

Česká zemědělská univerzita v Praze
Technická fakulta
Katedra jakosti a spolehlivosti strojů

**Aplikace metody QFD při vývoji nýtovacího
zařízení**
Diplomová práce

Vedoucí práce: **Ing. Zdeněk Aleš, Ph.D.**

Autor práce: **Bc. Antonín Solfronk**

Praha 2017

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Antonín Solfronk

Obchod a podnikání s technikou

Název práce

Aplikace metody QFD při vývoji nýtovacího zařízení

Název anglicky

QFD method application in the development of riveting equipment

Cíle práce

Cílem práce bude aplikovat metodu QFD při vývoji nýtovacího zařízení.

Metodika

- 1) Úvod
- 2) Rozbor současného stavu
- 3) Cíl práce a metodika
- 4) Vlastní práce
- 5) Zhodnocení výsledků a doporučení
- 6) Závěr

Doporučený rozsah práce

50 – 60

Klíčová slova

dům kvality, požadavky zákazníka, metoda QFD

Doporučené zdroje informací

- FICALORA, Joseph P, Lou COHEN a Lou COHEN. Quality function deployment and Six Sigma: a QFD handbook. 2nd ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2010, xxvi, 449 p. ISBN 9780135138359.
- JURAN, J a Joseph A DE FEO. Juran's quality handbook: the complete guide to performance excellence. 6th ed. New York: McGraw Hill, 2010, xxi, 1113 p. ISBN 007162934.
- KOŽÍŠEK, Jan a Barbora STIEBEROVÁ. Management jakosti I. Vyd. 3., přeprac. V Praze: České vysoké učení technické, 2010, 227 s. ISBN 978-80-01-04568-8.
- LEGÁT, Václav. Management a inženýrství údržby. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, 2013, 570 s. ISBN 978-80-7431-119-2.
- MYKISKA, Antonín. Bezpečnost a spolehlivost technických systémů. Vyd. 2., přeprac. V Praze: Vydavatelství ČVUT, 2004. ISBN 80-010-2868-2.
- NENADÁL, Jaroslav. Moderní management jakosti: principy, postupy, metody. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2008, 377 s. ISBN 978-80-7261-186-7.
- PLURA, Jiří. Plánování a neustálé zlepšování jakosti. Vyd. 1. Praha: Computer Press, 2001, 244 s. ISBN 80-722-6543-1.
- TÖPFER, Armin. Six Sigma: koncepce a příklady pro řízení bez chyb. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2008, x, 508 s. ISBN 978-80-251-1766-8.

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – TF

Vedoucí práce

Ing. Zdeněk Aleš, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra jakosti a spolehlivosti strojů

Elektronicky schváleno dne 8. 2. 2016

doc. Ing. Martin Pexa, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 2. 3. 2016

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 26. 03. 2017

Čestné prohlášení

*„Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: „**Aplikace metody QFD při vývoji nýtovacího zařízení**“ vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů.*

Jsem si vědom, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Jsem si vědom, že moje diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí.

Jsem si vědom 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, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.“.

V Praze dne: 31. 3. 2017

Podpis:

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval především vedoucímu mé diplomové práce Ing. Zdeňku Alešovi, Ph.D., za ochotu, rady, náměty a připomínky, kterými přispěl k vypracování diplomové práce a také za čas, který mi věnoval. Zároveň bych chtěl poděkovat všem svým blízkým za podporu a trpělivost během celé doby mého studia.

Abstrakt: Cílem této diplomové práce bylo ověřit možnost využití metody Quality Function Deployment, česky volně překládáno jako Dům kvality, při vývoji nýtovacího zařízení. Práce se skládá ze dvou základních částí. První část se zabývá současným poznáním na poli kvality výrobků a procesů, a to zejména ve vztahu k plánování kvality. Tak aby metoda QFD byla zasazena do kontextu norem a bylo na ní nahlíženo jako na koncepční nástroj plánování kvality. V této části je také detailně popsána metoda QFD. Druhá část práce se zaměřuje na aplikaci metody QFD na konkrétní vývojový projekt. Aplikaci metody na vývoj automatického nýtovacího zařízení předchází stanovení koncepce zařízení, analýza konkurenčních výrobků a analýza zákaznických požadavků na produkt. Následně je provedeno vyhodnocení výsledků a jsou stanovena doporučení.

Klíčová slova: dům kvality, požadavky zákazníka, metoda QFD

QFD method application in the development of riveting equipment

Summary: The aim of this master thesis was to verify the possibility to use the method Quality Function Deployment, often known as House of Quality, in the development of riveting equipment. The work consists of two main parts. The first part deals with the present knowledge in the field of product quality and process quality in relation to quality planning. So the method QFD can be perceived in context of norms and to be viewed as a conceptual tool for quality planning. This section also includes detail description of QFD method. The second part of thesis focuses on QFD application on a specific development project. Concept of device, analysis of competing products and analysis of customer product requirements are done before the method is applied. Afterwards there are done the evaluation of results and are defined the recommendation.

Key words: house of quality, customer requirements, QFD method

Obsah

1	ÚVOD.....	9
2	ROZBOR SOUČASNÉHO STAVU.....	11
2.1	JAKOST A JEJÍ HISTORICKÝ VÝVOJ.....	11
2.2	VÝCHODISKA NORMY MANAGEMENTU KVALITY.....	11
2.3	NÁSTROJE A METODY ŘÍZENÍ KVALITY	12
2.3.1	VÝZNAM ŘÍZENÍ KVALITY PŘI VÝVOJI PRODUKTU	12
2.3.2	PLÁNOVÁNÍ KVALITY VE VZTAHU K SYSTÉMU MANAGEMENTU KVALITY	13
2.3.3	PLÁNY KVALITY	15
2.3.4	POMOCNÉ METODY PLÁNOVÁNÍ KVALITY	18
2.4	METODA QFD.....	19
2.4.1	HISTORIE METODY QFD.....	19
2.4.2	TRANSFORMACE ZÁKAZNICKÝCH POŽADAVKŮ DO ZNAKŮ KVALITY PRODUKTU.....	20
2.4.3	KVANTITATIVNÍ HODNOCENÍ.....	23
2.4.4	PŘÍSTUPY K METODĚ QFD	24
2.5	NÝTOVÁNÍ.....	27
2.5.1	PODSTATA	27
2.5.2	NÝTY	27
2.5.3	VÝHODY A NEVÝHODY NÝTOVÝCH SPOJŮ.....	28
2.5.4	METODY NÝTOVÁNÍ.....	28
3	CÍL PRÁCE A METODIKA	33
4	VLASTNÍ PRÁCE.....	35
4.1	SEZNÁMENÍ SE SPOLEČNOSTÍ.....	35
4.2	SOUČASNÉ PRODUKTY SPOLEČNOSTI	35
4.3	KONCEPCE ZAŘÍZENÍ.....	39
4.3.1	NÝTOVACÍ HLAVA.....	39
4.3.2	ZÁSOBNÍK NÝTŮ A DOPRAVA NÝTŮ	40
4.3.3	NABÍJEČ NÝTŮ, POSUVNÁ JEDNOTKA.....	40
4.3.4	ŘÍZENÍ A VYHODNOCENÍ	41
4.3.5	POHONNÁ JEDNOTKA	42
4.4	ANALÝZA KONKURENCE A KONKURENČNÍCH VÝROBKŮ.....	43
4.4.1	SPOLEČNOSTI A JEJICH SOUČASNÉ PRODUKTY PRO AUTOMATICKOU INSTALACI MATICOVÝCH NÝTŮ	43
4.4.2	SROVNÁNÍ KONKURENČNÍCH NÝTOVACÍCH SYSTÉMŮ	46
4.5	ANALÝZA ZÁKAZNICKÝCH POŽADAVKŮ	47
4.5.1	STANOVENÍ POŽADAVKŮ NA PRODUKT PRO SESTAVENÍ DOMU KVALITY.....	47
4.5.2	DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ	49
4.6	SESTAVENÍ DOMU KVALITY.....	51
4.6.1	KROK 1 - POŽADAVKY ZAJINTERESOVANÝCH STRAN.....	51
4.6.2	KROK 2 – STANOVENÍ VÁHY POŽADAVKŮ.....	52
4.6.3	KROK 3 – STANOVENÍ ZNAKŮ KVALITY	52
4.6.4	KROK 4 – VZTAHY ZNAKŮ KVALITY	53

4.6.5	KROK 5 – VZTAHY POŽADAVKŮ ZÁKAZNÍKA SE ZNAKY KVALITY.....	54
4.6.6	KROK 6 – HODNOCENÍ STUPNĚ PLNĚNÍ POŽADAVKŮ	54
4.6.7	KROK 7 – VÝPOČET VÁHY ZNAKŮ KVALITY	55
4.6.8	KROK 8 – STANOVENÍ TECHNICKÝCH CÍLŮ	56
4.6.9	KROK 9 – URČENÍ STUPNĚ OBTÍŽNOSTI PLNĚNÍ ZNAKŮ KVALITY	56
4.6.10	VYPLNĚNÁ MATICE DOMU KVALITY	57
4.6.11	KROK 10 – PŘEHLED VÝSLEDKŮ	58
5	ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ A DOPORUČENÍ	59
5.1	HODNOCENÍ VÝSLEDKŮ METODY QFD.....	59
5.2	DOPORUČENÍ	60
5.2.1	NÁSLEDNÉ POKRAČOVÁNÍ V TOMTO PROJEKTU	60
5.2.2	OBEČNÁ DOPORUČENÍ.....	61
5.3	EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ POUŽITÉ METODY	62
5.3.1	NÁKLADY NA VÝVOJ (POROVNÁNÍ BEZ A S POUŽITÍM QFD).....	62
5.3.2	BOD ZVRATU	64
6	ZÁVĚR	65
	BIBLIOGRAFIE.....	67
	SEZNAM OBRÁZKŮ	70
	SEZNAM TABULEK	71
	SEZNAM PŘÍLOH.....	71

1 ÚVOD

Průmyslové obory čelí neustálému tlaku na zvyšování kvality výrobků, zkracování životního cyklu výrobků, snižování ceny a dalším faktorům, které je vedou k nutnosti neustálých investic jak do vývoje, tak do pořizování zcela nových technologií. Nesporně významnou hnací silou je fakt, že průmysl na celém světě hledá způsoby, jak nahradit opakující se lidské činnosti za činnosti, které za ně vykonají stroje. Proto se řada výrobních procesů za poslední roky zcela automatizovala a člověk, již jen dohlíží na celý proces. Tento fenomén nutí podniky dodávající výrobní technologie přicházet se zcela automatickým řešením procesů, které dříve vykonával člověk s pomocí ručního nářadí. Role člověka se v celém procesu posouvá více k vývoji komplexnějších, automatických systémů.

Výše zmíněný vývoj průmyslu se promítá i do odvětví nýtování. Nýtování se jako obor za posledních několik desetiletí stal nedílnou součástí automobilového průmyslu, který je jedním z nejmasovějších průmyslů a je brán jako významný tahoun v oblasti inovací a aplikací nových technologií. Právě automobilovému průmyslu vděčíme za vznik, nebo rozvoj mnoha vědeckých metod v oblasti kvality procesů a výrobků.

Mezi společnostmi, které jsou výrobci jak klasického nýtovacího nářadí, tak výrobci automatických průmyslových řešení se řadí i Rivetec s.r.o., česko-německá společnost sídlící v Písku. Z praxe vykonané v této společnosti vím, že při vývoji produktů nejsou pravidelně využívány vědecké metody, vedoucí k úsporám při vývoji a vyšší kvalitě výsledného produktu. Proto jsem se rozhodl vypracovat tuto diplomovou práci na téma „Aplikace metody QFD při vývoji nýtovacího zařízení“. Práce má za cíl ověřit, zda je metoda Quality Function Deployment vhodná pro využití právě při vývoji těchto produktů. Případně navrhnout doporučení, která pomohou společnosti tuto metodu zavést do praxe.

Práce je koncipována tak, aby čtenáře nejdříve seznámila obecně s kvalitou. A metoda QFD mohla být vnímána jako koncepční nástroj, sledující dlouhodobou kvalitu produktů a procesů probíhajících v organizaci. První část provede čtenáře od historie kvality, přes normy upravující kvalitu až k samotné metodě QFD. Dále jsou čtenáři přiblížena teoretická východiska nýtování, jako důležitý základ pro pochopení terminologie a principů.

Praktická část práce se nejprve zaměřuje na popsání a vymezení společnosti Rivetec s.r.o., dále pak na popis koncepce vyvíjeného zařízení. Následuje analýza konkurence a jejich výrobků, výsledky slouží jako důležitý vstup pro vypracování samotné metody. Druhá analýza se zaměřuje na požadavky zákazníků na produkt. Samotná metoda je rozdělena na deset kroků, kdy v každém kroku je popsáno co, a proč se dělá.

Na výsledky metody QFD navazuje jejich zhodnocení a navržení dalšího postupu a to, jak v rámci rozvinutí této konkrétní aplikace, tak při možném zavedení do společnosti. Součástí závěrečného hodnocení je i ekonomické vyhodnocení použití metody. Toto hodnocení může být využito jako základní rozhodovací kritérium pro využití metody v praxi.

2 ROZBOR SOUČASNÉHO STAVU

2.1 Jakost a její historický vývoj

Slovo jakost je překladem slova „qualitas“ z latiny a to v 90. letech 14. století Tomášem ze Štítného. Nebylo však v podobě, v jaké ho známe dnes, ve staročeštině psáno „kakost“. Rozbor uvádí František Oberpfalcer v periodiku Naše řeč z roku 1926: „...slovo *kakost* vzniklo jen nápodobou latinského *qualitas*, které je utvořeno k adjektivnímu neurč. zájmenu *qualis*. Pojem *qualis* vyjadřovali staří Čechové přídavným jménem *kaký* (a složeninami *někaký*, *kakýsi*, *kakýkoli*, *kakýkolivěk*, *ledakaký*, *lečsikaký*, *všelikaký*).“ Do latiny jej přeložil Cicero, jež potřeboval pro svá díla překladu slova *poiotês*, jež pochází nejspíše od Platona nebo od některého z řeckých filozofů, je však prokázáno jeho používání již v textech Aristotela. (1)

V moderním pojetí jeho význam přesně definuje pouze norma ISO 9000, která říká, že „kvalita (jakost) je stupeň splnění požadavků souborem inherentních charakteristik“. Pro lepší pochopení je dobré tuto definici rozebrat po jednotlivých slovech, tedy výraz stupeň činí z jakosti měřitelnou kategorii a na základě toho jsme schopni rozlišovat její úroveň. Požadavky jsou obvykle vyslovená i nevyslovená přání (potřeby) zainteresovaných stran, ale i legislativní nutnosti. Inherentní charakteristika je neodmyslitelná vlastnost pro danou věc či myšlenku. (2)

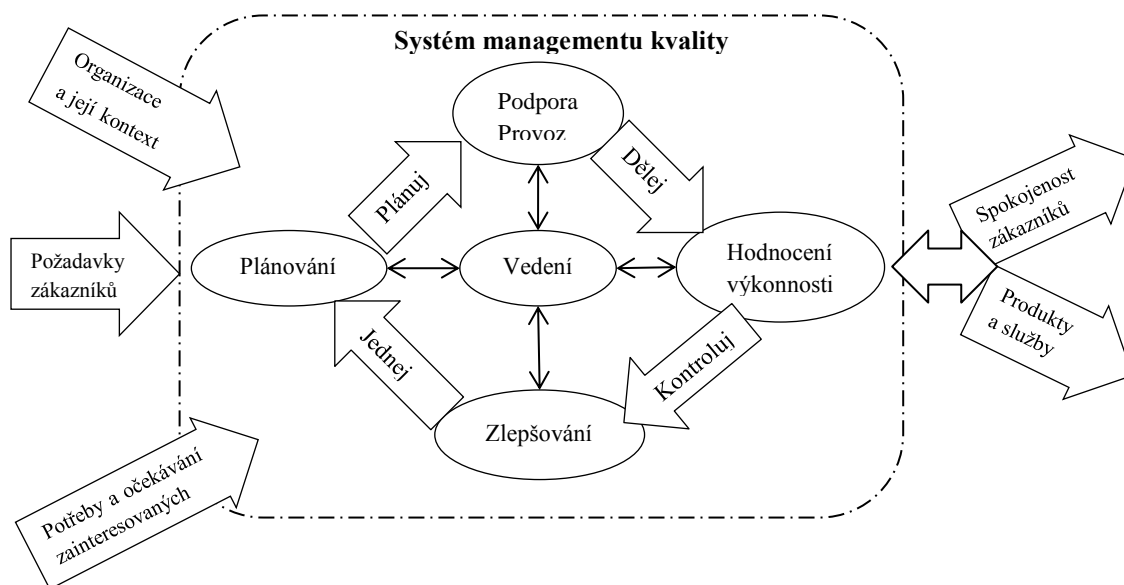
Pro lepší chápání je dobré využít formulace vědců zabývajících se tematikou jakosti dlouhodobě, jako například J. M. Juran, který říká „Jakost je způsobilost k užití.“, nebo Feigenbaum „Jakost je to, co za ni považuje zákazník.“

Aktualizované vydání normy CSN EN ISO 9000:2016 doporučuje překládat „quality“ jako kvalita, nezavrhuje však termín jakost i vzhledem k jeho historickému využívání. Chápání se však nijak nezměnilo. Tato norma je výsledkem globálních požadavků na využívání systémů řízení kvality ve společnostech. Nejčastěji se s jejím využitím setkáváme u společností navázaných na automobilový průmysl, ale je aplikovatelná na kteroukoliv lidskou činnost. (2)

2.2 Východiska normy managementu kvality

Mezinárodní norma managementu kvality ISO 9001:2015 klade důraz na procesní přístup, který zahrnuje přístup PDCA, Plánuj – Dělej – Kontroluj – Jednej. Tento cyklus umožňuje organizacím ujistit se, že jsou zajištěny procesy a odpovídající zdroje, jsou stanoveny příležitosti pro zlepšení a je podle nich jednáno. Výstižně tento cyklus zobrazuje obrázek č.1. (3)

Obr. 1 - Struktura normy ISO 9001 v cyklu PDCA (3)



Cyklus PDCA popisuje norma takto (3):

- **„Plánuj** – stanov cíle systému a jeho procesů a zdroje potřebné pro dosažení výsledků v souladu s požadavky zákazníka a s politikami organizace, identifikuj rizika a příležitosti a zaměř se na ně.
- **Dělej** – zaváděj to, co bylo naplánováno.
- **Kontroluj** – monitoruj a (přichází-li to v úvahu) měř procesy a výsledné produkty a služby ve vztahu k politikám, cílům, požadavků a plánovaným činnostem a podávej zprávy o výsledcích.
- **Jednej** – podle potřeby přijímej opatření pro zlepšování výkonnosti.“

2.3 Nástroje a metody řízení kvality

Tato kapitola se zabývá nástroji a metodami řízení kvality.

