	Alebo časť (menej ako 100%) výrobku musí byť zošrotovaná bez triedenia alebo opravená v oddelení opráv za čas opravy kratší ako polhodina.	6
Nízky	Výrobok/položka funkčná, ale položka pohodlia/komfortu funkčná so zníženou úrovňou výkonu.	Alebo 100% výrobkov musí byť prepracovaných opravených offline, ale ide do oddelenia opráv.	5
Veľmi nízky	Položka nevyhovuje. Defekt zistený väčšinou zákazníkov. (Viac ako 75%).	Alebo výrobok musí byť vytriedený bez šrotovania a časť (menej ako 100%) prepracovaná.	4
Nevýznamný	Položka nevyhovuje. Defekt zistený 50% zákazníkov.	Alebo časť (menej ako 100%) výrobku musí byť prepracovaná, bez šrotovania, , on-line, ale mimo stanice.	3
Zanedbateľný	Položka nevyhovuje. Defekt zistený príliš kritickými zákazníkmi (menej ako 25%).	Alebo časť (menej ako 100%) výrobku musí byť prepracovaná, bez šrotovania, on-line, ale v stanici.	2
Žiadny	Žiadny rozlíšiteľný dôsledok.	Alebo mierna obtiažnosť pre operáciu alebo operátora alebo žiadny dôsledok.	1

PRÍLOHA P III: KRITÉRIA HODNOTENIA VÝSKYTU CHYBY

Pravdepodobnosť výskytu	Pravdepodobná miera chýb	Hodnotenie	PPM
Veľmi vysoká: Trvalé chyby	≥ 100 na tisíc kusov	10	≥ 100.000
	50 na tisíc kusov	9	50.000
Vysoká: Časté chyby	20 na tisíc kusov	8	20.000
	10 na tisíc kusov	7	10.000
Mírna: Občasné chyby	5 na tisíc kusov	6	5.000
	2 na tisíc kusov	5	2.000
	1 na tisíc kusov	4	1.000
Nízka: Relatívne málo chýb	0,5 na tisíc kusov	3	500
	0,1 na tisíc kusov	2	200
Vzácná: Chyba nepravdepodobná	$\leq 0,01$ na tisíc kusov	1	≤ 10

PRÍLOHA P IV: KRITÉRIA HODNOTENIA ODHALITEĽNOSTI CHYBY

Detekcia	Kritérium	A	B	C	Navrhovaný rozsah detekčných metód	Hodnotenie
Takmer nemožná	Nemožnosť zistenia.			X	Žiadny proces kontroly.	10
Veľmi vzdialená	Kontroly chybu pravdepodobne nezistia.			X	Kontrola je uskutočnená iba nepriamou alebo náhodnou kontrolou.	9
Vzdialená	Kontroly majú malú šancu zistenia.			X	Kontrola je uskutočnená vizuálnou kontrolou.	8
Veľmi nízka	Kontroly majú malú šancu zistenia.			X	Kontrola je uskutočnená dvojitou vizuálnou kontrolou stanovených znakov – alebo rozmerová verifikácia prvého a posledného dielu, alebo verifikácia vzorky voči výkresovým hodnotám (napr.: 1 z 10 ks skontrolovaná k výkresovým limitom).	7
Nízka	Kontroly chybu môžu zistiť.		X		Kontrola je realizovaná pomocou štatistických metód, ako SPC (SPC zahŕňa X-bar a R charts), kontrolou zameranou na určitú oblasť (TAC) alebo predkontrolou (PC). Alebo môže byť zahrnutá aj verifikácia vzorkou, aby sa zredukovali limity (napr. všetky vzorky budú spadať do 50-75% tolerancie, atď.)	6
Mierna	Kontroly chybu môžu zistiť.		X		Kontrola je dosahovaná pomocou štatistických metód, ako SPC, TAC alebo PC. Požiadavky plánu kontroly a riadenia taktiež vyžadujú 100% kontrolu výrobku, kde sa vraciame späť k poslednej kontrole vzorky, keď je vzorka mimo kontroly/riadenia.	5
Mierne vysoká	Kontroly majú dobrú šancu zistiť chybu.		X		Kontrola je dosahovaná pomocou <u>štatistických</u> metód, ako SPC, <u>TAC alebo PC</u> . Požiadavky plánu kontroly a riadenia taktiež vyžadujú 100% kontrolu výrobku, kde sa vraciame späť k poslednej kontrole vzorky, keď je vzorka mimo kontroly/riadenia. Frekvencia vzorkovania zabezpečí, že viacnásobná verifikácia kontroly procesu je vykonávaná pred vyexpedovaním tovaru.	4
Vysoká	Kontroly majú dobrú šancu zistiť chybu.		X		Kontrola je založená na variabilnom meraní potom, ako diely opustili stanicu alebo na meranie na 100% dielov potom, ako diely opustili stanicu.	3
Veľmi vysoká	Kontroly takmer určite zistia chybu.	X	X		Všetky diely musia byť ručne vložené do testovacieho prípravku alebo meracieho zariadenia s možnosťou automatického zastavenia funkcie. Neakceptuje sa nezhodný diel.	2
Veľmi vysoká	Kontroly určite zistia.	X			Všetky diely sú buď: <ul style="list-style-type: none"> a) Ručne vložené do testovacieho prípravku alebo meracieho zariadenia s možnosťou automatického zastavenia funkcie a s následnou operáciou, ktorá verifikuje prechod dielu cez testovacie zariadenie skôr, ako sa diel zabalí, alebo b) Automaticky kontrolované (založené na variabilnom meraní s možnosťou automatického zastavenia funkcie. Neakceptuje sa nezhodný diel. 	1

Typy kontrol:

A: Ochrana proti chybám (Error-proofed) /B:Meranie (Gauging)/C: Manuálna prehliadka

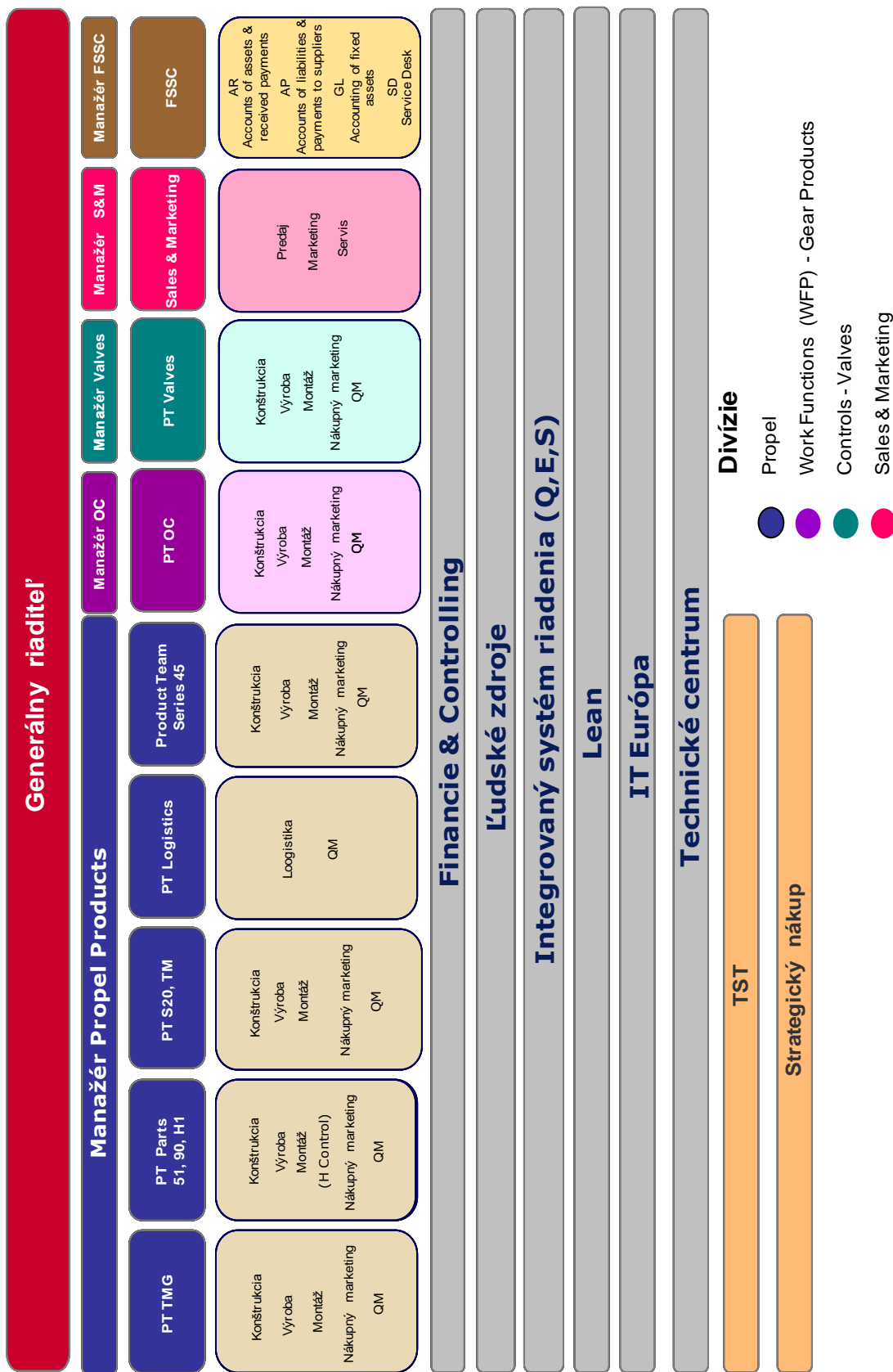
PRÍLOHA P V: PSW FORMULÁR



Part Submission Warrant (PSW)

