



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A ROBOTIKY

INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND ROBOTICS

ANALÝZA KONTROLY KVALITY PALIVOVÝCH NÁDRŽÍ

QUALITY CONTROL ANALYSIS OF FUEL TANKS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Diana Kostková

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Daniel Zuth, Ph.D.

BRNO 2024

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky
Studentka: **Diana Kostková**
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Stavba strojů a zařízení
Vedoucí práce: **Ing. Daniel Zuth, Ph.D.**
Akademický rok: 2023/24

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

Analýza kontroly kvality palivových nádrží

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Práce se bude zabývat analýzou a zpracováním kontrol palivových nádrží. V práci bude provedena rešerše na problematiku palivových nádrží z pohledu vyhodnocení kvalitativních znaků. Součástí práce je popis a realizace vybraných kontrol a následné vyhodnocení zjištěných výsledků.

Cíle bakalářské práce:

Rešerše v oblasti problematiky palivových nádrží.
Popis současného stavu zavedených kontrol.
Vyhodnocení konkrétních ukazatelů kvality.
Statistické vyhodnocení zjištěných nejakostí.
Vlastní závěr a doporučení pro praxi.

Seznam doporučené literatury:

LEGÁT, Václav. Systémy managementu jakosti a spolehlivosti v údržbě. Praha: Česká společnost pro jakost, 2007. ISBN 978-80-02-01949-7.

NENADÁL, Jaroslav. Management kvality pro 21. století. Praha: Management Press, 2018. ISBN isbn978-80-7261-561-2.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2023/24

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D., FEng.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jiří Hlinka, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

V mojej bakalárskej práci som sa zaoberala kontrolou kvality, pričom pre správne pochopenie celej problematiky a podstaty jednotlivých skúšok bolo nutné sa pozrieť i na výrobný proces. Každý typ výroby má totižto svoje silné a slabé stránky, preto som sa snažila na tieto faktory poukazovať v celom rozsahu svojej práce. Následne som sa venovala jednotlivým skúškam, ktoré som zámerne vyberala tak, aby každá skúška vyhodnocovala iný parameter. Potom nasledovalo odporúčanie vylepšenia pre prax, ktoré som sa sústredila na rozmerovú kontrolu, ktorá by bola časovo nenáročná kvôli efektívnosti výroby. Hlavným zámerom tohto odporúčania bolo zníženie scrapovitosti aspoň o jednu tretinu. Vhodnosť zariadenia som posudzovala metódou multikriteriálneho hodnotenia, pričom pri vyhodnocovaní výsledku som sa dopracovala k najvhodnejšiemu zariadeniu zo strany určených kritérií medzi ktoré patrila rýchlosť merania, presnosť merania, cena a bezpečnosť a mnoho ďalších.

ABSTRACT

In my bachelor's thesis, I focused on quality control, where understanding the entire issue and the essence of individual tests required examining the production process. Each type of production has its strengths and weaknesses, so I aimed to highlight these factors throughout my work. Subsequently, I delved into individual tests, deliberately selecting them so that each test evaluated a different parameter. This was followed by recommendations for improvement in practice, focusing on dimensional control to enhance production efficiency while minimizing time consumption. The main aim of this recommendation was to reduce scrap rates by at least one-third. I assessed the suitability of equipment using a multi-criteria evaluation method, ultimately identifying the most suitable equipment based on designated criteria, including measurement speed, measurement accuracy, price, safety and many others.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

Kontrola kvality, rozmerová kontrola, vrstva EVOH, metóda multikriteriálneho hodnotenia, vstrekovanie plastov, výrobný proces, rýchlosť merania, problematika, palivová nádrž, termoplasty.

KEYWORDS

Quality control, dimensional control, EVOH layer, multi-criteria evaluation method, plastic injection molding, production process, measurement speed, issues, fuel tank, thermoplastics.

BIBLIOGRAFICKÉ CITÁCIE

KOSTKOVÁ D. *Analýza kontroly kvality palivových nádrží*, Brno, 2024. Vysoké učení technické v Brne, Fakulta strojného inžinierstva, Ústav výrobných strojov, systémov a robotiky. Vedúci bakalárskej práce Ing. Daniel Zuth, Ph.D.

POĎAKOVANIE

Ako prvému by som sa chcela poďakovať môjmu vedúcemu práce Ing. Danielovi Zuthovi, Ph.D. za pomoc so správnym spracovaním práce, radám pri komunikácii s firmami a za odborné informácie z oblasti kontroly kvality. Ďalej by som chcela poďakovať mojim kolegom z Plastic Omnium a predovšetkým Štefánii Hladilovej a riaditeľovi firmy Ing. Pavlovi Šarkanovi, ktorí mi umožnili spracovať túto bakalársku prácu v spolupráci s ich firmou. V neposlednom rade by som sa chcela poďakovať mojej rodine a priateľovi za psychickú podporu počas celej doby môjho bakalárskeho štúdia.

ČESTNÉ PREHLÁSENIE

Prehlasujem, že táto práca je mojím pôvodným dielom, spracovala som ju samostatne pod vedením Ing. Daniela Zutha a s použitím literatúry uvedenej v zozname.

V Brne dňa 22. 05. 2024

.....

Diana Kostková

OBSAH

1	ÚVOD	11
2	ÚVOD DO MANAGEMENTU KVALITY	13
2.1	Historický vývoj managementu kvality.....	13
2.2	Základné pojmy z oblasti managementu kvality	14
3	ÚLOHA KONTROLY KVALITY V SÚČASNOSTI	15
3.1	Význam účinného managementu kvality.....	15
3.2	Základné koncepty systému managementu kvality	15
4	KVALITA PRODUKTU	16
4.1	Vymedzovanie požiadaviek.....	16
5	METÓDA MULTIKRITERIÁLNEHO HODNOTENIA	18
5.1	Bázická bodová metóda.....	18
6	PRACOVNÉ PÔSOBIŠKO PLASTIC OMNIUM	19
6.1	Pobočka Plastic Omnium Auto Motion Slovakia Lozorno	19
7	PALIVOVÉ NÁDRŽE	20
7.1	Palivový systém.....	20
7.2	Materiály.....	21
7.2.1	Základný materiál.....	22
7.2.2	Adhezívum.....	22
7.2.3	Vrstva EVOH - Etylvinilalkohol	22
8	VÝROBNÝ POSTUP	23
8.1	Príprava pred vstrekaním – TBSM technológia	23
8.2	Vstrekovanie plastov.....	24
8.3	Výlisky a stabilizácia.....	24
8.3.1	Odstránenie výliskov	24
8.3.2	Stabilizácia.....	25
8.4	Finishing centrum	26
8.5	Montáž ASSY	26
8.6	Zhrnutie problematiky pri výrobnom procese	26
9	ZAVEDENÉ KONTROLY	27
9.1	Kontrola vrstvy EVOH	27
9.1.1	Vyhodnotenie.....	27
9.2	Flower test.....	28
9.2.1	Vyhodnotenie.....	28
9.3	Meranie hrúbky stien pomocou ultrazvuku	29
9.3.1	Vyhodnotenie.....	29
9.4	Rozmerová kontrola.....	30
9.4.1	Namerané a vyhodnotené hodnoty	30
10	METROLOGICKÝ PORIADOK	33
10.1	Program PALSTAT CAQ.....	33
10.2	Spravovanie kalibračných listov.....	33
11	ŠTATISTIKY PRE VSTREKOVANIE	34
12	MOŽNOSŤ ZLEPŠENIA ROZMEROVEJ KONTROLY	35

12.1	Požiadavky a parametre.....	36
12.2	Metóda multikriteriálneho hodnotenia	36
12.3	Vyhodnotenie variant	39
12.4	Zhrnutie problematiky a odôvodnenie zavedenia novej rozmerovej kontroly ...	39
12.5	Experiment so zmatňujúcimi sprejmi	39
13	ZHODNOTENIE A DISKUSIA	41
14	ZÁVER.....	43
15	ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV	45
16	ZOZNAM SKRATIEK, SYMBOLOV, OBRÁZKOV A TABULIEK	47
16.1	Zoznam tabuliek	47
16.2	Zoznam obrázkov	47

1 ÚVOD

Kontrola kvality je dôležitou neoddeliteľnou súčasťou každej firmy, dohliada na správnosť produktu a pomáha naplňať požiadavky zákazníka. Zároveň to je vstupnou a výstupnou kontrola materiálov a produktov, ktoré do firmy vstupujú a ktoré z firmy vystupujú. Dá sa teda pokladať za najdôležitejšie odvetvie firmy a to z dôvodu zodpovednosti za kvalitu výstupného produktu, ktorý daná firma distribuuje. Každá kontrola kvality je univerzálna z hľadiska dôležitosti jednotlivých kritérií a preto jej nastavenie je kritickým faktorom pre správny chod tohto odvetvia a možnosti zachytávania najvyššieho percenta zmätkov.

Túto bakalársku prácu som si vybrala s cieľom pochopiť dôvodnosť a postupnosť jednotlivých skúšok, procesov a celého chodu firmy. Takisto hlavným dôvodom výberu tejto bakalárskej práce bola motivácia nadobudnúť schopnosť komunikácie s firmami, či už s firmou pre ktorú som bakalársku prácu vypracovávala, alebo s firmou, v ktorej som navrhovala stroj pre účinnejšie vykonávanie rozmerovej kontroly. V skratke, chcela som sa zorientovať v prostredí v ktorom budem po dokončení môjho vysokoškolského štúdia na VUT pracovať, naučiť sa ako fungujú jednotlivé procesy, nákup nových strojov a pochopiť politiku, ktorá je neoddeliteľnou súčasťou každej firmy.

Vo firme Plastic Omnium som vykonávala prax počas celého leta roku 2023, pričom mojou náplňou bolo vykonávanie jednotlivých skúšok kontroly kvality a pochopenie celého výrobného procesu. Pri písaní som sa snažila dôrazne poukazovať na dôležitosť jednotlivých skúšok a takisto odhaliť priestor na zlepšenie. Preto som sa v poslednej časti venovala vylepšeniu vo forme plne automatizovaného stroja na vykonávanie rozmerovej skúšky, pričom súčasťou tohto procesu bola komunikácia s obchodníkom a porovnávanie jednotlivých kritických parametrov stroja.

Kontrola kvality je oddelenie, ktoré je nastavené na kontrolu požadovaných vlastností a na kontrolu správneho prevedenia výrobných či montážnych úkonov. Preto každé oddelenie kontroly kvality v iných oblastiach, či dokonca v iných firmách, vyzerá odlišne. Dajú sa totižto využívať rôzne modely, systémy a meracie zariadenia.

S cieľom správne navrhnuť vylepšenie do praxe, bolo nutné sa zaoberať i výrobným postupom a tomu, ako sú im jednotlivé skúšky prispôsobené. Preto som počas svojej praxe komunikovala s rôznymi zamestnancami, aby mi pomohli pochopiť celý proces výroby palivovej nádrže. Vďaka tomu som bola schopná nájsť problémové miesta výrobného procesu a mohla som sa sústrediť na navrhovanie vhodného riešenia. Pre orientáciu na trhu som sa zúčastnila strojníckeho veľtrhu, ktorý sa konal v Brne a tam som sa zoznámila s firmou MCAE, ktorá poskytuje plne automatizované meracie zariadenia, ktorým sa venujem v časti vylepšenia pre prax (kapitola 13).

V mojej práci som sa sústredila predovšetkým na návrh zlepšenia do rozmerovej kontroly, ktorú som vyhodnotila ako menej efektívnu, než aký má potenciál. Hlavný problémom tejto kontroly je totižto časová náročnosť merania, čo pri výrobe pomocou vstrekovania plastov môže byť problémové. Frekvencia samotného merania je totižto jedna nádrž (za projekt) za dobu 24 hodín. Preto som ako víziu vylepšenia mala plne automatizovanú rozmerovú kontrolu, ktorej meranie by nebolo časovo náročné. Výhodou automatizácie je totižto zefektívnenie samotného procesu, zmenšenie pravdepodobnosti vnesenia chyby do merania a možnosti prevedenia obsluhy stroja na operátorov. Pri voľbe správneho stroja je

nutná objektivnosť, pri využívaní rôznych metód hodnotenia. Ja som pri voľbe zariadenia postupovala pomocou metódy multikriteriálneho výberu a pre zaistenie tejto objektivnosti som kritériá neposudzovala sama, ale za pomoci mojich kolegov z VUT.