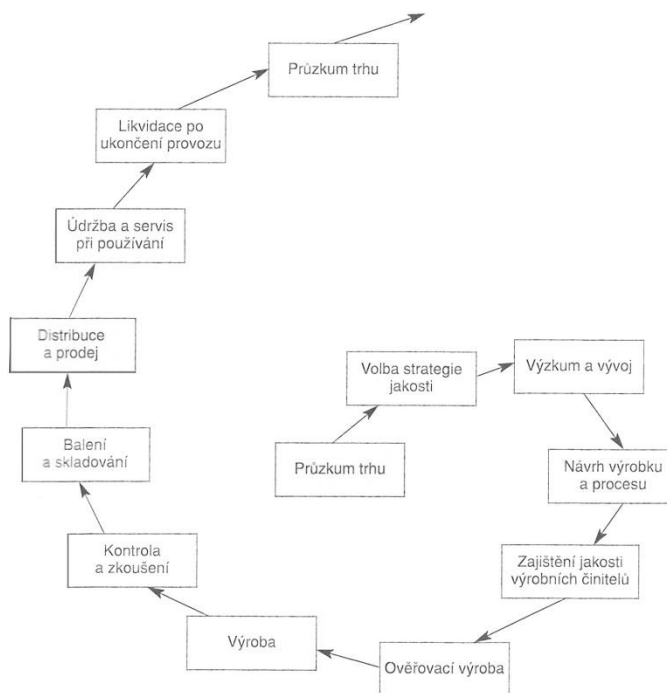
2.3.1 Význam řízení kvality při vývoji produktu

Veškeré produkty prochází charakteristickými fázemi životního cyklu. Na počátku stojí průzkum trhu, který pomůže určit zájem daného trhu o produkt, následuje vývoj a výroba, předprodejní fáze prodeje, prodej a další fáze až po konečnou likvidaci produktu. (4)

Tento proces bývá označován jako spirála kvality (Obr. 2) a z návaznosti jednotlivých fází je zřejmé, že finální kvalita produktu je ovlivněna celým životním cyklem. Je nutné sledovat konečné cíle v celém průběhu procesu, aby nedocházelo k znehodnocení výsledků dosažených

v předchozích krocích. Jako příklad lze uvést nedostatečné balení výrobku pro přepravu, kdy může v průběhu dopravy dojít k poškození a tím i snížení kvality výrobku. (4)

Obr. 2 – Spirála kvality (4)



Všechny dílčí procesy mají tedy vliv na konečnou kvalitu produktu, ale pouze předvýrobní fáze v životním cyklu produktu má zásadní vliv na inherentní vlastnosti, které si produkt ponese do dalších fází. To v důsledku určuje, zda budou splněny požadavky zákazníka, produktu bude konkurenceschopný, a také zda produkt bude vytvářet zisk pro společnost. (4)

Výsledná kvalita produktu je tedy, až z osmdesáti procent utvořena již v předvýrobní fázi. To hlavně souvisí se skutečností, že v předvýrobních fázích dochází k daleko většímu počtu chyb, nežli například ve výrobní fázi. To vede k závěru, že je vhodné věnovat maximální pozornost k identifikaci chyb již v počátku celého procesu a tyto chyby eliminovat. (4)

Souhrnně se tato činnost nazývá plánování kvality.

2.3.2 Plánování kvality ve vztahu k systému managementu kvality

Východiska pro plánování kvality dle současných požadavků lze hledat v souboru norem ISO 9000, který uceleně vede k systémovému přístupu. Pro splnění požadavků na produkt je nutné stanovení správných cílů, včetně cílů kvality, ty musí být měřitelné a zároveň musí odpovídat politice kvality. (5)

Určování těchto cílů vychází ze strategického plánování a politiky kvality v dané organizaci. Cíle je dobré stanovit tak, aby byly snadno měřitelné a bylo zajištěno efektivní přezkoumání systému řízení. Stanovení cílů by mělo vycházet ze strategického rozhodování organizace a analýz (globálního prostředí, trhu, konkurence,...SWOT) a z následných výstupů, které zpracování těchto analýz přinese. Většinou se takový výstup nazývá podniková strategie, jejíž nedílnou součástí bývá marketingová strategie. (5)

Norma ISO 9004 uvádí, že odpovědnost za plánování kvality v organizaci nese vedení. Plánování se má zaměřovat na stanovování procesů potřebných pro správné a účinné plnění cílů kvality organizace a naplňovat tak strategii organizace. (5)

Vstupy efektivního a účinného plánování (5):

- strategie organizace,
- cíle organizace,
- potřeby a očekávání zákazníků i jiných zainteresovaných stran,
- dopady zákonných požadavků a předpisů,
- hodnocení údajů o provedení produktů,
- hodnocení údajů o výkonnosti procesů,
- ponaučení získaná z dřívějších zkušeností,
- zjištěné příležitosti ke zlepšování,
- údaje pro posuzování a zlepšování rizik.

Pro výstupy plánování kvality se procesy realizace stanovují produktu z hlediska (5):

- dovedností a znalostí, které organizace vyžaduje,
- odpovědností a pravomoci,
- potřebných zdrojů,
- měřítek pro hodnocení,
- potřeb zlepšování, včetně metod a nástrojů,
- potřeb dokumentace, včetně nástrojů.

Význam plánování kvality lze shrnout do těchto bodů (4):

- plánování kvality zásadním způsobem rozhoduje o spokojenosti zákazníků,
- plánování kvality se předchází vzniku chyb při realizaci produktu a jeho využívání,
- nejvíce chyb vzniká v předvýrobních etapách,
- odstraňování chyb v průběhu plánování kvality vyžaduje jen zlomek nákladů nezbytných k odstraňování chyb při realizaci a využívání produktu,

- správná realizace plánování kvality přináší konkurenční výhodu,
- využíváním metod a postupů při plánování kvality organizace prokazuje snahu využívat prostředky k prevenci chyb a zvyšuje tak důvěryhodnost svých produktů.

2.3.3 Plány kvality

Jako jeden ze stěžejních dokumentů bývá využíván plán kvality, jakožto dokument, který specifikuje procesy, postupy a související zdroje vázané na konkrétní projekt, produkt, proces nebo smlouvu, také kdo a kdy je využije. (3)

Častým impulzem pro vypracování plánu kvality bývají potřeby zákazníka, zejména v případě, kdy zákazník vyžaduje písemné podklady definující průběh jednotlivých procesů v organizaci ovlivňující výslednou kvalitu produktu. Pokud nemá organizace zavedený žádný systém řízení kvality, anebo když jsou požadavky zákazníka natolik specifické, že se od systému řízení kvality velmi odlišují, je to impulz pro vypracování plánu kvality. Stejně tak může být impulzem vlastní potřeba organizace definovat postupy a procesy u velmi odlišných případů od běžně používaných postupů. (4)

Rozsah plánu kvality je velmi závislý na skutečnosti, zda má organizace zaveden plán řízení kvality. V tom případě lze z plánu kvality odkazovat na již zavedené postupy a pouze definovat postupy lišící se od běžně zavedených. V opačném případě bude plán kvality značně rozsáhlý a bude reprezentovat samostatnou příručku kvality pro daný případ. (4)

Plán kvality by měl být vypracován společně se zástupci jednotlivých útvarů organizace, kterých se následně bude týkat. Rozhodující vstupy zpravidla bývají požadavky spojené s daným specifickým případem, legislativní požadavky a také požadavky vyplývající ze systému řízení kvality. Další důležité vstupy jsou požadavky na zdroje, vazby na jiné plány kvality organizace, výstupy analýzy rizik atd. (4)

Struktura plánů kvality by měla korespondovat s normou ČSN EN ISO 9001, pokud to však vyhovuje uživatelům a potřebám daného případu. Součástí plánu obvykle bývá (4):

- cíl kvality daného případu,
- definice odpovědností,
- specifikace dokumentů a záznamů, zároveň určení jak s nimi zacházet,
- stanovení zdrojů,
- definice způsobu komunikace se zákazníkem,
- plán návrhu a vývoje,
- způsob výběru dodavatelů,

- způsob sledování a měření procesů,
- postup řešení neshodných produktů,
- požadavky na skladování a manipulaci.

Vlastní plán by měl být nejprve přezkoumán a schválen uvnitř organizace a případně i zákazníkem. Po schválení by mělo následovat jeho zavedení do organizace příslušnými pracovníky, nesmí se však vynechat podstatná část a tou je kontrola jeho dodržování. (4)

2.3.3.1 Metodický postup plánování kvality produktu

Hlavní součástí plánování kvality je plánování kvality produktů. Existuje celá řada metodických postupů, mezi ty klasické patří plánování kvality podle J. M. Jurana. (6), (5)

1. Určení zákazníků

Cíle kvality navrhovaného produktu vyplývají ze zákaznických potřeb a strategických cílů organizace, je proto zásadní znát potenciaální zákazníky a jejich skutečné potřeby. Je dobré si však uvědomit, že za zákazníka je možné považovat každého, na koho produkt v důsledku působí. Dodavatele by neměl zajímat pouze přímý zákazník, ale i zákazníci bezprostředně navazující. (5)

2. Zjišťování potřeb zákazníků

Pro důkladné zjištění potřeb zákazníků je nezbytné široké spektrum zdrojů, které mohou poskytnout ucelený zdroj informací. Jako zdroje informací se dají využít například (5):

- metodicky vedený rozhovor neboli interview,
- zápisy obchodníků z návštěv zákazníka,
- servisní zprávy,
- dotazníky,
- výstupy z průzkumu trhu,
- studie konkurenceschopnosti produktu atd.

Dodavatelé by se však neměli spokojit pouze s formulací požadavků ze strany zákazníka, nebo trhu obecně, ale měli by sami zjišťovat podmínky a účel použití produktu, tak aby mohli zákazníkovi poradit a případně požadavky upřesnit. Významným zdrojem informací o zákaznických potřebách může být brainstorming. (5)

3. Přeformulování zákaznických potřeb do řeči výrobce

Zákazník často nevyjadřuje své potřeby v technických specifikacích, a proto je nutné jeho výklad analyzovat a přeložit jej do konkrétních technických specifikací. Vhodným nástrojem je metoda QFD, která bude rozebrána v samostatné kapitole. (5)

4. Stanovení měřitelných parametrů

Tato část postupu úzce souvisí s překladem potřeb zákazníka do technických specifikací. Vhodné je stanovovat měřitelné parametry pomocí číselných hodnot. (5)

5. Zavedení měření

Pokud jsou potřeby zákazníků přeloženy do měřitelných parametrů, je důležité, aby organizace uměla tyto parametry spolehlivě měřit nebo je alespoň uměla zjistit. (5)

6. Vývoj výrobku

V této fázi plánování kvality se stanovují znaky kvality produktu odpovídající předchozím zjištění. Je však nutné brát v úvahu i další kritéria pro rozhodování a to (5):

- celkovou strategii organizace,
- úroveň vědy a techniky v dané oblasti produktu,
- informace o zdrojích a možnostech,
- faktory omezující produkt (legislativa, ekologie,...).

7. Optimalizace návrhu výrobku

Znaky kvality produktu by v tržním prostředí měly splňovat tyto podmínky (5):

- splňovat zákaznické požadavky,
- splňovat potřeby dodavatele,
- být konkurenceschopné,
- splnění podmínky optimalizace kombinovaných nákladů zákazníků a dodavatelů.

Za optimální je považován návrh, u kterého jsou stejnou měrou zastoupeny zákaznické požadavky na výrobek jako dodavatelské potřeby, a zároveň je uplatněna optimalizace kombinovaných nákladů. Ideálně je tohoto cíle dosaženo společným plánováním, otevřenou komunikací a vzájemnou důvěrou. (5)

Důležitou součástí fáze návrhu výrobku je přezkoumání návrhu pomocí analýzy možnosti vzniku vad a jejich následků (FMEA), nebo také pomocí analýzy stromu poruchových stavů (FTA). (5)

8. Vývoj procesu (návrh procesu výroby)

Vývoj výrobku by měl probíhat v kooperaci s technologií z dané organizace. Pokud tomu tak není v celém průběhu, měly by se z technologického hlediska posuzovat jednotlivé fáze vývoje produktu. Cílem této pozornosti z pohledu technologie k navrhovanému produktu je včas odhalit zásadní překážky a nereálné parametry a rovnou pomoci s jejich řešením. Důležité informace z tohoto pohledu jsou rovněž (5):

- údaje o znalostech a dovednostech pracovníků, kteří budou proces využívat,
- údaje o prostředí, ve kterém bude proces probíhat,
- údaje o skutečném využití procesu (pokud se liší od plánovaného).

Podstatnou součástí návrhu procesu je vývoj řízení procesu a plánování kontrolních mechanismů, pomocí kterých budou sledovány parametry procesu a zajištěna zpětná vazba. (5)

9. Optimalizace a prokazování způsobilosti procesu

Pro optimalizaci návrhu procesu lze využívat stejných metod jako pro optimalizaci návrhu produktu (FMEA procesu, přezkoumání návrhu atd.). Důležitou součástí této optimalizace je hodnocení způsobilosti procesu, to umožňuje posoudit schopnost procesu dosahovat požadovaných hodnot podle kvantitativních ukazatelů. Tyto ukazatele nazýváme indexy způsobilosti. (5)

10. Převod procesu do výrobních instrukcí

V rámci zavedení procesu do provozního užití by měla být způsobilost procesu a jeho ovladatelnost popsána v provozních podmínkách spolu s výrobními instrukcemi. (5)

2.3.4 Pomocné metody plánování kvality

Brainstorming

Brainstorming je metoda týmové práce zvyšující účinnost tvůrčího myšlení. Cílem této metody je získat co nejvíce možných nápadů, které budou později analyzovány a hodnoceny. Čím více nápadů je získáno, tím více roste i šance, že mezi nimi budou nápady, které výrazně přispějí k řešení problému. (5)

Metoda se rozděluje na fázi přípravnou, intuitivní a analytickou.

Cílem přípravné fáze je přesná formulace tématu (problému) a vytvoření skupiny osob, která bude společně brainstorming aplikovat. Také musí být určen moderátor, který povede skupinu k otevřené debatě, bude podněcovat aktivitu skupiny a povede ji k řešení problému. (5)

Při intuitivní fázi členové skupiny přicházejí s nápady, které se zaznamenávají na viditelné místo, například na tabuli. Moderátor vhodně stimuluje práci skupiny vhodně kladenými otázkami. Tato fáze má svá pravidla, která by neměla být porušována (5):

- diskusi řídí pouze moderátor,
- nesmí mluvit více osob současně,
- skupina se vyjadřuje pouze k tématu,
- je dána volnost námětům (i zdánlivým nesmyslům),
- náměty se v této fázi nijak nehodnotí,
- všechny náměty jsou zaznamenány,
- intuitivní fáze by měla trvat do 90 minut.

Analytická část se uskutečňuje s časovým odstupem v redukované nebo úplně jiné skupině. Jednotlivé náměty se hodnotí a vybírají se ty, které mohou být podrobeny dalšímu kolu brainstormingu, nebo které jsou dále rozpracovány jinou metodou. (5)

2.4 Metoda QFD

Metodiku postupu při plánování kvality nelze však efektivně realizovat bez použití vhodných nástrojů. Naštěstí jich byla pro oblast plánování kvality produktu vyvinuta celá řada, a jak již bylo uvedeno, průmysl jako například automobilový, používání těchto metod striktně vyžaduje.

Metoda QFD (Quality Function Deployment) je metodou plánování kvality, určenou k transformaci zákaznických požadavků do znaků kvality navrhovaného produktu, využívající principu maticového diagramu. Metoda vhodně propojuje komunikaci pracovníků jednotlivých oddělení a to zejména oddělení vývoje a marketingu. (4)

2.4.1 Historie metody QFD

Tato metoda QFD byla vyvinuta v druhé polovině šedesátých let v Japonsku profesory Shigeru Mizuno a Yoji Akao. Jejich záměrem bylo vyvinout metodu, která zahrne spokojenost zákazníků do produktu již před jeho samotnou výrobou. První aplikace se metoda dočkala roku

1966 panem Kiyotaka Oshiumi z Bridestone Tire, který využil diagram rybí kosti (Ishikawův diagram) k identifikaci požadavků zákazníka k zajištění parametrů kvality produktu. (7)

Roku 1972 byla tato metoda využita při stavbě ropného tankeru společností Kobe Shipyards vlastněná Mitsubishi Heavy Industries. S pomocí doktorů Mizuno a Furukawa byla vytvořena matice požadavků zákazníka a charakteristik kvality. Roku 1974 Akao založil výzkumný výbor Society for quality control na podporu metody QFD. Spolu s doktorem Mizuno tuto metodu roku 1978 editovali, což mělo pozitivní dopad na zavádění kvality v Japonsku. (8)

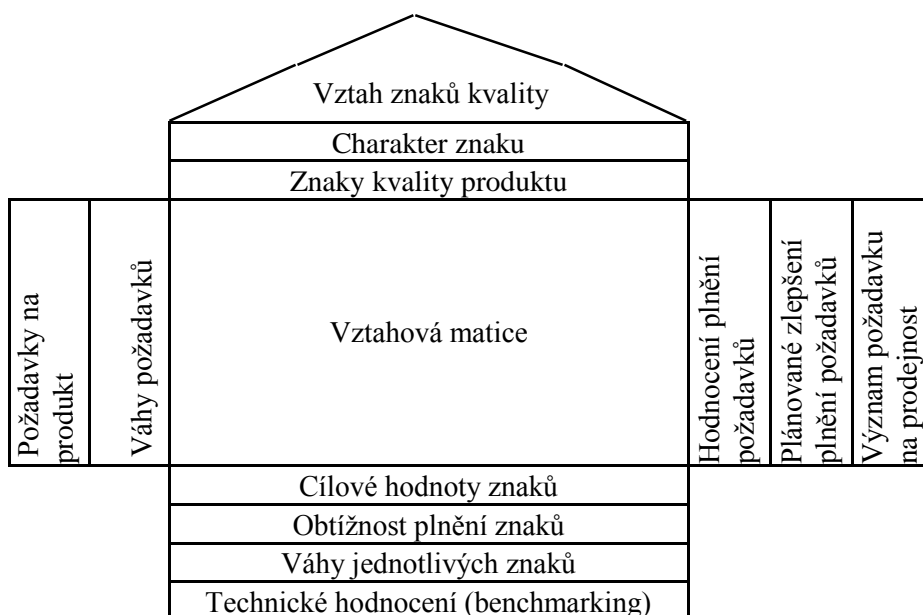
Roku 1983 byla metoda představena v USA krátkým článkem v časopise Quality Progress, který vydává American Society for Quality Control (ASQC). Metoda QFD se stala velmi užitečnou a klíčovou při návrhu nových automobilů, v IT průmyslu vedla ke zkrácení vývojového cyklu. První celosvětové sympozium bylo uskutečněno roku 1989, paradoxně bylo uspořádáno právě spojenými státy. (8)

Roku 1996 souhlasil Yoji Akao s vytvořením ceny nesoucí jeho jméno, která oceňuje ty, kteří přispívají k rozvoji metody QFD. Cena je udělována na Mezinárodním sympoziu QFD. Jako první český vědec tuto cenu získal doc. Ing. Jaroslav Machan, CSc. v roce 2014. (9)

2.4.2 Transformace zákaznických požadavků do znaků kvality produktu

Nejčastěji se tato metoda využívá k transformaci zákaznických požadavků do základních technických parametrů produktu. Výsledkem je grafický kombinovaný diagram, který bývá často nazýván „Dům kvality“.