Part name _____		Part Number _____	
Safety and/or Government Regulation <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No		Engineering drawing Change Level _____	Dated _____
Additional engineering change _____		Dated _____	
Shown on Drawing Number _____		Purchase Order Number _____	Weight (kg) _____
Checking Aid Number _____		Engineering Change Level _____	Dated _____
Supplier Manufacturing Information		Submission Information	
Supplier name _____		<input type="checkbox"/> Dimensional <input type="checkbox"/> Materials/Function <input type="checkbox"/> Appearance	
Street Address _____		Customer name/Division _____	
City _____ State/country _____ Zip/Postal Code _____		Buyer/Buyer Code _____	
		Application _____	
Reason For Submission			
<input type="checkbox"/> Initial Submission		<input type="checkbox"/> Change to Optional Construction or Material	
<input type="checkbox"/> Engineering Change(s)		<input type="checkbox"/> Sub-Supplier or Material Source Change	
<input type="checkbox"/> Tooling: Transfer, Replacement, F		<input type="checkbox"/> Change in Part Processing	
<input type="checkbox"/> Correction of Discrepancy		<input type="checkbox"/> Part Produced at Additional Location	
<input type="checkbox"/> Other - please specify _____			
Requested Submission Level (Check one)			
<input type="checkbox"/> Level 1 - Warrant Only Submitted			
<input type="checkbox"/> Level 2 - Warrant, Part, Drawings			
<input type="checkbox"/> Level 3 - Warrant with Product Samples and complete supporting data submitted to customer			
<input type="checkbox"/> Level 4 - Warrant and Other Requirements as defined by Customer			
<input type="checkbox"/> Level 5 - Warrant with Product Samples and Complete Supporting Data Reviewed at Supplier's Manufacturing Location			
Submission Results			
The results for <input type="checkbox"/> Dimensional measurements <input type="checkbox"/> Material and Functional tests <input type="checkbox"/> Appearance criteria <input type="checkbox"/> Statistical process package			
These results meet all drawing and specification requirements: <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No (If No - explanation required)			
Declaration			
I affirm that the samples represented by this warrant are representative of our parts and have been made to the applicable customer drawings and specifications and are made from specified materials on regular production tooling with no operations other than the regular production process. I further affirm that these sample were produced at the production rate of -----/----- hours.			
I have noted any deviations from this declaration below.			
Explanation / Comments _____			
Print Name _____		Title _____	Phone No. _____
Supplier Authorized Signature _____		Date _____	
For Customer Use Only			
Part Disposition <input checked="" type="checkbox"/> Approved <input type="checkbox"/> Rejected <input type="checkbox"/> Other _____			
Customer Name _____		Customer Signature _____	Date _____
Return Signed Copy of Warrant to Supplier			

PRÍLOHA P VI: OGRANIZAČNÁ ŠTRUKTÚRA SPOLOČNOSTI SAUER-DANFOSS, A. S.



PRÍLOHA P VIII: FMEA PROCESU PRE BRÚSENIE

Názov		Procesná FMEA č.		Ustredný tím		Dátum FMEA		Strana z													
Brúsenie ozubených hriadeľov CNC bruska Junker Juflex 3000 EJ31		PFMEA - SK0035		Martin Zelenák, Michal Durkech, Ladislav Talcik, Lucia Vojenciaková, Pavol Rigoci		12/12/12		1 6													
Popis		Zodpovednosť za proces		Zodpovednosť za proces		Dátum revízie		Kľúč. dátum													
Brúsenie/Grinding Junker JUFLEX 3000 EJ31 (drsnosť a priemer ložiskového priemeru)		Martin Zelenák		Martin Zelenák		22/01/13		12/12/12													
Prvok procesu	Účel procesu	Potenciálny prejav chyby Technický/ Fyzický	Číslo chyby	Potenciálne dôsledky chyby/ Vnímanie zákazníka	Závažnosť (S)	Klasifikácia	Potenciálna príčina chyby	Výskyt (O)	Prevenícia	Kontrola procesu/ Verifikácia procesu	Detekcia	Zistenie (D)	RPN = SxOxD	Odporúčané opatrenia	Zodpovedná osoba Dátum splnenia	Vykonalé opatrenia	Závažnosť (S)	Výskyt (O)	Zistenie (D)	RPN = SxOxD	
Identifikácia a dielov	Presun dielov k stroju	nesprávne diely pri stroji	1	kolízia stroja	7		zamiesanie po tepelnom spracovaní / balení	2	automaticky nakladač	meranie posuvným meradlom pred uložením na pás podľa kontrolného plánu		4	56								
		zamiššané diely	2	kolízia stroja	7		zamiššanie po tepelnom spracovaní / balení	2	identifikácia hriadeľov popisom	meranie posuvným meradlom pred uložením na pás podľa kontrolného plánu		4	56								
	Nakladanie dielov na pás	nesprávne diely v stroji	3	kolízia stroja	7		nesúlad medzi pracovným príkazom a programom brúsenia	2	identifikácia hriadeľov popisom	meranie posuvným meradlom pred uložením na pás podľa kontrolného plánu		4	56								
		zamiššané diely	4	kolízia stroja	8		zamiššanie po tepelnom spracovaní / balení	2	identifikácia hriadeľov popisom	meranie posuvným meradlom pred uložením na pás podľa kontrolného plánu		4	64								
		nesprávna orientácia ozubeného hriadeľa	5	vplyv na SPC	2		nepoznosť operátora	2	identifikácia zápichom (Poka-Yoke)	vizuálne		6	24								
	Brúsenie ložiskového priemeru 1/2 - nad toleranciu ±0,005	nadmerné opotrebenie nástroja na superfinišovaní	6		8	P	nesprávne zoradenie, nesprávna korekcia, zlyhanie procesného meradla Movomatic	4	procesné meradlo Movomatic, SPC	kontrola podľa kontrolného plánu - Hommel každý 15., SPC, kontrola teplo v chladíci		3	96	Výmena / oprava procesných meradiel Movomatic, TPM	Martin Zelenák (Január 2013)	Opravené meradlá Movomatic, TPM plán	8	3	3	72	
		pod toleranciu	7		8	P	nesprávne zoradenie, nesprávna korekcia, zlyhanie procesného meradla Movomatic	4	procesné meradlo Movomatic, SPC	kontrola podľa kontrolného plánu - Hommel každý 15., SPC, kontrola teplo v chladíci		3	96	Výmena / oprava procesných meradiel Movomatic, TPM	Martin Zelenák (Január 2013)	Opravené meradlá Movomatic, TPM plán	8	3	3	72	

Názov Brúsenie ozubených hriadeľov CNC brúška Junker Juflex 3000 EJ31		Procesná FMEA č. PFMEA - SK0035		Ustredný tím Martin Zelenák, Michal Durkech, Ladislav Talcik, Lucia Vojenciaková, Pavol Rigoci		Dátum FMEA 12/12/12		Strana 3	Z 6											
Popis Brúsenie/Grinding Junker JUFLEX 3000 EJ31 (drsnosť a priemer ložiskového priemeru)		Zodpovednosť za proces Martin Zelenák		Vypracoval Vojenciaková		Dátum revízie 22/01/13		Kľúč. dátum 12/12/12												
Prvok procesu	Účel procesu	Potenciálny prejav chyby Technický/ Fyzický	Číslo chyby	Potenciálne dôsledky chyby/ Vnímanie zákazníka	Závažnosť (S)	Klasifikácia	Potenciálna príčina chyby	Výskyt (O)	Prevencia	Kontrola procesu/ Verifikácia procesu	Detekcia	Zistenie (D)	RPN = SxOxD	Odporúčané opatrenia	Zodpovedná osoba Dátum splnenia	Vykonalé opatrenia	Závažnosť (S)	Výskyt (O)	Zistenie (D)	RPN = SxOxD
		brúsne trhlinky na čelách ozubenia	15	znížená životnosť finálneho produktu, znížená účinnosť	8		nesprávne obťahnutie, nesprávne parametre, nedostatok chladenia, nesprávny posuv pri brúsení	3	program na obrábvanie kotúča, nastavenie chladenia, program pre brúsenie	vizuálna kontrola podľa kontrolného plánu, 1. z zmenu, pri prestavení		5	120	Kontrola indikačným sprejom	Martin Zelenák (Január 2013)	Kontrola indikačným sprejom podľa kontrolného plánu	8	3	3	72
	Brúsenie rádiusu R=1,4 ±0,13 nad toleranciu		16	zhoršená zmontovateľnosť, znížená životnosť produktu	6		opotrebený brúsny kotúč / obťahovacia kladka, nesprávny program pre brúsenie	3	program pre brúsenie	kontrola podľa kontrolného plánu - Hommel, každý 100.		4	72							
		pod toleranciu	17	znížená životnosť finálneho produktu	9		opotrebený brúsny kotúč / obťahovacia kladka, nesprávny program pre brúsenie	2	program pre brúsenie	kontrola podľa kontrolného plánu - Hommel, každý 100.		4	72							
	Brúsenie hlavovej kružnice De ±0,0065	priemer hlavovej kružnice nad stanovenú toleranciu	18	znížená životnosť finálneho produktu, zasknutá jednotka	6		program pre brúsenie, nesprávna korekcia	2		kontrola podľa kontrolného plánu - Hommel, každý 15.		5	60							
		priemer hlavovej kružnice pod stanovenú toleranciu	19	znížená účinnosť finálneho produktu	8		program pre brúsenie, nesprávna korekcia	2		kontrola podľa kontrolného plánu - Hommel, každý 15.		5	80							
		nedodržaná drsnosť Ra < 0,8	20	znížená účinnosť finálneho produktu	4		program pre brúsenie / obrábvanie, poškodený kotúč	2		kontrola podľa kontrolného plánu, Mahr M2, každý 50.		5	40							