2 ÚVOD DO MANAGEMENTU KVALITY

2.1 Historický vývoj managementu kvality

Pre veľa ľudí problematika managementu kvality predstavuje akýsi novodobý a konjunkturálny jav, ktorý má iba dočasný charakter. Dôkazom toho je skutočnosť, ako stará je už prvá definícia pojmu „kvalita“, ktorá podľa filozofa Aristotela (+ 322 p.K.) je definovaná ako kategória myslenia. Pre využitie v ekonomike však táto definícia nie je vhodná. [1]

V stredoveku dozerala na kvalitu výrobkov rôzne remeselné cechy. Okrem pravidiel ktoré presadzovali jednotlivé remeselnícke cechy, a neskôr aj manufaktúry, začína do oblasti kvality zasahovať aj štát. Hlavným dôvodom bola z počiatku podpora rozvoja výroby a obchodu, neskôr zosilnili dôvody ochranárske. Tak napríklad v roku 1887 britský dolný parlament rozhodol, že všetky produkty importované do Anglicka musí mať označenie pôvodu. Nasledoval spôsob označovania „MADE IN ::::“, ktoré poznáme do dnes. [1]

Nástup priemyselnej výroby priniesol mnoho zmien. Jednou z nich bola aj hrubšie delenie práce a zavedenie prvých výrobných liniek. Pracovník, ktorý nebol v priamom kontakte so zákazníkom, vykonával na výrobku určité operácie a potom ho udával ďalšiemu spolupracovníkovi. Stratil sa pocit vlastníctva a hrdosť k vyrábanému produktu. Preto bolo nutné zaviesť priebežnú kontrolu, ktorá mala podať svedectvo o tom, že je dosahované predpokladaných parametrov výrobku. Z dielenských profesií boli vyčlenené špeciálne funkcie kontrolórov. Boli to obvykle najskúsenejší pracovníci, na koho zodpovednosti pozostávala kvalita. Princíp komplexného prístupu bol narušený a zodpovednosť za kvalitu bola rozštiepená. Výraznou nevýhodou modelu s technickou kontrolou tak bola skutočnosť, že výroba i ďalšie skupiny pracovníkov začali mať pocit, že starostlivosť o kvalitu nie je ich súčasťou povinností. [1]

Tab 1) Vývoj managementu kvality [1]

Typ modelu	Roky	Charakteristika
Model remeselnej výroby	1900	Robotník
Model výrobného procesu s technickou kontrolou	1920	Technická kontrola
Model výrobného procesu s výberovou kontrolou	1940	Štatistické metódy technickej kontroly
Model s reguláciou výrobného procesu	1960	Štatistické regulácie procesu
Model celopodnikového riadenia kvality		Company Wide Quality Control
Model výrobného procesu s konceptom TQM	1975	Total Quality Management
Model dokumentovaných procesov	1987	Normy ISO rady 9000
Integrovaný management	2000	Integrácia dielčích systémov riadenia

2.2 Základné pojmy z oblasti managementu kvality

Následné definície pojmov sú prevzaté z normy ČSN EN ISO 9000:2006 a sú to definície iba najfrekventovanejších pojmov [1].

- **Kvalita:** stupeň splnenia požiadavkou súborom inherentných znakov
- **Management:** koordinované činnosti k vedení a riadení organizácie
- **Systém managementu:** systém pre stanovenie cieľov a politiky k dosiahnutí týchto cieľov
- **Management kvality:** koordinované činnosti pre vedenie a riadenie organizácie týkajúcej sa kvality
- **Systém managementu kvality:** systém managementu pre vedenie a riadenie organizácie týkajúcej sa kvality
- **Produkt:** výsledok procesu
- **Organizácia:** skupina osôb a vybavenia s usporiadaním zodpovedností, právomocí a vzťahov
- **Plánovanie kvality:** časť managementu kvality zameranej na stanovenie cieľov kvality a na špecifikáciu procesov potrebných pre prevádzku a súvisiacich zdrojov pre splnenie cieľov kvality
- **Riadenie kvality:** časť managementu kvality zameraná na plnenie požiadavkou na kvalitu
- **Dokazovanie kvality:** časť managementu kvality zameraná na poskytovanie dôvery, že požiadavky na kvalitu budú splnené
- **Zlepšovanie kvality:** časť managementu kvality zameraná na zvyšovanie schopnosti plniť požiadavky na kvalitu
- **Zákazník:** organizácia alebo osoba, ktorá prijíma produkt
- **Zainteresovaná strana:** osoba alebo skupina, ktorá má záujem na výkonnosti alebo úspechu organizácie
- **Proces:** súbor vzájomne súvisiacich alebo vzájomne pôsobiacich činností, ktoré premieňajú vstupy na výstupy

3 ÚLOHA KONTROLY KVALITY V SÚČASNOSTI

V posledných dvoch desaťročiach minulého storočia došlo k veľmi významným zmenám v svetovej ekonomike. To sa dá charakterizovať týmito atribútmi [1]:

- Existuje prevaha ponuky nad dopytom
- V mnoho odboroch sú nadmerné produkčné kapacity
- Zvyšuje sa tlak na znižovanie objemu jednotlivých dodávok
- Kratšie inovačné cykly
- Rýchlo sa šíria znalosti
- Lepšie informovaní zákazníci
- Globalizuje sa podnikateľské prostredie

Významnosť kvality stúpil vo svetovom pomere tak dramaticky, že sa niekedy hovorí o „revolúcii kvality“. Kvalita sa stáva životným štýlom a filozofiou riadenia všetkých typov organizácií. [1]

3.1 Význam účinného managementu kvality

- Kvalita je rozhodujúcim faktorom stabilného ekonomického rastu podnikov
- Kvalita je najdôležitejším ochranným faktorom pred stratami na trhu
- Kvalita je významným zdrojom úspor materiálov a energií
- Kvalita je cesta k tzv. trvale udržateľnému rozvoju
- Kvalita ovplyvňuje aj makroekonomické ukazovatele
- Kvalita a ochrana spotrebiteľa spolu úzko súvisia

[1]

3.2 Základné koncepty systému managementu kvality

Mnohotvárnosť rôznych činností v podnikateľskom i neziskovom sektore si vyžiadali radu prístupov k managementu kvality. Hovoríme v tomto zmysle o tzv. konceptoch systému managementu kvality, ktorému chápme ako základné strategické prístupy k vytváraniu a rozvoju týchto systémov managementu v praxi jednotlivých organizácií. V súčasnej dobe v svetovom pomere sa vykryštalizovali tri základne koncepty systému managementu kvality:

[1]

- 1) Koncept odvetvených štandardov
- 2) Koncept ISO
- 3) Koncept TQ

4 KVALITA PRODUKTU

Produkt je obecné chápaný ako výstup spravidla z rady procesov realizovaných organizáciách (podnikoch, firmách atď.) v rámci ich podnikateľských zámerov. Rozdeľujú sa na štyri kategórie produktov [2]:

1. **Hardware**, je obecné hmotný a jeho vlastnosti sú opísateľné a zistiteľné znaky (napr. diely, časti, montážne skupiny, technické zariadenia apod.) [2]
2. **Spracované materiály**, ktoré sú taktiež obecné hmotné (napr. suroviny, kvapaliny, plyny, plechy apod.) [2]
3. **Software**, je obecné nehmotný, pozostáva z informácií a môže byť vo forme prístupu transakcií alebo postupov (napr. počítačový program, dáta, záznamy, slovník apod.) [2]
4. **Služby**, ktoré sú obecné nehmotné a sú výsledkom najmenej jednej činnosti vykonávanej na rozhraní medzi dodávateľom a zákazníkom, ďalej vnútornými činnosťami dodávateľa, aby splnil potreby zákazníka (napr. preprava, poistenie, bankové operácie apod.) [2]

Akosť produktu (hmotného či nehmotného výrobku, služby) je súhrn jeho inherentných znakov, ktorý vyjadruje stupeň splnenia požiadavkou. Požiadavky, ktoré má akosť produktu uspokojovať, musí obecné odrážať [2]:

- stanovené alebo predpokladané potreby zákazníka, ktoré môžu byť špecifikované zákazníkom na základe zmluvy alebo môžu byť stanovené výrobcom či dodávateľom, v oboch prípadoch však prijateľnosť produktu s konečnou platnosťou stanoví zákazník. [2]
- požiadavky spoločnosti, tj. povinnosti vyplývajúce zo zákona, predpisu, pravidiel, kódexu apod., zahrňujúca bezpečnosť, ochranu zdravia a životného prostredia, šetrné využívanie energie a prírodné zdroje – tieto požiadavky na produkt sú potom legislatívne špecifikované v právnych predpisoch. [2]

4.1 Vymedzovanie požiadaviek

Požiadavkám sa obecné rozumie ako potrebe alebo očakávaniam, ktoré [2]:

- Sú stanovené (napr. zmluvným vzťahom medzi dodávateľom a zákazníkom) [2]
- Obecné sa predpokladajú (tj. jedná sa o zvyklosť alebo bežnú prax organizácie, ich zákazníkov a ďalších zainteresovaných strán) [2]
- Sú záväzné (napr. vymedzené zákonom, právnym predpisom apod.) [2]

Pri vymedzovaní požiadavkou na akosť produktov býva nutné zvažovať ich potrebu podľa náročnosti určitého užívateľského okruhu zákazníkov, čo vyjadruje termín trieda [2]:

Trieda (grade) – označenie kategórie alebo poradia v nadväznosti na vlastnosti produktov, určených k rovnakému funkčnému použitiu, ale s rozdielnymi požiadavkami na akosť. [2]

Tab 2) Znaký akosti výrobkov a ich vyjadrenia sledovateľnými veličinami [2]

Znaký akosti	Sledovateľné veličiny, parametre, charakteristiky
funkčné	výkon, výkonnosť, produktivita, účinnosť, spotreba, presnosť, rýchlosť, rozmery, hmotnosť, zloženie materiálu apod.
ekologické	množstvo emitovaných škodlivých látok do okolia, hlučnosť apod.
spoľahlivostné	doba do poruchy, doba preventívnej údržby, doba do údržby po poruche (opravy) apod.
bezpečnostné	doba do kritickej poruchy apod.
životonosné	doba do medzného stavu apod.
ergonomické	úroveň teploty, hluku, svetla, pohodlia pri ovládaní apod.
estetické	tvar, povrch, farba, módnosť apod.

Vedľa znakov akosti, vyjadrujúcich užitočné vlastnosti produktu, je vždy veľmi dôležité **hľadisko ekonomické**, tj. náklady a zisk výrobcu alebo dodávateľa, náklady a prínosy užívateľa, a to behom celého životného cyklu (tj. od stanovenia jeho potreby, návrhu až po ukončenie jeho „technického života“). Ich sledovanie a hodnotenie by malo viesť k minimalizácii nákladov životného cyklu produktu. [2]

5 METÓDA MULTIKRITERIÁLNEHO HODNOTENIA

Pri výbere nového zariadenia, výrobku či obecné technického objektu, stojíme často pred otázkou, ktorý zvoliť zo širokej ponuky trhu a následne či sme zvolili správne. K tomuto problému môžeme postupovať buď subjektívne (nadriadená reštrikcia naznačí „kto by mal vyhrať“ po vyhlásení hospodárskej súťaže a ukončení výberu dodávateľa) alebo si necháme spracovať expertné posudky od nezávislých odborníkov. [3]

Každý predkladaný projekt má obvykle dve stránky: [3]

- Technickú, ktorá vyjadruje funkčné vlastnosti projektu a jej úroveň je definovaná stupňom plnení všetkých funkcií projektu S°Fj.
- Ekonomickú, ktorá vyjadruje náklady a zabezpečenie týchto funkcií N.

Najužívanejšie metódy multikriteriálneho hodnotenia sú: [3]

- Metóda poradia
- Metóda PATTERN

Pre naše účely budeme pracovať s bázičkou bodovou metódou

5.1 Bázická bodová metóda

Pretože obvykle predpokladané varianty posudzujeme na základe väčšieho počtu rôznych kritérií, patrí táto metóda medzi metódy multikriteriálneho hodnotenia. Hodnotenú hľadiská sú vyčísliteľné a to významne zjednodušuje proces hodnotenia. Použitím bázičkej bodovacej metódy sa porovnáva hodnotený variant so vzorovým riešením – vzorovým etalónom – bázy. [3]

Stručnú podstatu metódy a postup pri aplikácii sa dá uviesť v nasledujúcich bodoch:

- Najprv je treba previesť reprezentatívny výber parametrov (vlastností). Je treba vylúčiť vzájomne závislé parametre. Ich počet by mal byť obmedzený na podstatné a spoľahlivo zistiteľné. [3]
- Stanoví sa bodovacia stupnica, ktorá hodnotí buď kvalitatívne, alebo kvantitatívne hodnoty parametru. [3]
- Určí sa významnosť (váha) parametrov. [3]
- Prevedie sa hodnotenie. [3]

6 PRACOVNÉ PÔSOBIŠKO PLASTIC OMNIUM

Prax som vykonávala vo firme Plastic Omnium, ktorá bola založená v roku 1946 vyrába veľkú časť plastových komponentov, ktoré mobilné vozidlo obsahuje. Jedná sa o nárazníky, front-end moduly, svetlomety, rôzne interiérové moduly, nabíjacie líd moduly a mnoho ďalších. My sa v tejto práci budeme zaoberať palivovými nádržami, pretože i vďaka nim patrí táto firma na svetovú špičku v automobilovom priemysle. Počet priemyselných závodov je 150 a nachádzajú sa v 28 štátoch, ekonomický výnos tejto firmy dovŕšuje na hodnotu 9,5 miliárd EUR. Za tieto úspechy firma vďačí exponenciálnemu zvyšovaniu kvality, pričom počet vývojových centier je 43. Centrum na vývoj a výskum pre palivové nádrže sa nachádza v Brusely, na tomto mieste sa odborníci zaoberajú aj momentálnym často skloňovaným trendom, vodíkové nádrže, táto firma na tento výskum vyhradila aj vysoký kapitál a to 3 miliardy EUR. Počet klientov pre túto firmu je 93, medzi ne patrí Volkswagen, Tesla, Jaguar, Volvo, Nissan, Rolls Royce a mnoho ďalších. Firma dáva výrazne najavo že ich hlavný cieľ do budúcnosti je predovšetkým znížiť uhlíkovú stopu na minimum či už pri hybridných, elektrických alebo vodíkových vozidlách. [4]

6.1 Pobočka Plastic Omnium Auto Motion Slovakia Lozorno

Táto prevádzka je situovaná na západnom Slovensku, pričom sa nachádza v blízkosti obce Lozorno. V tomto konkrétnom závode sa vyrábajú palivové nádrže pre niektorých Európskych zákazníkov ako je Volkswagen, Lamborghini a Jaguar. V tejto pobočke som vykonávala prax počas dvoch mesiacov, cieľom tejto praxe bolo nadobudnúť čo najviac vedomostí ohľadom vykonávania jednotlivých skúšok kvality, výrobného postupu a chodu celej firmy.