Obr. 3 – Dům kvality (5)



Již zmínění pracovníci marketingu předkládají požadavky zákazníků a pracovníci vývojového oddělení předkládají znaky kvality, v ideálním případě by měly být tyto znaky měřitelné. Tyto zákaznické požadavky a znaky kvality produktu jsou zapsány do příslušných řádků a sloupců matice. (5)

K zohlednění rozdílné závažnosti jednotlivých zákaznických požadavků je každému z požadavků v další fázi přiřazena váha vyjádřená bodovým hodnocením (nejčastěji 1 až 5). Nízké bodové hodnocení je přiřazeno požadavkům s nízkou důležitostí a jejich nesplnění není často zákazníkem ani vnímáno, naopak vysoké bodové hodnocení je přiřazeno požadavkům, které mají pro zákazníka zásadní význam, nebo je jejich nesplněním např. ohrožena bezpečnost nebo nedodržení předpisů. (5)

V další fázi tvorby domu kvality se provádí hodnocení, jak jsou plněny zákaznické požadavky ve vztahu ke konkurenčním výrobkům. Hodnocení konkurenčních výrobků obvykle provádějí pracovníci marketingového oddělení, hodnocení zákazníky je však daleko objektivnější. K hodnocení úrovně zákaznických požadavků se obvykle používá bodová stupnice od 1 do 5. Získané informace mohou být významné pro analýzu silných a slabých stránek v podnikové strategii. (5)

Na týmu nyní zůstává úkol v podobě analýzy vzájemných vztahů jednotlivých zákaznických požadavků a znaků kvality navrhovaného produktu. Po předchozí diskuzi a dosažení shody v týmu se kvalitativně hodnotí míra vzájemné závislosti, obvykle se používají tyto stupně: silná závislost, průměrná závislost, slabá závislost nebo dokonce nezávislost. Tyto závislosti se v matici zobrazují grafickým symbolem a prázdná buňka představuje nezávislost. (5)

Vyplňováním matice získáváme první informace o tom, které zákaznické požadavky se promítají do konkrétních znaků kvality produktu. V této fázi se zaměřujeme zejména na to, zda jsou řádky a sloupce zaplnily symboly charakterizující závislosti, nebo zda jsou buňky prázdné. V případě, že některý z řádků neobsahuje symboly závislosti na znacích kvality produktu, mělo by následovat doplnění měřitelných znaků kvality, které mají vztah k danému zákaznickému požadavku. Zároveň v případě prázdného sloupce, je možné říct, že je daný znak kvality produktu z pohledu požadavků zákazníka bezvýznamný. Je však nutné zjistit, zda se nejedná o nevyslovený požadavek zákazníka, neboli že ho zákazník považuje za zcela samozřejmý. (5)

Analýzou maticového diagramu lze snadno zjistit, které znaky kvality produktu jsou z hlediska plnění požadavků zákazníka nejdůležitější. Jde o ty znaky, které mají v sloupcích největší zastoupení symbolů charakterizujících závislost, zejména tu silnou. (5)

Do spodní části střechy domu kvality je možné zaznamenat charakter znaku, neboli grafické znázornění požadovaného směru zlepšení, případně pokud je vyžadována konkrétní hodnota znaku kvality. (10)

Dalším krokem při zpracování domu kvality je analýza vzájemných vztahů mezi jednotlivými znaky kvality produktu. Této činnosti se věnují zejména pracovníci vývojového oddělení. Míra závislosti jednotlivých znaků je zaznamenána do střechy domu kvality. Pro vyjádření vztahu mezi jednotlivými znaky je vhodné využít podobnou symboliku, je však nutné rozlišení, zda se jedná o kladný či záporný vztah. (5)

Další krok pro kompletaci domu kvality opět provádí pracovníci vývojového oddělení a to na základě informací o konkurenčních produktech. Provádí porovnání z hlediska technických možností dosahovat jednotlivé znaky produktu, hodnocení opět využívají bodové hodnocení ve stupnici od 1 až do 5. Toto hodnocení neboli benchmarking je do jisté míry podobné hodnocení stupně plnění zákaznických požadavků. Opět je možné využít grafického rozlišení stupně plnění. (11)

Následně je možné hodnotit jednotlivé znaky z hlediska obtížnosti jejich zajištění. Tento krok není nezbytně vyžadován, jelikož může být velmi obtížné jej stanovit správně. Může to však být významné vodítko pro další rozhodnutí. Hodnocení by se opět měly zúčastnit zainteresované strany uvnitř podniku, např. technolog, oddělení nákupu, zástupce výroby atd. S přispěním jejich znalostí je výsledná hodnota mnohem přesnější. (5)

V takto již skoro vypracovaném domu kvality, je nyní dostatek informací, pro návrh vhodné hodnoty znaků kvality navrhovaného produktu. Měla by být zohledněna důležitost jednotlivých znaků kvality, porovnání s konkurencí, vzájemné vztahy ostatních znaků kvality, obtížnost jejich zjištění, ovšem je nutné brát tento údaj i ve vztahu k ceně výroby a jeho proveditelnosti. (5)

Navržené cílové hodnoty jsou zaznamenány do základny domu kvality, současně by však měly být stanoveno přípustné meze variability, jež by měly identifikovat splnění zákaznických požadavků. (5)

Je nutné pamatovat na to, že takto sestavený dům kvality obsahuje mnoho citlivých informací, jak z hlediska strategie organizace, tak z hlediska zákaznických požadavků. A tyto informace by měli podléhat určitým pravidlům, kdo s takovými informacemi může dále nakládat. (5)

2.4.3 Kvantitativní hodnocení

Výše zmíněné základní postupy a metody domu kvality, použité pro transformaci zákaznických požadavků do specifikací produktu, lze dále vylepšit o kvantitativní vyhodnocení důležitosti jednotlivých znaků produktu. Pro tento účel se používá vyjádření závislosti zákaznických požadavků jednotlivých znaků na kvality produktu číselným koeficientem. Tento koeficient nabývá hodnot 1, 3 a 9 a to podle síly závislosti. A je ho využíváno tak, že v buňkách, kde byla zjištěna závislost zákaznických požadavků s určitým znakem kvality, se spočítá součin koeficientu s hodnotou váhy požadavku. Pro jednotlivé znaky kvality jsou vždy sečteny hodnoty z celého sloupce, a tím je stanovena relativní důležitost jednotlivých znaků kvality produktu.

Kvantitativní hodnocení lze dále vylepšovat detailnějším hodnocením váhy zákaznických požadavků, tím že budeme zohledňovat i potřebu aktivit na zlepšování plnění jednotlivých požadavků. Tady se kromě základní kategorizace požadavků podle stupnice od 1 až do 5, také hodnotí plánované zlepšení a vliv plnění jednotlivých požadavků na prodejnost výrobků. (12) Tuto míru plánovaného zlepšení, ke vztahu k určitému požadavku, lze vypočítat pomocí koeficientního plánovaného zlepšení, a to jako poměr plánovaného hodnocení ke stávajícímu hodnocení. (5)

$$B_i = \frac{P_i}{N_i}$$

P_i – hodnocení, kterého chce organizace dosáhnout (plán)

N_i – stávající hodnocení plnění požadavku

Pro stanovení plánovaného zlepšení se využívá bodová stupnice od 1 do 5 bodů. Pro posouzení vlivu zákaznického požadavku na prodejnost se využívá stupnice, která je rozdělena do 3 stupňů: v případě silného vlivu je použit koeficient 1,5, v případě středního vlivu je použit koeficient 1,2, v případě minimálního vlivu je použit koeficient 1. Po vynásobení výše uvedených 3 kritérií, a to stupně důležitosti požadavku, koeficientu plánovaného zlepšení a koeficientu vlivů na prodejnost, je možné stanovit absolutní váhu jednotlivého zákaznického požadavku. (5)

$$D_i = A_i * B_i * C_i$$

A_i - stupeň důležitosti požadavku

B_i - koeficient plánovaného zlepšení

C_i - koeficient vlivu na prodejnost

Tyto hodnoty absolutních vah zákaznických požadavků je možné přepočítat na relativní váhy vyjádřené v procentech, charakterizující významnost zákaznických požadavků.

$$E_i = \frac{D_i}{\sum_{i=1}^n D_i} * 100$$

Další fází, je možné provést součin u těch buněk, u kterých byla zjištěna závislost zákaznických požadavků na znaku kvality produktu.

$$S_{ij} = k_{ij} * E_i$$

k_{ij} – vyjadřuje míru závislosti požadavku na znaku kvality (nabývá hodnot 1; 3; 9)

Tento součin charakterizuje důležitost jednotlivých znaků kvality a zaznamenává se do druhé poloviny buňky. Pro jednotlivé znaky kvality je možné stanovit součet těchto součinů.

$$Z_j = \sum_{i=1}^n S_{ij}$$

Hodnoty těchto součtů charakterizují důležitost znaků kvality produktu a obvykle se přepočítávají na procentuální vyjádření podle vztahu.

$$V_j = \frac{Z_j}{\sum_{j=1}^m Z_j} * 100$$

V_j – je relativní váha znaku kvality v procentech

Relativním procentuálním vyjádřením důležitosti jednotlivých znaků kvality produktu zohledňujeme důležitost plnění jednotlivých zákaznických požadavků a záměry organizace v budoucím plnění těchto požadavků a vliv plnění jednotlivých požadavků na prodejnost produktu. Toto hodnocení umožňuje stanovení priorit pro plánování kvality produktu. (5)

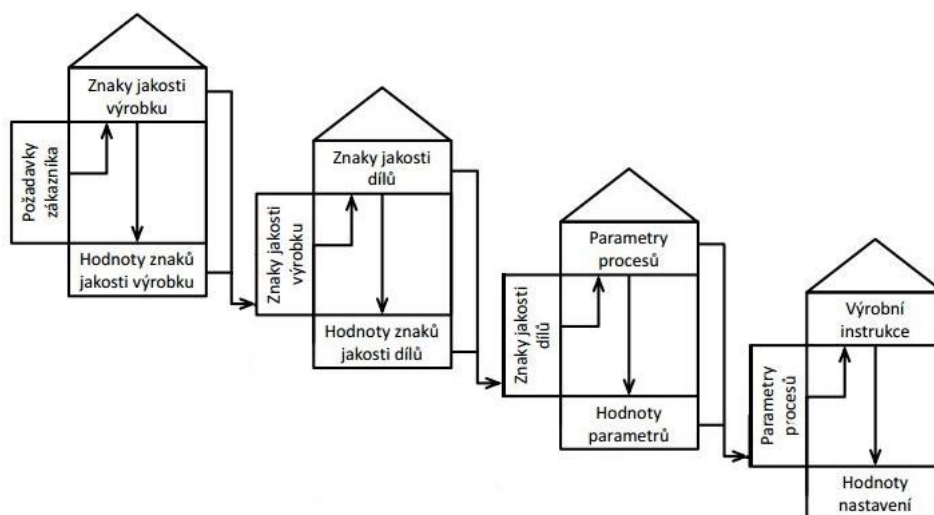
2.4.4 Přístupy k metodě QFD

Metoda za svou existenci prošla řadou aplikací a následných revizí, za tu dobu se vyvinula do několika podob a nespočtu variací. V praxi se nejčastěji využívají dva rozšířené přístupy nad rámec základní matice. Základním rozdílem mezi nimi spočívá zejména v počtu použitých matic a hloubce aplikace.

Čtyř-maticový přístup

Jde o rozšířenou metodu, kdy je k plánování kvality využito čtyř návazných matic, které využívají již popsané principy vyhodnocení. Někdy je tato metoda nazývána jako kaskádová. Počátečním vstupem jsou opět zákaznické požadavky, které se transformují do měřitelných znaků kvality produktu, následně jsou tyto znaky kvality využity jako vstup do druhé matice, kde jsou transformovány na znaky kvality dílů. Podle toho také nazýváme jednotlivé matice, matice plánování produktu a matice plánování dílů. Následně je možné využít znaky kvality dílů a transformovat je do znaků kvality procesů a poté do matice plánování procesů. Tyto znaky kvality je následně možné využít pro sestavení poslední matice, matice výrobních instrukcí. Opět jsou transformovány znaky z předchozí matice do konečných výrobních instrukcí. Názorně to zachycuje obrázek č.4. (5)

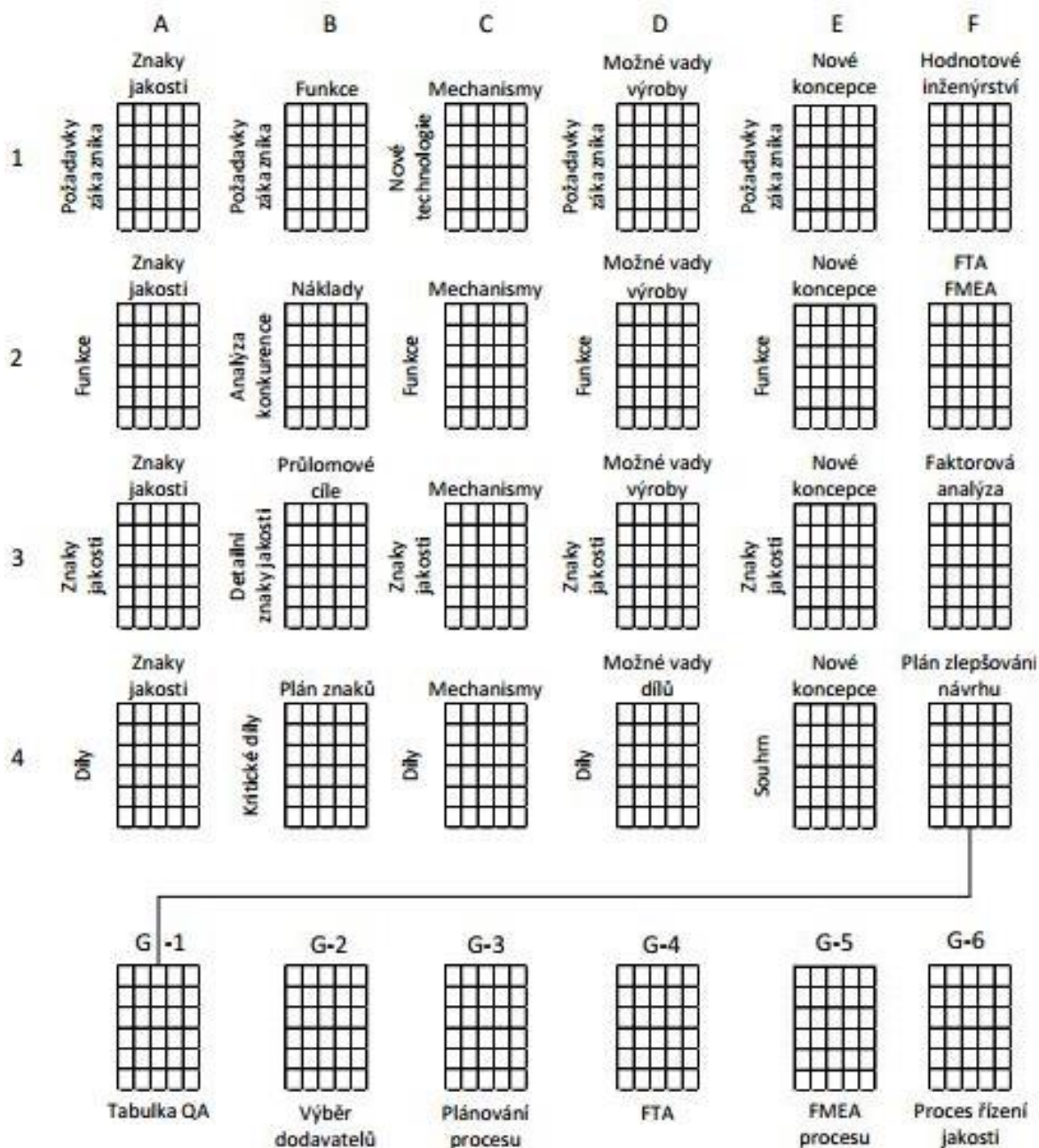
Obr. 4 – Čtyřmaticový přístup QFD (5)



Matice matic

Hlubší zkoumání metody QFD přineslo i celou řadu nových aplikací. Mezi nimi i metodu nazývanou jako matice matic, tu uspořádal B. King koncem 80. let 20. století. Jde o soubor 30 diagramů. Nejde však výhradně o 30 matic, ale některé diagramy jsou vlastně tabulky. Ty přehledně zachycují informace vhodné k dalšímu rozhodování nebo také pouze grafické znázornění informací. Při samotné realizaci není nutné využít všech 30 diagramů (Obr. 5), ale jde naopak o to, vybrat ty vhodné pro konkrétní aplikaci, tak aby daly ucelenou představu o konkrétním problému a nabídly komplexní řešení. (12)

Obr. 5 – Matice matic (12)



2.5 Nýtování

V této kapitole je popsána technologie nýtování.

2.5.1 Podstata

Nýtování je proces spojování dvou nebo více součástí. Jedná se o nerozebíratelné spojení součástí, kdy konec jedné součásti je deformován po vložení do díry v druhé součásti (přímé nýtování), nebo je využito nýtu, který je vložen do průchozích děr ve spojovaných součástech (nepřímé nýtování). (13)

Plný nýt, jehož válcový dřík se rozpěchováním zformuje v závěrnou hlavu, je nejstarším spojovacím prvkem. V Řecku byl používán ke spojení bronzových dílů již před 2500 lety a průmyslově je stále ještě využíván i dnes. Mnohé staré impozantní stavby s nýtovanými konstrukcemi, obzvláště z druhé poloviny 19. století, se staly známými za hranicemi svých zemí. Proslulým příkladem je Eiffelova věž v Paříži, postavená Alexandrem Gustavem Eiffelem u příležitosti Světové výstavy 1889. (14)

2.5.2 Nýty

S postupným vývojem nýtování byly kladeny vysoké nároky na kvalitu spoje, a proto byly vyvíjeny nové typy nýtů. V dnešní době lze vybírat z celé řady nýtů, buď podle nároků na pevnost spoje, jednoduchost instalace, finanční náklady nebo speciálních požadavků na nýtový spoj.