Názov	Procesná FMEA č.	Ustredný tím	Dátum FMEA	Strana	Z															
Brúsenie ozubených hriadeľov CNC brúška Junker Juflex 3000 E.J31	PFMEA - SK0035	Martin Zelenak, Michal Durtech, Ladislav Talcik, Lucia Vojenciakova, Pavol Rigoci	12/12/12	4	6															
Popis		Zodpovednosť za proces	Dátum revízie	Kľúč. dátum																
Brúsenie/Grinding Junker JUFLEX 3000 E.J31 (drtnosť a priemer ložiskového priemeru)		Martin Zelenak	22/01/13	12/12/12																
Prvok procesu	Učel procesu	Potenciálny prejav chyby Technický/ Fyzický	Číslo chyby	Potenciálne dôsledky chyby/ Vnimanie zákazníka	Závažnosť (S)	Klasifikácia	Potenciálna príčina chyby	Výskyt (O)	Prevencia	Kontrola procesu/ Verifikácia procesu	Detekcia	Zistenie (D)	RPN = SxOxD	Odporúčané opatrenia	Zodpovedná osoba Dátum splnenia	Vykonané opatrenia	Závažnosť (S)	Výskyt (O)	Zistenie (D)	RPN = SxOxD
			21	znížená životnosť finálneho produktu, zaseknutá jednotka	6		deformované/znečistené strediace otvory / hroty	3		kontrola podľa kontrolného plánu - Hommel, každý 15.		4	72							
Brúsenie ložiskového priemeru 2 - 22,225 ±0,005		nadmerné opotrebenie nástroja na superfinišovaní	22		8	P	nesprávne zoradenie, nesprávna korekcia, zlyhanie procesného meradla Movomatic	4	procesné meradlo Movomatic, SPC	kontrola podľa kontrolného plánu - Hommel každý 15., SPC, kontrola teploty v chladíci		3	96	Výmena / oprava procesných meradiel Movomatic, TPM	Martin Zelenak (Január 2013)	Opravené meradlá Movomatic, TPM plán	8	3	3	72
		drsnosť nad toleranciu Ra pod toleranciu 22,220	23	nedosiahnutá drsnosť po superfinišovaní	8	P	nesprávne zoradenie, nesprávna korekcia, zlyhanie procesného meradla Movomatic	4	procesné meradlo Movomatic, SPC	kontrola podľa kontrolného plánu - Hommel každý 15., SPC, kontrola teploty v chladíci		3	96	Výmena / oprava procesných meradiel Movomatic, TPM	Martin Zelenak (Január 2013)	Opravené meradlá Movomatic, TPM plán	8	3	3	72
		drsnosť nad toleranciu Ra > 0,35	24	poškodenie ložísk, znížená životnosť finálneho produktu	4		nesprávne obľahnutie brúsneho kotúča, nesprávne chladenie	2	program na obľahovanie kotúča, TPM	kontrola podľa kontrolného plánu, Mahr M2, každý 50.		4	32							
		nedodržiavané obvodové (radiálne) hľadzenie 0,005	25	zhoršená životnosť finálneho produktu	8		deformované / znečistené dŕžáky / poškodené hroty	2	TPM	kontrola podľa kontrolného plánu - Hommel každý 15., SPC		4	64							
Brúsenie rádiusu R= 1,4 ±0,13		nad toleranciu	26	zhoršená životnosť finálneho produktu	6		opotrebený brúsny kotúč / obľahovacia kladka, nesprávny program pre brúsenie	3	program pre brúsenie	kontrola podľa kontrolného plánu - Hommel, každý 100.		4	72							
		pod toleranciu	27	znížená životnosť finálneho produktu	9		program pre brúsenie	2	program pre brúsenie	kontrola podľa kontrolného plánu - Hommel, každý 100.		4	72							

Názov		Procesná FMEA č.		Ustredný tím		Dátum FMEA		Strana		z							
Brúsenie ozubených hriadeľov		PFMEA - SK0035		Martin Zelenák, Michal Durtkech, Ladislav Talcik, Lucia Vojenciaková, Pavol Rigoci		12/12/12		5		6							
Popis		Zodpovednosť za proces		Výpracoval		Dátum revízie		Kľúč. dátum									
Brúsenie/Grinding Junker JUFLEX 3000 EJ31 (drsnosť a priemer ložiskového priemeru)		Martin Zelenák		Vojenciaková		22/01/13		12/12/12									
Prvok procesu	Účel procesu	Potenciálny prejav chyby	Číslo chyby	Potenciálne dôsledky chyby/Vnimanie zákazníka	Potenciálna príčina chyby	Výskyt (O)	Prevencia	Kontrola procesu/Verifikácia procesu	Detekcia	Zistenie (D)	PFN = SKOXD	Odporúčané opatrenia	Vykonalé opatrenia	Závažnosť (S)	Výskyt (O)	Zistenie (D)	PFN = SKOXD
	Brúsenie čela - šírka ozubenia			znížená životnosť finálneho produktu, zaseknutá	nesprávne nastavenie meradla Movomatic, nefunkčné meradlo, nesprávny prídavok na brúsenie, nesprávne nastavenie chladienia	4	procesné meradlo Movomatic	kontrola podľa kontrolného plánu - Passameter, každý 15., kontrola teploty chladienia	Detekcia	4	128	Výmena / oprava meradiel Movomatic, Vytýpovanie a objednanie špeciálneho meradla pre	Opravené meradlá Movomatic, TPM plán objednané	3	3	3	72
	W ±0.006	nad toleranciu	28	jednotka	8	4		kontrola podľa kontrolného plánu - Passameter, každý 15., kontrola teploty chladienia		4	128	Výmena / oprava meradiel Movomatic, Vytýpovanie a objednanie špeciálneho meradla pre	Opravené meradlá Movomatic, TPM plán objednané	3	3	3	72
		pod toleranciu	29	produktu	8	4		kontrola podľa kontrolného plánu - Passameter, každý 15., kontrola teploty chladienia		4	128	Výmena / oprava meradiel Movomatic, Vytýpovanie a objednanie špeciálneho meradla pre	Opravené meradlá Movomatic, TPM plán objednané	3	3	3	72
		nedodržaná drsnosť Ra < 0,25	30	produktu	6	3		program na obtáňovanie kotúča	kontrola podľa kontrolného plánu, Mahr M2, každý 50.	4	72						
		nedodržaná stanovená kolmosť 0,005 k AB	31	produktu	6	3		program na obtáňovanie kotúča	kontrola podľa kontrolného plánu - Microplan, každý 50.	4	72						
				znížená životnosť finálneho produktu, znížená účinnosť	nastavenie stroja, zoradenie hrotov, čistota / poškodenie strediacich otvorov, nesprávne obtiahnutie	3		program na obtáňovanie kotúča	kontrola podľa kontrolného plánu - odchytkomer, každý 50.	4	72						
				znížená životnosť finálneho produktu, znížená účinnosť	nastavenie stroja, zoradenie hrotov, čistota/poškodenie strediacich otvorov, nesprávne obtiahnutie	3		program na obtáňovanie kotúča	kontrola podľa kontrolného plánu - odchytkomer, každý 50.	4	72						

Názov		Procesná FMEA č.		Ustredný tím		Dátum FMEA		Strana z												
Brúsenie ozubených hriadeľov CNC brúska Junker Juflex 3000 EJ31		PFMEA - SK0035		Martin Zelenák, Michal Durkech, Ladislav Talcik, Lucia Vojenciaková, Pavol Rigod		12/12/12		6 6												
Popis		Zodpovednosť za proces		Vypracoval		Dátum revízie		Kľúč. dátum												
Brúsenie/Grounding Junker JUFLEX 3000 EJ31 (dĺžnosť a priemer ložiskového priemeru)		Martin Zelenák		Vojenciaková		22/01/13		12/12/12												
Prvok procesu	Účel procesu	Potenciálny prejav chyby Technický/ Fyzický	Číslo chyby	Potenciálne dôsledky chyby/ Vnímame zákazníka	Závažnosť (S)	Klasifikácia	Potenciálna príčina chyby	Výskyt (O)	Prevenícia	Verifikácia procesu	Detekcia	Zistenie (D)	RPN = SxOxD	Odporúčané opatrenia	Zodpovedná osoba Dátum splnenia	Vykonalé opatrenia	Závažnosť (S)	Výskyt (O)	Zistenie (D)	RPN = SxOxD
							nesprávne obľahnutie, nesprávne parametre, nedostatok chladenia, nesprávny posuv pri brúsení	3	program na obľahovanie kotúča, nastavenie chladenia, program pre brúsenie		vizuálna kontrola podľa kontrolného plánu, 1. za zmenu, pri prestavení	5	5	Kontrola indikačným sprejom	Martin Zelenák (Január 2013)	Kontrola indikačným sprejom podľa kontrolného plánu + vizuálna kontrola	8	3	3	72
Presun dielov na odlihovanie dielov	Vybratie dielov	poškodenie	34	znižená účinnosť	6		Porucha stroja, poškodenie pri manipulácii	2	automatický nakladač, špeciálne prepravné paletky			6	72							

PRÍLOHA P IX: FMEA PROCESU PRE ODIHLOVANIE

Názov Odihlenie Chamfermatic		Procesná FMEA č. PFMEA - SK0035		Ustredný tím Martin Zelenak, Michal Durkech, Ladislav Talcik, Lucia Vojenciakova, Pavol Rigoci		Dátum FMEA 12/12/12		Strana 1 z 2												
Popis Odihlenie / Chamfermatic (rádius na čele ozubenia)		Zodpovednosť za proces Michal Durkech		Výpracoval Vojenciaková		Dátum revízie 22/01/13		Kruč. dátum 12/12/12												
Prvok procesu	Účel procesu	Potenciálny prejav chyby Technický/ Fyzický	Číslo chyby	Potenciálne dôsledky chyby/ Vnimanie zákazníka	Závažnosť (S)	Klasifikácia	Potenciálna príčina chyby	Výskyt (O)	Prevencia	Kontrola procesu/ Verifikácia procesu	Detekcia	Zistenie (D)	RPN = SxOxD	Odporúčaná opatrenia	Zodpovedná osoba Dátum splnenia	Vykonalé opatrenia	Závažnosť (S)	Výskyt (O)	Zistenie (D)	RPN = SxOxD
Identifikácia dielov	Presun dielov k stroju	nesprávne diely pri stroji	1	kolízia stroja	6		nesprávna identifikácia	2	špeciálne prepravné paletky	meranie posuvným meradlom podľa kontrolného plánu		4	48							
		zamiešané diely	2	kolízia stroja, poškodenie fortúnky	6		zamiešanie po operácii brúsenie	2	špeciálne prepravné paletky	meranie posuvným meradlom podľa kontrolného plánu		4	48							
	Nakladanie dielov na odihlovacieho stroja	nesprávne diely v stroji	3	nesprávna identifikácia	4		nesprávny pracovný príkaz	3	špeciálne prepravné paletky	vizuálne (4 oči)		4	48							
		zamiesane diely	4	naburany stroj znížená účinnosť finálneho produktu	6		zamiešanie po operácii brúsenie	2	špeciálne prepravné paletky	vizuálne (4 oči)		4	48							
	Rádius R max.0,140	nad toleranciu	5	zvážnosť finálneho produktu, zaseknutá jednotka	6		hriadeľ sa neotáča počas odihlovania	3	TPM	kontrola podľa kontrolného plánu - Hommel, každý 100.		4	72							
		pod toleranciu	6		6		výška odihlovania nie je nastavená správne	3		kontrola podľa kontrolného plánu - Hommel, každý 100.		4	72							
			7		6		prítlak pri odihlovaní je malý	3	jedno nastavenie prítlaku pre všetky diely	kontrola podľa kontrolného plánu - Hommel, každý 100.		4	72							
			8		6		opotrebovaný odihlovací kotúč	3	pravidelná výmena podľa predpisu / TPM	kontrola podľa kontrolného plánu - Hommel, každý 100.		4	72							
	Poškodený ložiskový povrch	stopy po odíhnutí na ložiskových priemeroch	9	nedostiahnuté parametre drsnoty po superfinišovaní	6		nesprávne nastavenie odihlovacieho kotúča	2	zaškolenie obsluhy	kontrola podľa kontrolného plánu, vizuálne pomocou lupy		4	48							

