



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem

Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

Autóipari beszállító vállalat által gyártott alkatrészek selejt csökkentése minőségbiztosítási technikákkal

**OE-BGK
2022.**

Hallgató neve:
Hallgató törzskönyvi száma:

**Szatmári Gyula
T008307/FI12904/B**



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar
Gépészeti és Technológiai Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Szatmári Gyula

Szakedolgozat száma: SZD21051916585839

Törzskönyvi száma: T008307/FI12904/B

Neptun kódja: XXXXXXXXXX

Szak: gépészmérnöki

Specializáció: gépészmérnöki - CAD-CAM-CNC

A dolgozat címe: Autóipari beszállító vállalat által gyártott alkatrészek selejt csökkentése minőségbiztosítási technikákkal

A dolgozat címe angolul: Reducing the scrap of parts produced by an automotive supplier using quality assurance techniques

A feladat részletezése:

1. Mutassa be a vállalatnál végzett munkafolyamatokat!
2. Mutassa be a dolgozatban alkalmazott kettő munkagép működését!
3. Mutassa be a gyártott alkatrészek során fellépő hibákat!
4. Mutassa a különböző gyártott összetételű alkatrészek értékelési tényezőinek vizsgálati eredményeit!
5. Tegyen javaslatot hogyan lehetne csökkenteni a selejtes alkatrészek számát!

Intézményi konzulens neve: Horváth András

A kiadott téma elévülési határideje: 2023. 05. 15.

Beadási határidő: 2022. 12. 15.

A szakedolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Budapest, 2022. 11. 27.



Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találem.

belső konzulens

külső konzulens



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem

Kar neve

HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott hallgató kijelentem, hogy a szakdolgozat/diplomamunka saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem. Az elkészült szakdolgozatban/diplomamunkában található eredményeket az egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Budapest, 2022.12.12.

Szatmári Gyula

hallgató aláírása

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés	6
2.	A vállalatnál végzett munkafolyamatok	7
2.1	A termékfejlesztési folyamat lépései	7
3.	A mérés során alkalmazott mérőgépek	13
3.1	A Zwick típusú mérőgép	16
3.1.1	Vezérlő	17
3.1.2	Készülék	18
3.1.3	Nyúlásmérők	19
3.1.4	Erőmérő cellák	20
3.1.5	Megjegyzés	21
3.2	A SCHENK típusú Hydropulzátor	22
4.	A gyártás során felmerülő alkatrész hibák	27
4.1	Vulkanizálás a gyártás során	28
4.2	IM (Injection eljárás) eljárás	28
4.3	Fröccsöntési hibák	30
5.	Gyártás során felmerülő hibák	33
5.1	Süllyedések, hiányosságok	33
5.2	Rövid lövés	33
5.3	Zsugorodás és vetemedés	34
5.4	Osztósík hiba	34
5.5	Levegősség	35
5.6	Üregesség	35
6.	Az alkatrészek értékelési tényezőinek vizsgálata	36
6.1	Guilford eljárás	36
6.2	Kesselring eljárás	37
7.	Az anyagvizsgálati mérések	39
7.1	Statikus mérés	39
7.2	Dinamikus mérés	43
7.3	A Hydropulzer vizsgálóberendezés felülvizsgálata a mérési folyamat előtt ...	43

8.	Az értékelési tényezők vizsgálata	48
8.1	Két típusú kipufogó tartó értékelési tényezőinek meghatározása Guilford eljárással.....	48
8.1.1	Minőségszínvonal elemzés Kesselring eljárással	53
8.1.2	Értékelési tényezők súlyozása a kipufogó tartó alkatrészénél.....	54
8.1.3	A szilikon és a gumi alapanyagú kipufogó tartó alkatrész műszaki értékelése	55
9.	Javaslat a selejt csökkentésre	56
10.	Összefoglalás	58
11.	SZINOPSZIS	59
12.	SUMMARY.....	61
13.	Felhasznált irodalom.....	63
14.	Melléklet	65

1. Bevezetés

A Woco vállalatot Franz Josef Wolf alapította 1956-ban, és ma egy nemzetközileg elismert vállalat versenyképességi előnyeit kínálja egy modern, közepes méretű cég rugalmasságával és szervezettségével együtt. Az általuk gyártott termékek főként a polimertechnológiákra, hajtásban résztvevő autóiipari alkatrészekre, zajcsökkentésre, akusztikára fókuszálnak [1]. Ezek a termékek elősegítik a gépjárművek fogyasztás csökkentését, zajcsökkenését, vibrációját, és növelik a járművek akusztikai kényelmét. A mérő és ellenőrző rendszerekre, valamint ipari rezgéscsillapító megoldásokra keres innovatív megoldásokat. Jellemzően az ügyfelek számára elsődlegesen gyártóként és személyre szabottan gyártja a termékeket.

A dolgozatom a Woco Ipartechnika Kft.-nél végzett anyagvizsgálati mérésekről szól, valamint hogyan csökkenthetők a mérési eredmények felhasználásával a selejtek száma. Röviden bemutatom a Woco folyamatirányítási rendszerét és a folyamatok felépülését. Ismertetem a dolgozatomban a cégnél használt anyagvizsgálati mérőgépeket, amik segítségével statikus és dinamikus méréseket tudok végrehajtani. A mintadarab tervezése során a végelelem modellezéssel kapott értékeket ellenőrzöm, és ezt az ellenőrzési lehetőséget a Zwickroell és SCHENK HYDROLULS mérőgépek segítségével hajtom végre. A mérés során egy hőkamrát alkalmaztam, ami valósághűen szimulálta az alkatrész üzemi környezetét. A dolgozatomban ismertetem a gumi és a szilikon alapanyagokból gyártott alkatrészek fröccsöntése során gyakrabban előforduló hibákat. A mérési eredményeket felhasználva, a termékek értékelési tényezőinek összehasonlításán alapuló vizsgálati módszereket alkalmaztam. A minőségbiztosítási eljárások segítségével csökkenthetőek a gyártás során felmerülő hibás darabok száma. A vizsgálat során alkalmaztam a Guilford eljárást, mint páros összehasonlítás elvet, majd rangszámokat állapítottam meg, és elvégeztem a Kesselring eljárást.

Feladatomhoz tartozott, hogy tegyek javaslatot a selejt alkatrészek csökkentésére, amit véleményem szerint a gumi és szilikon keverékek raktározásában, az előregedés és a túlvulkanizálási hibák elkerülésében rejlik. Javaslatot tettem alapanyagraktár pontosabb nyilvántartására, a lejáratí idők rendszeres ellenőrzésére, illetve a szűkösebb kapacitások javítására.

2. A vállalatnál végzett munkafolyamatok

A termékfejlesztési folyamat azon tevékenységek teljes körét jelenti, amelyek során egy vállalat új ajánlatot fogad be és valósít meg. Az ötletek az ügyfelek igényeiből fogalmazódnak meg, ahol az új termékfejlesztés általában szakaszokra, fázisokra vagy lépésekre osztott folyamatok követnek. A vállalat megfogalmaz egy új termékötletet, majd elvégzi a piackutatást és megtervezi a prototípusokat. A termékek piaci bevezetése előtt a prototípusokat irányított módon tesztelni kell. A WOCO Ipartecnika kft. -nél a folyamatirányítási rendszer (1.táblázat) több fázisból és azon belül alpontokból áll. A projekt megnyerése, megtervezése, szerződések lefektetése és a szerződő felek között létrejövő anyagiak összeségéből tevődik össze. A koncepció és a projektcsapat összeállítása után a különböző területek, mint a logisztika, kereskedelem, beszerzés, fejlesztés, gyártástechnológia bevonása következik [2].

A következő fázisban az alkatrész dizájn és a fejlesztések még csak mintadarab szinten léteznek. Ezután következik a validálás folyamata, ahol a megrendelő (pl. autógyár) mindent rendben talál és a projekt folytatódhat. A folyamat következő szakasza a szériagyártásra való átállás, a kiszolgáló folyamatok megtervezése és a határidők összeállítása. A kész széria termékre való átállás előtt szintén egy validálási folyamat következik.

2.1 A termékfejlesztési folyamat lépései

1.táblázat: A termékfejlesztési folyamat [saját]

Fázis 1 (Megrendelés)		Fázis 2 (Koncepció jóváhagyás)		Fázis 3 (Termék dizájn)		Fázis 4 (Realizálás)		Fázis 5 (Termék)
Kapu 1 (Megszervezés)	Kapu 2 (Koncepció fejlesztés)	Kapu 3.1 (Fejlesztés)	Kapu 3.2 (Dizájn értékelés)	Kapu 4.1 (Folyamat meghatározás)	Kapu 4.2 (FOT elérés)	Kapu 4.3 (Elérhető alkatrészek)	Kapu 4.4 (Termékfolyamat megerősítés)	Kapu 5 (Piac bevezetés)

Kapu 1

A termékfejlesztési folyamatnak ez az első lépése (2.táblázat) vagy szakasza, amely az új termékkonceptiók születésének az alapja. Az termékfejlesztési folyamat korai szakaszában lehet a legnagyobb versenyelőnyre szert tenni, mert nagyobb rugalmasságot lehet elérni a termékkonceptióval. Elindul a Project költségének definiálása, ami komoly kalkulációt igényel minden területről. A lefektetett induló költségeket a megrendelő biztosítja és a projektvezető hagyja jóvá.

2.táblázat: A termékfejlesztési folyamat Kapu 1 [saját]

Kapu 1
Projekt analízis
Feladat technikai analízis
Ügyfél kapcsolattartás
Költség kalkuláció/határidő
Projekt csapat
Kapacitások rögzítése
Projekt költség definiálása

Kapu 2

Ezt a lépést a koncepciófejlesztésnek is nevezik (3.táblázat), ami magába foglalja a termékkonceptió meghatározásának finomítását, valamint biztosítja, hogy a csapat valóban megértse az ügyfél igényeit. Ebben a fázisban állítjuk össze a tervezőcsapatot. A csapat elkészíti az új termékkonceptió műszaki, piaci és üzleti szempontjainak első részletes értékelését, és meghatározza az alapvető funkciókat. A tervezői gondolkodás sablonja vagy megközelítése hasznos lehet az induláshoz. A tervezőcsapat elkezdheti vizualizálni a végterméket, és ezt kommunikálni tudja a potenciális ügyfeleknek (szoftverek esetében ez egyszerűbb, mint egy komplex rendszer vagy hardvertermék esetében).

Rögzítésre kerülnek az anyagok és előszámítást kell végezni. A klasszikus folyamatábra elkészítése itt történik meg. A színekhez jogosultságokat rendelünk pl. zöld, sárga,

piros. Lefektetjük a logisztikai, szervezési, gyártási folyamatokat pl. termék kiszolgálás. A beszállítók listáit összeállítjuk és tendert írunk ki a rögzített feltételekről. A lehívható költségeknek itt már elérhetőnek kell lennie, hogy folyamatosan tudjuk a kiadásokat rendezni. Ebben a fázisban a termék előállítási tervét elkészítjük és jelentést küldünk a megrendelőnek. A megrendelő által előírt követelményeknek meg kell felelni pl. statikus, dinamikus, élettartami, korróziós és egyéb vizsgálatoknak. A Projekt ütemtervében szétosztjuk a feladatokat, és bevonunk minden szereplőt.