Z historického hlediska je nejpoužívanější plný nýt, který se objevuje na celé řadě staveb, např. na již zmíněné Eiffelově věži, Petřínské rozhledně a na celé řadě mostových konstrukcí. Na těchto konstrukcích byly využívány nýtové spoje zejména pro své vlastnosti, jako je odolnost vůči vibracím a odolnost celé konstrukce vůči teplotním změnám. Plné nýty lze nýtovat za studena nebo za tepla. Nýtování za tepla má dvě hlavní výhody oproti nýtování za studena – tvářecí síla je menší a po ochladnutí dochází k předeptnutí nýtu, tím se materiály stáhnou více k sobě a dochází k většímu tření mezi součástmi. Tato metoda nýtování byla využita při stavbě Petřínské rozhledny. Pomocníci pod rozhlednou nahřívají nýty k sesazování dílů a házeli je nahoru konstruktérům, kteří je zachycovali kleštěmi. Tento typ nýtovaných konstrukcí nahradil konstrukce svařované již v první polovině 20. století. (15)

Plné nýty přetrvaly až dodnes. Jen pro jejich nýtování jsou již využívány sofistikovanější metody, kovářské nýtování nahradilo lisování v ose nýtu, poté orbitální nýtování a nejmladší metodou je nýtování radiální, kdy nýtovací nástroj opisuje hypocykloidní smyčkovou dráhu. (14)

V současné době jsou hlavně využívány jednostranně přístupné nýty. Vkládají se do díry z jedné strany, z té strany jsou i tvářeny. Jejich hlavní skupina je známá pod označením POP (anglické citoslovce pro prasknutí), nebo trhací nýty. Využívají se zejména při výrobě letadel, karosérií, fasád budov, v automobilovém průmyslu a mnoha dalších odvětvích. (16)

2.5.3 Výhody a nevýhody nýtových spojů

Výhody:

- Nýtový spoj dovoluje pružit, daleko lépe než spoj svařovaný,
- Nedochozí ke zvlnění plechů lokálním nahromaděním tepla, jak tomu dochází u svařování,
- Velmi levný spojovací prvek,
- Lze nýtovat vysokou rychlostí,
- Technologie nevyžaduje zvláštní školení,
- Nýtový spoj odolává vibracím,
- Každý jednotlivý nýtový spoj lze efektivně kontrolovat,
- Lze spojovat odlišné materiály.

Nevýhody:

- Nýtový spoj lze rozebrat pouze při porušení spojovaného materiálu nebo nýtu,
- Je nutné nejdříve vytvořit přesný otvor pro nýt,
- Otvory pro nýty oslabují spojovanou sestavu,
- Vzniká lokální pnutí,
- Některé metody nýtování jsou hlučné.

2.5.4 Metody nýtování

V této kapitole jsou popsány jednotlivé metody nýtování.

2.5.4.1 Kovářské nýtování

Kovářské nýtování je nejstarší metoda výroby nýtového spoje. Byla používána již ve starověku. V minulosti byla hojně využívána k výrobě nosných konstrukcí, např. mostů, věží nebo i kotlů. Dnes se s touto metodou můžeme setkat především v použití pro účely uměleckého kování. V průmyslové výrobě již není využívána. (17)

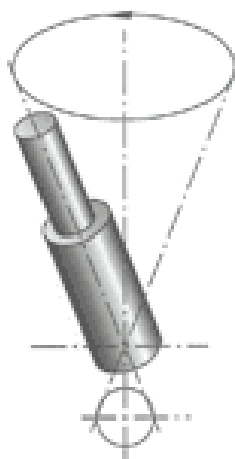
Pro vytvoření nýtového spoje touto metodou jsou potřeba základních nástrojů, a to:

- Podpěrný hlavičkář – Slouží jako podpora nýtu. Tvar nástroje kopíruje tvar hlavy nýtu, tak aby nedocházelo k deformaci hlavy nýtu.,
- Závěrný hlavičkář – Nástroj sloužící pro vytvoření hlavy nýtu,
- Kladivo – Lze použít standardní, nebo pneumatické,
- Utahovák – Trubkový nástroj stejného průměru jako je nýt, používá se pro srovnání dosedacích ploch,
- Tužlík – Nástroj pro dokončovací operace, především utužování nýtového spoje.

2.5.4.2 Orbitální nýtování

Orbitální nýtování současná průmyslová metoda nýtování plných nýtů. Tato metoda je velmi jednoduchá, levná a rychlá. Jedná se o proces nýtování za studena. Nýtovací nástroj se otáčí pod úhlem od 1° do 8° od osy nýtu. Nástroj opisuje kužel, jehož vrchol leží v těžišti hlavy nýtu, rychlostí 1500 až 3000 otáček za minutu (Obr. 6). Tento proces snižuje potřebnou tvářecí síly až o 80 % oproti klasickému lisu. (18)

Obr. 6 – Princip orbitálního nýtování (18)

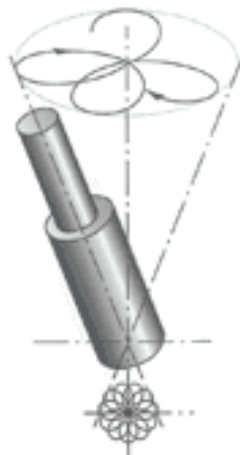


2.5.4.3 Radiální nýtování

Jde o nejvyspělejší metodu nýtování plných nýtů. Radiální nýtování vychází svým principem z nýtování orbitálního. Na místo kuželu však opisuje hypocykloidní smyčku (Obr. 7). To je způsobeno proměnným úhlem odklonění nástroje od osy. Tváření nýtu je prováděno bodovým dotykem, kdy je materiál válcován ze středu směrem ven. Radiálním nýtováním lze dosáhnout lepší struktury materiálu a tedy i nýtového spoje v porovnání s lisováním

nebo orbitálním nýtováním, ale čas nýtování je vyšší než u těchto metod. Hlava nýtu je velmi hladká. (19) (20)

Obr. 7 – Princip radiálního nýtování (19)



2.5.4.4 Nýtování jednostranně přístupnými nýty

Jedná se o nejrozmanitější oblast v oboru nýtování. Tyto nýty se vyznačují odolností vůči opakujícímu se namáhání a odolností vůči únavě. V současnosti používaný jednostranně uzavíraný nýt má podobu dvoudílného spojovacího prvku. Skládá se z nýtovacího pouzdra a nýtovacího trnu s místem pro přelom. Hlavním úkolem trnu je zformovat závěrnou hlavu na slepé straně spoje. Nejčastěji se nazývají trhací nýty (Obr.8). (14)

Obr. 8 – Trhací nýt (21)



Kromě obvyklých jednostranně uzavíraných nýtů existují rovněž nýty s dodatečnými funkcemi, které mohou převzít vedle požadavku na spojení i jiné úkoly. Tak např. u jednostranně uzavírané nýtové matice tvoří nýt základní prvek, který pak lze navzájem spojit s jinými konstrukčními díly. Mimo to nese matice jednostranně uzavíraného nýtu také vnitřní závit (minimálně šest závitových stoupání). Takové nýty nebývají mnohdy používány ani tak kvůli spojení, nýbrž v první řadě pro svou přídavnou úlohu (Obr. 9). Není například možné řezat nosný závit do hliníkového či ocelového plechu 0,5 mm tlustého. Naproti tomu maticové nebo šroubové jednostranně uzavírané nýty lze zpracovávat již u součástí o tloušťce 0,25 mm. Důležitý je také

vedlejší účinek, že maticové nebo šroubové nýty konstrukční části, určené ke spojení, navíc ještě stabilizují. (14)

Obr. 9 – Maticový nýt (21)



Jak již bylo uvedeno, je jednostranně uzavíraný nýt dvoudílným spojovacím prvkem, sestávajícím z nýtového pouzdra a trnu nýtu, který má většinou místo pro přelom. Protože trn musí tvarově deformovat pouzdro, je nutné, aby byl oproti němu z tvrdšího materiálu. (14)

Volba materiálu má vliv na chování nýtu, jako je pevnost a odolnost proti korozi a určuje rovněž jeho cenu. Mimoto musí být materiál jednostranně uzavíraného nýtu sladěn s právě použitými materiály konstrukčního dílu. (14)

Pro vytváření spojů jednostranně uzavíranými nýty platí následující zásady (14):

- Odstupy nýtů volit tak, aby při namáhání tlakem nedocházelo k vyboulení konstrukčních dílů mezi nýty,
- Jednostranně uzavírané nýty se zápustnou hlavou jsou v případě tenkých konstrukčních dílů méně únosné než nýty s kulovou hlavou,
- Pro nepropustné nýtování je dobré zvolit pokud možno dvouřadové nýtové spoje s malými odstupy mezi nýty. Vhodné pro těsnost povrchu je přesazené nýtování v řadách.

Montáž spojů s jednostranně uzavíranými nýty lze provést pneumaticky (Obr. 10) nebo hydraulicky anebo pomocí ručně obsluhovaného nářadí. Je zpravidla jednoduchá a bez problémů. Zpracování jednostranně uzavíraných nýtů je velmi snadné a hospodárné. Za minutu lze s jednoduchými pneumatickými nebo hydraulickými nástroji vsadit 15 až 22 nýtů. Pro zpracování není zapotřebí odborníků ani kvalifikací. Toto umožnění montáže z jedné strany (bez přidržování na druhé straně konstrukčního dílu) dovolilo nejen úplně jiné konstrukce, ale snížilo také automaticky montážní časy a náklady. (14)

Obr. 10 – Ruční pneumaticko-hydraulické nářadí pro jednostranné trhací nýt (21)



Vývoj trhacích a maticových nýtů se ustálil, zato vývoj nýtovacího nářadí zaznamenal v posledních 30- ti letech obrovský pokrok. Požadavky zákazníků si vyžádaly sofistikovaná řešení, která se postupem času stávají standardem v sériové výrobě.

Trendem v průmyslové výrobě je používat poloautomatické a automatické procesy a tyto procesy kontrolovat, tak aby každý jednotlivý spoj byl kvalitní. Vyvinutím nýtovacích hlav byla splněna první podmínka, kterou je kompaktnost nýtovacího zařízení. Nýtovací hlavy mohou být umístěny do automatické linky a jsou poháněny buď hydraulicky, pneumaticky, elektricky nebo kombinovaně. Přidáním různých čidel do systému lze celý proces nýtování vyhodnocovat a poskytnout kvalitní data pro vyhodnocení kvality nýtového spoje. Pokud systém vyhodnotí neshodný nýtový spoj, upozorní obsluhu, popřípadě zastaví celý proces, dokud není problém vyřešen. Výsledná data jsou ukládána a využívají se pro zpětnou kontrolu nebo například jako doklad kvality nýtového spoje. (21)

3 CÍL PRÁCE A METODIKA

Cíle práce

Cílem práce je přehledně shrnout problematiku vývoje v návaznosti na systém managementu kvality, stěžejním východiskem práce jsou normy souboru ISO 9000. Dále přiblížit čtenáři problematiku nýtovacího nářadí, konkrétně maticových systémů a tyto východiska následně využít pro aplikaci metody Quality Function Deployment (Domu kvality). Ověřit vhodnost využití této metody k vývoji nýtovacího nářadí, následně přinést doporučení a závěry, které mohou pomoci při zavedení metody do běžného používání společnosti.

Metodika práce

Základem celé této práce je východisko z rešerše teoretických zdrojů a to zejména z oblasti řízení kvality procesu, managementu a teoretických znalostí z oblasti nýtování. Tyto metody jakožto i jejich objevitelé utvářeli současný stav řízení kvality v praxi a normy upravující kvalitu procesů. Jednotlivé metody je však možné dále rozvíjet a to zejména jejich aplikací v praxi a následným zhodnocením průběhu a výsledků.

Na základě vyhodnocení teoretických poznatků bylo možné sestavit obecný postup pro vývoj produktu, ale i jeho uvedení na trh:

1. Určení zákazníků, trhu nebo segmentu trhu
2. Zjištění jejich potřeb a přesná formulace těchto potřeb – převedení do řeči výrobce
3. Stanovení měřitelných parametrů produktu a nalezení metod k jejich měření
4. Vývoj výrobku a jeho optimalizace pomocí určitých metod
5. Návrh procesu výroby a jeho optimalizace
6. Převod procesu do výrobních instrukcí
7. Výroba produktu
8. Uplatnění marketingových strategií pro uvedení na trh

Praktická část začíná představením společnosti Rivetec s.r.o, tak aby byl přiblížen obor podnikání a produkty této společnosti. Podkapitola je věnována příčinám vzniku požadavku na vývoj nových produktů. Další podkapitola je také věnována koncepci nýtovacího zařízení,

tak aby se čtenář mohl zorientovat a pochopit používané názvosloví a samotné principy zařízení. Následně je provedena analýza konkurence a jejich výrobků pro oblast automatického nýtování, zejména tedy maticových nýtů. Následná podkapitola se věnuje požadavkům na produkt, a jejich ověření pomocí dotazníkového šetření. Výše uvedené informace slouží jako vstupy pro metodu QFD. Průběh aplikace metody je slovně komentován, tak aby bylo zcela jasné, jaké kroky jsou uplatněny.

Závěrečné vyhodnocení výsledků objektivně shrnuje dosažená data a je tak možné přistoupit k doporučení, a to jak pro případné korekce v rámci samotné metody, tak pro postupy v rámci společnosti Rivetec s.r.o.

4 VLASTNÍ PRÁCE

4.1 Seznámení se společností

Historie a výrobní program

Společnost Rivetec s.r.o. byla založena v roce 1994 v Jižních Čechách v obci Albrechtice nad Vltavou. V roce 2000 se stala součástí německé společnosti TITGEMEYER Group a začala rozvíjet své obchodní aktivity v zahraničí. V roce 2014 se společnost kompletně přestěhovala do města Písku. Hlavní program společnosti Rivetec je vývoj, výroba a prodej:

- profesionálních nýtovacích zařízení s kontrolou a vyhodnocením nýtovacího procesu včetně záznamu dat;
- profesionálního nýtovacího nářadí určeného do průmyslu, zejména pneumaticko-hydraulického, elektro-hydraulického i ručního nářadí pro všechny typy nýtů;
- jednoúčelových automatizovaných strojů a výrobních linek podle individuálních požadavků zákazníka.

Společnost disponuje konstrukčními pracovišti CAD/CAM, vývojovým oddělením, CNC stroji na přesné obrábění, CNC pracovištěm pro vstřikování termoplastů a montážní linkou. Společnost má zavedený systém managementu kvality, který odpovídá normě ISO 9001 a účinně ho uplatňuje.

Společnost obchoduje s širokým sortimentem spojovacích prvků, jako jsou trhací nýty, pevnostní nýty, strukturované nýty, dále také maticové a šroubové nýty, dvoudílné nýty (lock-bolt) prvky pro rychlé spojení součástí, navařovací prvky, pojistné kroužky Starlock a další.

Ve svém portfoliu má i zařízení pro instalaci plných, dutých a polodutých nýtů od německé společnosti D. Friedrich GmbH & Co. KG Niettechnik und Montagesysteme. Zajišťuje zastoupení pro česky a slovenský trh.

4.2 Současné produkty společnosti

Nýtovací technika pro trhací nýty

Společnost nabízí širokou řadu pneumaticko-hydraulického nářadí pro instalaci všech typů trhacích nýtů (Obr. 11), dále také ruční kleště pro trhací nýty. V nabídce jsou i varianty s kontrolou procesu nýtování pro aplikace v sériové výrobě.

Obr. 11 – Pneumaticko-hydraulická nýtovací pistole pro trhací nýty (22)



Nýtovací technika pro závitové nýty

Společnost nabízí několik variant pneumaticko-hydraulického nářadí pro instalaci maticových nýtů a šroubových nýtů (Obr. 12), stejně tak i ruční kleště v mnoha variantách. V nabídce jsou i varianty s kontrolou procesu nýtování pro aplikace v sériové výrobě.

Obr. 12 – Pneumaticko-hydraulická nýtovací pistole pro maticové nýty (22)



Nýtovací technika pro 2-dílné nýty (Lock-bolt)

Společnost nabízí pneumaticko-hydraulické a hydraulické nářadí pro instalaci 2-dílných nýtů typu Lockbolt od průměru 5 mm do průměru 16 mm (Obr. 13). A to včetně vyhodnocení procesu.

Obr. 13 – Hydraulická nýtovací pistole pro 2-dílné nýty (22)



Technika pro 6- hranné otvory

V nabídce společnosti nechybí sociálně upravená pistole určená k vystříhnutí 6- hranného otvoru do plechu z kulatého otvoru (Obr. 14).

Obr. 14 – Pneumaticko-hydraulická pistole pro 6-hranné otvory (22)



Nýtovací zařízení pro automatizaci

Společnost má ve své nabídce několik nýtovacích hlav pro instalaci jak trhacích, tak maticových nýtů (Obr. 16), určených pro průmyslové využití, kdy je nýtovací jednotka přímo začleněna do stroje nebo linky. A to jak hlavy čistě hydraulické, tak hlavy s kontrolou procesu nýtování a záznamem dat. Do nabídky se v roce 2016 dostalo zařízení s označením SAN, určené pro automatické usazování trhacích nýtů, včetně kompletního vyhodnocení procesu a záznamu dat (Obr. 15).

Obr. 15 – Hydraulická nýtovací hlava systému SAN (22)



Obr. 16 – Hydraulická nýtovací hlava na maticové nýty (22)



Stavba strojů a linek na zakázku

Společnost nabízí návrh a stavbu jednoúčelových pracovišť (Obr. 17), strojů a linek dle požadavků zákazníka. Realizuje modernizace starých pracovišť a pomáhá řešit požadavky zákazníků v oblasti nýtování při automatizované výrobě. Nejčastějšími zákazníky jsou dodavatelé v automobilovém průmyslu.

Obr. 17 – Jednoúčelové montážní pracoviště (22)



4.3 Koncepce zařízení

Pro doplnění portfolia je nutné vyvinout novou nýtovací hlavu pro automatickou instalaci maticových nýtů. Toto tvrzení je podloženo, jak poptávkami zákazníků, kteří přímo poptávají stroje s touto technologií, tak celou koncepcí společnosti, která se za posledních 10 let výrazně proměnila od výroby s čistě ručním nářadím k výrobě a zároveň realizaci komplexních řešení pro průmyslovou automatizaci. A to od začlenění nýtovacího nářadí s vyhodnocením procesu (PCS – process control system), až po stavbu komplexních nýtovacích strojů.

Společnost v roce 2016 dokončila vývoj produktu pod označením SAN. Jedná se o automatické nýtovací zařízení pro trhací nýty, určené pro průmyslovou automatizaci. Zařízení se skládá ze stejných prvků, jako je nutné vyvinout k sestavení zařízení na maticové nýty. Skládá se z nýtovací hlavy, posuvné jednotky, nabíječe nýtů, zásobník nýtů, doprava nýtů ze zásobníku do nabíječe, pohonná jednotka a řídicí a vyhodnocovací elektronika.