7 PALIVOVÉ NÁDRŽE

Táto kontrola kvality sa bude zaoberať výhradne kontrolou palivových nádrží, to znamená že si musíme definovať čo palivová nádrž predstavuje.

Palivová nádrž je nejaká forma bezpečného kontajneru pre horľavé kvapaliny typu benzín alebo nafta, naše palivové nádrže sú zhotovené z termoplastu, no vo všeobecnosti môžu byť vyrobené aj zo zliatiny hliníku. Palivové nádrže do osobných automobilov sa vyrábajú väčšinou 50 litrové, 80 litrové a 100 litrové.

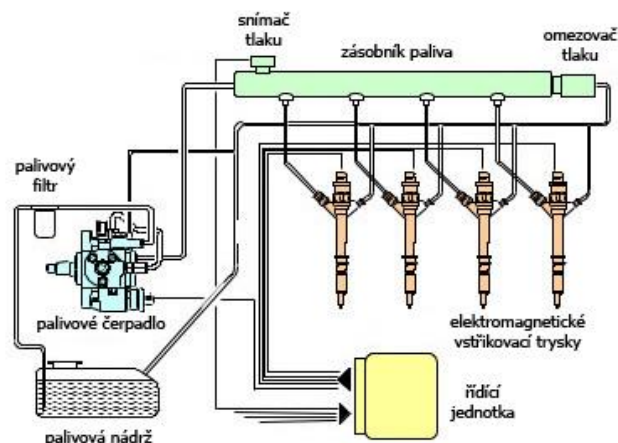
Podľa toho o akú pohonnú latku sa bude jednať sa namontuje typ ventilov, odvíja sa od toho hlavný rozdiel medzi naftou a benzínom. Benzín sa vyparuje a nafta nie, preto musí každá benzínová nádrž obsahovať snímač tlaku a pretlakový ventil, to má vplyv aj na zmenu typu čerpadla či voľbu iných tesnení. Každá palivová nádrž musí spĺňať prísne normy a kontroly, bez ktorých inak nemôže byť používaná.



Obr. 1) Palivová nádrž [5]

7.1 Palivový systém

Palivový systém sa skladá z vysokotlakového čerpadla a zásobníku paliva, ktorý je spoločný pre všetky valce, palivo je dopravované vysokotlakovým čerpadlom do zásobníku, „tlak v zásobníku je približne 200 MPa“ [7] v závislosti na type prevedenia. Zo zásobníku je palivo rozvedené k jednotlivým vstrekovačom. Celý proces vstrekovania paliva je riadený elektronikou pomocou elektromagnetických ventilov vo vstrekovačoch. Palivo je presne dávkované podľa zaťaženia motoru tak, ako určí program riadiacej jednotky. Hlavnému vstrek paliva predchádza tzv. pred vstrek malého množstva paliva.



Obr. 2) Schéma palivového systému [6]

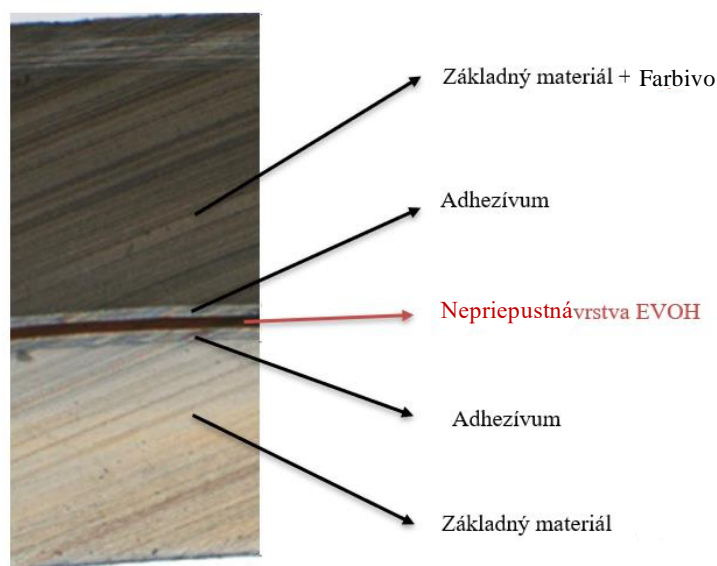
7.2 Materiály

Medzi najrozšírenejšie typy materiálov vo svete patria termoplasty, tie sa zaraďujú do skupiny polymerov. Ich hlavnou výhodou v strojníckom priemysle je to že za vyšších teplôt je materiál tvárny a dokáže až skvapalnieť, čo je vhodné pri lisovaní a vstrekaní plastov. Tieto dve rozdielne skupenstvá nám pomáha rozoznávať takzvaný index toku taveniny, ktorý zachytáva aká hmotnosť „kvapaliny“ je vytlačené z trysky za čas pri určitom zaťažení a teplote. Termoplast po následnom vychladení je velice pevný, (toto je zapríčinené van der Waalsovými silami, ktoré s rastúcou teplotou slabnú ale pri nižších teplotách sa stávajú opäť pevnými) a pri nárazoch nepraská, ale za to je ho jednoduché poškriabať, to síce nevlýva na jeho funkčnosť, ale pri vizuálnych kontrolách to nie je vyhovujúce. Ich fyzikálna zmena je vratná, čo znamená že v prípade zlej výroby je možné materiál recyklovať. Termoplasty majú vo všednom svete široké zastúpenie a to v každom type priemyslu. Používa sa v potravinárskom priemysle, chemickom priemysle ale samozrejme predovšetkým v automobilovom priemysle.



Obr. 3) Výrobky z termoplastov [7]

Vo firme Plastic Omnium sa používa termoplast typu HDP, ktoré predstavujú základnú vrstvu u palivových nádrží. Tento typ termoplastu má široké zastúpenie v automobilovom priemysle a patrí medzi tie najužívanejšie. Pokiaľ by sa palivová nádrž ale vyrábala iba z tohto typu materiálu a bola by zložená iba z tejto vrstvy, čo by znamenalo že by neboli jej funkcie vyhovujúce. Preto si teraz predstavíme samotné rozloženie vrstiev na konkrétnom výreze z našej palivovej nádrže:



Obr. 4) Rozloženie vrstiev v nádrži [8]

Pokiaľ odoberieme z palivovej nádrže malý výrez, môžeme vidieť že sa skladá z piatich vrstiev a 3 materiálov. Každý z materiálov musí byť v súlade s charakteristikami, ktoré si pred zákazkou stanovuje zákazník s firmou, ku každému z materiálov musí byť po novej šarži pridelený certifikát analýzy kvality. Tieto certifikáty musia obsahovať charakteristiky, metódy vyhodnocovania (normy) a ich výsledkami s toleranciami.

7.2.1 Základný materiál

Tento materiál patrí do skupiny termoplastov, nachádza sa na vonkajšej i vnútornej strane nádrže, táto vrstva tvorí väčšinu obsahu nášho prierezu, pretože tento materiál poskytuje ochranu pred vznietením. Preto dôležité parametre pri tomto materiáli sú: [8]

- Rozťažnosť [kg/m^3]
- Viskozita [$N.s.m^{-2}$]
- Index toku taveniny pri 190°C [$g/10min$]
- Zvárateľnosť [–]
- Pomer [–]
- Hustota pri 23 ° C [kg/m^3]

7.2.2 Adhezívum

Materiál sa používa ako lepidlo, pričom nám spojuje dve hlavné vrstvy a to základný materiál a vrstvu EVOH. Kontrola tohto materiálu obsahuje: [8]

- Index toku taveniny pri 210°C [$g/10min$]
- Plasticita [–]
- Premennosť [$wt\%$]
- Obsah etylénu [$mol\%$]
- Hustota [kg/m^3]

7.2.3 Vrstva EVOH - Etylvinilalkohol

EVOH je najdôležitejšia zložka vrstiev nádrže a preto je prísne kontrolovaná na každej sérii nových nádrží, väčšina testov sa vykonáva na mikroskopickej úrovni. Zaisťuje totižto nepriepustnosť oxidu do atmosféry a musí prechádzať cez celú dĺžku nádrže a nesmie byť prerušená. Vďaka tejto vrstve teda je možné, aby palivové nádrže podliehali norme EURO7. Dôležité parametre preto sú: [8]

- Index toku taveniny pri 190°C [$g/10min$]
- Hustota [kg/m^3]
- Hodnota M [%]

8 VÝROBNÝ POSTUP

Hlavným zámerom tejto kapitoly je pochopiť a zorientovať sa v celom procese výroby palivového systému. V kapitole poukazujem na kritické miesta výroby, pričom kladím dôraz na dôležitosť správnosti prevedenia tohto procesu a jeho kontroly.

8.1 Príprava pred vstrekaním – TBSM technológia

Ako prvý krok pred samostatným vstrekaním, je montáž väčšiny komponentov kostry, ktorá sa nachádza na ramene priemyselného robota (TSBM technológia). tento systém bol zavedený pomerne nedávno a mnoho firiem si myslelo že tento systém nie je možný uviesť do výroby. Prichádza s ním veľa komplikácií, no vzhľadom na výhody je lukratívnejší ako dodatočná montáž komponentov.

Výhody:

- Jednoduchšia manipulácia s nádržou a jej samotná montáž
- Zníženie emisií
- Šetrenie energií
- Úspora ľudských zdrojov
- Možnosť plnej automatizácie

Hlavnou nevýhodou tohto postupu je výrazné zdraženie nádrže. To znamená, že predtým ako sa tento systém zaviedol, vyfúknutá nádrž mala hodnotu okolo 25€, ale tým, že vyfúknutá nádrž teraz obsahuje aj rôzne komponenty, jej cena sa zvýšila o približne 60€. To znamená že predtým ako bol tento systém zavedený sme mohli zle vyrobený kus priamo po vyfúknutí zrecyklovať. Avšak pokiaľ sa dneska vyrobí zmatek, treba celú nádrž prerezať, povyrezávať jednotlivé komponenty, tie sa vyhodia a až potom môže byť nádrž zrecyklovaná. Toto výrazne celý proces predraží a tým pádom v niektorých prípadoch nie je z ekonomického hľadiska výhodné nádrž vôbec recyklovať, ale rovno ju vyhodiť.