3.táblázat: A termékfejlesztési folyamat Kapu 2 [saját]

Kapu 2
Projekt indító megbeszélés
Koncepció létrehozása
Folyamat lefolyása
Logisztikai folyamatábra
Beszállítói listák
A költség elérhetőség engedélyezés
Eszköz lista
Gép lista
DVP készítés/Termék ellenőrzési terv
Beszerzési lista
Kapu rögzítése
Megrendelés megvalósítása
Összefoglaló felület

Kapu 3

A csapat alaposan feltárja az új termékkel kapcsolatos versenyhelyzetet, a javasolt termék, hol illeszkedik ebbe, miközben egy pénzügyi modellt is készít az új ajánlatra vonatkozóan. A hivatalos termék tervezés és fejlesztés fázisa (4.táblázat), ahol a csapat végig követi a dizájn FMEA-t és pontoz. A pontozás 1-10-ig történik és a leginkább súlyozott értékekre kiemelt figyelmet kell fordítani. Elkezdődik a pénzek lehívása és jóváhagyása a meghatározott szegmenseknek. A prototípus fejlesztése után egyeztetünk

a megrendelővel és további módosításokat hajthatunk végre. Kidolgozzuk a gyártás folyamatát, ahol többféle kritériumot veszünk figyelembe pl. felületvédelem. Ez a munkafolyamat végig követhető a kezdeti munkafázisoktól egészen a termék kiszállításáig. Megtörténik a minőségügyi rendszerbe sorolás, amit össze kell egyeztetni a megrendelő saját minőségügyi rendszerével. A folyamat végén a megrendelőnek jóvá kell hagynia, mind a dizájn vagy a gyártás oldaláról a terméket.

4.táblázat: A termékfejlesztési folyamat Kapu 3 [saját]

Kapu 3.1	Kapu 3.2
Dizájn FMEA	Process FMEA
Hibák pontozása	Mesteradat a rendszerben
Pénzek lekérésének jóváhagyása	Szerszám beszállító ütemezés
Megrendelő jóváhagyása	Berendezések ütemterve
A nyereség ellenőrzése	Berendezések
	Minőségügyi rendszer definiálása
	Minőségügyi terv megerősítése
	Tervezés validálás befejezése
	Folyamat megerősítési terv
	Megrendelő jóváhagyása

Kapu 4

Ebben a fázisban (5.táblázat) a termék gyártását átültetem a valóságba, és realizáljuk a termékhez tartozó gyártási folyamatot (pl. szerelőállást állítok be). Biztosítjuk a gyártáshoz szükséges eszközöket és beszerezzük a gépeket, kiegészítő alkatrészeket, szerszámokat, hogy el tudjon indulni a gyártás. Részletezzük a személyzeti és a hozzá tartozó képzési tervet (pl. az emberek betanítása). A folyamat végén egy ellenőrző belső kontrol fázist hajtunk végre a vevő felé, a beszállítói oldalról.

5.táblázat: A termékfejlesztési folyamat Kapu 4 [saját]

Kapu 4.1	Kapu 4.2	Kapu 4.3	Kapu 4.4
Vevő bevonása	Process definiálás	A kapacitív terv	Eszköz dokumentáció felszabadítása
Szerszám megrendelés	Személyzeti és képzési terv	A gépek telepítése	Folyamatirányítás lefutási terv
Ellenőrzési terv elérhetősége	Belső kontrol fázis	Lefutási terv felszabadítása	Vevői szerszámok kiszámlázása
A startra is ellenőrzési terv	Az első darab a szerszámból	Logisztikai koncepció felszabadítása	
Összes belső rajz felszabadítása		Termék/gyártás validálás	
Megállapodunk a vevővel és beszállítóval		Széria start telepítése	
Mintavétel		Jövedelmezőség vizsgálata	
Külsős alkatrészek beszerzése			
Eszközök beszerzése			
Szerszámok beszerzése			
Tapasztalatok dokumentálása			
Jövedelmezőség			

Kapu 5

A termékfejlesztési folyamatnak ebben a szakaszában (6.táblázat), beleértve a gyártási folyamatot is, a csapat megvalósítja mindazt, ami a végtermék piacra viteléhez szükséges. Beleértve a marketing- és értékesítési terveket (vagy szükség esetén az értékesítési képzést) a piaci bevezetéshez. A kész termék gyártásra kerül (vagy szoftverek esetében kiadják), és a végső tesztelés után a termék értékesíthetővé válik.

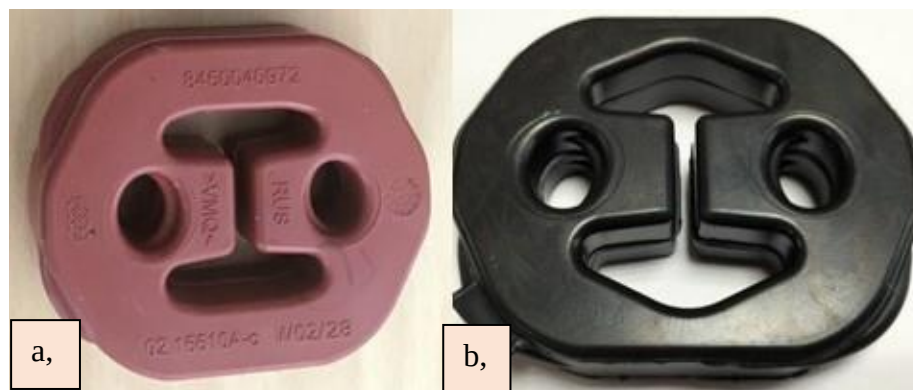
6.táblázat: A termékfejlesztési folyamat Kapu 5 [saját]

Kapu 5
Gyártás indítás
Átadás-átvétel
Tapasztalatszerzés dokumentálása
Validálási folyamat ellenőrzése

3. A mérés során alkalmazott mérőgépek

Az előírás szerint egy autóiipari kipufogótartó alkatrész összehasonlító mérését kellett elvégezni, amit Szilikon és EPDM gumi (1.ábra) keverékekből állítottunk össze. Ez az alkatrész (1.sz.melléklet) jelentős mértékben hozzájárul a járművek menetdinamikájához és a vezetési kényeleméhez. A termék összekötő szerepet tölt be a jármű karosszériája és a kipufogó alkatrész elemei között, így csökkentve ezzel a felépítmény gördülési viselkedését. A kipufogótartó elnyeli a mozgásból eredő erőket és nyomatékot, egyúttal az útfelület gerjesztéséből adódó zavaró rezgéseket.

A legfontosabb tulajdonságaik közé tartoznak a statikus és dinamikus erők, nyomatékok elviselése, illetve az útfelület gerjesztése által okozott rezgések izolálása.



1.ábra. Szilikon(a), EPDM gumi(b) [saját]

A Woco Ipartecnika Kft. gyárépületében kialakított anyagvizsgálati mérésekre specializálódott, klimatizált mérőszobájában a Zwick Z010 és SCHENK HYDROPULS MHF-25 mérőgépekkel történt a mérés. A mérések során mind a két esetben hőkamrát alkalmaztam, amely kiválóan szimulálta az alkatrészek hétköznapi felhasználása során a változékony hőeloszlást.

A Zwick Z010 anyagvizsgálógéppel (2.ábra), amit a 3.1 alfejezetben részletesen ismertettem [3]. A vizsgált anyagok minőségének értékelését, és a minősítéshez szükséges összes statikus szilárdsági vizsgálatot elvégeztem. A szakítógép

funkcionalitása biztosította a hőkamrák, speciális próbatestmérő eszközök és az összetett szenzorok használatát is. A kétszlopos asztali kivitelű gép olyan eszközökkel van felszerelve, amelyek lehetővé teszik a különböző méretű minták és alkatrészek, valamint a különleges mechanikai tulajdonságokkal rendelkező darabok szilárdsági vizsgálatát.



2.ábra. Zwick Z010 mérőgép [saját]

A Zwick Z010 géppel végzett vizsgálatok alapvetően a statikus szakítóvizsgálat szobahőmérsékleten, statikus nyomó- és hajlítóvizsgálat, rugalmassági modulus, alakváltozás keményedési együtthatója húzáskor, technológiai hajlítás, törés, lapítás és tágulási vizsgálatok meghatározására szolgálnak. A hagyományosan vulkanizált gumik és a hőre lágyuló elasztomerek üzemi felhasználásuk során gyakran meghibásodnak. Ez a mérés során visszavezethető egy tipikus szakadásra, ahol jól követhető a szakadás keletkezése és terjedése. Az elvégzett vizsgálati módszer a szakadással szembeni ellenállást méri, mivel a szakítószilárdságot nagymértékben befolyásolhatja a gumi feszültsége által okozott; anizotrópia (mechanikai szálazás), valamint a feszültségeloszlás, az alakváltozási sebesség és a próbatest mérete. A szakítószilárdsági vizsgálat során kapott eredmények, csak az adott vizsgálat körülményei közötti szilárdság mérőszámának tekinthetők, és nem feltétlenül állnak közvetlen kapcsolatban

az üzemi értékekkel. A szakító vizsgálat jelentőségét egyedi alkalmazás, vagy termékteljesítmény alapján kell meghatározni [3].

A következő anyagvizsgálati mérésemet a kipufogótartó alkatrész vizsgálatakor a SCHENCK HYDROPULS MHF-25 típusú hidraulikus géppel végeztem (3.ábra), amit a 3.2 alfejezetben részletesen ismertettem. Az anyagvizsgáló gép egy széles vizsgálati spektrumot fed le. Alkalmas a gyors vagy váltakozó terhelésfejlődésű nyomó, szakító, hajlító és élettartami vizsgálatok mérésére, valamint nagy terhelésciklusszámok (> 1 millió) végezhetőek el rajta [4]. Ez lehetővé tette a különböző anyagok fáradási viselkedésének vizsgálatát- szimulált üzemi környezetben.



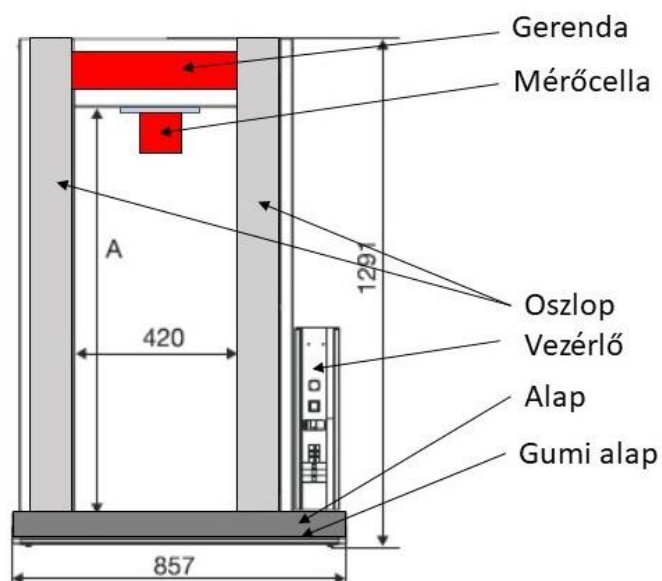
3.ábra. SCHENCK HYDROPULS MHF-25 mérőgép [saját]

A két oszlopos vizsgálógép vázának nagyon merev felépítése, fokozatmentes állíthatósága, és abszolút holtjátékmentes befogása ideális előfeltétele a dinamikus vizsgálatoknak, a váltakozó terhelési tartományban [4]. A Hydropulzert a saját hidraulikus egysége mozgatja, ami így független más vizsgálógépek működésétől. A gépvezérlés lehetővé teszi az erő/ elmozdulás vezérlést vagy a külső jelmeneteken keresztül történő vezérlést, ami így szabadon programozható. A biztonsági berendezések alkalmassá teszik a mérőgépet a több napig tartó felügyelet nélküli működésre. A kiegészítők csatlakoztatásával a többcsatornás mérőrendszer (MGC)

lehetővé teszi további érzékelőjelek, mint például a nyúlásmérők, induktív jelátalakítók és hőmérséklet-érzékelők adatainak rögzítését, tárolását és grafikus megjelenését. Az anyagvizsgálógép moduláris felépítésű, ami elősegíti a könnyű bővíthetőséget és a későbbi vizsgálati feladatokhoz való alkalmazkodást. A különböző szorító pofákkal ellátott hidraulikus szorítófejek segítségével a lapos és kerek minták biztonságosan rögzíthetők, valamint elősegítik a hatékony alkatrészcserét [4].