Pro lepší pochopení je v příloze č.1 zobrazena nýtovací hlava pro maticové nýty a v příloze č.2 automatický nýtovací systém (zobrazení z testovacího pracoviště produktu SAN).

4.3.1 Nýtovací hlava

Nýtovací hlava pro instalaci maticových nýtů je základním stavebním prvkem celého zařízení, vykonává samotnou deformaci maticového nýtu a tedy jeho instalaci. Její funkce je shodná s klasickým pneumaticko-hydraulickým nýtovacím nářadím. Proces instalace maticového nýtu je následovný:

1. Maticový nýt je nutné natočit na závitový trn – přiložením správně orientovaného nýtu k trnu a sepnutí cyklu natočení (stejně jako při šroubování klasického pravostranného šroubu do závitu),
2. Navedení natočeného nýtu do předem vytvořeného potvoru v součásti (případně součástech),
3. Spuštění nýtování – síla působící v ose od materiálu deformuje nýt – zastavit po dosažení nastaveného zdvihu,
4. Vytočení závitového trnu a odjezd nýtovací hlavy od spoje.

Nýtovací hlava provází několik inherentních parametrů. První velmi důležitý je nýtovací síla, tedy síla, která působí v ose hlavy směrem od materiálu. Tato síla je v případě hydraulického řešení hlavy určena tlakem hydraulické kapaliny na plochu pístu. Druhý důležitý parametr je nýtovací zdvih, tedy vzdálenost, kterou musí píst urazit, aby zdeformoval nýt dle požadavků. Tyto dva

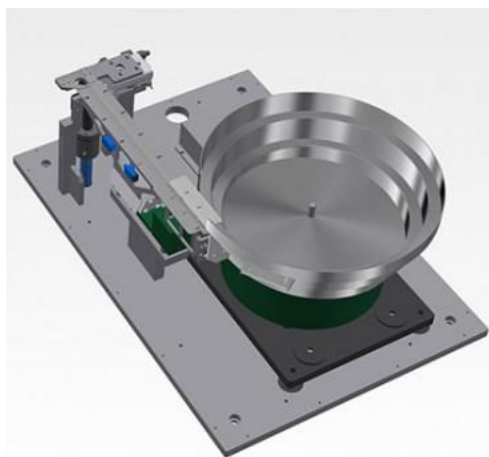
parametry společně utváří další, kterým je rychlost nýtování, ta je určena průtokem hydraulické kapaliny, neboli jak rychle dojde k naplnění hydraulického válce uvnitř nýtovací hlavy k dosažení požadovaného zdvihu. Další neméně významné parametry provází natočení a vytočení nýtu a těmi jsou rychlost natočení, případně moment motoru.

Všechny tyto parametry mají na sebe větší či menší vliv a zároveň mají vliv na ostatní parametry a požadavky systému, stejně tak i na použité materiály, rozměry hlavy, váhu hlavy, atd.

4.3.2 Zásobník nýtů a doprava nýtů

Jako zásobník nýtů bývá nejčastěji využíván vibrační zásobník miskovitého tvaru. A to ze dvou hlavních důvodů, prvním je objem a druhým možnost během dopravy orientovat součástky dle požadavků, což je pro toto zařízení zásadní požadavek, jelikož nýt musí být natočen na závitový trn správnou stranou. Vibrační zásobník musí pracovat ve spolupráci s dopravou nýtů. Nýt musí být připraven k odeslání do nabíječe vždy, když to proces vyžaduje. Tuto funkci zajišťuje systém dopravy nýtů do nabíječe u hlavy. Jedná se o odolnou hadici a mechanický systém na výstupu z vibračního zásobníku (Obr. 18), který zajišťuje, aby do dopravní hadice spadnul pouze jeden nýt. Následně je pomocí stlačeného vzduchu tento nýt dopraven až do nabíječe. Na hadici může být dle požadované dopravní vzdálenosti umístěna jeden a nebo více urychlovacích trysek.

Obr. 18 – Vibrační zásobník (22)

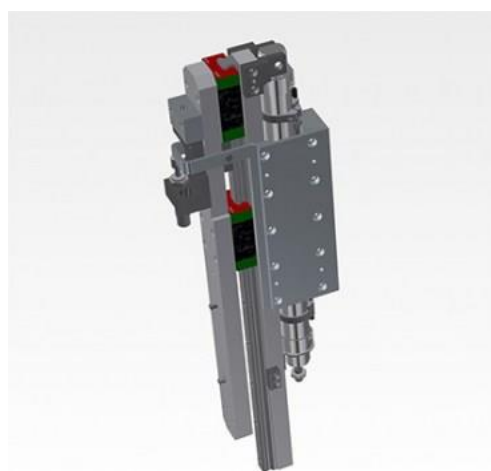


4.3.3 Nabíječ nýtů, posuvná jednotka

Nabíječ nýtů spolu s posuvnou jednotkou (Obr. 19) realizují základní pohyby celého zařízení. Je nutné tyto prvky navrhovat společně, jelikož je možné zvolit několik možných variant, jak je nýt dopravován k závitovému trnu. Hlavní úkol nabíječe nýtů je tedy zřejmý, dostat

orientovaný nýt do osy nýtovací hlavy. Poté záleží na tom, zda pohyb vykoná samotná nýtovací hlava, která k nabíječi přijede, nebo zda nabíječ dostane nýt až k závitovému trnu. Nabíječ také musí zajistit zachycení nýtu z dopravní hadice a jeho pevné uchopení, tak aby se neprotáčel při natáčení na závitový trn. Funkcí posuvné jednotky je zejména to, aby bylo možné mít nýtovací hlavu umístěnou v ose nad otvorem pro nýt, a po založení dílu do přesné pozice bylo možné dopravit nýt do otvoru. Z této funkce vyplývá i základní požadavek na tuto součást zařízení, přesné vedení v ose, což může být například zajištěno lineárním vedením, případně jiným konstrukčním prvkem. Pohyb desky, na které je umístěna nýtovací hlava zajišťuje lineární pneumatický pohon.

Obr. 19 – Pneumatická posuvná jednotka (22)



4.3.4 Řízení a vyhodnocení

Funkce celého zařízení je složena z mnoha pohybů, které jsou přesně definované, a jejich posloupnost je nutné dodržet. Pohyby zařízení jsou zajištěny zejména pomocí tekutinových mechanismů, které je nutné ovládat pomocí elektrických ventilů. Pro toto řízení je možné využít standardně používané průmyslové počítače neboli PLC. Na vstupy tohoto počítače jsou přivedeny signály ze snímačů a z výstupů je řízeno ovládání ventilů, vibračního zásobníku atd. K vyhodnocení procesu nýtování je nutné do zařízení zakomponovat snímače, které sbírají důležité informace. Vyhodnocení procesu může být velmi jednoduché, ale stejně tak i velmi komplexní. Jednoduchým vyhodnocením by se dalo například nazvat takové, kdy bude umístěno čidlo cílové pozice na zdvihu v nýtovací hlavě. Tento signál bude předán a vyhodnocen, v okamžiku kdy proces proběhne do konce. Musíme si však být jisti, že byl nasazen nýt na trn a také, že nýtovací hlava nýt dopravila do otvoru. Kritérium správného procesu, zda byl nýt nasazen, se dá samozřejmě hlídat dalšími snímači, například optickými. Spolehlivější řešení je možné zajistit pomocí měření síly. Sílu je možné měřit dvěma způsoby:

- a) nepřímou elektrickou metodou – do nýtovací hlavy je nutné umístit tenzometr, elektronickou součástku převádějící napětí na povrchu stlačované součásti, na elektrický signál, který je nutné vyhodnotit vhodnou elektronikou. Tenzometr využívá poznatky Hookeova zákona. S kalibrovaným tenzometrem je možné velmi přesně měřit sílu, která na součást působí.
- b) nepřímou tlakovou metodou – do hydraulického systému je vložen elektronický tlakoměr. Pomocí součinu tlaku kapaliny a plochy, na kterou tato kapalina působí (hydraulický píst) spočítáme výslednou sílu.

Pokud je již zaznamenávána síla v průběhu nýtování, je možné přibližně určit, zda bylo dosaženo požadované deformace nýtu a jestli byl proces splněn. Takovéto měření může být opět dostačující pro některé aplikace. Celý tento proces kontroly procesu jde zásadním způsobem rozšířit o přesné měření dráhy, kterou urazí píst při působení na nýt. Správnou interpretací síly a konkrétní polohou pístu, lze tedy průběh procesu zaznamenat do grafu. Otevírá se možnost pro přesné vyhodnocení celého průběhu nýtování. Pro kontrolu, zda proces probíhá dle požadavků, lze nastavovat omezující kritéria. Pokud graf vybočí mimo tyto limity, počítač dá nadřazenému rozhodovacímu procesu informaci, poté již záleží na konkrétním případě, jak je s takovou informací dále pracováno. Ke komunikaci, předávání informací může například sloužit zařízení K1 (Obr. 20).

Obr. 20 – Komunikační zařízení K1 (22)

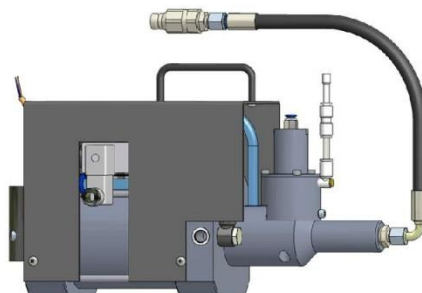


4.3.5 Pohonná jednotka

Jak již bylo zmíněno v předchozích odstavcích, nýtovací hlava je v podstatě hydraulický válec s dalšími funkcemi. Je proto nezbytné zabezpečit zdroj hydraulické kapaliny. Zdroj hydraulické kapaliny je nutné volit dle požadavků na dodávaný tlak a potřebný průtok. Vzhledem

k tomu, že nýtovací hlava má relativně nízké nároky na průtok je možné jako zdroj zvolit pneumaticko-hydraulický zesilovač (Obr. 21). Což je jednoduché a poměrně levné zařízení.

Obr. 21 – Pneumaticko-hydraulický zesilovač (22)



Druhou variantou, o které lze uvažovat je hydraulický agregát, což je elektrické zařízení obvykle se zubovým, či pístovým čerpadlem. Hlavním rozdílem je zejména maximální možný průtok hydraulické kapacity a úspora stlačeného vzduchu, hlavní nevýhodou je zejména cena. Toto zařízení najde uplatnění zejména ve chvíli, je-li ve stroji použito více nýtovacích hlav, a proto je potřeba vyššího průtoku hydraulické kapaliny.

4.4 Analýza konkurence a konkurenčních výrobků

V oboru nýtování o zákazníky soupeří mnoho výrobců, distributorů a obchodníků. Jedná se společnosti, které obchodují s celou škálou výrobků a také o společnosti, které jsou vysoce specializované. Celkový počet společností v tomto oboru je počítán na desítky. Oproti tomu na trhu průmyslové automatizace se pohybuje pouze několik společností, které dokáží své produkty vyvinout speciálně pro tento účel a některé z nich jsou také implementátory svých zařízení.

4.4.1 Společnosti a jejich současné produkty pro automatickou instalaci maticových nýtů

Böllhoff

Tato německá společnost s historií 140 let nabízí širokou řadu produktů pro automatickou instalaci maticových nýtů pod obchodním názvem RIVKLE®. V oblasti plně automatického nýtování to jsou produkty HSA a ESA.

HSA

Zařízení se skládá z pneumaticko-hydraulické nýtovací hlavy, nabíječe nýtů, vibračního zásobníku na nýty, ovládací jednotky a pneumaticko-hydraulického zesilovače tlaku s kontrolou tlaku. Zařízení je možné doplnit o pneumatickou přesouvací jednotku (pneumatický válec s vedením). Z katalogů není zřejmé, jestli je vibrační zásobník dodáván již ve vlastním rámu, nebo je možná implementace do zařízení. Kontrolní jednotka je v katalogu vyobrazena jako samostatný rozvaděč, tedy opět není jasné, jaká je možnost úspory zástavbových rozměrů. (23)

Hodnocení: Neúplné informace v katalogu, nejsou jasné rozměry zařízení a zástavbové požadavky, 3D modely nejsou k dispozici. Nýtovací hlava nemá žádné krytování. Nabíjecí systém může zasahovat do pracovního prostoru.

ESA

Zařízení se skládá z elektrické nýtovací hlavy, nabíječe nýtů, vibračního zásobníku na nýty, ovládací jednotky. Zařízení je možné doplnit o elektrickou posuvnou jednotku. Z katalogů není zřejmé, jestli je vibrační zásobník dodáván již ve vlastním rámu, nebo je možná implementace do zařízení. Kontrolní jednotka je v katalogu vyobrazena jako samostatný rozvaděč, tedy opět není jasné, jaká je možnost úspory zástavbových rozměrů. Výrobce uvádí, že oproti HSA je dosahováno nižší hlučnosti. (23)

Hodnocení: Neúplné informace v katalogu, nejsou jasné rozměry zařízení a zástavbové požadavky, 3D modely nejsou k dispozici. Nýtovací hlava vypadá díky využití elektrických prvků velmi kompaktně. Elektrická varianta má rozhodně své uplatnění a to zejména tam kde není využíváno stlačeného vzduchu a také se tím zbavíme mnoha komponent z celého systému. Oproti tomu pořizovací cena bývá zpravidla mnohem vyšší.

Stöeger

Německá společnost Stöeger se zabývá průmyslovou automatizací a to převážně z pohledu automatického šroubování včetně dopravy šroubů. Ve svém portfoliu produktů však má i systém pro instalaci maticových nýtů s označením BMS.

BMS

Tato nýtovací jednotka je složena z elektrické nýtovací hlavy, elektrické posuvné jednotky a pneumatického nabíječe nýtů. Všechny tyto komponenty jsou prezentovány jako celek a jsou úhledně zakrytované. Z prezentovaných materiálů není zřejmé, zda je dodáván i zásobník nýtů (nejčastěji vibrační zásobník). Systém umožňuje kontrolu procesu nýtování a je ovládán

přes prostorný dotykový panel. Data jsou získávána pomocí měření síly, dráhy. Jsou vyráběny 2 varianty a to BMS 6252 a BMS 6600, jejich rozdíl je zejména v maximální možné nýtovací síle a tedy i ve velikosti nýtů. BMS 6252 je určeno pro nýty od M5 do M10 (M12 – hliník) a BMS 6060 je určeno pro nýty M12, M14 a na přání je možná úprava na větší nýty. (24)

Hodnocení: Celé zařízení vypadá velmi kompaktně, a však jeho rozměry nejsou malé. V prezentaci produktu jsou pouze částečné informace, z pohledu zákazníka (implementátora) jsou však velmi dostatečné a to zejména díky dostupnosti zjednodušeného 3D modelu, který je tak možné využít při návrhu koncepce pracoviště.

Avdel

Společnost Avdel, která je součástí společnosti Stanley (Black & Decker), má ve svém portfoliu také mnoho zařízení určených pro průmyslovou automatizaci. Ve svém portfoliu má i systém pro instalaci maticových nýtů s obchodním názvem Autosert®.

Autosert

Zařízení je složeno z pneumaticko-hydraulické nýtovací hlavy, která je integrovaná s posuvnou jednotkou a nabíječem nýtů. Součástí systému je i vibrační zásobník nýtů a doprava nýtů do nabíječe. Vibrační zásobník a doprava nýtů jsou umístěny společně s rozvaděčem, pneumatickými a hydraulickými prvky a na jedné konstrukci a tvoří tak jeden celek. Nýtovací hlava spolu s ostatními prvky není zakrytována. (25)

Hodnocení: Zařízení je vyvinuto s důrazem na malé zástavbové rozměry, je možné umístit dvě a více hlav vedle sebe na poměrně malé vzdálenosti. Zákazník tím může ušetřit na polohovacím systému, případně průmyslovém robotovi. Nabíjecí systém je řešen velmi jednoduše a nezasahuje do pracovního prostoru hlavy. Zařízení nemá krytování.

Rivit

Společnost Rivit je italský výrobce nýtovacího nářadí mimo standardního ručního nářadí nabízí také nýtovací pneumaticko-hydraulickou hlavu. Tento výrobek je určen pro průmyslovou automatizaci. Je navržena tak aby bylo možné tyto hlavy ovládat pomocí jednoho hydraulického obvodu. Dále má výrobce v portfoliu nabíjecí systém, který však slouží výhradně pro standardní (ruční) nářadí. Výrobce nenabízí komplexní průmyslové řešení včetně vyhodnocení procesu. (26)

Honsel

Společnost Honsel je německá společnost s 90 letou tradicí. Zabývá se především výrobou spojovacího materiálu, ale také nýtovacího nářadí a průmyslovou automatizací. Společnost

disponuje standardním portfoliem produktů z oblasti nýtovacího nářadí, ale nabízí i kompletní systémy automatického nýtování. Bohužel tyto produkty nejsou zařazeny do standardního portfolia a jsou zřejmě nabízeny pouze na vyžádání. Z propagačních materiálů je zřejmé, že systém umí automatické nabíjení a vyhodnocení procesu nýtování, detailnější informace nejsou k dispozici. (27)

Far

Společnost Far je italskou společností s 60 letou tradicí. Zabývá se výrobou nýtů a ručního nýtovacího nářadí, ale i nýtovacích hlav a to včetně vyhodnocení procesu. Nýtovací hlavy pro maticové nýty však nedisponují posuvným zařízením, ani integrovaným nabíječem. Tyto dva nedostatky je však možné odstranit tím, že je pneumaticko-hydraulická nýtovací hlava umístěna na pozicovací systém, nebo na průmyslového robota. Je ale tedy nutné při každém nabíjení nýtu přijet hlavou vždy do stejné, výchozí pozice, kam je dopraven nýt z vibračního zásobníku. (28)

Gesipa

Německá společnost Gesipa působí na trhu s nýtovací technikou více než 60 let a řadí se mezi přední výrobce nýtů a ručního nýtovacího nářadí. A to jak počtem, tak kvalitou. Ve svém bohatém portfoliu produktů má poloautomatické i automatické systémy nýtování, ale k produktům pro automatickou instalaci maticových nýtů neposkytuje žádné technické parametry. (29)

4.4.2 Srovnání konkurenčních nýtovacích systémů

Pro srovnání byly vybrány pouze ty nýtovací systémy, které byly výrobcem prezentovány, a bylo možné porovnat jejich základní parametry. Je však nutné brát v úvahu i další parametry systému jako je jednoduchost instalace, parametry procesu kontroly kvality nýtování, konektivita zařízení, servisní aspekty a celá řada dalších proměnných. Ty se můžou diametrálně lišit a každému zákazníkovi také může vyhovovat něco jiného. A v neposlední řadě hraje značnou roli cena. Tyto parametry jsou do jisté míry know-how a z části také nejsou výrobcem prezentovány, jelikož je celé zařízení tak komplexní a celý rozhodovací proces by zákazníkovi jen ztížili. Porovnání základních parametrů bylo provedeno v Tabulce 1. Nejlepšího hodnocení dosáhl produkt Avdel Autosert.