PRÍLOHA P X: FMEA PROCESU PRE SUPERFINIŠOVANIE

Názov Superfinišovanie Suplína TP90		Procesná FMEA č. PFMEA - SK0035		Ustredný tím Martin Zelenak, Michal Durkuch, Ladislav Talcik, Lucia Vojenciakova, Pavol Rigoci		Dátum FMEA 12/12/12		Strana 1 z 2												
Popis Superfinišovanie / Suplína TP90 (dĺžnosť a priemer ložiskového priemeru)		Zodpovednosť za proces Michal Durkuch		Vypracoval Vojenciakova		Dátum revízie 22/01/13		Kľúč. dátum 12/12/12												
Prvok procesu	Účel procesu	Potenciálny prejav chyby Technický/ Fyzický	Číslo chyby	Potenciálne dôsledky chyby/ Vnimanie zákazníka	Závažnosť (S)	Klasifikácia	Potenciálna príčina chyby	Výskyt (O)	Prevenícia	Verifikácia procesu	Detekcia	Zistenie (D)	FPN = SxOxD	Odporúčané opatrenia	Zodpovedná osoba Dátum splnenia	Vykonalé opatrenia	Závažnosť (S)	Výskyt (O)	Zistenie (D)	FPN = SxOxD
Identifikácia dielov	Presun dielov k stroju	nesprávne diely pri stroji	1	kolízia stroja	6	nesprávna identifikácia	nesprávna identifikácia	2	špeciálne prepravné paletky	meranie posuvným meradlom podľa kontrolného plánu	4	4	48							
		zamiessané diely	2	kolízia stroja, poškodeenie fortúnky	6		zamiessanie po operácii odhlienie	2	špeciálne prepravné paletky	meranie posuvným meradlom podľa kontrolného plánu	4	4	48							
Superfinišovanie dielov stroja	Nakladanie dielov do superfinišovacieho stroja	nesprávne diely v stroji	3	nesprávna identifikácia	4		nesprávny pracovný príkaz	3	špeciálne prepravné paletky	vizuálne (4 oči)	4	4	48							
		zamiessané diely	4	kolízia stroja	6		zamiessanie po operácii odhlienie	2	špeciálne prepravné paletky	vizuálne (4 oči)	4	4	48							
		nesprávna orientácia hriadeľa	5	vplyv na SPC	2		nepozornosť obsluhy	2	Technologickým a kontrolnom pláne	vizuálne (4 oči)	4	4	16							
Ložiskový priemer po superfinišovaní 22,220 ±0,005		pod toleranciu 22,225	6	znižená životnosť finálneho produktu, zhoršená zmontovateľnosť	8	K	nad toleranciu po brúsení, nízky prítlak superfinišovacích hláv	4	SPC	kontrola podľa kontrolného plánu - Hommel každý 15., SPC	3	3	96	Stanoviť parametre superfinišovania (prítlak, otáčky, čas)	Michal Durkuch (Január 2013)	Parametre superfinišovania zapracované do Technologického a kontrolného plánu	8	3	3	72
		pod toleranciu 22,215	7	znižená životnosť finálneho produktu, znižená účinnosť	8	K	pod toleranciu po brúsení, veľký prítlak, superfinišovacích hláv	4	SPC	kontrola podľa kontrolného plánu - Hommel každý 15., SPC	3	3	96	Stanoviť parametre superfinišovania (prítlak, otáčky, čas)	Michal Durkuch (Január 2013)	Parametre superfinišovania zapracované do Technologického a kontrolného plánu	8	3	3	72
Dĺžnosť Ra<0,1		Nad toleranciu	8	znižená účinnosť	6		vyšoká drsnosť po brúsení na Junikeri, nízky prítlak superfinišovacích hláv	3	SPC	kontrola podľa kontrolného plánu - Zeiss Surfcom Flex, každý 15.	4	4	72							

CONTROL PLAN / PLÁN KONTROLY A RIADENIA

Strana 2/3

SAUER DANFOSS		Pilot-Run/O-séria X		Production/Sériová výroba		Key contact Kľúčový kontakt - spracoval		Date (Orig.) Datum prvého vydania		Date rev. Datum revízie	
Control Plan No. Plán kontroly a riadenia č. CP505 / 10+20 (Brúsenie)		70015307 B		Martin Zelenak		Core Team		15.1.2013		Customer Engineering Approval/Date (if required) Schválenie konštrukcie zákazníka/ Dňa (ak je požadované)	
Drawing Number/Latest change level Číslo výkresu/Posledná revízia		70015307 B		P. Rigodi, L. Vojenciakova, L. Talcik		Riadiaci tím		Customer Quality Approval/Date (if required) Schválenie kvality zákazníka/ Dňa (ak je požadované)		27.2.2013	
Part Number/Description Číslo dielu/Názov		Hnaný hriadel D-séria - všetky pn		Supplier/Plant Dodávateľ/Miesto		Supplier/Plant Approval/Date Dodávateľ/Schválil závod/Dňa		Customer Quality Approval/Date (if required) Schválenie kvality zákazníka/ Dňa (ak je požadované)		27.2.2013	
Supplier/Plant Dodávateľ/Miesto		SAUER-DANFOSS Povozská Bystrica		Supplier Code Kód dodávateľa		Other Approval Date (if required) Iný dátum schválenia (ak je požadované)		Other Approvals/Date (if required) Ďalšie schválenia/dňa (ak je požadované)			
Part/ process number Diel/Proces číslo	Process name/ operation description Názov procesu / Popis operácie	Machine device, jlg, tools Stroj, nástroj prípravok	No./Č. 0	Product Výrobok	Characteristics/Znaky	Process Process	Spec. Char.	Dimension/ specification/tolerance Rozmer/specifikácia Tolerancia	Methods/Methods		Reaction plan
									Evaluation/Measurement Technique	Control Method	
000	VSTUK pred brúsením	Junker Jultex	0	Polotovár ozubeného hriadača				L ± 0,25 W1 ± 0,05	Posuvné meradlo 150 mm	Samokontrola, bez záznamu	Označenie a izolovanie nezhodného výrobku, reklamácia dodávateľovi
001	Založenie dielov do nakladača	Junker Jultex	1			Brúsenie		Identifikačným zápichom ku stroju	Vizuálne	Samokontrola, bez záznamu	Náprava zaťaženia
002	Brúsenie 1 + 2	Junker Jultex	2			Brúsenie	W ± 0,006	Šírka ozubenia po brúsení	Špeciálne meradlo sifky ozubenia MESING	Samokontrola, SPC	Označenie a izolovanie nezhodného výrobku, korekcia, spätná kontrola výrobných kusov, kontrola stavu chýbného nástroja, kontrola stavu stroja, kontaktovať TVOJCE
004	Brúsenie 1	Junker Jultex	4			Brúsenie krok 1	Ø 22,225 ± 0,005	Ložiskový priemer 1 (zo strany identifikačného zápichu)	Hommel Optic C905	Samokontrola, SPC	
005	Brúsenie 2	Junker Jultex	5			Brúsenie	Ø 22,225 ± 0,005	Ložiskový priemer 2	Hommel Optic C905	Samokontrola, SPC	
006	Brúsenie 1	Junker Jultex	6			Brúsenie	↗ 0,005 AB	Obvodové hadzanie ložiskového priemeru 1	Hommel Optic C905	Samokontrola	
007	Brúsenie 2	Junker Jultex	7			Brúsenie	↗ 0,005 AB	Obvodové hadzanie ložiskového priemeru 2	Hommel Optic C905	Samokontrola	