3.1 A Zwick típusú mérőgép

A Zwick Z010 szervohidraulikus vizsgálógépekhez (4.ábra) teherhordó keretek és T-nyílású asztalok/ ágyak speciálisan lettek tervezve. Elősegítve ezzel a ciklikus terheléssel járó fárasztóvizsgálatok elviselését [5]. Az alapvető tervezési elv, hogy minden szervohidraulikus gép vázszerkezete nagy merevséggel, hidrosztatikus csapágyazással és ergonomikus kezeléssel rendelkezzen. A szervohidraulikus vizsgálógépek tipikus alkalmazása az alacsony ciklusú fárasztóvizsgálatok (LCF), amik jellemezhetők a nagy amplitúdójú, alacsony frekvenciájú ismétlődő képlékeny alakváltozással. A próbatestet terhelési ciklusnak vetettük alá, és a tönkremenetelig tartó ciklusok száma jelentősen csökkent a hőmérséklet növekedésével. A vizsgálógéppel és a vezérlő hardverrel szemben támasztott követelmények különösen magasak azért, hogy az állandó alakváltozási sebességet figyelemmel kísérje, és fenntartsa a változásokra reagálva [5].



4.ábra. Zwick Z010 mérőgép keret [saját]

3.1.1 Vezérlő

A Zwick mérő és vezérlőelektronikáját (5.ábra) az anyagvizsgáló gépekhez teljes egészében házon belül fejlesztették ki, hogy egységes vizsgálati környezetet biztosítsanak a statikus mérésekhez. A vezérlésre jellemző típusok az erő, pozíció vagy a nyúlás által vezérelt sebesség. Az intelligens mérő és vezérlőelektronika 10 KHz-es szabályozási frekvenciával rendelkezik, ami a vizsgálatok során gyors reagálást biztosít a mérési értékek rögzítésével együtt. A 24 bites felbontással kombinálva ez nagyon pontos méréseket tesz lehetővé. Az intelligens szoftver a fárasztásos alkatrészvizsgálatokhoz egységes kezelési felületet biztosít a felhasználó számára. Az érzékelő kalibrálásától a paraméterek beállításáig, valamint a beállított értékek megadásától egészen az értékelés és a jelentéskészítés szakaszáig. A szoftver moduláris felépítése alkalmassá teszi a programok egyszerű hozzáadását a speciális vizsgálatokhoz az ISO/DIN vagy ASTM (American Test and Materials Association) szabványoknak megfelelően [5].



5.ábra. Zwick vezérlő [5]

3.1.2 Készülék

A mérés során használt befogást egyedi készülékek (6.ábra) segítségével végeztem, ahol az egyedi befogók szorítóerejének a beállítása rendszerint kézzel történt. Ezt a megfogási módszert [5] jellemzően kisebb vizsgálati erő (20-50 KN) esetén alkalmaztam.



6.ábra. Befogó készülék [saját]

Jellemzői [5]:

- Egyszerű befogó kezelés
- A szélesre nyitás miatt flexibilisen használható
- Ezek a befogó megoldások jellemzően U-alakúak
- Egyszerű felépítésük miatt jó a hőállóságuk
- A megfogás szorítóereje a forgatónyomatéktól és az alakváltozástól függ
- Nagy szorítóerőt biztosít a tengelyirányú csapágyazás
- Ennél a megfogási módszernél aszimmetrikus próbatest is befogható

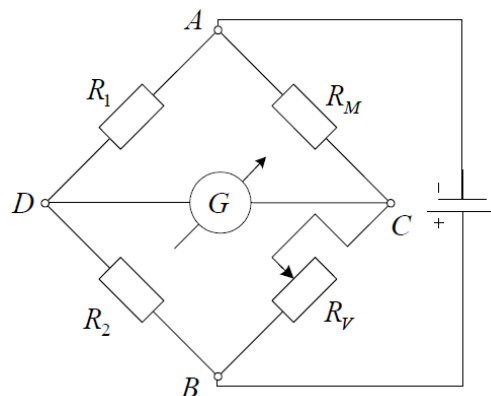
3.1.3 Nyúlásmérők

A mérés során a közvetlen nyúlás meghatározására nyúlásmérőt használtam, ami a szakító, hajlító, illetve a váltakozó terhelések vizsgálatára alkalmas.

Eredeti formájában a nyúlásmérő bélyeg egy hordozó rétegre (villamos szigetelőlapra) felhelyezett vezető huzal. A felületére védőréteget helyeztem a külső behatások elkerülésére végett [6].

A bélyeget a terheletlen alkatrész egy meghatározott mérendő pontjára rögzítettem, ami az alkatrész felülete. A rögzítésre használt ragasztónak az előírásnak megfelelően szilárdnak kell lennie, hogy az alakváltozást továbbítani tudja a mérőbélyeg hordozó rétegének. Ennek a rétegnek kellően lágynak kell lennie azért, hogy ne befolyásolja az alkatrész alakváltozását. Az ellenállásváltozás megbízható és pontos mérésére egy úgynevezett mérőerősítő alkalmas, ami visszavezethető a Wheatstone-híd kiegyenlítéséhez [6].

A Wheatstone-híd (7.ábra) a legegyszerűbb formában egy zárt áramkört alkotó négy ellenállásból álló hálózatból épül fel. A két szemben lévő csomópontjára egy egyenáramú áramforrást, illetve a másik két csomópontjára pedig egy áramérzőkélő csatlakozik [6].



7.ábra. Wheatstone-híd [6]

Mivel a hídáramkör csupán összehasonlítja egy ismeretlen komponens értékét egy pontosan ismert komponens értékével, a mérési pontossága jellemzően nagy. A mérési pontosság közvetlenül a hídkomponens pontosságától függ. A Wheatstone-híd a legalaposabb módszer az ellenállások mérésére, és laboratóriumi felhasználása igen népszerű [6].

3.1.4 Erőmérő cellák

Az erőmérő cellák (8.ábra) tengelyszimmetrikus vagy forgásszimmetrikus konstrukciós elven alapulnak, így rendkívül ellenállóak a keresztirányú erőknek, hajlítónyomatékoknak és a hőmérsékletváltozásoknak [7].



8.ábra. Mérőcella [7]

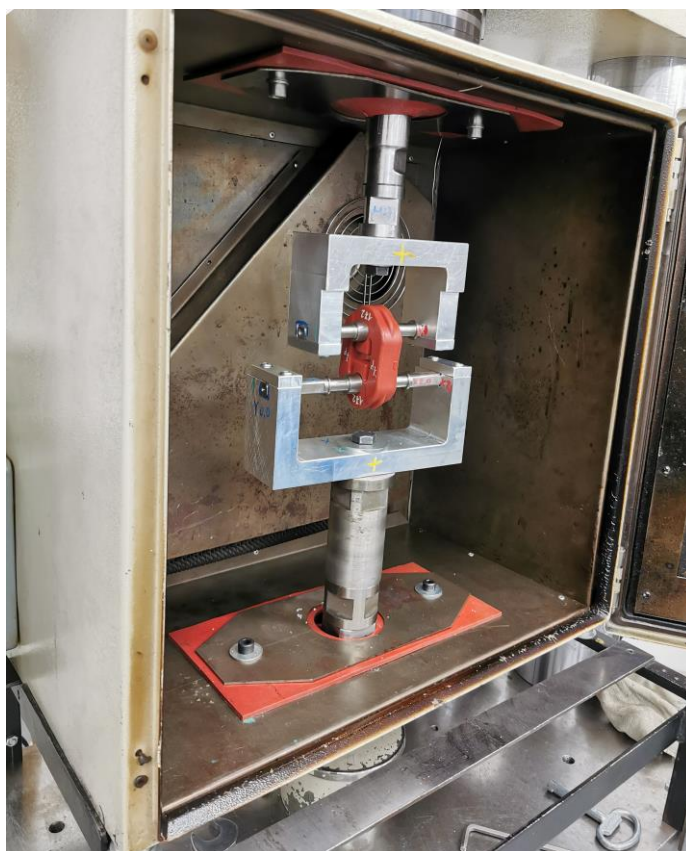
Nem okoz nehézséget a terhelés irányának változása, ha a nulla ponton átmegy a vizsgálatok során. Az erőmérő cellák robusztus felépítésűek és elviselik a 300%-os terhelést mechanikai meghibásodás nélkül, illetve a 150%-os terhelést a nullpont eltolás nélkül. Speciális azonosítóval rendelkeznek, így a felcsatlakoztatott cellát az elektronikai rendszer könnyedén felismeri. Az anyagvizsgáló gépekhez pontos illesztékekkel kapcsolódik, ami egyedi módon két munkatérben is alkalmazható a kétoldali kivezetése miatt. A tesztkörnyezetben vannak eltárolva az erőkorlátok, végállások, referenciapontok, ezért ezek ismételt beállítására nincs szükség [7].

3.1.5 Megjegyzés

A mérés során hőkamrát alkalmaztam (9.ábra), amit a mérőgépre szereltem fel. A hőkamra szimulálta az üzemi környezetben használt alkatrészek vizsgálatát.

A hőkamrák, [8] más néven hőmérséklet-vizsgáló kamrák, olyan légmentes burkolatok, amelyeket egy anyagvizsgáló gép vizsgálati berendezései köré helyeztem/szereltem fel, hogy ellenőrzött környezetet hozzak létre. A hőmérséklet-kamra alapkonceptiója hasonló a konvekciós sütőhöz. Itt elsősorban levegőáramlásra, fűtő- és hűtőelemekre, és belső szabályozóra van szükség.

A hőkamrák -80°C és $+360^{\circ}\text{C}$ közötti hőmérséklet-tartományban működnek, amelyeket általában műanyagok, gumi, elasztomer, fémek és kompozitok szakító-, nyomó- és hajlítóvizsgálatokhoz használhatunk [8].



9.ábra. Hőkamra [saját]

3.2 A SCHENK típusú Hydropulzátor

Ez a SCHENK [9] típusú mérőgép (7.táblázat) egy hidraulikával működtetett Hydropulzátor, amelyhez csatlakozik a vezérlőtábla és egy számítógép. A vezérlőtábla segítségével irányítottam a Hydropulzátort és magát a mérési folyamatot, ahol be tudtam állítani, hogy a kipufogótartó alkatrészén milyen típusú mérést hajtok végre. Ez a dinamikus mérés lehet előgerjesztés vagy útgerjesztés, ahol a vizsgálojel (pl. négyszög vagy háromszögjel, szinusz, cosinus, egységimpulzus stb.) A vezérlő feladataihoz tartozik a hydropulz rendszer ellenőrzése, és a hibák jelzése [9].