Tabulka 1 – Srovnání konkurenčních zařízení

Hodnocení konkurenčních výrobků dle pořadí a celkového součtu těchto pořadí	Böllhoff HSA		Böllhoff ESA		Stöger BMS 6252		Stöger BMS 6060		Avdel Autosert		
	Pořadí		Pořadí		Pořadí		Pořadí		Pořadí		
Technické parametry											
Max. Síla nýtování [kN]	26	3	20	5	25	4	60	1	27,6	2	
Pracovní zdvih [mm]	15	3	10	4	25	1	20	2	10	4	
Rychlost nýtovacího cyklu [s]	6	3	5	1	7	4	7	4	5	1	
Váha [kg]	15	1	28,5	3	35	4	65	5	16	2	
Rozměry											
Výška [mm]	750	1	800	2	860	4	1182	5	800	2	
Šířka [mm]	120	2	150	3	180	4	180	4	75	1	
Hloubka [mm]	200	1	200	1	200	1	200	1	200	1	
Nýty (za každý typ nýtů bod)											
M3									1		
M4	1		1						1		
M5	1		1		1				1		
M6	1		1		1				1		
M8	1		1		1				1		
M10	1		1		1				1		
M12	1				1		1				
M14							1				
Počet bodů za typy nýtů	6	1	5	2	5	2	2	5	6	1	
Součet trestných bodů		15		21		24		27		14	
Celkové pořadí	2.		3.		4.		5.		1.		

4.5 Analýza zákaznických požadavků

V této podkapitola je provedena analýza zákaznických požadavků.

4.5.1 Stanovení požadavků na produkt pro sestavení domu kvality

Pro stanovení požadavků, které zákazník od produktu očekává, byla vedena otevřená diskuze se zkušenými zaměstnanci společnosti, kteří se vývojem, výrobou a obchodem s nýtovacím nářadím dlouhodobě zabývají. Na základě těchto rozhovorů vznikl seznam mnoha požadavků

a to jak těch, které zákazníci přímo vyslovují, tak těch, které je ani nenapadnou, ale od produktu to v podstatě očekávají. Požadavky byly pro lepší přehlednost rozděleny do čtyř skupin.

Obecné požadavky

- Nízké náklady na provoz (nízká spotřeba energií, nečastá výměny náhradních dílů a provozních kapalin, krátký čas údržby)
- Jasná cena pro kalkulaci včetně ceny provozu (jasná spotřeba energií, jak často je nutná výměna náhradních dílů atd.)
- Nízká pořizovací cena
- Krátký dodací termín
- Jednoduchá instalace (implementace do stroje)
- Kvalitní balení zařízení
- Pěkný vzhled/design zařízení

Procesní požadavky

- Zásoba nýtu na dlouho dobu (není nutná obsluha)
- Vysoká kvalita vytvořeného spoje
- Zaznamenání dat o průběhu nýtování
- Vhodnost pro průmysl 4.0
- Vysoká spolehlivost zanýtování
- Nýtovací hlava může být umístěna libovolně daleko od zásoby nýtů

Servisní požadavky

- Jednoduchá údržba
- Kvalitní servisní služby (rychlost, dostupnost) ze strany výrobce
- Kvalitní proškolení našich servisních zaměstnanců
- Kvalitní dokumentace
- Bezporuchovost zařízení
- Dlouhá životnost zařízení

Technické požadavky

- Co nejmenší zástavbové rozměry
- Co nejnižší hmotnost
- Pracovní zdvih co největší s možností seřízení
- Maximální pracovní síla s možností seřízení
- Vysoká rychlost nýtování
- Rychlá výměna závitového trnu

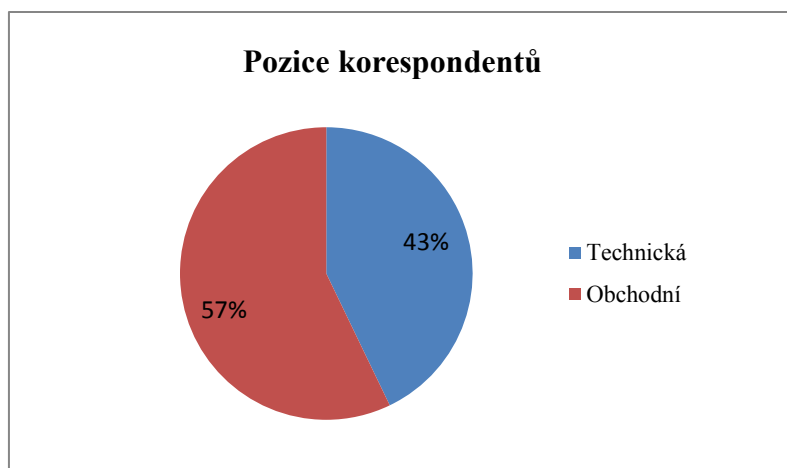
4.5.2 Dotazníkové šetření

Seznam těchto požadavků sloužil k sestavení jednoduchého dotazníku. Byly vybrány pouze ty požadavky, kterým rozumí valná většina lidí zainteresovaných kolem automatického nýtování a to od obchodníků, konstruktérů, kteří zařízení zakomponují do strojů, tak po procesní inženýry a servisní techniky, kteří následně zařízení denně využívají. Složení respondentů zobrazuje obrázek č. 22.

První polovina dotazníku je rozdělena do několika skupin, kde má respondent za úkol rozdělit určité množství bodů mezi požadavky na produkt. Je tak získána váha, kterou respondent přisuzuje danému požadavku, při porovnání k jiným požadavkům v dané skupině. Tuto váhu je možné standardním způsobem převést na relativní váhu požadavku neboli procentuální hodnotu.

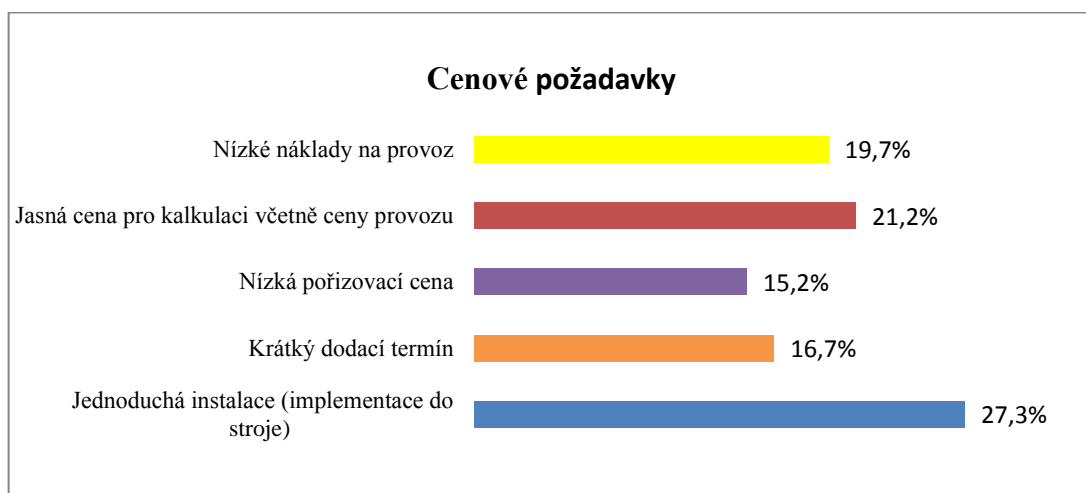
Druhá polovina dotazníku slouží spíše jako informativní zdroj, jsou v ní položeny otázky na pozici ve společnosti, obor podnikání a zároveň je zde respondentovi dána možnost doplnit zásadní požadavek, či připomínku. Při vyhodnocení dotazníku však bylo využito rozlišení, zda je respondent na obchodní, či technické pozici. Před celkovou sumarizací výsledků byla pro cenové požadavky využita váha 0,5 od korespondentů z technických pozic a pro technické požadavky váha 0,5 od respondentů z obchodních pozic. Byla tak zvýrazněna profesní náležitost pro dané požadavky.

Obr. 22 – Graf složení respondentů



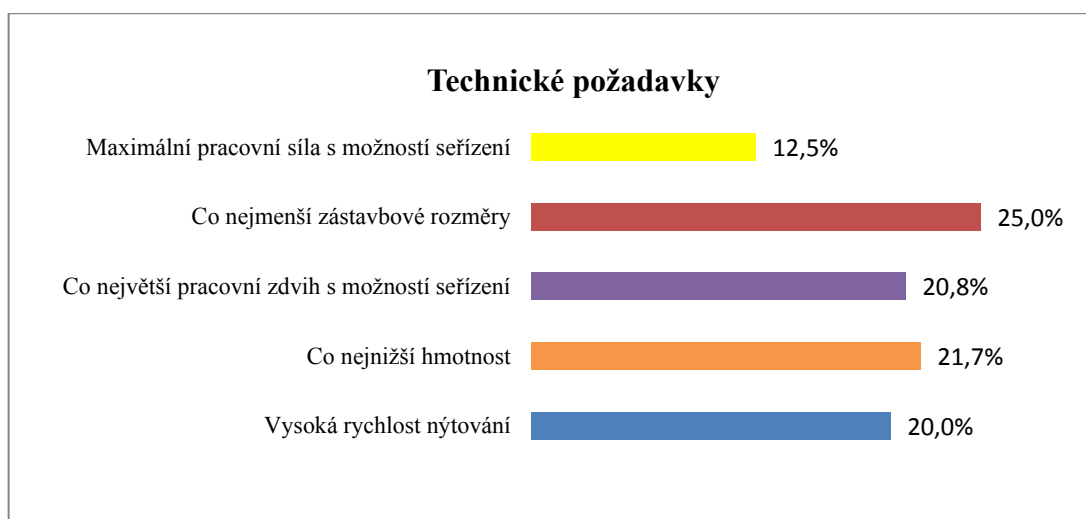
Celkově odpovědělo 28 respondentů, z toho 16 respondentů z obchodních pozic a 12 respondentů z technických pozic. Po aplikaci váhového rozlišení bylo možné vytvořit přehledné grafy, které ukazují, kolik bodů dali zákazníci jednotlivým požadavkům.

Obr. 23 – Graf cenové požadavky



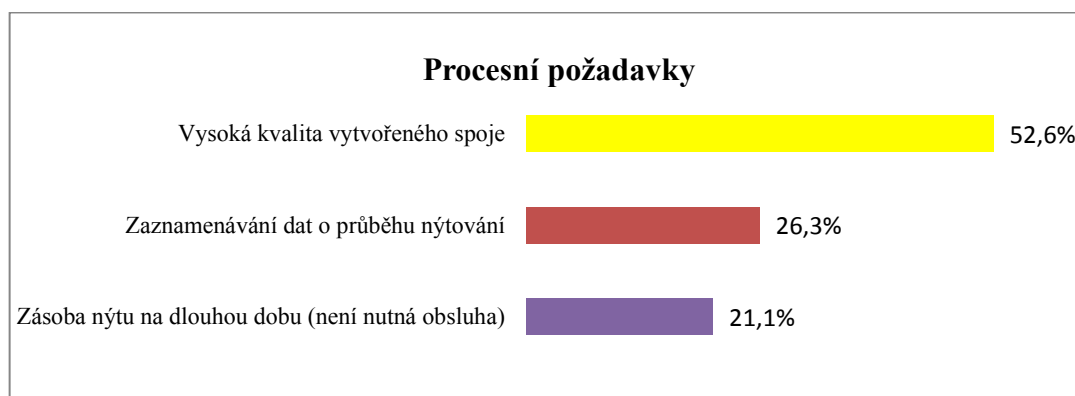
V oblasti cenového hodnocení je překvapivým zjištěním, že se požadavek na nízkou pořizovací cenu umístil na posledním místě (Obr. 23). Je tedy zřejmé, že zainteresované strany kladou daleko větší váhu na náklady spojené s procesem výběru, implementace a správy zařízení.

Obr. 24 – Graf technické požadavky



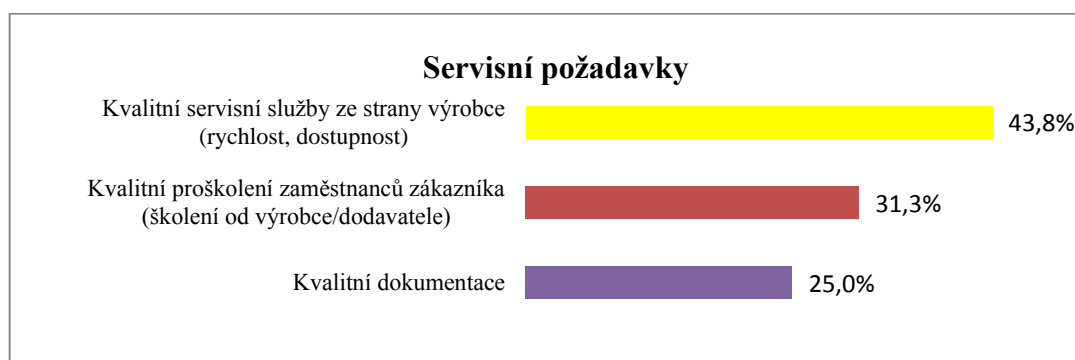
Mezi technickými požadavky se neprojevil, žádný překvapivý trend (Obr. 24). Výsledky potvrdily debatu vedenou v rámci vývojového týmu. A to například, že zákazník nevyžaduje zařízení pro velké nýty typu M12, M14 a větší.

Obr. 25 – Graf procesní požadavky



Z výsledů procesní oblasti požadavků vyplývá, že zákazník jednoznačně požaduje kvalitní nýtový spoj, tedy je tuto kvalitu nutné sledovat (Obr. 25).

Obr. 26 – Graf servisní požadavky



Servisní požadavky byly v dotazníkovém šetření brány spíše z celkového pohledu produktu. A vyplývá z nich, že zákazník vyžaduje kvalitní servis ze strany výrobce (Obr. 26).

4.6 Sestavení domu kvality

Vzhledem k tomu, že některé části zařízení, jako je vyhodnocovací a komunikační elektronika, pohonná jednotka a doprava nýtů jsou již společností vyvinuté, vyrobené a otestované, je vhodné se zaměřit na zbylé části. Tedy na nýtovací hlavu pro maticové nýty spolu s podavačem nýtů a posuvnou jednotkou.

4.6.1 Krok 1 - Požadavky zainteresovaných stran

Prvním krokem při sestavování domu kvality je nalezení důležitých požadavků na produkt. Jelikož je tedy v tomto případě jako produkt brána nýtovací hlava, podavač nýtů a posuvná jednotka, byly vybrány požadavky týkající se této části zařízení. A to tedy těchto:

- vysoká rychlost zařízení,
- vysoký maximální zdvih,
- seřiditelnost zdvihu,
- maximální síla pro deformaci nýtu,
- nastavitelnost síly pro konkrétní typ nýtu,
- malé zástavbové rozměry,
- nízká váha,
- zaznamenávání dat o procesu nýtování,
- jednoduchá instalace (implementace),
- rychlé odstranění závady nýtovacího trnu.

4.6.2 Krok 2 – Stanovení váhy požadavků

Váhové hodnocení požadavků vychází z již zmíněné diskuze zaměstnanců jednotlivých oddělení a následné úpravy těchto vah s pomocí výsledků dotazníkového šetření. Jednotlivým požadavkům byly stanoveny následující váhy v rozsahu 1 až 5:

- vysoká rychlost zařízení – 3,
- vysoký maximální zdvih – 2,
- seřiditelnost zdvihu – 5,
- maximální síla pro deformaci nýtu – 4,
- nastavitelnost síly pro konkrétní typ nýtu – 4,
- malé zástavbové rozměry – 5,
- nízká váha – 5,
- zaznamenávání dat o procesu nýtování – 3,
- jednoduchá instalace (implementace) – 2,
- rychlé odstranění závady nýtovacího trnu – 2.

Následně bylo nutné tyto váhy převést na váhy relativní, aby s nimi bylo dále možné počítat, a to podle vztahu:

$$E_i = \frac{D_i}{\sum_{i=1}^n D_i} * 100$$

4.6.3 Krok 3 – stanovení znaků kvality

Dalším krokem této metody je stanovení znaků kvality produktu. Tyto znaky je nutné stanovovat zejména s ohledem na měřitelnost a také tak, aby co nejlépe charakterizovaly samotný

produkt, zejména ve vztahu k funkčnosti a významu pro zákazníka. Pro lepší přehlednost je možné sdružit jednotlivé znaky. Například šířka, hloubka a výška zařízení jsou společně znaky udávající rozměry zařízení.

- Doba podání nýtů k hlavě [s]
- Doba natočení / vytočení nýtu [s]
- Doba přesunutí hlavy do a od otvoru [s]
- Doba samotného nýtování [s]
- Maximální zdvih [mm]
- Minimální zdvih [mm]
- Tlak hydraulické kapaliny [bar]
- Průtok hydraulické kapaliny [l/min]
- Šířka zařízení [mm]
- Hloubka zařízení [mm]
- Výška zařízení [mm]
- Hmotnost zařízení [kg]
- Elektronika pro vyhodnocení procesu [ano/ne]
- Čas montáže / demontáže [min]
- Čas výměny závitového trnu [s]

Jak je vidět z těchto znaků kvality produktu, každý znak má svou veličinu. Do matice domu kvality bylo možné zaznamenat, zda se tuto veličinu snažíme minimalizovat, maximalizovat, či dosáhnout přesné hodnoty. K tomu byly využity tyto symboly:

- ▼ – minimalizovat,
- ▲ – maximalizovat,
- X – dosáhnout přesné hodnoty.

4.6.4 Krok 4 – vztahy znaků kvality

Po vyplnění znaků kvality je možné přejít k posouzení vzájemného působení znaků kvality. Tento byl vztah opět znázorněn graficky, nyní do střechy domu kvality. Pro rozlišení bylo využito pěti vzájemných vztahů, a to:

- \oplus - silný pozitivní vztah se volí, pokud je změnou znaku velmi pozitivně ovlivněn i druhý posuzovaný znak, tedy dochází k synergickému efektu,
- \oplus - pozitivní vztah se volí, pokud je změnou znaku pozitivně ovlivněn i druhý posuzovaný znak, tedy dochází k synergickému efektu,

- — - negativní vztah se volí, pokud je změnou znaku negativně ovlivněn druhý znak, dochází k opačnému efektu, nežli synergickému,
- ▼ - silný negativní vztah se volí, pokud je změnou znaku velmi negativně ovlivněn druhý znak, tedy dochází k opačnému efektu, nežli synergickému,
- poslední možností je nechat vztah bez hodnocení, tedy na sebe znaky nemají přímý vliv.