SAUER DANFOSS Strana 3/3

CONTROL PLAN / PLÁN KONTROLY A RIADENIA

Prototype/Prototyp		Pilot-Run/O-séria		Production/Sériová výroba		Key contact		Date (Orig.)		Date rev.	
		X				Kľúčový kontakt - spracoval		Datum prvého vydania		Datum revízie	
Control Plan No.						Martin Zelenak		15.1.2013			
Plan Number/Latest change level		CP505 / 10+20 (Brúsenie)				Core Team		Customer Engineering Approval/Date (if required)			
Drawing Number/Latest change level						Riadiaci tím		Schválenie konštrukcie zákazníka/Dňa (ak je požadované)			
Číslo výkresu/Posledná revízia		70015307 B				P. Rigoci, L. Vojenciakova, L. Talcik					
Part Number/Description		Hnatý hriadeľ D-séria - všetky pn				Supplier/Plant Approval/Date		Customer Quality Approval/Date (if required)			
Číslo dielu/Názov						Dodávateľ/Schwälli závod/Dňa		Schválenie Kvalitára zákazníka/dňa (ak je požadované)			
Supplier/Plant		Miesto		Supplier Code		Iný dátum schválenia (ak je požadované)		Other Approvals/Date (if required)			
SAUER-DANFOSS		Porozáskia Bystriča		Kod dodávateľa		Iný dátum schválenia (ak je požadované)		Ďalšie schválenia/dňa (ak je požadované)			
Part/ process number Diel/Proces číslo	Process name/ operation description Názov procesu / Popis operácie	Machine device, jlg, tools Stroj, nástroj prípravok	Characteristics/Znaky		Spec. Char.	Dimension/ specification/tolerance Rozmer/specifikácia Tolerancia	Methods/Methods		Reaction plan		
			No./Č.	Process Process			Evaluation/Mesurement Technique Hodnotenie / Spôsob merania	Control Method Metoda riadenia			
015	Brúsenie 2	Junker Juflex	15	Brúsenie		Ra	Disnosť na čele ozubenia 1	Mahr M2	Samokontrola, Proceta	Reakčný plán	Označenie a izolovanie nezhotoveného výrobku, kontrola výrobných konektív, spätná kontrola výrobných kusov, kontrola stavu chýbného nástroja, kontrola stavu stroja, kontaktovať TVO/IE
016	Brúsenie 1	Junker Juflex	16	Brúsenie		R	Rádus medzi čelom ozubenia a lož. priemer. 1	Hommel Optic C305	Samokontrola, bez záznamu		
017	Brúsenie 2	Junker Juflex	17	Brúsenie		R	Rádus medzi čelom ozubenia a lož. priemer. 1	Hommel Optic C305	Samokontrola, bez záznamu		
018	Brúsenie 1	Junker Juflex	18	Brúsenie		Ø	Priemer hlavovej kruzniče ozubenia	Hommel Optic C305	Samokontrola, SPC		
019	Brúsenie 1	Junker Juflex	19	Brúsenie		Ra	Dranosť nahlavovej kruzniče ozubenia	Mahr M2	Samokontrola, Proceta		
020	Brúsenie 1	Junker Juflex	20	Brúsenie		↗	Otvorové hrdzanie hlavovej kruzniče k AB	Hommel Optic C305	Samokontrola		
021	Brúsenie 1+2	Junker Juflex	21	Brúsenie			Brúsenie praskliny na čeloch ozubenia	Indikačný sprej MagnaFlux	Kontrola inšpektorom kvality, záznam na prac. príkaze		


PRÍLOHA P XII: PLÁN KONTROLY A RIADENIA PRE ODIHLOVANIE

SAUER DANFOSS		CONTROL PLAN / PLÁN KONTROLY A RIADENIA				Strana 1/1			
Prototype/Prototyp	Pilot-Run/O-séria X	Production/Sériová výroba	Key contact Kľúčový kontakt - spracoval		Date (Orig.) Dátum prvého vydania	Date rev. Dátum revízie			
Control Plan No. Plán kontroly a riadenia č. CP505 / 30 (Odihlovanie)			Michal Ďurkáč Core Team		15.1.2013				
Drawing Number/Latest change level Číslo výkresu/Poseledná revízia	70015307 B		P. Rigoci, L. Vojenciakova, L. Talcik Riadiaci tím		Customer Engineering Approval/Date (if required) Schválenie konštrukcie zákazníka/ Dňa (ak je požadované)				
Part Number/Description Číslo dielu/Názov	Hnaný hriadeľ D-séria - všetky pn		Supplier/Plant Approval/Date Dodávateľ/Schválil závod/Dňa		Customer Quality Approval/Date (if required) Schválenie Kvalitára zákazníka/dňa (ak je požadované)				
Supplier/Plant Dodávateľ/Miesto	SAUER-DANFOSS Povazská Bystrica		Supplier Code Kód dodávateľa		Other Approvals/Date (if required) Ďalšie schválenia/dňa (ak je požadované)				
Part/ process number Diell/Process číslo	Process name/ operation description Názov procesu / Popis operácie	Machine device, jig, tools Stroj, nástroj prípravok	Characteristics/Znaky	Spec. Char.	Methods/Methods Evaluation/Mesurement			Reaction plan	
					Dimension/ specification Rozmer/specifikácia Tolerancia	Technique Hodnotenie / Spôsob merania	Control Method Metóda riadenia		
000	Nastavenie stroja	Chamfermatic	0 Ozubený hriadeľ po operácii brúsenie	Spec. Char. 4,8 220 6,6 bat	Visual, program	Size Veľkosť Dávka	Frequency Početnosť 100%	Program	Prestavenie podľa inštrukcie
001	Odihlenie	Chamfermatic	1 Odihlenie	R 0,08 0,12 Rádus na hlavovej kružnici	Hommel Optic C305	Dávka	1...100	Samokontrola, bez záznamu	Označenie a Ezovanie nezhodného výrobku, korekcia, spätná kontrola vyrobených kusov, kontrola stavu chybného nástroja, kontrola stavu stroja, kontaktovať TVO/Q
002	Brúsenie	Chamfermatic	2 Odihlenie	R 0,038 0,140 Rádus v páte ozubenia	Hommel T8000	Dávka	1 x za zmenu	Samokontrola, protokol	
003	Brúsenie	Chamfermatic	3 Odihlenie	Vzhľad povrchu Nie sú prípustné stopy po odhľení na ložiskových priemeroch	Vizuálne	Dávka	100%	Samokontrola	

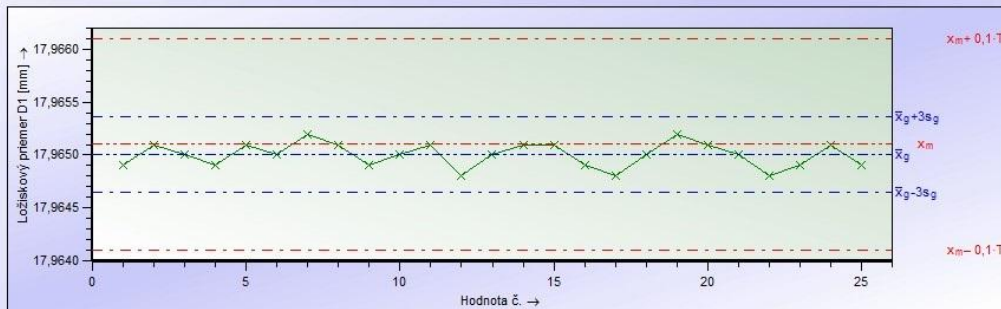
PRÍLOHA P XIII: PLÁN KONTROLY A RIADENIA PRE SUPERFINIŠOVANIE

SAUER DANFOSS		CONTROL PLAN / PLÁN KONTROLY A RIADENIA										Strana 1/1	
Prototype/Prototyp	Pilot-Run/O-séria X	Production/Sériová výroba		Key contact Kľúčový kontakt - spracovateľ		Date (Orig.) Dátum prvého vydania		Date rev. Dátum revízie					
Control Plan No. Plán kontroly a riadenia č. CP505 / 40 (Superfinišovanie)				Michal Ďurktech Core Team		15.1.2013		Customer Engineering Approval/Date (if required) Schválenie konštrukcie zákazníka/ Dňa (ak je požadované)					
Drawing Number/Latest change level Číslo výkresu/Posledná revízia		70015307 B		P. Rigoci, L. Vojenciakova, L. Tabik Riadiaci tím				Customer Quality Approval/Date (if required) Schválenie Kvalitára - zákaznika/dňa (ak je požadované)					
Part Number/Description Číslo dielu/Názov		Hlavný hriadel D-séria - v šerky pn		Supplier/Plant Approval/Date Dodávateľ/Schválil Závod/Dňa		17.1.2013		Other Approvals/Date (if required) Ďalšie schválenia/dňa (ak je požadované)					
Supplier/Plant Dodávateľ/Miesto		SAUER-DANFOSS Povazska Bystrica		Supplier Code Kód dodávateľa									
Part/ process number Diel/Proces číslo	Process name/ operation description Názov procesu / Popis operácie	Machine device, jig, tools Stroj, nástroj prípravok	No./Č.	Product Výrobok	Characteristics/Znaky	Spec. Char.	Dimension/ specification/tolerance Rozmer/specifikácia Tolerancia	Methods/Methods Evaluation/Measurement Technique Hodnotenie / Spôsob merania			Reaction plan Reakčný plán		
								Identifikačným zápisom k obrazu vpravo	Technique Hodnotenie / Spôsob merania	Sample/Vzorka Size Veľkosť Dávka		Control Method Metóda Triedenia	
001	Založenie dielov do pracovného priestoru	Supfina TP90	1	Ozubený hriadel po odhlieni	Superfiniš	K	22,220 ± 0,005	Ložiskový priemer 1 (zo strany identifikačného zápisu)	Identifikačným zápisom k obrazu vpravo	Dávka	100%	Samokontrola, bez záznamu	Náprava založenia
002	Superfinišovanie	Supfina TP90 kameň GSA/TO/SF GC600-09F- V2S5	2		Superfiniš	K	0	Ložiskový priemer 1 (zo strany identifikačného zápisu)	Hommel Optic C905	Dávka	1... 15...30	Samokontrola, SPC	Označenie a izolovanie nezhodného výrobku, korekcia, spätná kontrola výrobných kusov, kontrola stavu chybného nástroja, kontrola stavu stroja, kontaktovať TVOICE
004	Superfinišovanie	Supfina TP90	4		Superfiniš	K	22,220 ± 0,005	Ložiskový priemer 2	Hommel Optic C905	Dávka	1... 15...30	Samokontrola, SPC	
005	Superfinišovanie	Supfina TP90	5		Superfiniš	Ra	0,1	Drsnosť na ložiskovom priemeri 1	Zeiss Surfcom Flex	Dávka	1... 15...30	Samokontrola, bez záznamu	
006	Superfinišovanie	Supfina TP90	6		Superfiniš	Ra	0,1	Drsnosť na ložiskovom priemeri 2	Zeiss Surfcom Flex	Dávka	1... 15...30	Samokontrola, bez záznamu	
007	Superfinišovanie	Supfina TP90	7		Superfiniš		1,8	Max. vzdialenosť superfinišovaného povrchu od čela ozubenia	Vizálne, lupa, koncová mierka	Dávka	1...50...100	Samokontrola, SPC	
008	Superfinišovanie	Supfina TP90	8		Superfiniš		Vzhľad povrchu	Pozdĺžne čiary, Vlny alebo spirály, Kružové stopy po brúsení NIE SU DOVOLENE	Vizálne, lupa, koncová mierka	Dávka	1...50...100	Samokontrola, Proceda	