A mérőgép főbb paraméterei:

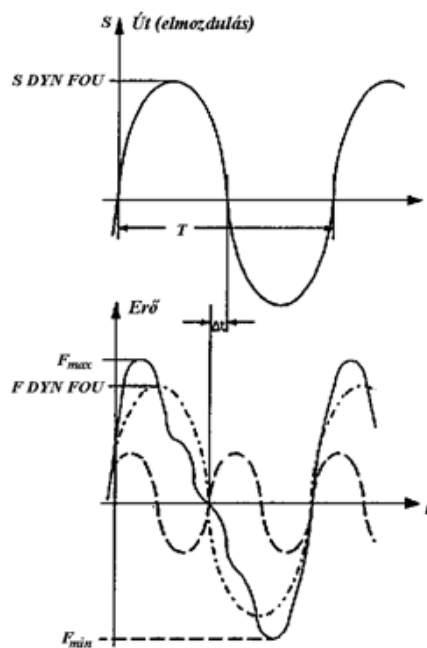
7.táblázat: A mérőgép paraméterei [9]

A maximális statikus erő:	$\pm 25-30$ [kN]
A maximális dinamikus erő:	$\pm 25-30$ [kN]
A hydropulzátor maximális rendszer nyomása:	± 300 [bar]
A gerjesztő frekvencia:	400 [Hz]
A kisfrekvencián az útgerjesztés:	± 50 [mm]
A nagyfrekvencián az útgerjesztés:	$\pm 0,1-0,4$ [mm]

Megjegyzés:

Egy függvény (10.ábra) tartozik az útgerjesztéshez [9], ami részt vesz a szabályzásban és döntést hoz az adott frekvencia maximális kitéréséről. Ezzel védve a berendezést a hibásan megadott adatok okán fellépő káros rezgésektől, lengésektől, amik a gép meghibásodásához vezetnek [9].

A számítógép, ami részt vesz az elektronika vezérlésében csatlakoztatva van a pulzátorhoz. Használatával végrehajtható a mérés, de előtte be kell állítani a vezérlőtáblán (pl. a gerjesztés jellemzőit, a vizsgáló jelet stb.)



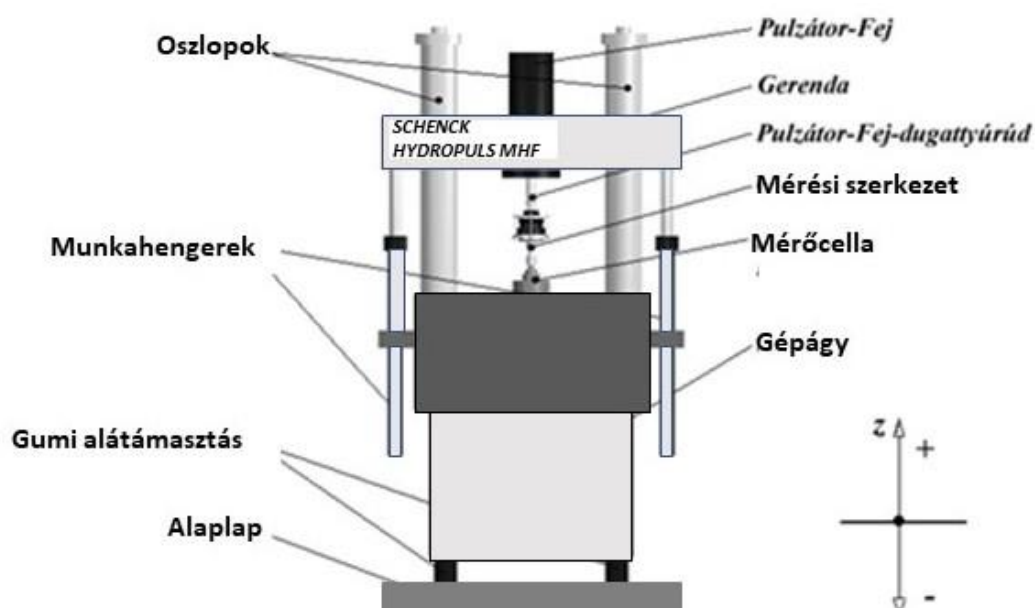
10. ábra. Úterjesztés (a bemeneten erő, a kimeneten válasz) [9]

A vizsgálat közben futó szoftverek [9] összetett mérési folyamatokat hajtanak végre (pl. előciklusok, mérőciklusok, mérőciklusok mérőfajtán belül, mérési eredményekből mikor vegyen mintát, melyik paramétereket mérje, kapott eredményeket melyik fájlban tároljon, a mérési és vizsgálati tartományok beállítása stb.)

A mérés során kapott értékeket a számítógép egy központi fájlba küldi, ahol a kiértékelés elkezdődik, és egy diagrammal jól dokumentálható mérési eredményt kapunk. A paraméterek alapján, az alkatrész viselkedésére egyértelműen lehet következtetni [9].

A gép mérőrendszere alapértelmezésben útvezérlésű, ezért bemenetenként jellemzően elmozdulást adok meg. Az erőmérőcellára felhelyezett alkatrészen mérem a dinamikus terhelésből adódó erőket.

A Hydropulzer szerkezeti felépítése:

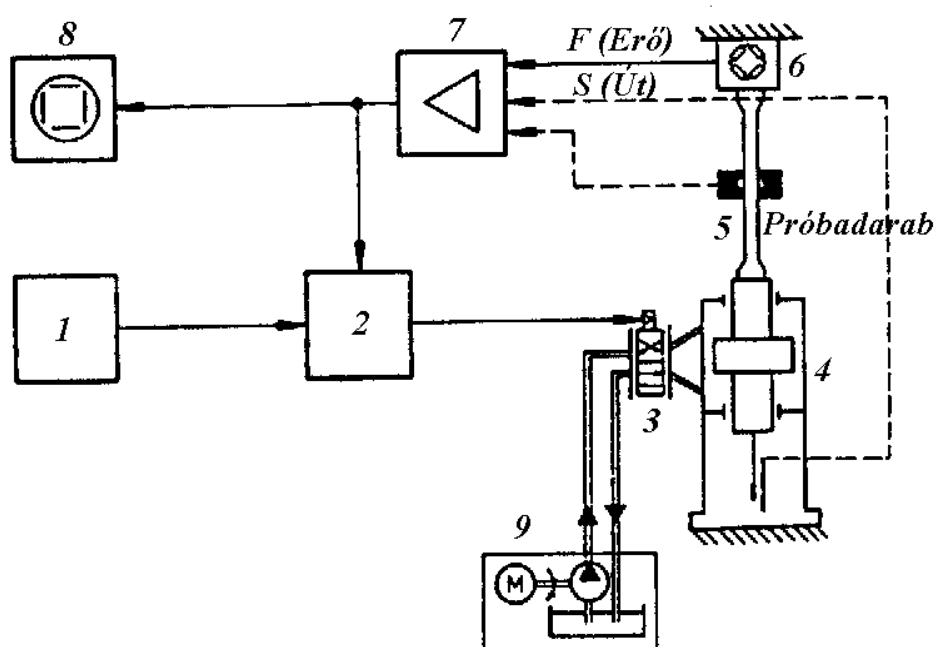


11.ábra. Hydropulzer [saját]

Az alaplap négy darab gumibakkal támaszkodik a betonalapzatra (11.ábra). A mérési munkatérben található a felfogó szerkezet (készülék), ami a vizsgálandó alkatrész felrögzítését teszi lehetővé [10]. A felfogásra alkalmas szerkezet az erőmérőcellához van kapcsolva, ami a mért adatokat a számítógépre küldi. A pulzátorfejre csatlakozó dugattyúrúd végére rögzítjük a vizsgálandó alkatrészt, tehát a rezgő mozgás itt adódik át az alkatrésze, a pulzátorfej csatlakozása következtében. A gerendához csatlakozó pulzátorfejet hidraulikus munkahengerek mozgatnak, így biztosítva a mérés pozícióba állását, illetve oszlopok biztosítják a gerenda függőleges megvezetését. A pulzátorhoz kapcsolódik egy hidraulikus kör, ami a berendezés működését és a munkadarab rezgését/pulzálását biztosítja [10].

A hydropulzátorhoz kapcsolódik egy oszcilloszkópos egység, aminek a képernyőjén nyomon követhető a dinamikus hiszterézishurok folyamata, a mérőcellákra ható dinamikus erő, a gerjesztő jele stb [11].

Fontos megjegyezni, hogy szabályzási kör (11.ábra) folyamatosan figyeli a mérés folyamatát. Ennek következtében vissza tud hatni a rendszer a mérésre [10]. Ez történhet kézi vezérlőtábláról, vagy a gépen található kapcsolók segítségével, illetve a számítógép is be tud avatkozni a mérés során. Az ábrán (12.ábra) jól követhető, hogy a vezérlőtábláról, illetve a számítógépről kimenő jelek a szabályzó egységbe érkeznek és utasítást adnak a szervoszelep működésére [11].



12.ábra. Vezérlőtábla [11]

Az út-jeladó vagy elmozdulás mérő a pulzátorfejen belül található. Az elmozdulás és a kapott erő értékek a mérőjel erősítőbe érkeznek be, innen tovább az oszcilloszkópba, valamint a szabályzó erősítőbe futnak be. Itt a mérő jelet és az alap jelet megvizsgálva döntést hoz a beavatkozásról [11].

Megjegyzés:

A kipufogótartó alkatrész mérése során hőkamrát (13.ábra) alkalmaztam, amit a mérőgépre szereltem fel. A hőkamra szimulálta az üzemi környezetben használt alkatrészek vizsgálatát [10].

A hőkamrák, más néven hőmérséklet-vizsgáló kamrák, olyan légmentes burkolatok, amelyeket egy anyagvizsgáló gép vizsgálati berendezései köré helyeztem/felszereltem, hogy ellenőrzött üzemi környezetet hozzak létre. A hőmérséklet-kamra alapkonceptiója hasonló a konvekciós sütőhöz. Elsősorban levegőáramlásra, fűtő- és hűtőelemekre és belső szabályozóra van szükség [10].

A hőkamrák -80°C és $+360^{\circ}\text{C}$ közötti hőmérséklet-tartományban működnek, amelyeket általában műanyagok, gumi, elasztomer, fémek és kompozitok szakító-, nyomó- és hajlítóvizsgálatokhoz használunk.



13.ábra. Hőkamra [10]

4. A gyártás során felmerülő alkatrész hibák

A Woco ipartechnika kft.-nél vizsgált autóiipari alkatrész a Szilicon és az EPDM (Etilén-propilén-dién-monomer) alapanyag felhasználásával készül. A szilicon és a gumi rendkívül sokoldalú alapanyagok, amely különféle alkalmazásokhoz felhasználhatók, az autóiipari alkatrészekről (pl. szűrőházak, burkolatok) a HVAC (pl. fűtő, szellőztető) alkatrészekig. Ellenállnak az UV sugárzásnak, ózonnak, öregedésnek, az időjárási viszonyoknak és más vegyi anyagoknak, valamint nagyszerűek a kültéri alkalmazásokhoz [12].

Mivel elsősorban mintadarab gyártásról van szó, a peremfeltételeket lefektettük, ahol adott a geometria, és szériahelyes mintadarabot kell szimulálni. Olyan technológiával kell előállítani, mint ahogy azt a szériagyártásban fogják alkalmazni [12]. Az alkalmazott gyártás egy IM (Injection moulding) eljárás (14.ábra).



14.ábra. Fröccsöntő gép [saját]

4.1 Vulkanizálás a gyártás során

A modern gyakorlatban 140-180 °C körüli hőmérsékletet alkalmazunk, a kén és gyorsítók mellett általában kormot vagy cink-oxidot adagolunk hozzá, nem pusztán extenderként, hanem a gumi tulajdonságainak további javítása érdekében. Az oxigén és az ózon okozta károsodás késleltetésére általában antioxidánsokat is tartalmaznak. Bizonyos szintetikus gumik nem vulkanizálódnak kénnel, de kielégítő termékeket adnak fémoxidokkal vagy szerves peroxidokkal történő kezelés esetén [12].