Jako příklad lze uvést posouzení znaků „Doba samotného nýtování“ [s] (čím kratší čas, tím lépe) a „Průtok hydraulické kapaliny“ [l/m] (čím větší průtok, tím lépe). Pro tyto znaky byl zvolen silný pozitivní efekt, jelikož dosažením vyššího průtoku lze dosahovat i kratší doby nýtování. Konkrétně u tohoto případu je však nutné si uvědomit, že se nelze limitně blížit nulové době a tedy je i zbytečný extrémní průtok, jelikož při deformaci materiálu (nýtu), při vysokých rychlostech nýtování může docházet k porušení materiálu.

4.6.5 Krok 5 – vztahy požadavků zákazníka se znaky kvality

Dalším krokem při vyplňování domu kvality bylo posouzení vzájemných vztahů požadavků zákazníka se znaky kvality. Toto váhové kritérium bylo zvoleno podle obvyklých zvyků při vyplňování domu kvality. Do matrice je zaznamenáváno opět graficky, pomocí snadno rozlišitelných znaků a může nabývat čtyř různých hodnot:

- ⊕ – silný vztah požadavku a znaku – váha 9,
- ○ - střední vztah požadavku a znaku – váha 3,
- ▲ – slabý vztah požadavku a znaku – váha 1,
- žádný vztah mezi požadavkem a znakem se do matrice neznačí a nabývá nulové váhy.

4.6.6 Krok 6 – hodnocení stupně plnění požadavků

Pro následující výpočty je vhodné získat přehled o konkurenčních výrobcích a na základě přímého porovnání stupně plnění požadavků, je možné přesněji určit důležitost znaků. Hodnocení stupně plnění požadavků je u masových produktů možné opět získat přímo od zákazníků, například formou dotazníků, rozhovorů atd. V tomto případě je však velmi obtížné tyto zákazníky nalézt, natož získat dostatek odpovědí. Proto byl jako představitel konkurenčních výrobků vybrán produkt Autosert od společnosti Avdel, který vzešel jako vítěz z analýzy konkurenčních produktů.

Stupeň plnění zákaznických požadavků byl volen opět ve stupnici od 1 do 5. Na plnění požadavků bylo nahlíženo objektivně v kontextu ostatních, již existujících zařízení na automatické zpracování maticových nýtů. A zároveň i v kontextu běžného nýtovacího nářadí, problémů,

kteře se při jeho používání často vyskytují, obvyklých servisních závad a v neposlední řadě, obvyklých aplikacích, ve kterých je toto nářadí využíváno.

Především u neustále vyvíjených produktů, máme k dispozici i hodnocení stupně plnění požadavků. Na základě tohoto hodnocení je možné jej přímo porovnávat s konkurencí. Na základě těchto poznatků je možné stanovit, u kterých požadavků chceme dosahovat vyššího hodnocení. Bohužel u nově vyvíjeného produktu tato hodnocení nemáme a je nutné, je přímo stanovit s ohledem na konkurenci. Další nezbytným krokem bylo stanovit stupeň plnění požadavků, který od vyvíjeného produktu chceme. Takto vyplněné hodnoty se zároveň graficky zobrazují v pravé části domu kvality, aby bylo ihned zřejmé, které požadavky jsou prioritní.

Aby bylo možné promítnout plánované zlepšení / zhoršení vůči konkurenci do stanovení vývojových priorit je vhodné pro další výpočty vyjádřit hodnotu, která vystihuje poměrné zlepšení či zhoršení stupně plnění. Bylo k tomu využito jednoduchého vztahu:

$$B_i = \frac{P_i}{N_i}$$

P_i – hodnocení, kterého chce organizace dosáhnout (plán)

N_i – stávající hodnocení plnění požadavku – tedy konkurence

4.6.7 Krok 7 – výpočet váhy znaků kvality

Jestliže již v domu kvality máme relativní váhy požadavků, váhu vzájemného vztahu požadavku a znaku kvality a hodnotu plánovaného zlepšení, je možné provést součin těchto hodnot. Výsledek je vždy vztažen k buňce matice požadavků a znaků kvality. Výsledek v tomto případě nebyl přímo zaznamenán v domu kvality, pokud by však byl dům kvality vyplňován např. na papír, bylo by lepší hodnotu výsledku zaznamenat přímo do buňky vztahu, pro lepší přehlednost.

Po vypočtení hodnot pro každou buňku, bylo možné provést součet pro jednotlivé znaky kvality a sumarizovat hodnoty z celého sloupce. Na základě toho získat tak váhu, neboli důležitost, každého znaku kvality. Tyto dvě operace byly provedeny současně pomocí výpočtů přímo v buňce programu Excel.

Druhým krokem byl přepočet této váhy na relativní váhu znaku, která procentuálně vystihuje jeho důležitost v porovnání s jinými znaky. Pro výpočet byl opět použit jednoduchý vzorec:

$$V_j = \frac{Z_j}{\sum_{j=1}^m Z_j} * 100$$

Vj- je relativní váha znaku jakosti v procentech

4.6.8 Krok 8 – stanovení technických cílů

Po stanovení veškerých hodnot ve vrchní části domu kvality a vypočtení relativní váhy pro každý znak kvality, bylo možné se přesunout ke stanovení hodnot znaků kvality, přesných a měřitelných kritérií.

Jako výchozí hodnoty, ze kterých se při tomto postupu obvykle vychází, se berou hodnoty znaků kvality konkurenčních produktů a zároveň i vlastního produktu, před inovací. V tomto případě však data o vlastním produktu neexistují a bylo tak možné vycházet pouze z hodnot znaků kvality produktu Autosert.

Při hledání cílových hodnot bylo bráno v potaz zejména tři základních kritérií. Prvním byla samozřejmě váha každého znaku kvality. Druhým kritériem byla důležitost zákaznického požadavku ve vztahu k plánovanému zlepšení. Třetím kritériem, které bylo nutné brát v úvahu, byly vztahy zaznamenané do střechy domu kvality.

Způsob stanovení těchto hodnot se může zdát jako celkem objektivní, ale bez zkušeností a citu, který provází pracovníky vývojového oddělení, není možné tyto hodnoty správně stanovit. Bylo tedy nutné diskutovat nad každým znakem kvality a hledat vyváženou hodnotu znaku.

4.6.9 Krok 9 – určení stupně obtížnosti plnění znaků kvality

V základně domu kvality jsou již uvedeny váhy (absolutní a relativní), hodnoty znaků konkurence a námi navržené znaky kvality. Klíčovým faktorem pro konečné hodnocení bylo stanovení stupně obtížnosti plnění znaků kvality. Bohužel literatura neuvádí jednotný postup pro stanovení tohoto faktoru. Obvykle jeho hodnota nabývá rozsahu 1 až 5. Stejně rozmezí bylo zvoleno i při této aplikaci.

V úvahu bylo nutné brát zejména technologické bariéry, zdroje, jak časové, tak peněžní, dostupné komponenty od dodavatelů, výrobní prostředky podniku atd. Pro každý znak kvality byl stanoven stupeň obtížnosti pro jeho dosažení.

4.6.11 Krok 10 – přehled výsledků

Výsledky byly přehledně vypsány do tabulky a bylo jim uděleno pořadí jednotlivých znaků dle získané relativní váhy. Dále bylo vytvořeno pořadí dle sdružených znaků a to zejména proto, aby si uživatel u výsledků uvědomil celkovou váhu, důležitost obecných znaků a držel si tak objektivní nadhled při realizaci návrh produktu.

Tabulka 2 – Výstupy metody QFD

Znak kvality produktu	Relativní váha znaku	Pořadí důležitosti znaku	Sdružení znaků kvality	Váha sdružených znaků	Pořadí důležitosti znaků
Doba podání nýtů k hlavě	4,8%	13.-14.	Doba pracovního cyklu	21,6%	2.
Doba natočení / vytočení nýtu	5,7%	10.			
Doba přesunutí hlavy do a od otvoru	4,8%	13.-14.			
Doba samotného nýtování	6,3%	9.			
Maximální zdvih	5,1%	12.	Vlastnosti zdvihu	10,5%	5.
Minimální zdvih	5,4%	11.			
Tlak hydraulické kapaliny	6,9%	6.	Hydraulický systém	8,8%	6.
Průtok hydraulické kapaliny	1,9%	15.			
Šířka zařízení	9,8%	2.	Rozměry zařízení	25,6%	1.
Hloubka zařízení	6,7%	7.-8.			
Výška zařízení	9,1%	3.			
Hmotnost zařízení	11,1%	1.	Hmotnost	11,1%	4.
Elektronika pro vyhodnocení procesu	7,6%	5.	Elektronika	7,6%	7.
Čas montáže / demontáže	6,7%	7.-8.	Servisní a montážní znaky	14,8%	3.
Čas výměny závitového trnu	8,1%	4.			

5 ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ A DOPORUČENÍ

5.1 Hodnocení výsledků metody QFD

Dům kvality poskytnul vývojovému týmu cenné výsledky v podobě pořadí důležitosti jednotlivých znaků kvality. Ačkoliv se to nemuselo na první pohled zdát důležité, tak se jako nejdůležitější znaky jeví hmotnost a základní rozměry. Z technologického hlediska nevypadají tyto znaky důležité, ale opak je pravdou. V dnešní době je velmi často využíváno průmyslových robotů a polohovacích systémů a samozřejmě pokud bude zařízení lehčí a menší, bude kombinovatelné s menšími a tedy i levnějšími roboty. Druhým důvodem, proč je hmotnost zařízení důležitým znakem kvality, jsou samozřejmě nároky na přesouvací systém samotného zařízení a tedy i rychlost procesu nýtování.

Po sumarizaci některých znaků kvality do příbuzných skupin se jeví jako velmi zásadní znaky, které určují celkový čas nýtovacího procesu. Opět můžeme hledat význam v ekonomické stránce věci, tedy čím je kratší jeden nýtovací cyklus, tím více spojů je možné vytvořit za určitý časový úsek, a je možné vyprodukovat více výrobků. Racionalizuje se tak vysoká investice do dalších zařízení jako je výrobní stroj jako celek, nebo již zmíněný robot či manipulátor.

Celkově na 4. pozici a ve srovnání sdružených znaků na 3. pozici důležitosti se umístil znak opět spojený s časem a to „čas výměny závitového trnu“. Opět je to poměrně zásadní znak, který poukazuje na místo jak se výrazným způsobem odlišit od konkurenčních výrobků. Hlavní význam tohoto znaku opět leží v ekonomické stránce pro zákazníka. Pokud je závitový trn poškozen, ulomen, nebo se jen zasekne ve spoji, zastaví tak celý stroj a je nutný servisní zásah člověka. Samozřejmě pokud je tento servisní zásah proveden v krátkém čase, uspoří se tím významné náklady a nevznikají ani výkyvy v produkci. Pokud by bylo zařízení schopno závitový trn vyměnit automaticky, byla by to významná výhoda vzhledem k samostatnosti celého zařízení.

Zbylé znaky produktu jsou spíše technologického směru, samozřejmě mají veliký význam, jejich nesplnění by znamenalo nefunkčnost zařízení jako celku ve zmiňovaném kontextu. Tím je myšleno zejména umístění vyhodnocovací elektroniky do nýtovací hlavy, stejně tak minimální a maximální zdvih, což jsou znaky, které určují, jaký konkrétní nýt může být zanýtován.

Uplatněním metody vývojový tým získal relevantní východiska pro další pokračování celého projektu. A to jak pro vedení týmu ve vztahu k organizaci práce, tak i konkrétní hodnoty znaků. Je tak možné se v průběhu celého projektu držet vytyčených linií a držet si dostatečný nadhled. Samozřejmě je možné se v průběhu projektu vrátit do domu kvality a v případě nemožnosti splnění

některého znaku upravit data takovým způsobem, aby dala týmu odpovědi jakým směrem se případně vydat.

5.2 Doporučení

Tato podkapitola je věnována stanovení doporučení.

5.2.1 Následné pokračování v tomto projektu

Výstupy domu kvality, které byly výše popsány, neslouží v tento moment k zahájení samotného vývoje, ale dají se dál využít k sestavení návazných matic. Znaky kvality produktu (výrobku) se dají dále využít jako požadavky na konkrétní díly při uplatnění kaskádového přístupu (čtyřmaticového přístupu). Matice dílů využívá stejných principů jako základní dům kvality a je s ním již vývojový tým dobře seznámen. Neměl by znamenat významnou časovou zátěž, naopak, jeho výstupy lze vhodně využít pro zadání úkolů jednotlivým členům vývojového týmu. Opět budou dodrženy vzájemné vztahy jednotlivých prvků zařízení a bude tak jednoduše držena linie celého projektu.

Při realizaci matic dílů by již měli být větší měrou zapojováni lidé zodpovědní za technologičnost (vyrobitelnost), technologové, případně dodavatelé komponent. Tak aby byly dodrženy zvyklosti, co se týče používaných materiálů, polotovarů a výrobních technologií.

Po dokončení jednotlivých matic je vhodné stanovit časový plán a rozpočet na projekt. Výstupy jednotlivých matic dávají týmu dostatečné informace.

Časový plán

V domu kvality již jsou zaznamenány náročnosti dosažení jednotlivých znaků, to může sloužit jako východisko pro výpočet celkového času, který bude potřebný k vývoji.

Příklad: Doba podání nýtů k hlavě má obtížnost dosažení znaku hodnotu 3 z 5. Za předpokladu, že by obtížnost dosahovala hodnoty 1, byl by přidělen tomuto úkolu časový fond 10 hodin, takto bude přiděleno 3x tolik času, 30 hodin.

Takto je možné postupovat u všech znaků kvality a dále i u jednotlivých dílů. Výsledkem bude tabulka s vypsanými časy pro jednotlivé úkoly s rozdělenými kompetencemi pro jednotlivé členy vývojového týmu. Následně je možné provést sumarizaci celkového času, a poté je možné stanovit celkovou cenu práce a následně rozdělit tyto vývojové hodiny (plánované) do časového horizontu. Není však možné uvažovat vytížení 8 hodin denně na tomto projektu, ale například pouze 1/3 až 1/2 časového fondu pracovníků.

Rozpočet

V dnešní době, kdy je cena lidské práce většinou nejvýznamnějším vstupem do jakéhokoliv procesu z pohledu nákladů je velmi důležité přesně stanovit a následně hlídat dodržení časového plánu. K tomuto účelu byl nejprve stanoven časový plán, ten po rozšíření o normativní cenu pracovníka vývojového oddělení získá i cenový rozměr, s kterým může dále pracovat vedení projektu, potažmo vedení celé společnosti. Tuto cenu projektu je dále nutné rozšířit o potřebné vstupy:

- elektronika (průmyslové počítače, snímače, kabely,...),
- software,
- prototypové výrobky,
- spotřebovaný testovací materiál (nýty, plechy, vrtáky,...),
- školení atd.

Až po započtení všech těchto vstupů do projektu je možné hrubě stanovit rozpočet projektu a nakonec i rozhodnout, zda vůbec bude tento vývojový projekt pro společnost v konečném důsledku přínosem, ale toto rozhodnutí již závisí na vedení společnosti ve vztahu k cílům celé společnosti a jejím vizím.

5.2.2 Obecná doporučení

Metoda QFD se jeví jako velmi vhodný nástroj při plánování kvality produktů společnosti. Do budoucna je vhodné ji zařadit do standardní struktury vývojových projektů a to především z těchto důvodů:

- nástroj pro nalezení znaků a jejich měřitelných hodnot,
- nástroj pro sestavení časového plánu,
- nástroj pro sestavení rozpočtu,
- nástroj sloužící jako páteř projektu (udává linie projektu).

Při vytváření domu kvality bylo nejobtížnější získat požadavky zákazníků, přesné a reálné informace. Tyto informace jsou zcela zásadní pro následné kroky a je nutné být velmi opatrný, protože sebemenší odchylky můžou zkreslit výsledky a tím změnit směr celého projektu.

Ve společnosti by měl být zajištěn dlouhodobý a koncepční sběr zákaznických požadavků (požadavků zainteresovaných stran). Jako vhodné se jeví využití následujících metod sběru informací:

- rozhovory obchodních zástupců a techniků, jak při uskutečňování obchodů, tak například na veletrzích a jiných akcích,
- vyhodnocení technických zpráv po instalaci strojů a nýtovacího zařízení,
- vyhodnocení zpráv ze servisních zásahů,
- vyhodnocování reklamačního procesu.

V současné době chybí ve společnosti takovýto ucelený sběr informací, informace tohoto rázu znají pouze vybraní pracovníci, nejsou však nikde zaznamenány, a není proto možné je následně použít při zahajování projektů. Proto se nabízí možnost dát společnosti doporučení, aby na svém interním portálu kvality vytvořila složky, kde budou moci být archivovány výše zmíněné záznamy. Vyhodnocení může být členěno například takto:

- obecné požadavky na nýtovací nářadí,
- požadavky týkající se trhacích nýtů,
- požadavky týkající se maticových nýtů,
- požadavky týkající se automatizovaného nýtování – obecně,
- požadavky týkající se aut. nýtování trhacích nýtů,
- požadavky týkající se aut. nýtování maticových nýtů. atd.

Dále může být záznamový systém členěn na jednotlivé produktové řady a případně se týkat již koncepčních záležitostí budoucího vývoje, kde se budou shromažďovat informace, které mohou následně velice urychlit a zefektivnit vývoj, až se společnost rozhodne pro konkrétní produkt.

5.3 Ekonomické vyhodnocení použité metody

Pro rozhodování o tom zda metodu QFD zařazovat do běžného využívání ve společnosti by mělo sloužit i ekonomické vyhodnocení. Samozřejmě je nejprve nutné říct, co za ekonomické ukazatele je vhodné sledovat a podle čeho se rozhodovat. Vedení společnosti musí posuzovat projekty zejména ze dvou hledisek a to, jaké velké budou investiční náklady a z druhého hlediska, za jak dlouho se investované peníze vrátí.

5.3.1 Náklady na vývoj (porovnání bez a s použitím QFD)

Při stanovení nákladů vývojového projektu je obvykle vhodné projekt rozdělit na menší vývojové celky (jak již bylo uvedeno v kapitole 5.2.1 - Rozpočet) a následně přidělovat těmto celkům potřebný čas pro splnění, případně cenu materiálů atd. Je však také nutné znát cenu práce lidí (profesí) účastnících se projektu. Pro tento výpočet byly ceny práce orientačně stanoveny takto:

- Sazba A - Vývojář (konstruktér, elektro konstruktér, programátor) – 1000 Kč/h,

- Sazba B - Pracovník výroby a technolog – 750 Kč/h,
- Sazba C - Servisní technici/Produktoví manažer – 750 Kč/h,
- Sazba D - Pracovník marketingu/Obchodník – 800 Kč/h.

Bez využití QFD

Vývoj nýtovací hlavy na maticové nýty, včetně polohovacího systému a podavače nýtů. Odhadovaný čas vývoje 450 hodin (Sazba A) – cena 450 000 Kč. Následná příprava výroby 100 hodin (Sazba B) – cena 75 000 Kč. Testy výrobku, zaškolení servisních techniků, předání k prodeji atd. 160 h (Sazba C) – cena 120 000 Kč. Prototypové výrobky a testovací materiál 250 000 Kč. Celková cena vývoje 895 000 Kč.