PRÍLOHA P XIV: SPRÁVA O SPÔSOBILOSTI MERACIEHO SYSTÉMU

 Q - D A S	<h2>Analýza meracích systémov</h2>	Strana 1 / 1
---	------------------------------------	-----------------


Akt. dát.	2. 4. 2013	Sprac. meno	Nákl. stred.	1350505	Odd.	TOCG - D Seria
Skúšobný prostriedok		Normál		Znak		
Sk.pr.ozn.	Hommel Optic C305	Norm.ozn.	Kontrolný etalón	Znak ozn.	Ložiskový priemer D1	
Sk.pr.čís.	MG 1012	Normála-čís.	MV 1003	Znak č.	1/2	
Rozlíšenie-sk.pr.	0,0001	Normál-hodn.	17,9651	Men.hodr	17,9651	HTM $\Delta = 0,0050$
Dôv.sk.		Jedn.	mm	Jedn.	mm	DTM $\Delta = -0,0050$
Poznámka						




i	x _i	i	x _i	i	x _i	i	x _i	i	x _i
1	17,9649	6	17,9650	11	17,9651	16	17,9649	21	17,9650
2	17,9651	7	17,9652	12	17,9648	17	17,9648	22	17,9648
3	17,9650	8	17,9651	13	17,9650	18	17,9650	23	17,9649
4	17,9649	9	17,9649	14	17,9651	19	17,9652	24	17,9651
5	17,9651	10	17,9650	15	17,9651	20	17,9651	25	17,9649

Údaje z výkresu		Namerané hodnoty		Štatistické hodnoty	
x _m	= 17,965100			\bar{x}_g	= 17,965000
DTM	= 17,9601	x _{min g}	= 17,9648	s _g	= 0,00011902
HTM	= 17,9701	x _{max g}	= 17,9652	B = $\bar{x}_g - x_m$	= 0,000100000
T	= 0,0100	R _g	= 0,0004	n(cel) _{er}	= 25
		n(cel) _{oek}	= 25		

Minimálna vzťažná hodnota pre spôsobilosť daného procesu merania

$C_g = \frac{0,2 \cdot T}{4 \cdot s_g}$	= 4,20		T _{min} (C _g)	= 0,0031667
$C_{gk} = \frac{0,1 \cdot T - \bar{x}_g - x_m }{2 \cdot s_g}$	= 3,78		T _{min} (C _{gk})	= 0,0041660
%EV = $\frac{EV}{T}$	= 4,76%		EV = 4 · s _g	= 0,00047610
%RES	= 1,00%		T _{min} (RES)	= 0,0020000

Merací systém je spôsobilý (RES, C_g, C_{gk}, B|EV) 

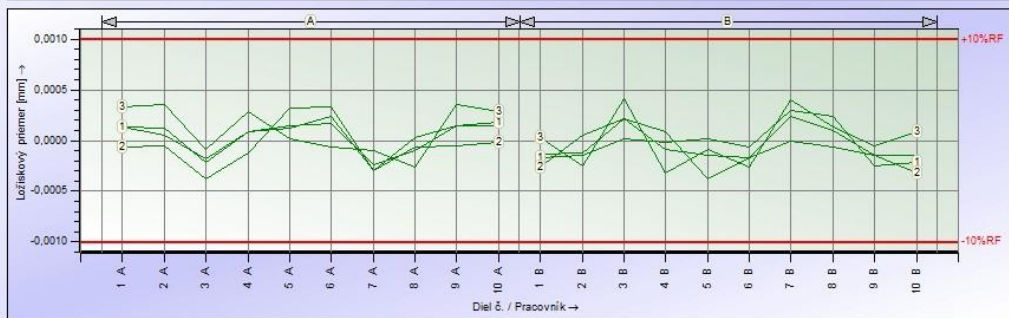
QS 9000 MSA 3rd ARM Tolerancia

Dátum 2. 4. 2013 Podpis GC Postup 1 / cg/cgk Oddelenie Sauer-Danfoss a.s. KONTR_ETAL_HOMMEL.DFQ
 F-IMS-024-07-003

PRÍLOHA P XV: SPRÁVA ZO ŠTÚDIE GAGE R&R MERACIEHO SYSTÉMU

	<h2>Analýza meracích systémov</h2>	Strana 1 / 1
---	------------------------------------	-----------------

Akt. dát.	28. 4. 2013	Sprac. meno	Nákl. stred.	1350505	Oddelenie	TOCG D-Seria
Skúšobný prostriedok		Diel		Znak		
Sk.pr.ozn.	Hommel Optic C305	Diel.ozn.	Hriadel	Znak.ozn.	Ložiskový priemer	
Sk.pr.čís.	MG 1012	Diel.čís.	11039755	Znak.č.	1/2	
Rozlíšenie-sk.pr.	0,0001			Men.hodn.	22,2200 HTM	22,2250 \pm 0,0050
Dôv.sk.				Jedn.	mm DTM	22,2150 \pm -0,0050
Poznámka						



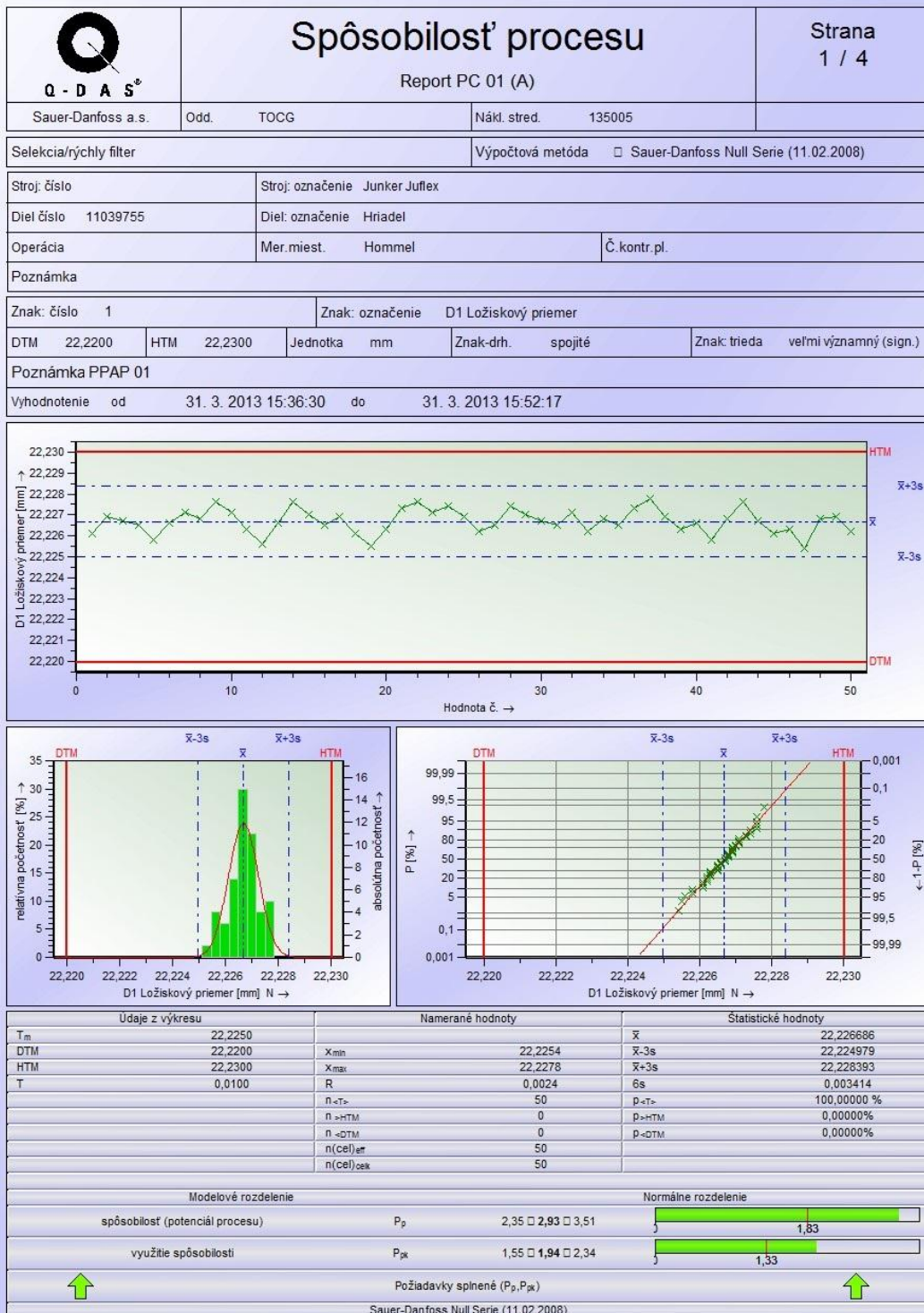
n	XA1	XA2	XA3	\bar{X}_{gj}	R_{gj}	XE1	XE2	XE3	\bar{X}_{gj}	R_{gj}	\bar{X}_{gn}	S_{gn}
1	22,2243	22,2241	22,2245	22,22430	0,0004	22,2240	22,2239	22,2242	22,22403	0,0003	22,224167	0,00019387
2	22,2214	22,2213	22,2217	22,22147	0,0004	22,2212	22,2214	22,2211	22,22123	0,0003	22,221350	0,00019387
3	22,2188	22,2186	22,2189	22,21877	0,0003	22,2190	22,2192	22,2194	22,21920	0,0004	22,218983	0,00019387
4	22,2216	22,2214	22,2218	22,22160	0,0004	22,2215	22,2216	22,2212	22,22143	0,0004	22,221517	0,00022156
5	22,2248	22,2250	22,2247	22,22483	0,0003	22,2247	22,2243	22,2246	22,22453	0,0004	22,224683	0,00019387
6	22,2194	22,2195	22,2191	22,21933	0,0004	22,2191	22,2190	22,2189	22,21900	0,0002	22,219167	0,00016617
7	22,2162	22,2162	22,2164	22,21627	0,0002	22,2168	22,2165	22,2169	22,21673	0,0004	22,216500	0,00016617
8	22,2207	22,2206	22,2204	22,22057	0,0003	22,2209	22,2206	22,2208	22,22077	0,0003	22,220667	0,00016617
9	22,2184	22,2182	22,2186	22,21840	0,0004	22,2180	22,2181	22,2182	22,21810	0,0002	22,218250	0,00016617
10	22,2247	22,2245	22,2248	22,22467	0,0003	22,2243	22,2242	22,2246	22,22437	0,0004	22,224517	0,00019387