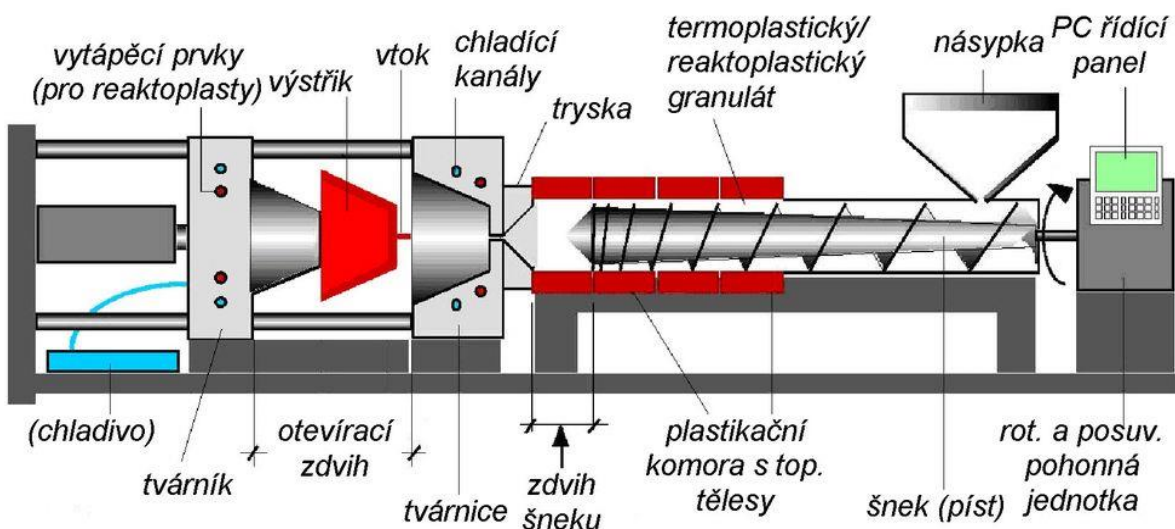


Obr. 5) Kokila nádrže

8.2 Vstrekovanie plastov

Vstupný materiál je vo forme zmesky takzvaných peliet, ktoré sú uložené v násypke. Táto zmes obsahuje základný materiál + recyklovaný materiál. Z tejto násypky sú pelety následne dávkované do šnekového dopravníku, ktorého rám je vyhrievaný. Tento proces nám zaistí zbavenie sa prebytočného vzduchu v zmeske a následne nám topné pásy na valci šneku zabezpečia postupné zahrievanie peliet, ktoré sú ďalej dopravované vďaka rotácii šneku. Na konci tohto šneku sa nám postupne začne kumulovať rozpustený materiál, čo zapríčini zvýšenie tlaku a následné vytlačenie šneku v opačnom zmysle pohybu. Tento proces pokračuje až pokiaľ sa komora nenaplní s jednou dávkou potrebnou na vyrobenie nádrže, potom šnek zastaví a ešte o trochu sa stiahne späť, týmto oddelí jednu dávku od zvyšku rozpusteného materiálu. Následne ju šnek začne vytláčať, pričom prechádza cez dávkovač farbiva a je vytláčaná cez trysku kolmo do uzatváracej jednotky, kde je materiál stlačený do formy a pri vysokom tlaku začne vyplňať dutiny formy. Následne tam je vstrekováná vrstva lepidla a vrstva EVOH a proces sa ešte raz opakuje. Celý proces trvá iba zopár minút a vieme vyfúknuť až 50 nádrží za hodinu.

Vďaka tomuto typu výrobných technológií môžeme vyrobiť dostatočne tvarovo zložitú nádrž s požadovanou kapacitou objemu paliva, s rôznymi dutinami aby sme ju dokázali umiestniť do zadnej časti karosérie v ľubovoľnej polohe.



Obr. 6) Schéma vstrekovacieho stroja [9]

8.3 Výlisky a stabilizácia

Po dokončení tohto procesu je možné už vykonávať veľkú časť meraní a kontrol. Nádrž je totižto vo finálnej forme a chýbajú už len externé komponenty, ktoré ale na správnosť jednotlivých skúšok nemajú vplyv.

8.3.1 Odstránenie výliskov

Polotovár ktorý vyjde zo vstrekovacieho stroja treba očistiť od výliskov, na zjednodušenie procesu musí byť stále mäkký, preto sa realizuje hneď po ukončení predchádzajúcej operácie. Ako posledný krok v tomto procese sa na vylisovanú nádrž nalepiť čiarový kód, vďaka ktorému je potom jasné o akú nádrž sa jedná, teda pre akú spoločnosť je daná nádrž vyrobená a či je určená pre benzín alebo pre naftu. Takisto tento čiarový kód plní funkciu „AirTagu“, teda dá sa späťne vysledovať, akými procesmi nádrž prešla, kto mal tieto

úkony na starosť, kde bola nádrž skladovaná a kam miery. Vďaka tomuto čiarovému kódu je teda jednoduché nádrž nájsť a je veľmi nápomocný pri reklamáciách, pretože si spätne môžeme pozrieť celú históriu výrobného procesu a vďaka tomu odhaliť chybu, aby sa jej do budúcnosti dalo zabrániť.

8.3.2 Stabilizácia

Tento proces sa skladá z dvoch častí, v prvej časti sa nádrže v kokilách dajú do ochladzovacej veže, kde sú chladené prostredníctvom studenej vody. Tento úkon sa vykonáva kvôli zrýchleniu celkového procesu chladenia a trvá pár minút.



Obr. 7) Ochladzovacia veža

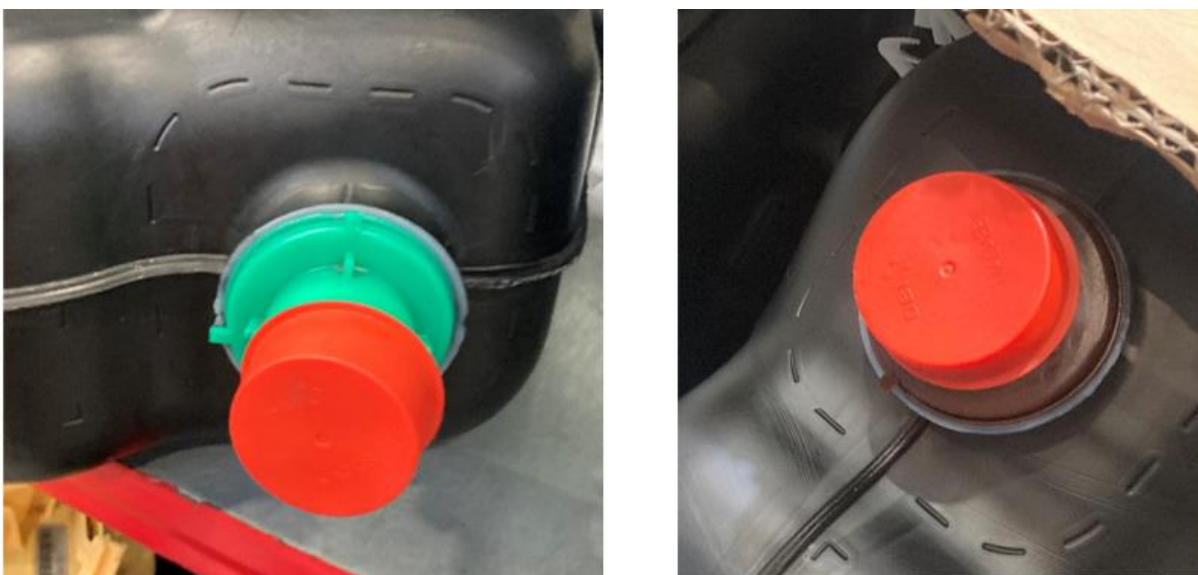
Druhá časť stabilizácie sa vykonáva v dochladzovacej veži, uskutočňuje sa už bez kokíl, kde sú nádrže položené vo vodorovnej polohe do regálov, kde môžu úplne vychladnúť, tzn. zatuhnúť. V strede tejto „klietky“ operuje robot, ktorý zaznamenáva kedy jednotlivé nádrže vložil do dochladzovacej veže a podľa toho nádrže aj opúšťajú túto klietku, pamätá si ich na základe pozícií. Toto chladenie trvá jednu až dve hodiny.



Obr. 8) Dochladzovacia veža

8.4 Finishing centrum

Ako prvý krok je nasnímanie štítiku, vďaka ktorému bude jasné o akú nádrž sa jedná, pretože pre každý typ nádrže sa líšia komponenty ako napríklad čerpadlo. V tejto časti výrobného postupu sa vyrezávajú diery na čerpadlo a navárajú sa ventily (ROV ventily, pretlakové ventily). Každá firma má svoje farebné rozlíšenie ventilov, ako príklad teda majme firmu A. Pri dieselovom motore sa na nádrž dávajú ventily v zelenej farbe, pri benzíne sú to ventily v hnedej farbe. Potom tu máme tretiu kategóriu LEV 3 ktorá ma modrú farbu, jedná sa o benzínovú nádrž ktorá sa líši iným snímačom tlaku, ktorý nie je súčasťou čerpadla. Má takisto aj väčšie hadičky, čo zabezpečuje lepšie odvetrávanie benzínu vo forme plynného skupenstva. Toto farebné vyznačenie slúži na to, aby bola nádrž aj z diaľky rozoznateľná a aby teda bolo jednoznačné o aký typ nádrže sa jedná.



Obr. 9) Farebné rozlíšenie ventilov

8.5 Montáž ASSY

Toto je finálna stanica výrobného procesu, kde sa montujú vonkajšie súčiastky, aj tu sa ako prvé nasníma čiarový kód nádrže. Medzi tieto komponenty patria: ochranný kryt, hrdlá, čerpadla a tesnenia. Nádrž je v tomto prípade hotová a ako posledný krok sa vykonáva héliová skúška, po jej vyhodnotení sa nádrž buď odstaví na bok alebo je zaradená do regálu a môže byť pripravená na transport.

8.6 Zhrnutie problematiky pri výrobnom procese

V kapitole číslo 7 sme riešili celý výrobný postup a jeho silné a slabé stránky. Najdôležitejším faktorom je teda samotné vstrekovanie plastov pomocou metódy TSBM a tým pádom aj rozmerová kontrola samotných nádrží. Kvôli produktivite samotného stroja je preto dôležitá častá kontrola palivových nádrží, ktorá v momentálnom nastavení nie je dostatočná. Potencionálnemu riešeniu tohto problému riešim v kapitole číslo 12. Tento problém musíme riešiť z dôvodu ekonomickej náročnosti scrapov, ktoré by pri častej kontrole mohli byť znížené.

9 ZAVEDENÉ KONTROLY

Kontroly ktoré som uviedla v tejto kapitole som sama vykonávala a vyhodnocovala. Počas svojej stáže som vykonávala viacero typov kontrol, ale pre samotnú obsiahlosť práce som vybrala kontroly, ktoré sa vykonávajú na dennej báze a vyhodnocujú rôzne zložky samotnej nádrže ako sú zvary, EVOH vrstva, hrúbky stien a samotnú geometriu nádrže.

9.1 Kontrola vrstvy EVOH

Táto skúška sa vykonáva kvôli kontrole prítomnosti EVOH vrstvy na predpísanom množstve nádrží a v stanovenej periodicite v zmysle kontrolného plánu pre daný výrobný modul. Z predpísanej výrobnéj dávky určenej na kontrolu odoberieme požadované množstvo nádrží, po celom obvode z nádrže vyrežeme pás široký 30 až 50 mm. Rezy musíme viesť kolmo na os tečenia rukávu, aby sme obsiahli celý obvod rukávu. Pre kontrolu vrstvy EVOH musíme zapnúť pec a nastaviť ju na teplotu 150 až 170 °C. Pri prvom spustení pece a pri každej zmene nastavenej teploty, je potrebné nastaviť bezpečnostný termostat, ktorý zabraňuje prekročeniu nastavenej teploty. Po dosiahnutí požadovanej teploty a zotrvaní na tejto teplote po dobu piatich minút, vyrezané pásy testovanej nádrže vložíme do pece. Tieto pásy sú na kontrolu EVOH vrstvy sú vystavené požadovanej teplote v peci 20 až 30 minút. Účelom pôsobenia teploty na vyrezaný pás je dosiahnutie vystúpenia EVOH vrstvy vplyvom rozdielnej tepelnej rozťažnosti a rozdielneho bodu topenia. Okolité prítomné vrstvy okolo EVOH sa vplyvom nastavenej teploty začínajú taviť a sťahovať, EVOH vrstva zostáva pri tejto teplote v pevnom stave, oproti okoliu výrazne „vystúpi“, čiže je výrazne odlišiteľná, čím je zabezpečená jej ľahšia a presnejšia kontrola celistvosti a neporušenosti. Po 20 až 30 minútach vyberieme pás z pece, zdeformované časti mierne vyrovnáť a nechať vychladnúť.

9.1.1 Vyhodnotenie

Následne po vychladnutí pásov musíme pozorne skontrolovať prítomnosť vrstvy EVOH po celom obvode. Vrstva nesmie byť v žiadnom mieste prerušená alebo inak poškodená. Jednotlivé pásy na ktorých bola vykonaná kontrola musíme označiť názvom projektu, dátumom a časom výkonu skúšky a uložiť na určené miesto podľa jednotlivých typov nádrží. Výsledok testu zaevidujeme v Evidenčnom liste.



Obr. 10) Vyhodnotenú vzorky: A- Zhodný, B- Nezhodný [8]

9.2 Flower test

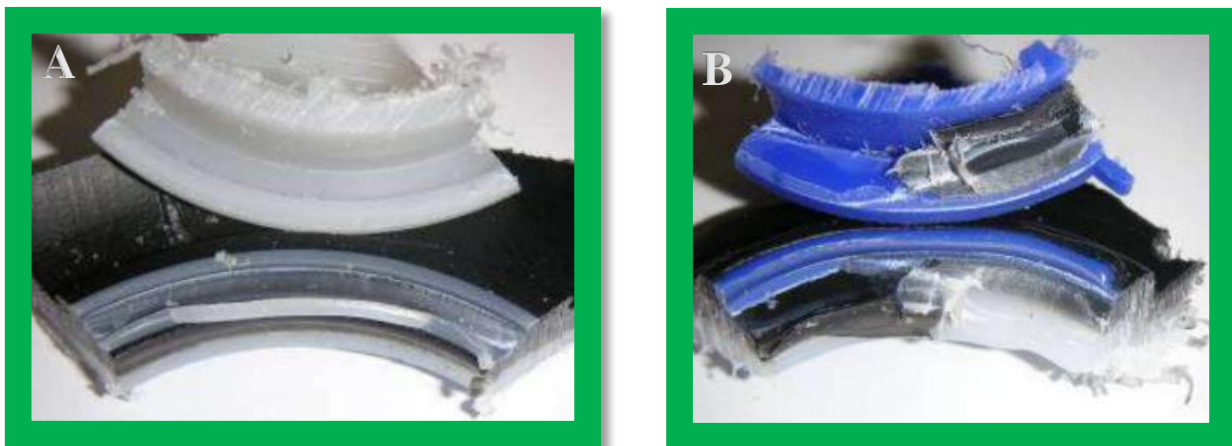
Táto kontrola bola zavedená kvôli kontrole pevnosti a súdržnosti zvaru jednotlivých komponentov.