4.2 IM (Injection eljárás) eljárás

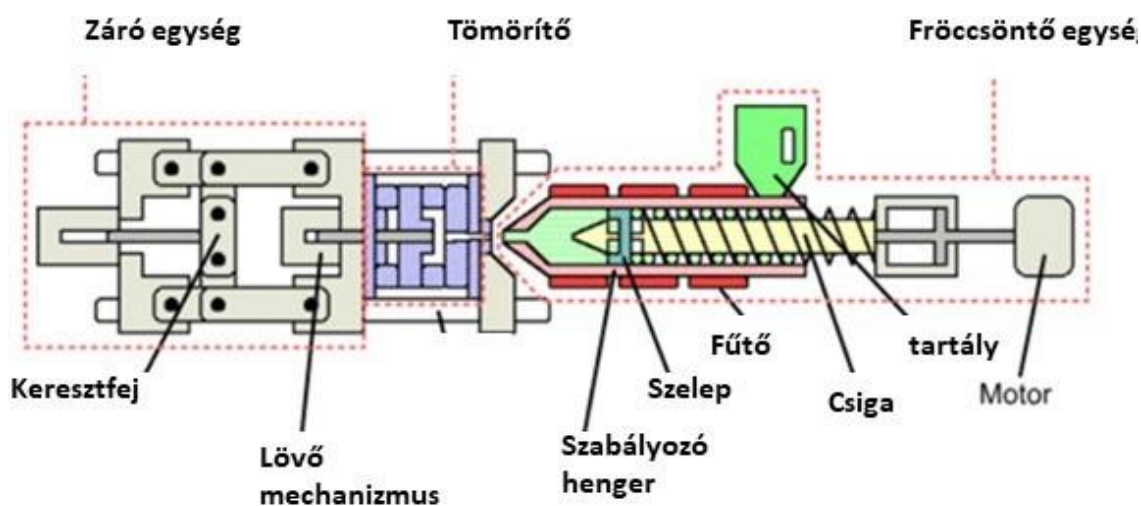
A fröccsöntőgép (15.ábra) két egységre, azaz egy záróegységre és egy fröccsöntőegységre oszlik. A szorítóegység (16.ábra) funkciói a szerszám nyitása és zárása, valamint a termékek kilökése. A zárási módszereknek két típusát különböztetjük meg. Nevezetesen a billenőkaros típus és az egyenes hidraulikus típus, amelyben a szerszámot közvetlenül egy hidraulikus hengerrel nyitjuk és zárjuk. A fröccsöntő egység funkciói, a gumi hővel történő megolvasztása, majd az olvadt gumi szerszámba történő fröccsöntése [12].

A csigát forgatjuk és a tartályból bevezetett olvadt gumi a csiga előtt halad az adagolás érdekében. Miután a szükséges mennyiségű olvadt gumi felhalmozódott, a fröccsöntési folyamat megkezdődik. Miközben az olvadt gumi a szerszámba folyik, a gép szabályozza a csigamozgási sebességét, vagy a fröccsöntési sebességet. Másrészt szabályozza a tartó nyomást, amivel az olvadt gumi kitölti az üregeket.

A sebességszabályozásról a nyomásszabályozásra való áttérés helyzete azon a ponton van beállítva, amikor a csavar pozíciója vagy a befecskendezési nyomás elér egy bizonyos rögzített értéket. Az fröccsöntési feltétel a henger hőmérsékletét, a befecskendezési sebességet, a szerszám hőmérsékletét jelenti [12].

Az adott körülményektől függően a formázott termékek megjelenése, méretei és mechanikai tulajdonságai jelentősen megváltozhatnak.

Ezért a jól bevált technológia, a helyesen beállított paraméterek (8.táblázat) és tapasztalat szükséges a legmegfelelőbb formázási feltételek kiválasztásához [12].



15.ábra. Injection moulding eljárás [12]

Paraméterek a gyártás során:

8.táblázat: A gyártás paramétereit [saját]

	Szilikon	EPDM gumi
Szerszám	W01 02 16610A-01	W01 02 16610A-01
Keverék	54G6020	51M60CB
Bemérés (cm³)	69	68
Temperálás (° C)	30	60
Vulkanizálás (° C)	180	170
Befröccsöntés 1 (bar)	200	200
Befröccsöntés 2 (bar)	400	400



16.ábra. Fröccsöntés mechanika [saját]

Mivel nagyon sok különböző változó játszik szerepet, a termékfejlesztés korai szakaszában elkövetett apró, látszólag jelentéktelen hibák komoly problémákhoz vezethetnek, és akár a termék integritását is veszélyeztethetik a későbbiekben.

A hibák csökkenthetik a teljes termékfejlesztési folyamat sebességét és költséghatékonyságát, ha nem ellenőriztük őket, potenciálisan lerövidíthetik a termék élettartamát. A fröccsöntési problémák és hibák számos okból adódhatnak, többek között rossz tervezés, gyártási folyamat hibák, minőségellenőrzési hibák. Ezért fontos, hogy a termékfejlesztési folyamat során proaktívan közelítsük meg a kockázatsökkentést, ezáltal minimalizálhatjuk a lehetséges fröccsöntési hibák esélyét. Elkerülve az olyan fröccsöntési problémákhoz vezető potenciális alkatrész hibákat, mint az üregeesség, zsugorodás, vetemedés és sorjás felület [12].

4.3 Fröccsöntési hibák

Első sorban a tervezés során a szerszám hibákat érdemes elkerülni. Ügyelni kell arra, hogy megfelelő zárással rendelkező és sorjamentes felületű szerszámot (17.ábra) alkalmazzunk. A nem megfelelően záródó szerszám esetén kifolyik a gumi, ami szét tudja nyomni a szerszámot, megváltoztatva a belső nyomást, és így levegőséget okozva. Esetünkben mind a két keverékhez azonos szerszámot alkalmaztunk a kilököikkel együtt. A szerszám legkritikusabb pontja a beömlő, ami alulméretezett esetben beszakadásokat tud okozni a fröccsöntött darabban. Szintén beszakadást tud okozni, ha

a szerszám nyitása hirtelen történik, vagy a darab kilökését a szerszámból nem ütemezetten hajtjuk végre [12].



17.ábra. Szerszám a kilökővel [saját]

A fröccsöntött darab szerszámba ragadásának elkerülésére tapadásgátlót célszerű volt alkalmazni.

A fröccsöntés folyamán a hibák jellemzően többfélék lehetnek, ezért az előtetés során előírt keverék mennyiséget indokolt adagolni, mert üregeességet, levegőséget, vákuumoságot okozhat a darabban. A temperálási hőmérséklet vagy nyomás nem megfelelően van beállítva, akkor a vulkanizálás nem tud végbe menni, és folyási hibákat fog generálni az alkatrészen. A fröccsöntött darabok felületén (18.ábra) képződhet felesleges gumianyag, ami közvetlenül befolyásolja az alkatrész felületét és tömítő képességét. Gyakran kozmetikai hibának tekintjük, de a nem kívánt vonalak és anyag megjelenése rossz minőségre utalhat, amit a gyártás során el akarunk kerülni.

Mind a két keveréket utólag hőkezelnünk kellett a megadott időtartamig. A nem megfelelően beállított hőmérséklet és idő értékek miatt, a darab nem tudta teljesíteni az előírt követelményeket.

Mivel prototípus gyártásról van szó, ezért minden fröccsöntött darabot adminisztratív módon vezetnünk kellett a hibák folyamatos kiküszöbölésére [12].



18.ábra. Fröccsöntött hiba [saját]

5. Gyártás során felmerülő hibák

5.1 Süllyedések, hiányosságok

Az kipufogótartó alkatrész felületén a fröccsöntési folyamat utolsó fázisában vagy szakaszában, a hűtési folyamat során mélyedések keletkeztek. Az alkatrész vastagabb részei lassabban hűlnek, mint a többi szakaszon, ezzel helyi zsugorodásokat okozva. Tervezésnél törekedni kellett az alkatrész vastagságának egyenletességére és elkerülni az alulméretezett beömlők használatát.

A hiányos kitöltés akkor fordult elő, ha fröccsöntött alkatrészből hiányzott az anyag, a megfelelő geometria kialakításához. Esetünkben a süllyedésnyomok az alulméretezett beömlő hibájára volt visszavezethető, ami utólagos módosítást igényelt. A beömlő méretének növelésével az áramlási ellenállás csökkent, így egyenletesebb felületet eredményezett a darabon [12].

5.2 Rövid lövés

A rövid lövés a szerszámüreg hiányos kitöltéséhez vezethet, ami részleges geometriát eredményez kipufogótartó alkatrészen. Ez komoly problémát jelent a gyártás során, mivel a részleges alkatrészeket hibásnak tekinthetjük, és végső soron hulladékként végzik. Annak érdekében, hogy minden termék megfeleljen a minőségi előírásoknak, fontos, hogy minden egyes fröccsöntőformát szorosan megtöltsünk gumival [12].

A rövidre lövés néhány leggyakoribb oka a következő:

- Nincs elég gumi-anyag be fröccsöntve
- Lassú fröccsöntési sebesség
- Nem elegendő nyomás a szerszám tömítéséhez
- A fröccsöntőprés eltömődése
- Kiegyensúlyozatlan, több üregű a szerszám
- Nem megfelelő szellőzőnyílások

5.3 Zsugorodás és vetemedés

Az öntési folyamat során az kipufogótartó alkatrészek időnként elfordulhatnak vagy eltorzulhatnak [12]. Ezek az alakváltozások gyakran a különböző alkatrészek egyenlőtlen zsugorodásának következményei. A zsugorodás azért következik be, mert a gumi sűrűsége a feldolgozási hőmérséklettől, a környezeti hőmérsékletig változik. A fröccsöntési folyamat egyes szakaszai során a hűtési zsugorodás egy sor belső feszültséget hoz létre az alkatrészben [12]. A fröccsöntés során a maradó feszültségek elég nagyok, akkor az alkatrész a szerszámból való kilökés következtében vetemedhet/csavarodhat, ami hibás alkatrészt eredményezhet. Abban az esetben, ha a zsugorodás az alkatrész egészében egyenletesen megy végbe, akkor a darab nem vetemedik. Ahogyan a fa is vetemedik, ha egyenetlenül szárad, a gumi alkatrészek is vetemedhetnek. Ez akkor következik be, ha a hűtési idő túl rövid, az anyag túl forró vagy nem megfelelő hőmérsékletet állítottunk be.

A fröccsöntési folyamat során a zsugorodás és vetemedés elkerülése érdekében a következőkre kell figyelni [12]:

- Meggyőződni arról, hogy a hűtési folyamat fokozatos, és hagyni elegendő időt a gumi alkatrészeknek a teljes lehűlésre.
- Csökkenteni a szerszám vagy a gumi anyag hőmérsékletét
- Meggyőződni arról, hogy a megfelelő anyagot használjuk, ha a gumi túlságosan zsugorodik, próbáljunk meg olyan anyagra váltani, amely kevésbé zsugorodik.
- Meggyőződni arról, hogy a szerszám kialakítása egyenletes falvastagsággal és alkatrész-szimmetriával rendelkezik.

5.4 Osztósík hiba

A szerszámfelek záróereje túl gyenge ahhoz, hogy a fröccsöntési folyamat során összetartsa a szerszámokat. Így az üregben lévő fröccsöntött keverék egy része megjelenik az osztósíkon, ezzel sorjás felületet létrehozva az alkatrészben. Szintén osztósík hibához vezethet a túl magas fröccsöntési hőmérséklet, vagy a hibásan beállított fröccsöntési nyomás. A probléma elkerülésére optimalizálni kell a fröccsöntési időt és a sebességet, illetve indokolt a megfelelő méretű szellőztetőrendszer kialakítása [12].

5.5 Levegősség

A megrekedt levegő hibája akkor jelentkezik, amikor a fröccsöntés során egy bizonyos mennyiségű levegő nem tud távozni a szerszámból. A beszorult levegő az alkatrészen belül üregeket, buborékokat, hiányos kitöltést, felületi hibákat és nyomokat eredményez. Biztosítani kell, hogy a levegőztető zónák mérete elég nagy legyen ahhoz, hogy az üregben lévő levegő a fröccsöntés során szabadon távozhasson. Indokolt a fröccsöntési sebesség csökkentése, ami elegendő időt ad a beszorult levegő távozásához [12].