Diel.čís.	11039755		Diel.ozn.	Hriadel	
Znak.č.	1/2		Znak.ozn.	Ložiskový priemer	
Opakovateľnosť	$EV = K_1 \frac{R}{T}$	-	0,00019667		
Opakovateľnosť	$\%EV = \frac{EV \cdot 100\%}{T}$	-	11,79%		
Reprodukovateľnosť	$AV = \sqrt{K_2 \cdot R_{g1}^2 + EV^2 \cdot n_{g1}}$	-	0,000043726		
Reprodukovateľnosť	$\%AV = \frac{AV \cdot 100\%}{T}$	-	2,62%		
Variabilita meracieho systému	$GRR = \sqrt{EV^2 + AV^2}$	-	0,00020138		
Variabilita meracieho systému	$\%GRR = \frac{GRR \cdot 100\%}{T}$	-	12,08%		
Variabilita dielov	$PV = K_2 \cdot R_g$	-	0,0028741		
Variabilita dielov	$\%PV = \frac{PV \cdot 100\%}{T}$	-	154,45%		
Počet rozlišovateľných tried	n_{dc}	-	18		
Merací systém je spoľahlivý (R&R, %GRR, n_dc)					
QS-9000 MSA, 3. Edície / ARVI - Tolerance, ARMI					
$T_{min} (uDDR)$	0,0060413	$T_{min} (uDDR)$	0,0040276		
Súčet koef. K_1	-	0,8868	Súčet koef. K_2	-	0,7071
			Súčet koef. K_3	-	0,3148

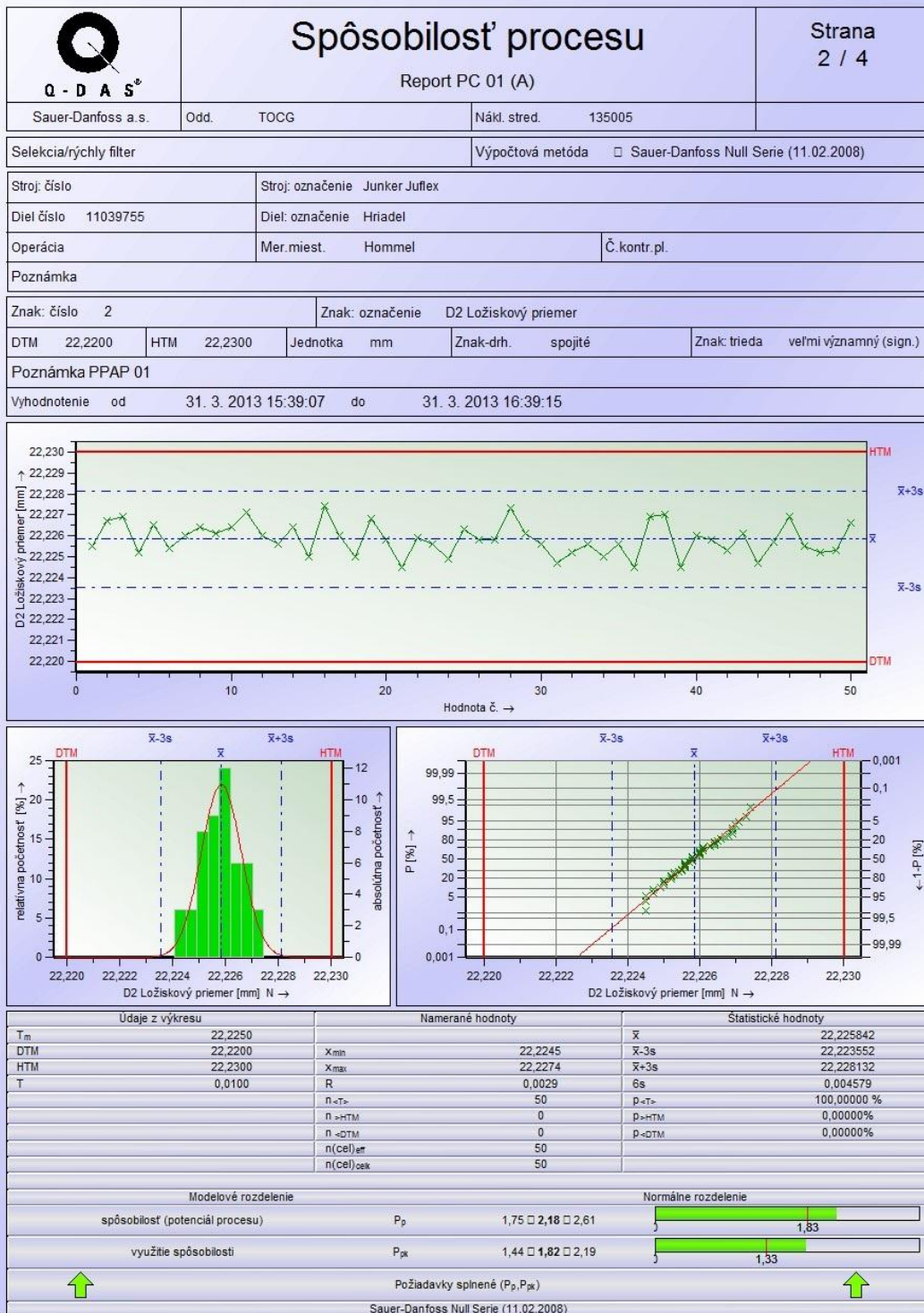
Dátum 28. 4. 2013 Podpis Sauer-Danfoss a.s. Oddelenie HOMMEL_POSTUP_3 - KóPIA,DFQ

F-IMS-024-07-002

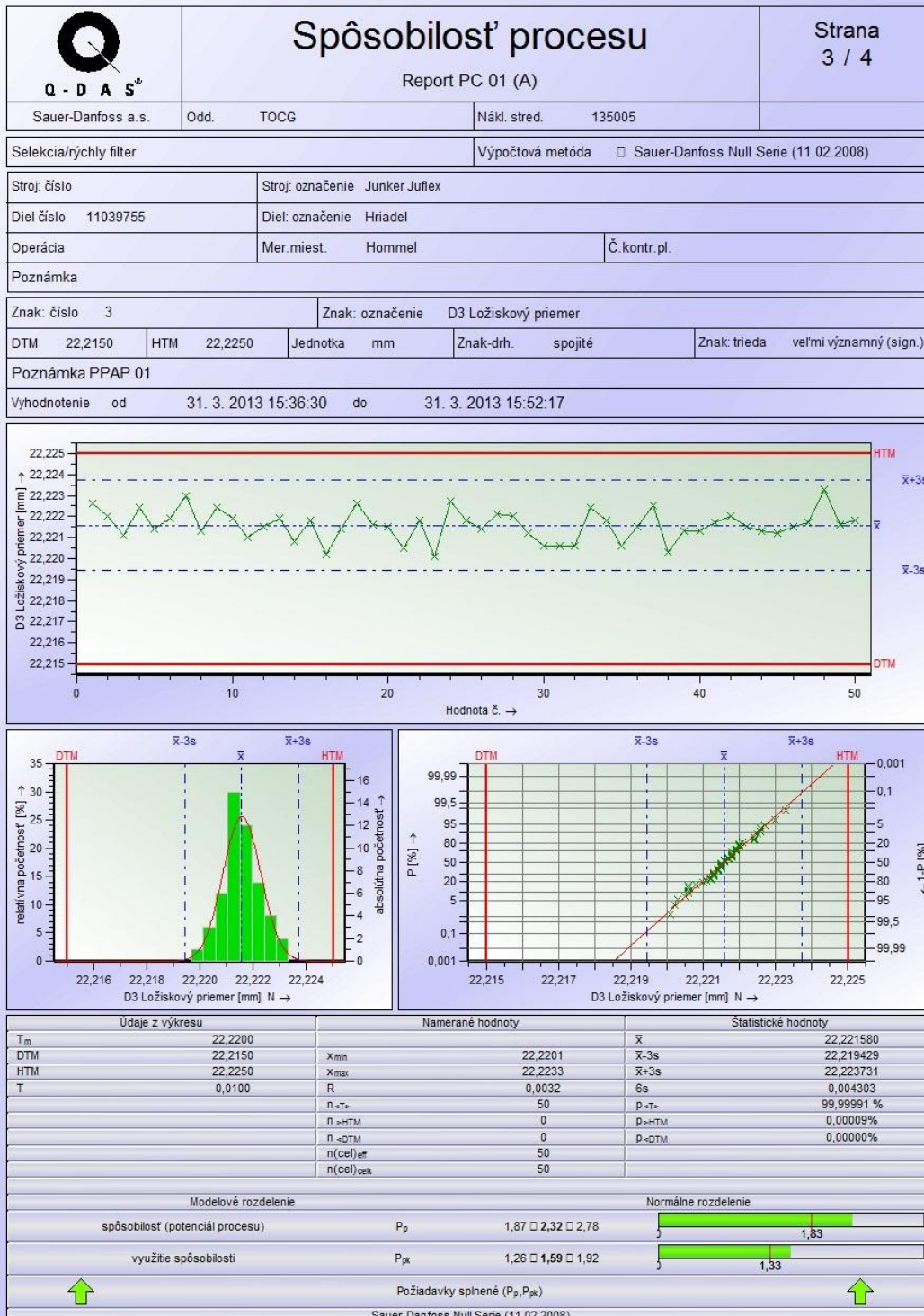
PRÍLOHA P XVI: SPÔSOBILOSŤ PROCESU PRE BRÚSENIE D1