Nádrž odoberieme po vyfúknutí z miesta určeného na dochladzovanie nádrží. Nádrž musí byť vychladnutá na okolitú teplotu prostredia tzn., že by mal byť dodržaný čas stabilizácie nádrže minimálne 1 hodina v sériovej fáze a minimálne 3 hodiny v prototypovej fáze. Vizuálne skontrolujeme spoj, nádrž následne rozrežeme po jej obvode v mieste spoja nádrže na jednotlivé časti podľa špecifikácií. Počet sekcií na výkon a vyhodnotenie Flower testu, určujeme podľa vonkajšieho priemeru aktívnej časti zvaru, aby sme umožnili vykonávanie testov na vzorke z jednej nádrže alebo plniaceho hrdla, jednotlivé sekcie na vzorke môžeme rozdeliť a použiť na viac testov. Takto pripravené komponenty po jednom vložíme do zveráku a uchopíme do klieští, približne 5 mm od zvaru. Jednotlivé nastrihané časti komponentu ohýbame pomocou klieští dovnútra alebo von, kde predpokladáme väčšie napätie na zvar. Zvar vždy musíme ohýbať smerom od seba, aby sme boli schopní dodržať kritérium bielenia komponentu. Kliešťami ohýbame až do trvalého zabielenia zvaru.

9.2.1 Vyhodnotenie

Z – zhodný, nesmie dôjsť k porušeniu vo zvare na žiadnej vzorke, porušenie môže nastať iba mimo zvaru alebo vo zvare musí zostať viditeľne matná (biela) štruktúra odtrhnutého materiálu.

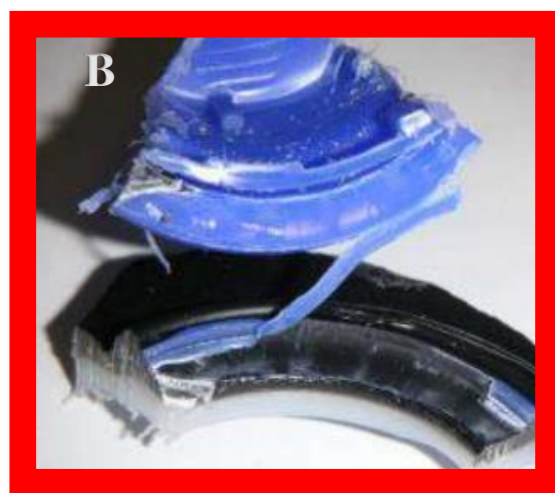
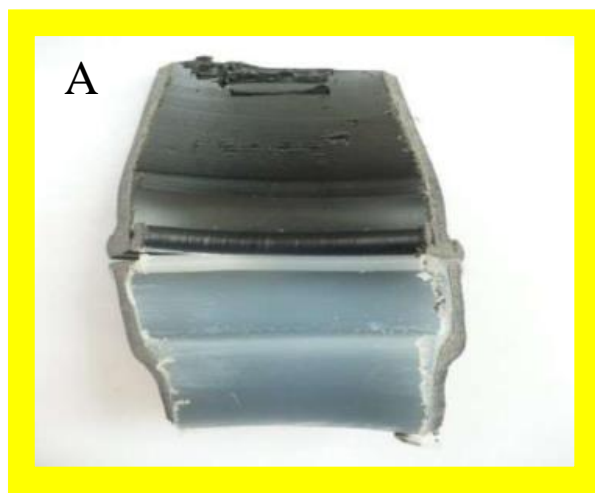
N – nezahodný, lom vo zvare s výskytom lesklého povrchu na ľubovoľnej zo vzoriek.



Obr. 11) Vyhodnotenie vzoriek: A- Zhodný, B- Zhodný [8]

Na obrázku číslo 11 - A môžeme vidieť že zvar sa nedá oddeliť od nádrže a prerušenie je tesne za zvarom v tele ventilu. Preto hodnotíme výsledok ako zhodný.

Na pravej obrázku číslo 11- B môžeme vidieť že komponent sa čiastočne odtrhne hlboko v tele nádrže, čiastočne v zvare po obvode je neporušený a na tavenej nádrži je matný povlak. Výsledok hodnotíme ako zhodný.



Obr. 12) Vyhodnotenie vzoriek: A – Špeciálny prípad, B - Nezhodný [8]

Na obrázku číslo 12 – A môžeme vidieť špeciálny prípad v mieste tesne okolo zvarovej roviny, kde nie je prítomná vnútorná vrstva, môže tu dôjsť k lokálnemu lomu, zvyšok zvaru v danej sekcii musí byť zhodný.

Na obrázku číslo 12 - B môžeme vidieť že komponent sa zlomil v mieste zvaru a zanechal lesklú plochu, výsledok hodnotíme ako nezhodný.

9.3 Meranie hrúbky stien pomocou ultrazvuku

Ako nástroj na vykonávanie tejto skúšky sa využíva ultrazvukový hrúbkometer Olympus 36DL Plus. Na prenos signálu medzi sondou prístroja a palivovou nádržou sa používa voda (H_2O).

Ako prvý krok pred samotným meraním treba prístroj skalibrovať a nastaviť meranie viacvrstevných materiálov. Následne sondu buď namočíme do vody alebo vodou pokryjeme povrch celej nádrže. Pri tomto meraní máme priamo vytlačený formulár Hrubky stien nádrže, na ktorom je daná nádrž vyobrazená a taktiež sú na nej vyznačené kritické body, ktorých hrúbku stien budeme merať. Po priložení sondy na nádrž sa nám na obrazovke objaví echo v ktorom sú viditeľné dva spiky, pomocou posuvu kurzoru sa dostaneme na hodnotu ľavej krajnej polohy prvého spiku, čo predstavuje hrúbku vrstvy EVOH. Priestor medzi prvým a druhým spikom predstavuje minimálnej hrúbky steny palivovej nádrže. Jednotlivé hodnoty sa nám zobrazia na displeji a môžeme ju zapísať do formuláru príslušného výrobného modulu.

9.3.1 Vyhodnotenie

Po dokončení samotného merania a zapisovania daných hodnôt do formulára tieto výsledky zhodnotíme vo vzťahu k predpísaným hodnotám. Pokiaľ niektorá z nameraných hodnôt bude blízko výkresovej špecifikácie +0,20 mm, (napr. 0,19 mm) spadá táto hodnota do reakčného limitu. Ďalej je povinný zaslať informačný e-mail na rozdeľovník s informáciou, ktorá hrúbka, na akom mieste, je v zásahovej medzi. Tento email plní iba informačný charakter. Po tomto hlásení je následne zabezpečené meranie hrúbky na hodinovej báze. V prípade že 5 po sebe-idúcich hodinových meraní je nad zásahovou medzou, hodinové meranie sa ruší a prechádza sa na štandardný mód merania podľa kontrolného plánu.

9.4 Rozmerová kontrola

Táto kontrola sa vykonáva prostredníctvom viacosého kĺbového ramena Faro arm, so sférickým pracovným objemom. Každé kĺbové spojenie je vybavené rotačným transduktorom. Signály vydávané týmito transduktormi sú prenášané pomocou káblového vedenia riadiaceho centra, ktoré sú spojené na výstupe ovládacej skrinky. Pre každý meraný komponent je vytvorený merací program. Po načítaní meracieho programu sa nám zobrazí grafické okno s vyobrazeným výrobkom, v ktorom sa nám budú počas merania zobrazovať namerané výsledky priamo na komponente. Tento merací program sa skladá z dvoch častí:

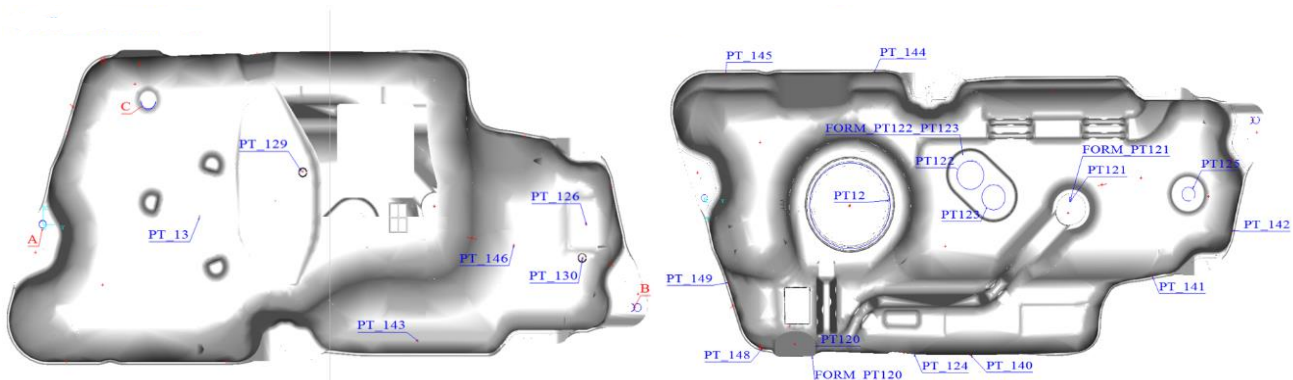
- Časť merania koordinačného systému
- Časť merania komponentov, bodov ktoré sa budú merať, zadávané podľa výkresovej dokumentácie, poprípade podľa požiadaviek zákazníka

Ako prvé je dôležité samotné uchytenie nádrže, tá je umiestená do makety, ktorá predstavuje samotné uloženie v karosérii. Pri spustení samotného merania, či už povrchu alebo navarených – uchytených komponentov sa nám na obrazovke počítača zobrazí okno. Toto okno nám zobrazuje počet dotykov sondy a popis aktuálneho meraného komponentu. Ako prvé meriame plochu a následne po nej kruh (poprípade valec, kužeľ či bod) meraného objektu pre zistenie stredového bodu (nominálna hodnota daná výkresovou dokumentáciou), ktorý nám program porovná s aktuálnymi hodnotami a vyhodnotí prípadné odchýlky. Následne môžeme pristúpiť k samotnému meraniu. Každá súčiastka, komponent, výrobok je zadefinovaný v priestore, pomocou koordinačného systému, tvoreného minimálne troma referenčnými bodmi. Koordinačný systém je zadefinovaný vo výkresovej dokumentácii ako i zoznam meraných bodov so zadefinovanými súradnicami x, y, z a ich toleranciami.

Po skončení merania program ukončíme a vrátíme sa späť do hlavného menu programu. Z nameraných hodnôt necháme vygenerovať report do formátu csv pre QDA systém ako aj report do excel formátu.

9.4.1 Namerané a vyhodnotené hodnoty

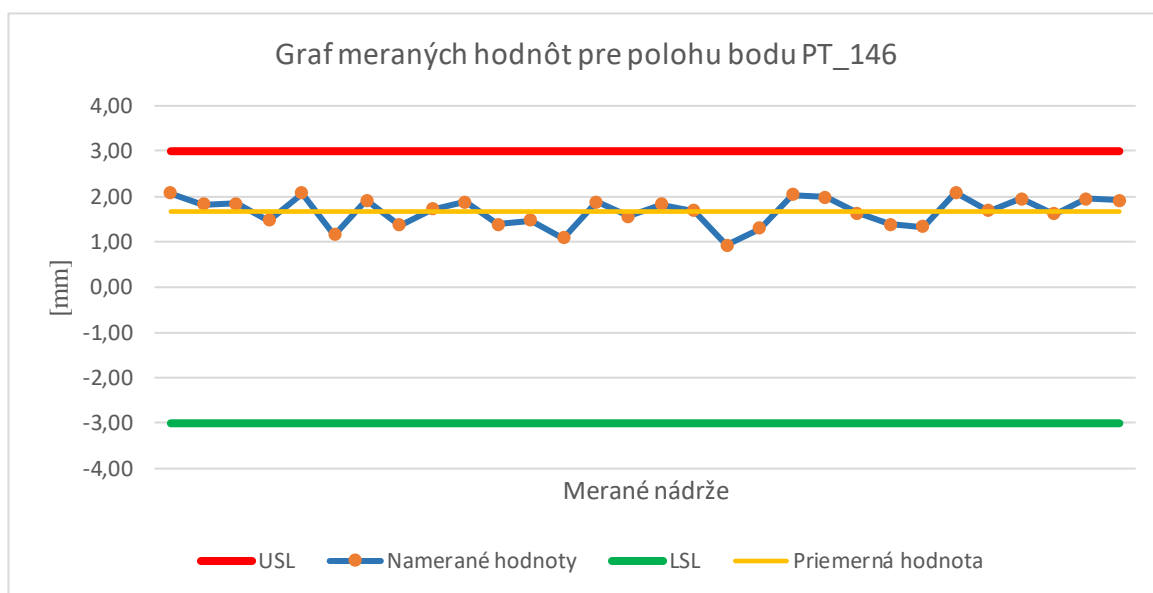
Pri rozmerovej kontrole sa merajú body, ktoré sú na obrázku 13 označené modrou farbou. Poloha týchto meraných bodov sa určuje vzhľadom na body, ktoré sú označené na obrázku číslo 13 červenou farbou, tie slúžia iba na orientáciu, čo znamená že tieto body nie sú funkčné rozmery. U väčšiny bodov sa meria poloha vzhľadom ku modelu na ose Y, no u niektorých bodov toto nie je dostatočné a preto sa merajú aj v ostatných osiach, teda v osiach X, Y, Z.