S využitím QFD

Při využití metody QFD je nutné počítat s časem na brainstorming, hledání požadavků (40 h), sběr a vyhodnocení dat (60 h), sestavení domu kvality (20 h), celkem 120 hodin (Sazba D) – cena 96 000 Kč. Po získání dat z domu kvality je možné uvažovat o nižší potřebě času k vývoji, přípravě výroby a předprodejní fázi, a to zejména díky jasnějším instrukcím, které byly aplikací metody získány. Vývojová fáze – zrychlení o 15%, čas 380 hodin (Sazba A) – cena 380 000 Kč. Příprava výroby (sazba B) – zrychlení o 10%, čas 90 hodin – cena 67 500 Kč. Testy výrobku, zaškolení servisních techniků, předání k prodeji – zrychlení 20%, čas 130 hodin (Sazba C) – cena 97 500 Kč. Prototypové výrobky a testovací materiál 250 000 Kč. Celková cena vývoje 891 000 Kč.

Náklady na vývoj jsou prakticky totožné, což je první pozitivní argument pro využití metody QFD. Co je však důležité si uvědomit je následné snížení nákladů na servis, změnová řízení, neshodné díly atd. a samozřejmě veškerou administrativu s tím spojenou. Výstižně tyto následné náklady zachycuje obrázek č. 28.

Obr. 28 – Ledovec nákladů (6)



5.3.2 Bod zvratu

Druhým velmi významným ukazatelem pro rozhodování je bod zvratu. Bod zvratu je hodnota, kolik kusů je třeba prodat, aby byly pokryty investiční náklady na vývojový projekt. Pro výpočet je nutné znát hodnotu investičních (fixních) nákladů, variabilních nákladů a prodejní cenu:

- IN – 891 000 Kč,
- VN – 80 000 Kč,
- PC – 200 000 Kč.

Investiční náklady vycházejí z předchozího rozpočtu vývojového projektu. Variabilní náklady se v tomto případě skládají z předpokládaných výrobních nákladů na 1 ks (55 000 Kč - při sérii 10 ks) a nákladů na prodej (25 000 Kč – balení, služby zákazníkům, propagace atd.). Prodejní cena částečně vychází z porovnání vůči standardnímu nářadí, jedinečnosti řešení, ale zároveň se drží v mezích, tak aby bylo možné investici racionalizovat z pohledu zákazníka.

$$BZ = \frac{IN}{PC - VN} = \frac{891000}{200000 - 80000} = 7,425 \rightarrow 8 \text{ ks}$$

Již 8. prodaná nýtovací hlava začne společnosti přinášet zisk. Prodeje 8 ks nýtovacích hlav se dá reálně dosáhnout v horizontu dvou až tří let, tedy na přelomu krátkodobé až střednědobé investice.

6 ZÁVĚR

Cílem práce bylo ověřit, zda je metoda Quality Function Deployment vhodná pro využití při vývoji nýtovacího zařízení, konkrétně automatického systému pro instalaci maticových nýtů. Na základě poznatků získaných při aplikaci metody bylo navrhnout doporučení, která pomohou společnosti tuto metodu zavést do praxe.

Práce se v první části zaměřuje na teoretická východiska managementu kvality, norem souboru ISO 9000, plánování kvality a především samotné metodě QFD. Metoda Quality Function Deployment, česky volně překládáno jako Dům kvality, je významnou metodou ve vztahu k plánování kvality produktů a procesů. Principy metody vychází z porozumění požadavkům zákazníka, a to jak těm vysloveným, tak těm neuvědomělým. Dále metoda pracuje s porovnáním vlastních výrobků s výrobky konkurenčních společností. Následně je možné tyto informace zkombinovat do samotného Domu kvality a získat odpovědi, které jsou velmi užitečné při vývoji. Tato diplomová práce čerpá teoretická východiska z oblasti nýtování z bakalářské práce „Spojování tenkých plechů“ a poskytuje tak čtenáři teoretický základ v tomto oboru.

Praktická část popisuje společnost Rivetec s.r.o., její výrobky a služby. Dále je nastíněna koncepce automatického nýtovacího zařízení pro instalaci maticových nýtů. Na základě koncepce bylo možné provést analýzu konkurence a konkurenčních výrobků. Významné konkurenční výrobky byly srovnány v tabulce a pomocí váhového hodnocení vybrán výrobek Avdel Autosert, se kterým je dále pracováno při sestavení Domu kvality. Důležitým podkladem pro zpracování této metody jsou výsledky dotazníkového šetření důležitosti zákaznických požadavků, které byly zkombinovány s poznatky vývojářů a dalších zástupců společnosti Rivetec.

Postup metodou je popsán v deseti na sebe navazujících krocích. Takto popsáný postup může v budoucnu sloužit jako návod, ale především má dokumentovat postup průběhu sestavení Domu kvality. Jednou z nejobtížnějších částí pro sestavení Domu kvality je stanovení správných znaků kvality. Znaky, totiž musejí do značné míry reprezentovat potřeby zákazníků, ale zároveň musejí vystihovat inherentní vlastnosti produktu, které často zákazník ani nevnímá. Konečný výsledek celé metody je ovlivněn výběrem znaků kvality, který závisí na znalostech a zkušenostech osob, které určují konkrétní znaky kvality pro sestavení Domu kvality.

Hlavním přínosem metody jsou výsledky důležitosti znaků kvality, které dávají vývojovému týmu východisko pro další pokračování v projektu, ale zároveň mohou být tyto výsledky i důležitou informací pro vedení společnosti, zda pokračovat ve vývoji produktu, nebo jakým směrem by se měl produkt vyvíjet.

V praxi se často setkáváme s názory, že zákazník částečně neví „co chce“, a proto není možné získat přesné požadavky na produkt. V takovém případě se může metoda jevit jako nepoužitelná. Aplikace metody QFD v této diplomové práci částečně vyvrací výše zmíněný názor. V práci bylo navrženo vyvinutí rychlo-výměnného závitového trnu. Oproti konkurenci by tento prvek znamenal výraznou konkurenční výhodu, nabízí se proto úvaha pracovat intenzivně na této funkcionalitě. Z výsledků metody však vyplývá, že jsou i důležitější znaky kvality, které nesmí být opomenuty, vzhledem k celkové funkčnosti a naplnění požadavků zákazníka. Samozřejmě lze také nahlížet na požadavky zákazníků jako na zastaralé, potom ale musí vývojový tým disponovat výborným odhadem budoucího vývoje konkrétního trhu a správně odhadnou budoucí požadavky zákazníků.

Nicméně pro zavedení této metody do běžného užívání ve společnosti je nezbytné především průběžné získávání a vyhodnocování informací. Samozřejmě získávání zpětné vazby od zákazníků a monitorování konkurenčních výrobků poskytuje možnost shromažďovat informace, které budou v ideálním případě sloužit jako základní podkladový materiál pro rozhodnutí o tom, zda inovovat své produkty, vyvíjet nové produkty anebo mohou vést k jiným manažerským rozhodnutím.

Tato diplomové práce může sloužit jako impuls ke koncepčnímu shromažďování informací, s možností okamžitého využití, například pro metodu QFD, nebo i pro jiné účely.

BIBLIOGRAFIE

1. **Oberpfalcer, František.** Jakost. *Naše řeč.* 1929, číslo 7.
2. ČSN EN ISO 9000:2016 (01 0300). *Systém managementu kvality - Základní principy a slovník.* Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016.
3. ČSN EN ISO 9001:2016 (01 0321). *Systém managementu kvality - požadavky.* Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016.
4. **Nenadál, Jaroslav, a další, a další.** *Moderní management jakosti.* Praha : Management Press, 2008. 978-80-7261-186-7.
5. **Plura, Jiří.** *Plánování a neustálé zlepšování jakosti.* Praha : Computer Press, 2001. 80-7226-543-1.
6. **Juran, J. M. a Godfrey, A. Blanton.** *Juran's quality handbook.* 5th ed. New York : McGraw Hill, 1999. 0-07-034003-X.
7. **Akao, Yoji.** *Quality function deployment: integrating customer requirements into product design.* místo neznámé : Productivity Press, 2004. ISBN 0-915299-41-0.
8. History of QFD. *QFD Institute: The official source for QFD.* [Online] 2012. [Citace: 2. 2 2017.] http://www.qfdi.org/what_is_qfd/history_of_qfd.html.
9. Akao Prize. *QFD Institute: The official source for QFD.* [Online] 2013. [Citace: 2. 2 2017.] http://www.qfdi.org/who_is_qfdi/akao_prize.html.
10. **Cordeiro, E.C., Trabasso, L.G. a Barbosa, G.F.** A customized QFD (quality function deployment) applied to management of automation projects. 2016, 5-8, stránky 2427 - 2436.
11. **Roberts, Paul.** The University of Warwick. [Online] Warwick Manufacturing Group. [Citace: 5. 2 2017.] http://www2.warwick.ac.uk/fac/sci/wmg/ftmsc/modules/modulelist/peuss/slides/section_6a_qfd_notes.pdf.
12. **King, Bob.** *Better designs in half the time: implementing QFD quality function deployment in America.* Methuen : GOAL/QPC, 1989. 9781879364011.
13. **Kříž, Rudolf.** Stavba a provoz strojů I: části strojů. Praha : STNL, 1977.

14. **GRANDT, Jörg.** Blindniettechnik: Qualität und Leistungsfähigkeit moderner Blindniete. Landsberg : Verl. Moderne Industrie, 2002. 34-789-3115-0.
15. Petřínská rozhledna: Historie rozhledny. [Online] Petřínská rozhledna , 2014. [Citace: 23. 3 2015.] <http://www.petrinska-rozhledna.cz/historie.php>.
16. POP: The pop in POP® Rivets. [Online] STANLEY: Engineered Fastening, 2015. [Citace: 23. 3 2015.] <http://www.stanleyengineeredfastening.com/brands/pop>.
17. Nýtování. [Online] Amatérský kovář, 2007. [Citace: 23. 3 2015.] http://kovarna.webzdarma.cz/stranky/zakladni_postupy/nytovani.htm.
18. Orbitální nýtování. [Online] Pramark, 2015. [Citace: 23. 3 2015.] <http://www.pramark.cz/nytovaci-stroje/orbitalni-nytovani/>.
19. Radiální nýtování. [Online] Pramark, 2015. [Citace: 23. 3 2015.] <http://www.pramark.cz/nytovaci-stroje/radialni-nytovani/>.
20. Radiální bodové nýtování. [Online] FRIEDRICH GMBH & CO., 2015. [Citace: 23. 3 2015.] <http://www.fmw-friedrich.de/cs/technologien/nieten/nietverfahren.html>.
21. RIVETEC S.R.O. [Online] RIVETEC s.r.o - nýtovací nářadí, 2009. [Citace: 23. 3 2015.] <http://www.rivetec.cz/>.
22. Rivetec s.r.o. - Nýtovací technika. [Online] Rivetec s.r.o., 2017. [Citace: 28. 2 2017.] <https://www.rivetec.cz/nytovaci-technika>.
23. **Böllhoff.** RIVKLE® Automatic setting machines for RIVKLE® blind rivet nuts. *Böllhoff*. [Online] [Citace: 7. 2 2017.] <https://www.boellhoff.com/files/pdf1/rivkle-automatic-setting-machines-en.pdf>.
24. **Stöger.** Automated setting of blind rivet nuts. *Stöger automation*. [Online] [Citace: 7. 2 2017.] <https://www.stoeger.com/en/automatic-system-for-blind-rivet-nuts.html>.
25. **Avdel.** Automation Equipment. *Avdel*. [Online] [Citace: 7. 2 2017.] http://www.avdel-global.com/fileadmin/user_upload/Data/PDF/Tools/EN/Avdel_Automated_Assembly_Solutions_UK.pdf.
26. **Rivit.** MULTI HEAD SYSTEM FOR FASTENERS. *Rivit*. [Online] [Citace: 7. 2 2017.] <http://www.rivit.it/en-us/tools-for-fasteners/multi-head-system-for-fasteners/>.

27. **Honsel.** Honsel Automation. *Honsel*. [Online] [Citace: 7. 2 2017.] https://www.honsel.de/fileadmin/user_upload/downloads/automation/automation-Blindnietmuttern.pdf.
28. **FAR.** Power supply and installation of blind rivet nuts for robotic systems. *FAR*. [Online] [Citace: 7. 2 2017.] <http://www.far.bo.it/en/products/automation-and-special-machines/for-blind-rivet-nuts/power-supply-and-installation-of-blind-rivet-nuts-for-robotic-systems.html>.
29. **Gesipa.** CUSTOMERS VARIATIONS. *Gesipa*. [Online] [Citace: 7. 2 2017.] http://www.gesipa.com/en/products/customised_products/geraete.html.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 - Struktura normy ISO 9001 v cyklu PDCA (3)	12
Obr. 2 – Spirála kvality (4)	13
Obr. 3 – Dům kvality (5).....	20
Obr. 4 – Čtyřmaticový přístup QFD (5).....	25
Obr. 5 – Matice matic (12).....	26
Obr. 6 – Princip orbitálního nýtování (18).....	29
Obr. 7 – Princip radiálního nýtování (19)	30
Obr. 8 – Trhací nýt (21)	30
Obr. 9 – Maticový nýt (21)	31
Obr. 10 – Ruční pneumaticko-hydraulické nářadí pro jednostranné trhací nýt (21).....	32
Obr. 11 – Pneumaticko-hydraulická nýtovací pistole pro trhací nýty (22)	36
Obr. 12 – Pneumaticko-hydraulická nýtovací pistole pro maticové nýty (22).....	36
Obr. 13 – Hydraulická nýtovací pistole pro 2-dílné nýty (22).....	37
Obr. 14 – Pneumaticko-hydraulická pistole pro 6-hranné otvory (22)	37
Obr. 15 – Hydraulická nýtovací hlava systému SAN (22).....	38
Obr. 16 – Hydraulická nýtovací hlava na maticové nýty (22)	38
Obr. 17 – Jednoúčelové montážní pracoviště (22).....	38
Obr. 18 – Vibrační zásobník (22).....	40
Obr. 19 – Pneumatická posuvná jednotka (22)	41
Obr. 20 – Komunikační zařízení K1 (22).....	42
Obr. 21 – Pneumaticko-hydraulický zesilovač (22).....	43
Obr. 22 – Graf složení respondentů	49
Obr. 23 – Graf cenové požadavky.....	50
Obr. 24 – Graf technické požadavky.....	50
Obr. 25 – Graf procesní požadavky	51
Obr. 26 – Graf servisní požadavky	51
Obr. 27 – Dům kvality	57
Obr. 28 – Ledovec nákladů (6)	64

SEZNAM TABULEK

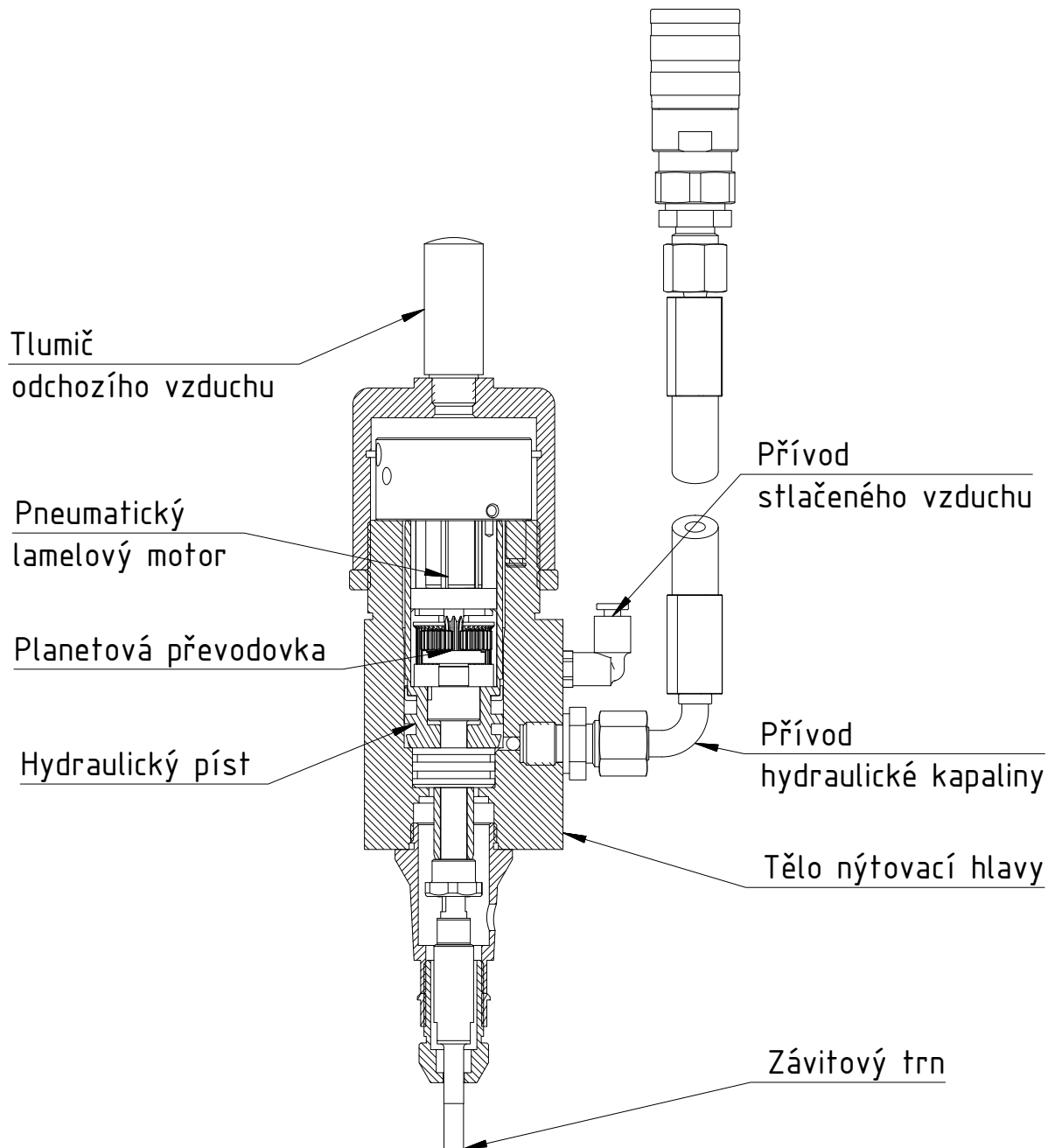
Tabulka 1 – Srovnání konkurenčních zařízení	47
Tabulka 2 – Výstupy metody QFD	58

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 – Řez hydraulickou nýtovací hlavou
Příloha 2 – Automatický nýtovací systém
Příloha 3 – Dům kvality

Příloha 1

Řez hydraulickou nýťovací hlavou



Příloha 2

Automatický nýtovací systém