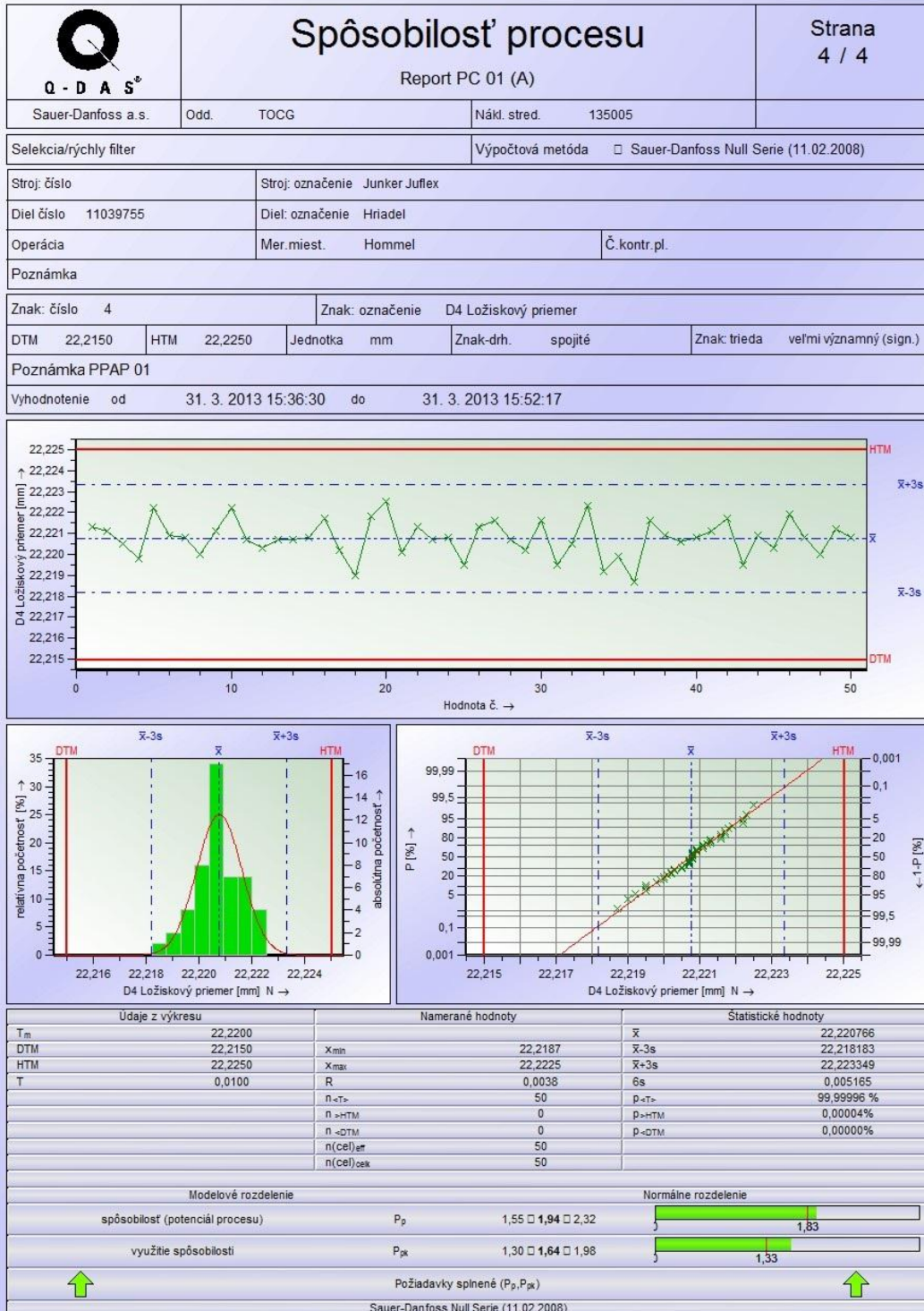
PRÍLOHA P XVII: SPÔSOBILOSŤ PROCESU PRE BRÚSENIE D2



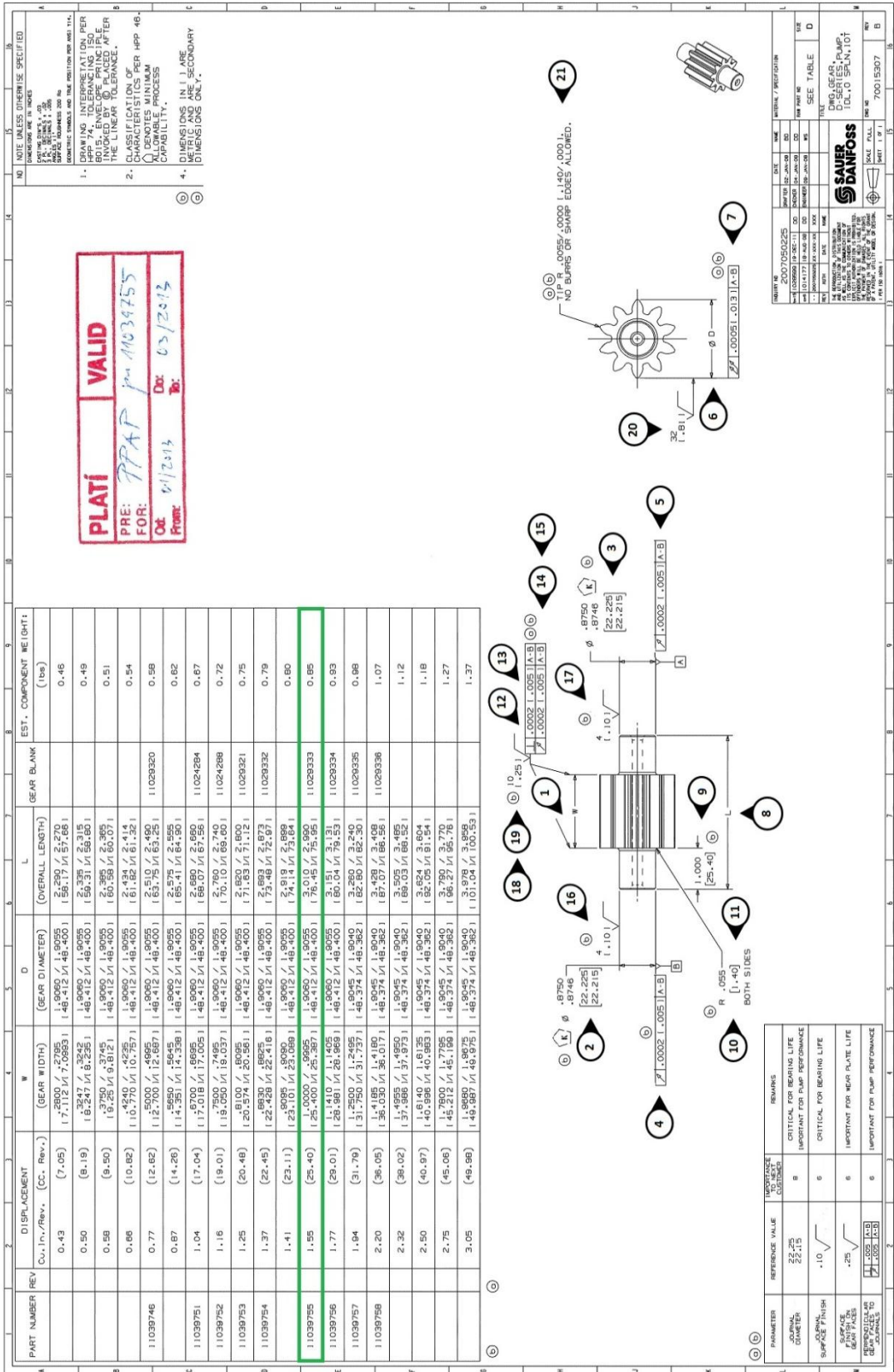
PRÍLOHA P XVIII: SPÔSOBILOSŤ PROCESU PRE SUPERFINIŠOVANIE D3



PRÍLOHA P XIX: SPÔSOBILOSŤ PROCESU PRE SUPERFINIŠOVANIE D4



PRÍLOHA P XX: VÝKRES PN 70015307 REVÍZIA B PRE ISIR



PARAMETER	REFERENCE VALUE	IMPORTANCE TO FUNCTION	REMARKS
JOURNAL DIAMETER	22.225	6	CRITICAL FOR BEARING LIFE
JOURNAL SURFACE FINISH	-10	6	IMPORTANT FOR PUMP PERFORMANCE
SURFACE FINISH OF BEARING PLATES	.25	6	CRITICAL FOR BEARING LIFE
BEARING PLATE DIAMETER	100.000	6	IMPORTANT FOR PUMP PERFORMANCE

REV	DATE	DESCRIPTION	BY	CHK
1	12-JAN-08	ISSUE FOR PRODUCTION		
2	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
3	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
4	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
5	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
6	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
7	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
8	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
9	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
10	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
11	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
12	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
13	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
14	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
15	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
16	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
17	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
18	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
19	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
20	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
21	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		

REV	DATE	DESCRIPTION	BY	CHK
1	12-JAN-08	ISSUE FOR PRODUCTION		
2	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
3	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
4	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
5	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
6	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
7	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
8	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
9	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
10	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
11	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
12	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
13	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
14	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
15	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
16	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
17	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
18	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
19	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
20	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
21	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		

REV	DATE	DESCRIPTION	BY	CHK
1	12-JAN-08	ISSUE FOR PRODUCTION		
2	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
3	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
4	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
5	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
6	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
7	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
8	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
9	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
10	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
11	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
12	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
13	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
14	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
15	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
16	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
17	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
18	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
19	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
20	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
21	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		

REV	DATE	DESCRIPTION	BY	CHK
1	12-JAN-08	ISSUE FOR PRODUCTION		
2	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
3	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
4	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
5	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
6	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
7	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
8	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
9	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
10	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
11	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
12	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
13	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
14	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
15	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
16	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
17	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
18	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
19	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
20	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		
21	10-MAR-08	REVISED TO ADD DIMENSIONS		