Obr. 13) Informačný obrázok meraných bodov [8]

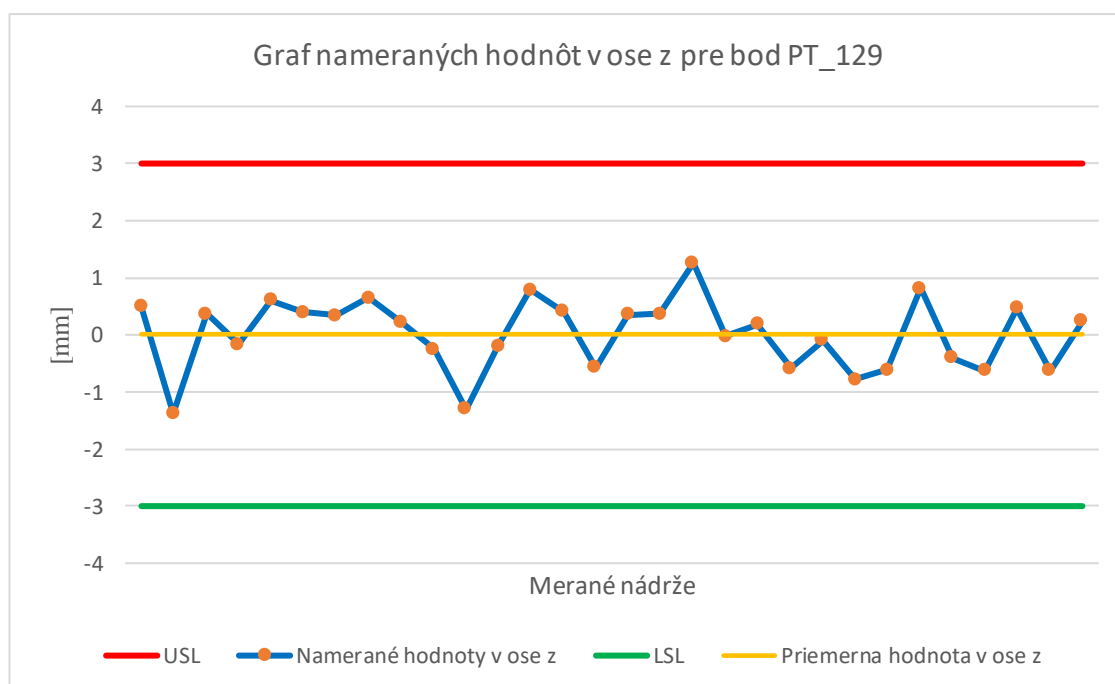
Pre vyhodnocovanie tejto skúšky som použila hodnoty, ktoré neboli merané mnou. To z dôvodu vysokej časovej náročnosti merania a z dôvodu nízkej pravdepodobnosti vnesenia chyby do daného merania. Tieto merania boli vyhotovené z celkového počtu 30 meraných nádrží.

Pre vyhodnocovanie polohy týchto bodov som si vybrala bod číslo PT_146, výšku medzi bodmi PT_13 a PT_12, ktorý je uvedený v prílohe a ďalej polohu bodu číslo PT_129, ktorý sa meria vo všetkých troch osiach, grafy merané v osiach x a y sú uvedené v prílohách tejto bakalárskej práce.



Graf 1) Namerané hodnoty pre polohu bodu PT_146

Na grafe číslo jedna môžeme vidieť že rozptyl týchto meraných rozmerov je pomerne nízky, čo sa preukáže i na smerodajnej odchýlke. Všetky hodnoty sú obsiahnuté v tolerančnom poly, čiže meranie hodnotíme za zhodné.



Graf 2) Namerané hodnoty v ose z pre bod PT_129

Na grafe číslo dva je vidieť že merané rozmery majú väčší rozptyl, toto je spôsobené deformáciou ktorá pri vstrekaní plastov vzniká. Všetky merané hodnoty sú obsiahnuté v tolerančnom poly, preto toto meranie hodnotíme za zhodné.

Grafy predstavujú meranie na tridsiatich nádržoch, jednotlivé tieto merania sú zachytené v bodoch, ktoré znázorňujú variáciu jednotlivých meraní a umiestnenie v tolerančnom pásme. Tieto dáta obsahujú náhodný výberový vzor kontroly behom jedného mesiaca.

Táto analýza by bola vhodnejšia, pokiaľ by dané nádrže boli merané v jeden deň, tým pádom by sme boli schopní vidieť následnú deformáciu rozmerov, ktorá sa pri vstrekaní plastov vyskytuje.

10 METROLOGICKÝ PORIADOK

Táto procedúra stanovuje postup pri riadení nákupu, užívaní, kalibrácie, vyrad'ovani a likvidácii všetkých kontrolných, meracích, monitorovacích a skúšobných prostriedkov, ktoré ovplyvňujú kvalitu výrobkov. Tiež sa zaoberá spôsobom vyhodnocovania presnosti a vhodnosti meradiel z hľadiska ich použitia pri kontrole výrobku. Na evidenciu týchto meradiel sa používa program PALSTAT.

10.1 Program PALSTAT CAQ

Každé metrologicky riadené meradlo evidovaná v programe PALSTAT má číslo, kód, názov, stav, umiestnenie, platnosť od do, kalibračný interval, výrobné číslo, obor merania a typ.

Číslo meridla	Kód	Názov	Stav	Umiestnenie	Informácie ke stavu	Platí od	Platí do	Kalibrační hřta	Výrobní číslo	Výrobce	Obor měření	Datum zápisu	V provozu od	Typ	Z...	Třída přesn...	Rozt
400	12/78	3F analyz. kvál. sieť	<input checked="" type="checkbox"/> Aktívny	revizny technik		7. 4. 2017	7. 4. 2019	2	15140DM 091	Fluke	sl. vel.	15. 9. 2011		434, H03, 10...		PM	
401	12/80	ATEQ	<input checked="" type="checkbox"/> Aktívny	100 PM		26. 3. 2016	26. 3. 2019	4	10103PH1	ATEQ	lek.	28. 3. 2015	14. 10. 2014	ATEQ P520		PM	
501	17/51	ATEQ	<input checked="" type="checkbox"/> Aktívny	PL 73 leka		26. 3. 2015	26. 3. 2019	4	175-7722	ATEQ	lek.	28. 3. 2015	14. 10. 2014	ATEQ P520		PM	
352	13/20	Cam lock MFA	<input checked="" type="checkbox"/> Aktívny	Laboratórium.skr.		23. 11. 2010	23. 11. 2018	8	04041605-41	ENERGY	dĺžka	13. 3. 2011	23. 11. 2010	Kalibre + Masque		PM	
353	13/21	Cam lock MFA	<input checked="" type="checkbox"/> Aktívny	Laboratórium		23. 11. 2010	23. 11. 2020	10	04041605-40	ENERGY	dĺžka	13. 3. 2011	23. 11. 2010	Inert metal		PM	
354	13/22	Cam lock MFA	<input checked="" type="checkbox"/> Aktívny	Laboratórium.skr.		23. 11. 2010	23. 11. 2018	8	04041605-42	ENERGY	dĺžka	13. 3. 2011	23. 11. 2010	calibre		PM	
403	13/24	Cam lock MFA	<input checked="" type="checkbox"/> Aktívny	Laboratórium.skr.		29. 9. 2011	29. 9. 2011	3	0041607-42	ENERGY	dĺžka	29. 9. 2011	29. 9. 2011	Kalibre GO-NOGO		PM	
451	13/25	CAM LOCK PL73	<input checked="" type="checkbox"/> Aktívny	Laboratórium.skr.		23. 4. 2012	23. 4. 2019	7	8.972 PL73 X	ENERGY	dĺžka	16. 1. 2014	12. 2. 2007	PL 73		PM	
523	13/26	CAM LOCK E20X	<input checked="" type="checkbox"/> Aktívny	Laboratórium		19. 2. 2016	19. 2. 2021	5	15224665-46	PO	dĺžka	14. 3. 2016	5. 3. 2016	GAUGE CAMLOCK	PM	1	
524	13/31	CAM LOCK E20X	<input checked="" type="checkbox"/> Aktívny	Laboratórium		19. 2. 2016	19. 2. 2021	5	15224665-41	PO	dĺžka	14. 3. 2016	5. 3. 2016	GAUGE MASK	PM	1	
525	13/32	CAM LOCK E20X	<input checked="" type="checkbox"/> Aktívny	Laboratórium		17. 2. 2016	17. 2. 2021	5	15224665-42	PO	dĺžka	14. 3. 2016	5. 3. 2016	Kalibre D7,75mm	PM	1	
526	13/33	CAM LOCK E20X	<input checked="" type="checkbox"/> Aktívny	Laboratórium		15. 2. 2016	15. 2. 2021	5	15224665-43	PO	dĺžka	14. 3. 2016	5. 3. 2016	Kalibre D130, S...	PM	1	

Obr. 14) Meradlo zapísané v riadku a jeho farebné rozlíšenie

Zelená farba – meradlo s platnou dobou kalibrácie

Žltá farba – meradlo s výstrahou pred uplynutím kalibračného intervalu. Objaví sa 2 týždne pred vypršaním.

Červená farba – meradlo po uplynutí kalibračného intervalu, po dátume „platí do“. Platnosť kalibrácie je však do konca kalendárneho mesiaca.

Modrá farba – aktívny riadok, ktorý sme označili kurzorom a môžeme ho otvoriť pri editácii údajov.

Biela farba – meradlo bez kalibračného intervalu.

10.2 Spravovanie kalibračných listov

Každý kalibračný list je vyhodnotený metrológom. Metrológ vyhodnotenie (OK/NOK) zapíše na kalibračný list s dátumom, kedy bola kontrola a vyhodnotenie vykonané. Všetky kalibračné listy sú v archivované v papierovej forme u firemného metrológa. Pokiaľ je výsledok kalibrácie nevyhovujúci, metrológ informuje užívateľa meradla a postupuje sa podľa predpisov.

11 ŠTATISTIKY PRE VSTREKOVANIE

Aby boli hodnoty tabuľke číslo 4 čo najľahšie predstaviteľné, vypočítala som si ako prvé priemernú cenu nádrží podľa metódy s ktorou sa vyrába. Môžeme vidieť, že cena nádrží ktoré sa nevyrábajú pomocou metódy TSBM je niekoľkonásobne nižšia. Môžeme si tým pádom dovoliť vyššiu zmätkovitosť a finančne to nebude až tak nákladné, ako keby boli všetky nádrže vyrobené pomocou metódy TSBM.

Tab 3) Výpočet priemernej sumy nádrže podľa metódy výroby

Cenové relácie nádrží								
Bez vnútorného umiestnenia komponentov				S vnútorným umiestnením komponentov				
A	B	C	D	E	F	G	H	I
17,98 €	25,01 €	21,86 €	15,34 €	89,81 €	65,71 €	82,67 €	50,00 €	84,45 €
$\bar{x}_1 = 20 \text{ €}$				$\bar{x}_2 = 75 \text{ €}$				

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i$$

(1) Výpočet priemernej sumy nádrží

Táto štatistika ukazuje, aké percento vytlačených nádrží predstavujú samotné zle vyrobené kusy, ktoré bude treba následne zrecyklovať. Samotný percentuálny podiel nie je vysoký, ale pokiaľ toto percento prepočítame na eurá, jedná sa o závažnú sumu, ktorej súčasťou nie je ani samotná recyklácia. To znamená že táto cena nie je finálna, predstavuje len náklady, ktoré boli vynaložené na výrobu samotnej nádrže.

Tab 4) Prepočet strát podľa metódy výroby

Kazovosť pri vstrekaní					
Rok	OK vyfúknuté [ks]	Scrap [ks]	Pomer [%]	Strata [€]	Strata TSBM [€]
2018	1 249 591	24 274	1,9 %	485 480	1 820 550
2019	1 187 465	16 061	1,4 %	321 220	1 204 580
2020	890 705	14 373	1,6%	287 460	1 077 980
2021	743 352	7 620	1,0%	152 400	571 500
2022	688 776	15 457	2,2%	309 140	1 159 280
2023	819 967	14 513	1,8%	290 260	1 088 475

12 MOŽNOSTĚ ZLEPŠENIA ROZMEROVEJ KONTROLY

Ako moje odporúčenie pre prax som si vybrala ATOS ScanBox od spoločnosti GOM. Tieto plne automatizované meracie zariadenia využívajú optické 3D skenery, ktoré sa vyznačujú vysokou presnosťou a vysokorýchlostným meraním.