5.6 Üregesség

Az fröccsöntési folyamat során előfordulhat, hogy üres helyekkel vagy légzsebekkel találkozunk a formán belül, és ezt nevezzük üregnek. Ha légbuborékok vannak a szerszámban, azok végül a késztermékben kötnek ki, hibás alkatrészeket létrehozva. Míg a kisebb üregek csak kisebb hibát jelenthetnek, a nagyobb légbuborékok a gumi alkatrész súlyos meggyengülését okozhatják [12].

Ennek elkerülése érdekében a szerszámoknál a gyártás során a következőket kell tenni:

- Biztosítani kell, hogy a fröccsöntés során elegendő nyomás legyen a légzsebek kiszorításához.
- Meggyőződni arról, hogy az alkatrész falának vastagsága végig azonos, hogy megelőzzük a korai lehűlést.
- A szerszámokat megfelelően kell szellőztetni

6. Az alkatrészek értékelési tényezőinek vizsgálata

A mérési eredményeket felhasználva, a kipufogótartó alkatrész értékelési tényezőinek összehasonlításán alapuló vizsgálati módszereket alkalmaztam. Így a minőségbiztosítási eljárás segítséget nyújt a gyártás során a döntéshozatalban.

A vizsgálat során alkalmaztam a Guilford eljárást, mint páros összehasonlítás elvet, majd rangszámokat állapítottam meg, és elvégeztem a Kesselring eljárási módot [13].

6.1 Guilford eljárás

A páros összehasonlítás a felírt párok összevetésén alapul, ahol többféle szemponttal kell számolni. Ezek súlya és fontossága eltérhet egymástól, illetve matematikai módszerekkel biztosítottam a pontosabb értékelést. Az eredmény visszavezethető a preferencia-döntésekre. A súlyszámok meghatározhatók a jellemzők összehasonlításával, mérlegeltem melyik fontosabb, és döntést hoztam [13].

Az eljárás lépései:

- Párokat képeztem
- A képzett párokat elrendeztem (A véletlenszerű és a Ross féle párelrendezés alkalmazása)
- Páronként értékelést végeztem
- Összeállítom a preferenciákat (mátrix)
- Konzisztencia vizsgálatot végeztem
- Az összesített preferenciát készítettem (mátrix)

A rangszám megállapítása

A rangmódszerek az értékelési tényezők hasznosságának definiálására szolgálnak. Ezeket a tényezőket rangsoroltam a preferált, és kevésbé preferált értékelési jellemzőig, majd ezeket rangszámokkal láttam el. A jellemzők rangsorolására kétféle módszert alkalmaztam, a közvetlen rangsorolást, illetve a páros összehasonlítást.

Az adott funkciók különböző módon hasznosak, ahol a megrendelő határozza meg a fontosságukat. Ezért az értékelés során a funkciókat eltérő súlyozással láttam el [13].

A következő szempontokat vettem figyelembe az értékelési tényezők választásánál [13]:

- Egy komplex rendszert határoztam meg, ahol nem csak a tömeg, vagy csak a geometriai érték fontos a vizsgált termékeknél. A választás függ a vizsgálatot folytató személytől.
- A listára felvettem minden lényeges tényezőt, amik egymást teljes mértékben nem tudják kizárni, de függetlenek legyenek egymástól.
- Az értékelési tényezők egyenlő szintűek és egymástól különválasztható tényezők legyenek.

6.2 Kesselring eljárás

A Kesselring eljárás alapelve, hogy az értékelési tényezők mérhetőek egy intervallum skálán. A felhasználási területe a komplex rendszerek összehasonlítása és a termékek összemérése. A minősítés során egy optimális terméket határoztam meg, ami az összes jellemzőt figyelembe véve a legkedvezőbb értékekkel rendelkezik [13].

A paramétereket jellemzően nulla és négy számhatárok között értékeltem, ahol figyelembe vettem, hogy milyen mértékben közelíti meg a termékem paramétereit. Az optimális paraméter négy pontot kap és az ennél gyengébbek jellemzően jó, kielégítő, elfogadható értékeléseket adtam.

A módszer hátránya, hogy a rossz termék és a jó termék is azonos értékű lehet az átlagos termékkel. További probléma, hogy a sorrendi skálán a távolságok megegyezők, ezért információsvesztés lép fel.

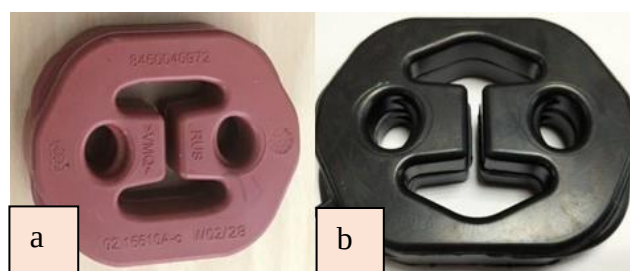
Ezeket a problémákat a Kesselring eljárásnál a paramétereket befolyásoló súlyozó tényezők használatával küszöböltem ki [13].

Az értékelési tényezők vizsgálata előtt végrehajtottam, a megrendelő követelményei által összeállított anyagvizsgálati méréseket.

Az előírás szerint egy autóiipari kipufogótartó alkatrész összehasonlító mérését kellett elvégeznem, amit Szilikon és EPDM gumi (19.ábra) keverékekből állítottunk össze. Ez az alkatrész jelentős mértékben hozzájárul a járművek menetdinamikájához és a

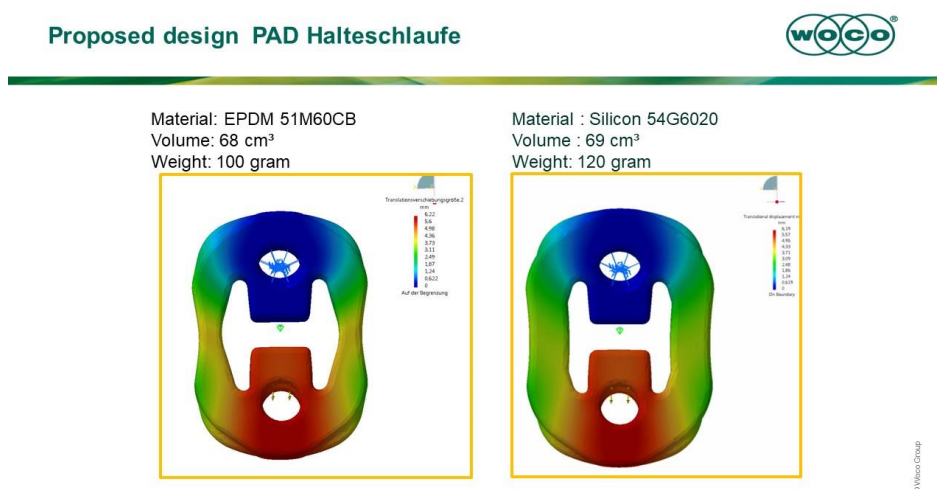
vezetési kényelemhez. A termék összekötő szerepet tölt be a jármű karosszériája és a kipufogó alkatrész elemei között, így csökkentve ezzel a felépítmény gördülési viselkedését. A kipufogótartó elnyeli a mozgásból eredő erőket és nyomatékot, egyúttal az útfelület gerjesztéséből adódó zavaró rezgéseket.

A legfontosabb tulajdonságaik közé tartoznak a statikus és dinamikus erők, nyomatékok elviselése, illetve az útfelület gerjesztése által okozott rezgések izolálása.



19.ábra. Szilikon(a), EPDM gumi(b) [saját]

Az anyagvizsgálati mérések visszaigazolják a tervezés szakaszában a végelemes analízist (20.ábra). A modell összefoglalja a peremfeltételeket, a tulajdonságokat, az anyagmodelleket, és ezt fizikai valóságában jeleníti meg. A kiértékelés ábrázolja az elmozdulások, alakváltozások, feszültségek eredményét az szimuláció során [14].



20.ábra. Végelemes analízis [saját]

7. Az anyagvizsgálati mérések

7.1 Statikus mérés

A Zwick Z010 (21.ábra) anyagvizsgáló géppel végzett mérés statikus húzó, nyomó vizsgálatra alkalmas, egy definiált erő-elmozdulás tartományban, szakaszos vagy folyamatos üzemmódban [3].

A készülék csak kifogástalan műszaki állapotban, rendeltetésszerű, a biztonsági előírások betartásával üzemeltethető. A gép főbb részei a működését vezérlő számítógép, keret, vezérlőpanel, mérőfej, végálláskapcsoló, vészkapcsoló. A napi üzemeltetés előtt ellenőriztem a csatlakozó szelepek tömítettségét, nyomását, kenését és a szennyezés jelzőket.



21.ábra. Zwick Z010 mérőgép [saját]

Nagyon fontos lépés, hogy magát a kipufogó tartó alkatrészt a mérés előtt ellenőriznem kellett. Szemrevételeztem a kipufogótartó alkatrészen a gyártásból adódó hibákat, mint például a szakadásokat, megfolyásokat, osztáshibákat, üregességet, bemarásokat stb.

Ellenőriztem a darabokon a főbb geometriákat és a keménységet. Az eljárás során a (DIN 53505, ASTM D 2240, ISO 868 szabványoknak megfelelő) Shore

keménységmérő műszerből kiálló, kúp alakú tűt nyomtam a próbatest felületéhez [15].

A nyomótű rugalmasan deformálta a próbatestet, ami a kisebb benyomódáshoz nagyobb számértéket rendel. Ellenkező esetben a lágytságot mérné, a keménység helyett. A mérőműszerrel tetszőleges alakú, 4mm-nél vastagabb gumi próbatestek vizsgálata

végezhető el. A mérést az előírt 20 °C-on végeztem. A vizsgálat számos előnye a kis méret, alacsony üzemelési költség, egyszerű kezelhetőség és automatizálhatóság [15]. Az ellenőrző vizsgálatok befejeztével jegyzőkönyvben rögzítettem a kapott adatokat. A vizsgálatok után a számítógépet és a mérőgépet beüzemelttem, majd felszereltem a hőkamrát, a mérőkészüléket és a vizsgálandó darabot. A hőkamra (22.ábra) segítségével valósághűen tudtam szimulálni az üzemi környezetet. A mérést csak a megfelelően beállított hőmérsékleten indítottam el, illetve a rögzítő csavarokat csak az üzemi hőmérsékleten rögzítettem, a hőtágulás miatt.



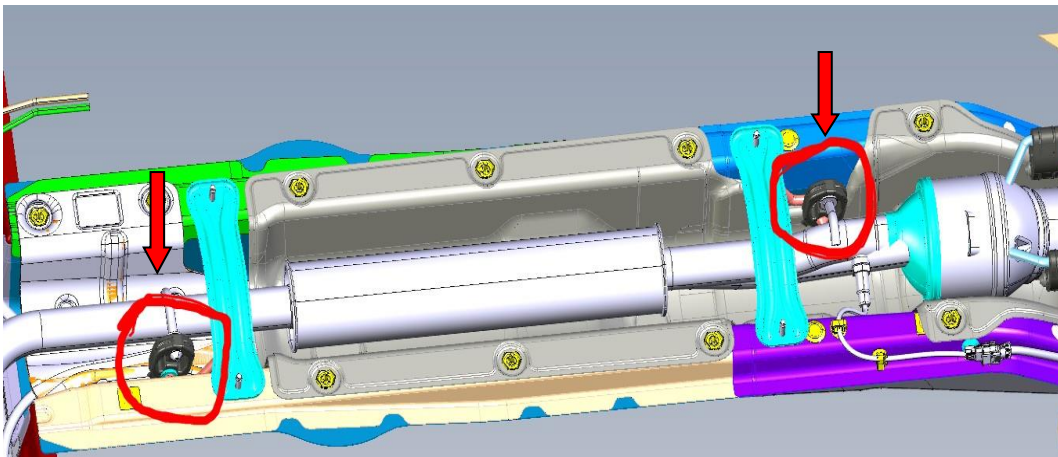
22.ábra. Hőkamra [saját]

A mérési követelmények (9.táblázat) alapján állítottam össze a mérési programot, amit rendszerint a projekt mérnök vagy a fejlesztőmérnök írt elő a követelmények alapján. Az értékek beállítása után a vezérlő panelon lévő indító gomb megnyomásával elindítottam a vizsgálatot. A mérés befejeztével az eredmények rögzítése grafikus és/vagy táblázatos formában történt.