Pri výrobnom procese som upozorňovala na dôležitosť správneho vytlačenia samotnej nádrže, pričom s každým vytlačeným kusom sa deformácia zhoršuje. To znamená že pokiaľ na počiatku výroby bola chyba nepatrná a pohybovala sa v rámci dovolenej tolerancie, tak nádrže ktoré sú vyrobené o niekoľko hodín neskôr sa v tejto tolerancii pohybovať jednoznačne nebudú a nádrž bude vyhodnotená ako nevyhovujúca. Preto je dôležitá hustá frekvencia samotných rozmerových kontrol, pričom by sme zmenšili pravdepodobnosť nezachytenia zlého kusu. Momentálne je rozmerová kontrola realizovaná denne na každom projekte, pričom sa meria jedna nádrž 3krát.

Ďalším dôvodom prečo si myslím že by bol ScanBox užitočný, je kvôli príchodu EURO7, ktorého sprísňovanie sa nebude týkať iba emisií, ale aj kvality samotného produktu. Vďaka dátam ktoré by sme boli schopní z merania na tomto zariadení získať, by sme mohli prispôsobiť samotnú výrobu a tým dosiahnuť vyššiu kvalitu a zároveň úsporu materiálu.

Pri automatizácii je takisto veľkou výhodou úspora v ľudských zdrojoch, obsluha ATOS ScanBoxu nie je náročná a dala by sa po zaškolení previesť na operátorov.



Obr. 15) ATOS ScanBox 6235 [10]

Pri výbere nového zariadenia som postupovala pomocou metódy multikriteriálneho vyhodnotenia. Aby bola zabezpečená objektívnosť pri hodnotení, pomohli mi s hodnotením jednotlivých kritérií moji kolegovia z VUT.

12.1 Požiadavky a parametre

Nádrž musí byť výhradne meraná spolu s maketou, ktorá predstavuje uloženie v karosérii. Preto musíme brať ohľad na váhu a rozmery nádrže spolu s maketou.

Tab 5) Parametre makety a nádrže

Parametre nádrže a makety		
	Váha [kg]	Veľkosť (V:Š:H) [mm]
Nádrž	25	920:1350:1611
Maketa s nádržou	400	1200:1450:1700

Pri výbere správneho a vhodného variantu je najdôležitejší parameter rýchlosť samotného merania, toto je dôležitejšie ako samotná presnosť, keďže palivová nádrž nie je čo sa týka rôznych tolerancií tak prísna.

Tab 6) Parametre skenerov

Dôležité parametre u zariadení		
	FaroArm	ATOS Scanbox
Presnosť	0,043 mm	0,005 mm [11]
Cena	55 000 €	400 000€ [11]
Rýchlosť merania	60 min	5 min

12.2 Metóda multikriteriálneho hodnotenia

T_1 = Rýchlosť merania

T_2 = Presnosť merania

T_3 = Cena

T_4 = Veľkosť

T_5 = Zložitosť merania

T_6 = Bezpečnosť

T_7 = Tvorba reportov

Variant 1: [10]

- Maximálna veľkosť dielu: 3,5 m
- Nosnosť stolu: 5 000 kg
- Plne automatizované
- Vybavenie formou 3D laserových skenerov ATOS 5 alebo ATOS 5X
- Vysoké rozlíšenie detailu
- Bezpečnostné svetelné závory
- Možnosť virtuálnej simulácie
- Jednoduchosť systému
- Jedna meracia komora



Obr. 16) Variant číslo 1 [10]

Variant 2: [10]

- Maximálna veľkosť dielu: 3,5 m
- Nosnosť stolu: 5 000 kg
- Plne automatizované
- Vybavenie formou 3D laserových skenerov ATOS 5 alebo ATOS 5X
- Vysoké rozlíšenie detailu
- Bezpečnostné svetelné závery
- Možnosť virtuálnej simulácie
- Jednoduchosť systému
- Jedna meracia komora



Obr. 17) Variant číslo 2 [10]

Jednotlivé varianty bolo treba vyhodnotiť na základe vhodnosti, vzhľadom na dôležité vlastností. Pri hodnotení týchto variant mi pomáhali ďalší 4 študenti z VUT, pričom o vhodnosti a dôležitosti jednotlivých vlastností sme hlasovali. Týmto spôsobom som sa snažila zaistiť objektivnosť hodnotenia.

Tab 7) Hodnotenie jednotlivých variant na základe vyhovievania kritérií

Hodnotenie variant													
n	Kritérium	Variant 1				Variant 2				Variant 3			
	Značenie	t _j	g _n	p _τ	τ _n	t _j	g _n	p _τ	τ _n	t _j	g _n	p _τ	τ _n
1	T ₁	3	1	33,33	3	5	1	20	5	1	1	100	1
2	T ₂	4	0,8	25	3,2	5	0,8	20	4	3	0,8	33,33	2,4
3	T ₃	3	0,9	33,33	2,7	2	0,9	50	1,8	5	0,9	20	4,5
4	T ₄	3	0,5	33,33	1,5	1	0,5	100	0,5	5	0,5	20	2,5
5	T ₅	5	0,7	20	3,5	5	0,7	20	3,5	2	0,7	50	1,4
6	T ₆	4	1	25	4	4	1	25	4	2	1	50	2
7	T ₇	5	0,5	20	2,5	5	0,5	20	2,5	5	0,5	20	2,5

Varianty sa následne vyhodnocovali podľa veličiny τ, ktorá zhodnocuje technický stav variant. Môžeme vidieť že najväčšia váha kritérií bola kladená na rýchlosť merania a na bezpečnosť. Následne sme vyhodnotili ako dôležité parametre cenu, presnosť merania, zložitosť merania a polovičnú hodnotu g_n sme priradili veľkosti zariadenia a následne tvorbu reportov.

$$\tau = \frac{\sum_{j=1}^n (g_j \cdot t_j)}{\sum_{j=1}^n g_j \cdot t_{\max}} = \frac{g_1 \cdot t_1 + g_2 \cdot t_2 + \dots + g_n \cdot t_n}{(g_1 + g_2 + \dots + g_n) \cdot t_j} \leq 1$$

(2) Výpočet hodnoty τ podľa základnej bodovej metódy [3]

Tab 8) Vyhodnotenie variant na základe rovnice číslo 2

Vyhodnotenie variant	
Typy variant	Hodnota τ
Variant 1	0,5811
Variant 2	0,6489
Variant 3	0,3685

12.3 Vyhodnotenie variant

Pokiaľ sa pozrieme na tabuľku číslo 5 môžeme vidieť že ako najlepší variant bol vyhodnotený variant číslo 2. Toto predovšetkým zapríčinila dôležitosť rýchlosti merania, v tomto prípade má variant číslo 2 veľkú výhodu, pretože je možnosť predchystania nádrže do makety, popritom ako je ďalšia nádrž meraná. Tým pádom sme schopní zmenšiť vedľajší strojný čas medzi jednotlivými meraniami, čo opäť pomôže zefektívniť samotné meranie.

12.4 Zhrnutie problematiky a odôvodnenie zavedenia novej rozmerovej kontroly

Hlavný problém pri rozmerovej kontrole je jej časová náročnosť, čo v prípade produktu ktorý sa vyrába pomocou tak výkonnej technológie ako je vstrekovanie plastov môže byť problém. Rozmerová kontrola sa totižto vykonáva na každom projekte len na jednej nádrže za deň a to 3x (po vyrobení, po navarení komponentov a pred samotným transportom). To znamená že sa následne môžu vyskytnúť prípady, kedy sa zle vyrobené kusy nezachytili a to môže viesť k následnej reklamácií alebo vyhodnotení jednotlivých kusov ako nepodarky. Preto som sa v mojom odporúčaní sústredila predovšetkým na rýchlosť merania, aby bolo možné v čo najkratšom čase odmerať čo najviac kusov. Týmto predídeme výrobe ďalších nepodarkov a takisto prípadným reklamáciám. Tým že je stroj plne automatizovaný, je menšia pravdepodobnosť že sa do merania vnesie chyba.

Automatizácia ľubovoľného procesu vo firme prináša veľa výhod no takisto i nevýhod, ale dôležitou vlastnosťou je samotné zefektívnenie procesu za účelom väčšie zisku. Pokiaľ by sme toto zariadenie zaviedli do firmy namiesto momentálnej rozmerovej kontroly, tak si myslím že by sme pomer scrapotosti, ktorý je ukázaný v tabuľke číslo 4, mohli znížiť aspoň o 1/3. Toto by viedlo k dobrej návratnosti financií za zariadenie, keďže finančná strata za zle vyrobený diel je pomerne veľká.

12.5 Experiment so zmatňujúcimi sprejmi

Pri meraní s optickými skenermi je často nutné využiť zmatňujúce spreje kvôli lesklému povrchu, ktorý by daný skener nevedel zachytiť. Vo firme MCAE ma ubezpečili že spreje tohto typu nie je nutné na palivové nádrže použiť. V prípade že by táto informácia nebola pravdivá, bol by problém s odstraňovaním tohto povlaku z palivovej nádrže. Z tohto dôvodu som sa rozhodla vykonať experiment, ktorý by testoval ako dlho by trvalo kým sa tento povlak vyparí. Pri tomto experimente som využívala sprej, ktorý mi poskytol pán docent Ing. Josef Sedlák. Sprej je značky Attblime a ako aktívnu zložku využíva cyklododekan. Firma referuje že v prípade tohto spreju by sa mala vrstva tejto látky odpariť z objektu do dvoch hodín.



Obr. 18) Vzorka po nanosení vrstvy sublimačného spreju

Vrstvu sublimačného spreju som naniesla na povrch vzorky palivovej nádrže podľa pokynov na obale, môžeme vidieť že vrstva nie je nanesená rovnomerne, čo môže viesť ku skresleným výsledkom.



Obr. 19) Vzorka palivovej nádrže po uplynutí referovanej doby

Na obrázku číslo 19, môžeme vidieť že vrstva spreju sa za dobu spomínaných dvoch hodín nestihla úplne odpariť. Toto mohlo spôsobiť spomínané nerovnomerné nanesenie vrstvy. Evaporácia danej látky bola kompletne dosiahnutá po trojhodinovom časovom intervale, čo je o hodinu dlhšie ako firma uvádza na obale.

13 ZHODNOTENIE A DISKUSIA

V praktickej časti bakalárskej práce som sa ako prvé zaoberala výrobným postupom, pričom sme zistili že palivové nádrže sa vo firme Plastic Omnium vyrábajú pomocou dvoch metód vstrekovania plastov. Prvá metóda patrí medzi tie tradičné, kde po vstrekaní je polotovár iba výlisok palivovej nádrže a je nutné všetky komponenty následne montovať na povrch nádrže. Druhá možnosť výroby sa volá TSBM metóda vstrekovania plastov a vychádza z ideí úspory ľudských a energetických zdrojov. Preto samotný proces montovania komponentov je plne zautomatizovaný a komponenty sa vkladajú do nádrže počas samotného vstrekovania. Ďalšou výhodou tejto metódy je jednoduchosť samotného manipulovania s nádržou, keďže hydraulický systém, ktorý obsahuje rôzne hadičky a filtre sa nachádza vo vnútri nádrže. Tým sa znižuje aj riziko poškodenia nádrže v samotnej karosérii auta. Najväčším problémom tejto metódy je ekonomická náročnosť v prípade vysokej scrapovitosti, keďže cena nádrže obsahuje aj cenu jednotlivých komponentov. Z toho dôvodu pred samotným zavedením tejto metódy je dôležitá častá kontrola kvality týchto nádrží priamo po vylisovaní a ochladení. Vďaka tomu budeme schopní znížiť percento scrapovitosti pochádzajúcich zo vstrekovania aspoň o 1/3. Ku dnešnému dátumu sa totižto vyfúknuté palivové nádrže merajú náhodne a to iba 1 nádrž z určitého projektu za 2 smeny. Vďaka kúpe plne automatizovaného stroja na vykonávanie rozmerovej kontroly by sme tieto merania vedeli vykonávať aspoň jedenkrát za hodinu, keďže samotné meranie je časovo nenáročné. To by v porovnaní s momentálnym spôsobom merania bolo efektívnejšie až 24-násobne.

Firma MCAE mi umožnila využitie tohto ScanBoxu, pričom by som mohla pracovať s reálnymi dátami. Toto bohužiaľ nebolo možné stihnúť v rámci tejto bakalárskej práce, ale v prípade záujmu firmy Plastic Omnium je stále táto ponuka otvorená a môže prebehnúť aj po dokončení tejto bakalárskej práce.

V teoretickej časti sme sa zaoberali tým, ako sa prostredie kontroly kvality v minulých rokoch zmenilo. To spôsobila globalizácia podnikateľského prostredia, kratšie inovačné cykly, lepšia informovanosť zákazníkov a mnoho ďalších. Typy zariadení ako je ATOS ScanBox nemajú iba jednu funkciu, čo by malo predstavovať samotné meranie, ale má možnosť re-inžinieringu, čo znamená úpravu výroby a výrobku na základe získaných dát pomocou tohto zariadenia. Vďaka tomu je tu možnosť rýchleho prispôbovania sa novým požiadavkám, či už vo forme požiadavku od zákazníka alebo prípadného nástupu novej normy EURO7.

14 ZÁVER

V teoretickej časti tejto bakalárskej práce sa pojednávalo o tom čo predstavuje pojem kontrola kvality a kvôli čomu je toto oddelenie dôležitou súčasťou každej firmy. Kontrola kvality sa dá nastaviť rôznymi spôsobmi a využívajú sa pritom rôzne koncepty a metódy, ktoré pri správnom použití a nastavení garantujú úspech. V tejto časti bol kladený dôraz na dôležitosť správnosti nastavenia samotného procesu, pričom bol cieľ definovať, čo všetko správne nastavenie tohto oddelenia môže priniesť. Takisto tu je uvedený historický vývoj kontroly kvality, na ktorom bolo vidieť, ako sa tento typ manažmentu menil podľa toho, ako bola nastavená ekonomika a spoločnosť, keďže tieto dva faktory sú na sebe závislé. V dnešnej dobe je totižto konkurencia na trhu na najvyššej úrovni za celú svoju históriu. Pokiaľ sa teda pozrieme do rebríčku TOP 5 firiem, môžeme vidieť, že každá z týchto firiem investuje do nových technológií, čím si zabezpečuje svoju pozíciu na trhu.

Praktická časť je delená na dve časti, v prvej časti sa pojednáva o objasnení toho, čo je palivová nádrž a z akých materiálov sa dané nádrže môžu vyrábať, ďalej pojednáva o výrobnom postupe, zavedených kontrolách a metrologickom poriadku, ktorý sa venuje kalibrácií jednotlivých zariadení.

Ďalšia kapitola pojednáva o tom, aké sú typy jednotlivých materiálov z akých sa palivová nádrž dá vyrábať a aké sú dôležité vlastnosti pri voľbe týchto materiálov. Materiál, z ktorého sa palivové nádrže vyrábajú vo firme Plastic Omnium, je termoplast typu HDP, ktorého hlavnou výhodou je nízka cena, lepšie materiálové vlastnosti, medzi ktoré patrí odolnosť voči nárazom, schopnosť skvapalniť, či ochrana proti vznieteniu. Dôležitou zložkou pri palivových nádržiach je vrstva EVOH (Etylvinilalkohol), ktorá predstavuje nepriepustnú vrstvu. Jej dôležitosť vychádza z pohľadu emisií a ochrany životného prostredia, preto je prítomnosť tejto vrstvy prísne kontrolovaná.

Ďalšou dôležitou kapitolou v tejto bakalárskej práci je výrobný postup, podľa ktorého sa mnoho skúšok kontroly kvality nastavuje. Každá metóda výroby má totižto svoje chyby, ktoré kontrola kvality zastrešuje a tým zabezpečuje zákazníkovi ochranu pred doručením zlého kusu. Palivové nádrže z termoplastov sa vyrábajú pomocou vstrekovania plastov, jedná sa o vysoko efektívny typ výroby, ktorý využíva teplo a tlak. Dajú sa použiť dve metódy vstrekovania plastov, klasická metóda, kde výsledkom vstrekovania je výlisok nádrže, kde je potrebné následné montovanie komponentov na nádrž. Preto vedenie firmy prišlo s novou metódou, takzvanou metódou TSBM, ktorej idea vychádza z úspory energetických a ľudských zdrojov. Táto metóda sa líši v tom, že väčšina komponentov, vrátane celého hydraulického systému, je vložená do nádrže počas samého vstrekovania. Tým sa výrazne znížil čas montáže komponentov, ale zvýšila sa cena nádrže a to z 25€ na 85€.

Nasleduje kapitola, v ktorej sa venujem zavedeným kontrolám, ktoré som počas mojej stáže vykonávala. Množstvo typov kontrol, na ktorých som sa podieľala, je vyššia, ale pre samotný rozsah práce som vybrala kontroly, ktoré sa vykonávajú na dennej báze a každá skúška kontroluje inú zložku palivovej nádrže.

Ako prvá je kontrola vrstvy EVOH, ktorej dôležitosť bola vysvetlená už v predchádzajúcich odstavcoch. Podstata spočíva vtom, že vrstva musí byť prítomná po celom obvode palivovej nádrže.

Ďalšou zložkou palivovej nádrže, ktorá je často kontrolovaná, sú zvary. Kontroluje sa ich pevnosť a súdržnosť, pričom sa takisto meria prevedenie samotného zvaru pod mikroskopom, keďže táto časť výroby je tiež zautomatizovaná. V tejto skúške sa jednotlivé navarené komponenty z nádrže vyrežú a následne sa snažím pomocou uchytenia vo zveráku jednotlivé zvary porušiť ich vylamovaním. Táto skúška je fyzicky náročná a vykonáva sa na dennej báze.

Nasledujúci druh skúšky je tiež veľmi dôležitý z ohľadu správneho fungovania palivovej nádrže, ide o meranie hrúbky stien. Toto meranie sa vykonáva pomocou ultrazvukového hlbkomeru, ktorý pre jeho fungovanie potrebuje, aby meraný povrch bol pokrytý vodou. Merajú sa tu kritické body, pričom sa nemeria iba celková hrúbka nádrže, ale aj hrúbka spomínanej vrstvy EVOH.

Posledný typ skúšky je rozmerová kontrola. Tá sa v tejto firme vykonáva pomocou dvoch zariadení, no vo väčšine prípadov sa využíva viacosého kľbové ramena FaroArm. Toto zariadenie taktiež meria kritické body nádrže vzhľadom ku orientačným bodom a porovnáva ich s modelom nádrže, ktorý je vložený v príslušnom software. Tieto merania som spracovala do grafovej formy, aby boli vidieť jednotlivé rozmerové rozdiely s každou nasledujúcou meranou nádržou. Hlavným problémom tohto merania je to, že je časovo náročný, preto sa vykonáva iba jedenkrát za deň na každom projekte. Preto v svojej záverečnej časti venujem vylepšeniu tejto skúšky.

Druhá polovica z praktickej časti pozostáva zo štatistík scrapovitosti spôsobenej vstrekaním plastov a z možnosti vylepšenia rozmerovej kontroly ako som spomínala v predchádzajúcom odstavci.

Tejto kapitole som venovala veľa času, pričom mojím cieľom bolo nájsť najvhodnejšie zariadenie, ktoré by zefektívnilo proces rozmerovej kontroly. Ako sme si mnohokrát v tejto bakalárskej práci spomínali, hlavným problémom pri tejto kontrole je časová náročnosť samotného merania. Kvôli tomuto vylepšeniu som sa zúčastnila aj Strojníckeho veľtrhu v Brne, kde som stretla firmu MCAE a ich plne automatizované meracie zariadenie, ATOS ScanBox. Firma má mnoho typov týchto meracích zariadení, z toho dôvodu nebol problém vybrať typ, ktorý by vyhovoval požiadavkám. Pre svoju prácu som vybrala dva druhy, oba zo šiestej série týchto zariadení. Hlavným rozdielom v týchto zariadeniach je počet meracích komôr, čo opäť pomôže znížiť vedľajšiu strojnú prácu a tým pádom aj zefektívniť proces merania. Tieto varianty sme následne vyhodnocovali spolu s mojimi kolegami z VUT, aby sme zabezpečili čo najväčšiu objektívnosť pri používaní metódy multikriteriálneho výberu. Ako najlepšie hodnotené zariadenie som vyhodnotila ATOS ScanBox 6235, ktorý je vybavený dvomi komorami. Pri meraní na týchto zariadeniach nie je nutné používať zmatňujúci sprej ani orientačné body, čo celý proces opäť zjednoduší. Myslím si, že pokiaľ by sme dané zariadenie zaviedlo do firmy, tak by sme dokázali percento scrapovitosti znížiť aspoň o 1/3 tohto percenta. Tým by sa dosiahla vysoká finančná úspora, ktorá by samotný stroj dokázala do jedného alebo maximálne dvoch rokov zaplatiť.

15 ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV

- [1] NENADÁL, Jaroslav. Management kvality pro 21. století. Praha: Management Press, 2018. ISBN isbn978-80-7261-561-2.
- [2] Doc. Ing. ANTONÍN MYKISKA, CSc. 2000. Bezpečnost a spolehlivost technických systémů. ISBN 80-01-02868-2
- [3] Podklady od pána doc. Ing. Radka Knoflíčka, Dr.
- [4] OP Mobility. OP Mobility [online]. 2024 [cit. 2024-05-21]. Dostupné z: <https://www.opmobility.com/en/>
- [5] Palivová nádrž. Zboží [online]. 2024 [cit. 2024-05-21]. Dostupné z: <https://www.zbozi.cz/vyrobek/palivova-nadrz-3-4-5dv-50l-82-12-225-mitsubis>
- [6] Vstrekovanie plastov. Katedra tváření kovu a plastu [online]. 2024 [cit. 2024-05-21]. Dostupné z: https://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce_plasty/04.htm
- [7] Termoplasty-základní druhy. Termoplasty-základní druhy [online]. - [cit. 2024-05-22]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/180/18.html>
- [8] Interné dokumenty firmy
- [9] Vstrekovanie plastov. Katedra tváření kovu a plastu [online]. - [cit. 2024-05-22]. Dostupné z https://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce_plasty/04.htm
- [10] ATOS ScanBox. ATOS ScanBox série 6 MCAE [online]. - [cit. 2024-05-22]. Dostupné z: <https://www.mcae.cz/produkty/atos-scanbox-serie-6/>
- [11] AI. Gemini [online]. 2024 [cit. 2024-05-22]. Dostupné z: <https://gemini.google.com/app>

16 ZOZNAM SKRATIEK, SYMBOLOV, OBRÁZKOV A TABULIEK

16.1 Zoznam tabuliek

TAB 1) VÝVOJ MANAGEMENTU KVALITY [1]	13
TAB 2) ZNAKY AKOSTI VÝROBKOV A ICH VYJADRENIA SLEDOVATEĽNÝMI VELIČINAMI [2].....	17
TAB 3) VÝPOČET PRIEMERNEJ SUMY NÁDRŽE PODĽA METÓDY VÝROBY.....	34
TAB 4) PREPOČET STRÁT PODĽA METÓDY VÝROBY.....	34
TAB 5) PARAMETRE MAKETY A NÁDRŽE.....	36
TAB 6) PARAMETRE SKENEROV	36
TAB 7) HODNOTENIE JEDNOTLIVÝCH VARIANT NA ZÁKLADE VYHOVENIA KRITÉRIÍ	38
TAB 8) VYHODNOTENIE VARIANT NA ZÁKLADE ROVNICE ČÍSLO 2	38

16.2 Zoznam obrázkov

OBR. 1) PALIVOVÁ NÁDRŽ [5]	20
OBR. 2) SCHÉMA PALIVOVÉHO SYSTÉMU [6]	20
OBR. 3) VÝROBKY Z TERMOPLASTOV [7]	21
OBR. 4) ROZLOŽENIE VRSTIEV V NÁDRŽI [8]	21
OBR. 5) KOKILA NÁDRŽE.....	23
OBR. 6) SCHÉMA VSTREKOVACIEHO STROJA [9].....	24
OBR. 7) OCHLADZOVACIA VEŽA.....	25
OBR. 8) DOCHLADZOVACIA VEŽA.....	25
OBR. 9) FAREBNÉ ROZLIŠENIE VENTILOV	26
OBR. 10) VYHODNOTENÉ VZORKY: A- ZHODNÝ, B- NEZHODNÝ [8].....	27
OBR. 11) VYHODNOTENIE VZORIEK: A- ZHODNÝ, B- ZHODNÝ [8]	28
OBR. 12) VYHODNOTENIE VZORIEK: A – ŠPECIÁLNY PRÍPAD, B - NEZHODNÝ [8]	29
OBR. 13) INFORMAČNÝ OBRÁZOK MERANÝCH BODOV [8].....	30
OBR. 14) MERADLO ZAPÍSANÉ V RIADKU A JEHO FAREBNÉ ROZLIŠENIE	33
OBR. 15) ATOS SCANBOX 6235 [10].....	35
OBR. 16) VARIANT ČÍSLO 1 [10]	37
OBR. 17) VARIANT ČÍSLO 2 [10].....	37
OBR. 18) VZORKA PO NANESENÍ VRSTVY SUBLIMAČNÉHO SPREJU	39

OBR. 19) VZORKA PALIVOVEJ NÁDRŽE PO UPLYNUTÍ REFEROVANEJ DOBY 40

ZOZNAM PRÍLOH

Príloha 1: Graf meraných hodnôt pre výšku medzi bodmi PT_12 a PT_13

Príloha 2: Graf meraných hodnôt v ose x pre bod PT_129

Príloha 3: Graf meraných hodnôt v ose y pre bod PT_129

Príloha 4: Video zo vstrekovania plastov