A mérési adatok:*9. táblázat: A mérés adatai [saját]*

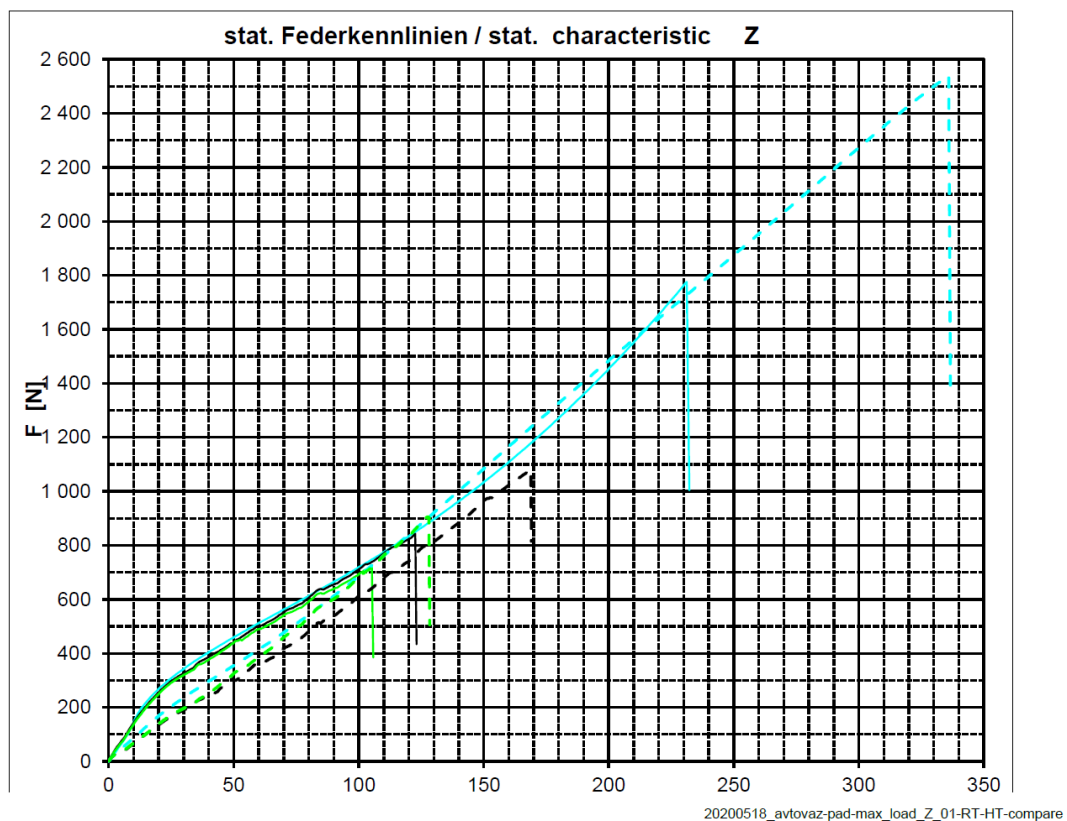
Dinamikus mérés: Z irányú	Keverék: 54G6020/51M60CB
A mérési hőmérséklet: 23 °C/130 °C/150 °C	Keménység: Shore A 60
Húzás: 100 mm/min	Mérési tartomány: 2600 N

Minden esetben az kipufogó tartó alkatrész funkciója döntötte el a mérési tartományt, ahol a Z irányú terhelést vettük alapul. Esetünkben a beépítés (23.ábra) határozta meg, milyen úttal vagy erővel vettem fel a grafikonokat.

*23.ábra. Az alkatrész beépítés [saját]*

A mérési jegyzőkönyv:

		statische Prüfung static test																																																																			
		ZWICK-10																																																																			
Artikelbezeich. part name	Holder	Qualität Compound	silicon / EPDM																																																																		
Artikel - Nr. part number	0216610A	Shore - Härte A Shore hardness A	60																																																																		
Kunden - Nr. customer number	8450040972	Prüfnummer test no.	001...003																																																																		
Projekt - Nr. project number	Avtovaz PAD Vesta	Prüfer responsible	Schmidt F.																																																																		
Bemerkung : Z direction comments																																																																					
Prüfparameter : 100 mm/min Beanspruchungsgeschwindigkeit / test speed Test parameter 0 N Vorkraft / preload 0 Anzahl Vorzyklen / pre cycles (20mm/min) diff. °C Prüftemperatur / test temperature																																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Legende</th> <th colspan="3">23°C</th> <th colspan="3">130°C</th> <th colspan="3">150°C</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Temperature</th> <th colspan="3">23°C</th> <th colspan="3">130°C</th> <th colspan="3">150°C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Artikel / part</td> <td colspan="3">0216610A / silikon 54G6020</td> <td colspan="3">0211970A / EPDM 51M60CB</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>max. Kraft [N]</td> <td>target</td> <td colspan="3">1 783</td> <td colspan="3">843</td> <td colspan="3">718</td> </tr> <tr> <td>max. load [N]</td> <td>2000N</td> <td colspan="3"></td> <td colspan="3">2 537</td> <td colspan="3">1 080</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td colspan="3"></td> <td colspan="3"></td> <td colspan="3">905</td> </tr> </tbody> </table>				Legende		23°C			130°C			150°C			Temperature		23°C			130°C			150°C			Artikel / part		0216610A / silikon 54G6020			0211970A / EPDM 51M60CB						max. Kraft [N]	target	1 783			843			718			max. load [N]	2000N				2 537			1 080											905		
Legende		23°C			130°C			150°C																																																													
Temperature		23°C			130°C			150°C																																																													
Artikel / part		0216610A / silikon 54G6020			0211970A / EPDM 51M60CB																																																																
max. Kraft [N]	target	1 783			843			718																																																													
max. load [N]	2000N				2 537			1 080																																																													
								905																																																													



24.ábra. Statikus mérési jegyzőkönyv [saját]

7.2 Dinamikus mérés

A SCHENK HYDROPULS MHF 25 (25.ábra) működése során a részletes kezelési előírása szerint kellett eljárnom. A készüléket csak a kezelését ismerő, azzal megbízott személyek kapcsolhatják be, illetve üzemeltethetik. A Hydropulzer működése során állandó felügyeletre nem volt szükséges [9].

A vizsgálandó kipufogó tartó darabok vizsgálati programja a hozzá kapcsolódó szabványok, előírások, illetve a konstrukció által megadott paraméterek alapján készült. A programok megváltoztatása csak a termékfelelős és a gép működéséért felelős személyek közötti egyeztetés alapján történhetett.

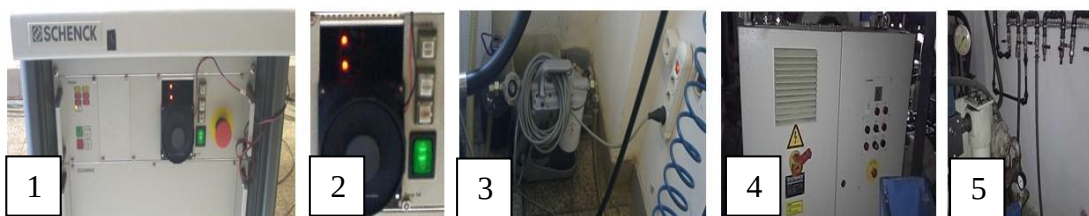


25.ábra. Schenk Hydropuls mérőgép [saját]

7.3 A Hydropulzer vizsgálóberendezés felülvizsgálata a mérési folyamat előtt

A napi üzemeltetés előtt ellenőriztem/szemrevételeztem a hidraulika aggregát és a csatlakozó szelepek tömítettségét. Felülvizsgáltam az olajsintet, hőmérsékletet, nyomást, szivárgást, nagynyomású szűrőket, szennyeződés jelzőket, tömör csővezetékeket, illetve a szivárgásokat. Az ütemezett ellenőrzés a teljes készülékre és az

elektronikus berendezésekre 500 üzemóra után kötelező. A felülvizsgálat az elektrohidraulikus és az elektronikus készülékekre egyaránt vonatkozott. A gép beüzemelési sorrendje (26.ábra) a zöld billenő kapcsoló megnyomásával indult, majd megvártam a piros led fény visszajelzését. A következő lépésként a résszivattyút bekapcsoltam, és aggregátot üzembe helyeztem. A folyamatot a hűtővíz kimenő csap kinyitásával folytatódott, ahol 1,5 bar nyomást állítottam be. Az elektronikus szekrényen elhelyezett zöld gomb megnyomásával indítottam a kisnyomást és a nagynyomást. Minden egyes mérés előtt szükséges egy bemelegítési fázis vagy ciklus a mérési eredmények pontos követhetősége miatt [10].



26.ábra. Mérőgép beüzemelés [saját]

Nagyon fontos lépés, hogy magát a kipufogó tartó alkatrészt a mérés előtt ellenőriznem kellett. Szemrevételeztem a darabon a gyártásból adódó hibákat, mint például a szakadásokat, megfolyásokat, osztáshibákat, üregességet, bemarkásokat stb. Ellenőriztem a darabon a főbb geometriákat és a keménységet. Az eljárás során a (DIN 53505, ASTM D 2240, ISO 868 szabványoknak megfelelő) Shore keménységmérő műszerből kiálló, kúp alakú tűt nyomtam a próbatest felületéhez [15]. A nyomótű rugalmasan deformálta a próbatestet, ami a kisebb benyomódáshoz nagyobb számértéket rendel. Ellenkező esetben a lágytságot mérné, a keménység helyett. A mérőműszerrel tetszőleges alakú, 4mm-nél vastagabb gumi próbatestek vizsgálata végezhető. A mérést az előírt 20 °C-on végeztem. A vizsgálat számos előnye a kis méret, alacsony üzemelési költség, egyszerű kezelhetőség és automatizálhatóság [15]. Az ellenőrző vizsgálatok befejeztével jegyzőkönyvbe rögzítettem a kapott adatokat. A vizsgálatok után a számítógépet és a mérőgépet beüzemelttem, majd felszereltem a hőkamrát (27.ábra), a mérőkészüléket és a vizsgálandó darabot. A hőkamra segítségével valósághűen tudtam szimulálni az üzemi környezetet.

A mérést csak a megfelelően beállított hőmérsékleten indítottam el, illetve a rögzítő csavarokat csak az üzemi hőmérsékleten rögzítettem a hőtágulás miatt [9].



27.ábra. Hőkamra [saját]

A mérési követelmények (9.táblázat) alapján állítottam össze a mérési programot, amit rendszerint a projekt mérnök vagy a fejlesztőmérnök írt elő a követelmények alapján. Az értékek beállítása után a vezérlő panelon lévő indító gomb megnyomásával elindítottam a vizsgálatot. A mérés befejeztével az eredmények rögzítése grafikus és/vagy táblázatos formában történt.

A kapott DAT. fájlokat kiértékelve átvezetem egy Excel formátumba, aminek a segítségével egy grafikus és/vagy táblázatos formátumot hoztam létre.

A dinamikus mérést az alkatrész funkciója határozta meg. A mérés során ez a funkció döntötte el, hogy milyen amplitúdóval történjen a gerjesztés.

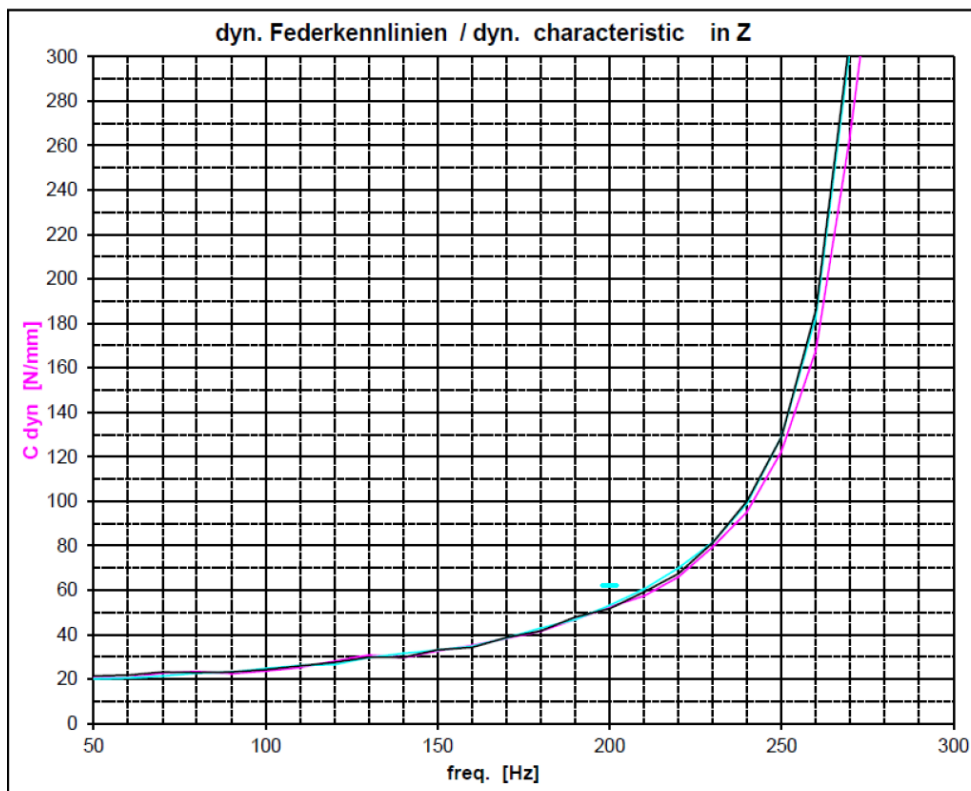
A mérési adatok:

9.táblázat: A dinamikus mérés adatai [saját]

Dinamikus mérés: Z irányú	Keverék: 54G6020
A mérési hőmérséklet: 23 °C	Keménység: Shore A 60
Előterhelés: 50 N	Amplitúdó: +/-0,05 mm
Mérési tartomány: 150-300 Hz	Lépésközök: 10 Hz

A mérési jegyzőkönyv:

woco®		dynamische Prüfung dynamic test																																									
		Pulser MHF25																																									
Artikelbezeich. part name	Holder	Qualität Compound	silicon 54G6020																																								
Artikel - Nr. part number	0216610A "c"	Shore - Härte A Shore hardness A	60																																								
Kunden - Nr. customer number	8450040972	Prüfnummer test no.	27-29																																								
Projekt - Nr. project number	Avtovaz PAD Vesta	Prüfer responsible	Szatmári P.																																								
Bemerkung : Z direction, parts from serial tool comments																																											
Prüfparameter / test parameter																																											
Frequenz frequency	150...300 [Hz]	Amplitude amplitude	±0.05 [mm]																																								
Vorlast preload	-50 [N]	Prüftemperatur test temperature	23 [°C]																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Legende</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nest / cavity</td> <td>12</td> <td>13</td> <td>21</td> <td></td> <td></td> <td>drawing</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="6">parts</td> <td>drawing</td> </tr> <tr> <td>dyn. Steifigkeit [N/mm]</td> <td>52,4</td> <td>53,1</td> <td>51,7</td> <td></td> <td></td> <td>62,0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>din. stiffness [N/mm]</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Legende								Nest / cavity	12	13	21			drawing			parts						drawing	dyn. Steifigkeit [N/mm]	52,4	53,1	51,7			62,0		din. stiffness [N/mm]							
Legende																																											
Nest / cavity	12	13	21			drawing																																					
	parts						drawing																																				
dyn. Steifigkeit [N/mm]	52,4	53,1	51,7			62,0																																					
din. stiffness [N/mm]																																											



28.ábra. A dinamikus mérési jegyzőkönyv [saját]

Megjegyzés:

A feladatom részét nem képezte az Ózonos vizsgálat ismertetése, de véleményem szerint indokolt a rövid szemléltetése [16].

Az anyagvizsgálati mérések után, a kipufogó tartó alkatrészen ózontesztet (29.ábra) hajtottak végre. Az ózon hatására a terméken repedések keletkeztek, amik jelentősen korlátozzák az alkatrész élettartamát. Ezért a legtöbb gumitípust öregedésgátló szerek hozzáadásával kell védeni. A teszt során az ózonkamrák lehetőséget nyújtanak az öregedések szimulálására és mérésére. A mérőgép lehetővé teszi a valós ózonkoncentráció értékeinek meghatározását, a levegő és a benne lévő gázok hatása nélkül [16].

Az UV-abszorpciós módszer alkalmazása során:

- A hőmérséklet: 50 °C
- A koncentráció: 50 pphm
- Az időtartam: 72h
- A terhelés: 50%

Ennek a módszernek az az előnye, hogy egy előre meghatározott minősítéssel szemben lehet vizsgálni, ami egy megfelelt/nem megfelelt állapotot hozott létre. A módszer arra is használható, hogy nyomon kövessük a repedések növekedési ütemét.



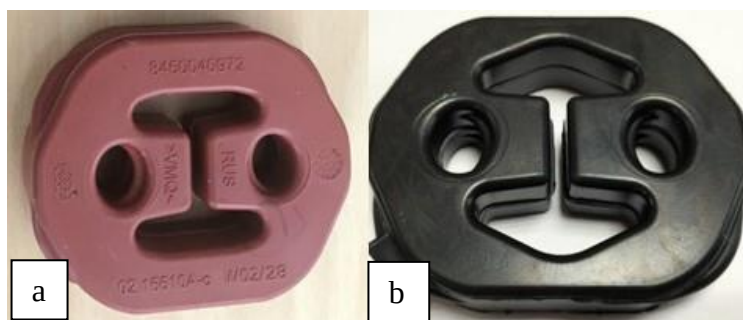
29.ábra. Ózon kamra [saját]

8. Az értékelési tényezők vizsgálata

A vizsgálat módja többféle lehet, ami függhet attól, hogy milyen megfeleltetésre alapoz a mért sajátosságok és az adott értékek között [13]. Két eltérő alkatrész esetén a tulajdonságok szerint rendezhetőek. Meghatározhatjuk a két alkatrész által adott tulajdonságaik szerinti sorrendet, vagy mennyivel térhetnek el az alkatrészek tulajdonságaik, illetve egymással milyen arányban állnak az alkatrészek jellemzői. Minden esetben azt jelenti, hogy hozzárendelünk egy számokból álló skálát az adott halmazhoz [13].

- Az értékelési tényezők kiválasztása erősen függ a megrendelő követelményeitől;
- Minden lényeges tényezőt felírtam a listára, amik egymást nem zárják ki és függetlenek egymástól;
- Az értékelési tényezők azonos szintűek lettek;
- A kiválasztott tényezők egymástól jól elkülöníthetőek;

8.1 Két típusú kipufogó tartó értékelési tényezőinek meghatározása Guilford eljárással



30. ábra. Szilikon(a), EPDM gumi (b) [saját]

A 30. ábrán két kipufogó tartó alkatrész található. Az eljárás során a két termék bizonyos tulajdonságait hasonlítottam össze. Az összehasonlított tulajdonságok számát **n** betűvel jelöltem. Jelen esetben $n=8$.

A követelmények szerint egy küszöbértéket írtam le, ami az összehasonlítás során alkalmazott nulla pontot határozta meg.

Ezeket a paraméterek lehetnek a fix paraméterek, ahol a megrendelő alapfeltételeket követel meg pl. termék geometria.

A következő paraméter a minimális követelményszint, ahol a megrendelő egy alsó küszöbértéket fogad el pl. tömeg érték. Ebbe a csoportkörbe tartozik, amikor a megrendelő felső küszöbértéket fogad el pl. hőállóság.

A következő paraméter az optimum értékei, ahol kijelölésre kerül egy olyan pont, ahonnan az eltérés fölfelé vagy lefelé rontja a termék elvárt funkcióit [13].

A választott jellemzők: (10.táblázat)

10.táblázat: A választott értékelési jellemzők [saját]

E₁:	Hőállóság
E₂:	Tömeg
E₃:	Alakváltozás
E₄:	Mechanikai feszültség
E₅:	Rezgés
E₆:	Nyomás
E₇:	Geometria
E₈:	Shore (A) keménység

Az összehasonlított tulajdonságoknál páros számú értékelési tényezőt vettünk figyelembe, ezért az alábbi képlettel számolható ki a párok száma [17]:

$$\binom{n}{2} = \frac{n \cdot (n - 1)}{2}$$

Ha n=8, akkor a lehetséges párok száma 28.

A tulajdonságok összehasonlítását a Ross-féle párosítás alapján készítettem el.
(11.táblázat)

11.táblázat: A párok elrendezése [saját]

n = 8	
1 – 2	5 – 4
8 – 1	6 – 3
8 – 4	7 – 2
7 – 5	4 – 6
6 – 1	3 – 7
3 – 2	2 – 8
1 – 5	4 – 7
5 – 8	
6 – 7	
1 – 3	
2 – 4	
5 – 6	
8 – 6	
7 – 1	
4 – 3	
5 – 2	
3 – 8	
7 – 8	
1 – 4	
3 – 5	
2 – 6	

A tulajdonságok párosítása után egy úgynevezett szavazólapot készítettem.

A vízszintes sorokban az értékelési tényezők közül el kellett döntenem, hogy a párba rendezett két tulajdonság közül melyik lesz fontosabb a kipufogó tartó elkészítésénél [17]. Az fontosabb tényező mellé X-et tettem. (12.táblázat)

12.táblázat: A szavazólap kitöltése [saját]

Sorsz.	Jellemző	Jel	Jellemző	Jel
1.	E ₁	x	E ₂	0
2.	E ₇	x	E ₃	0
3.	E ₆	x	E ₄	0
4.	E ₅	0	E ₁	x
5.	E ₃	x	E ₂	0
6.	E ₄	0	E ₇	x
7.	E ₅	0	E ₆	x
8.	E ₁	x	E ₃	0
9.	E ₂	0	E ₄	x
10.	E ₇	x	E ₅	0
11.	E ₆	0	E ₁	x
12.	E ₄	0	E ₃	x
13.	E ₅	x	E ₂	0
14.	E ₆	x	E ₇	0
15.	E ₁	x	E ₄	0
16.	E ₃	0	E ₅	x
17.	E ₂	0	E ₆	x
18.	E ₇	0	E ₁	x
19.	E ₄	0	E ₅	x
20.	E ₃	0	E ₆	x
21.	E ₂	0	E ₇	x
22.	E ₁	x	E ₈	0
23.	E ₂	0	E ₈	x
24.	E ₃	0	E ₈	x
25.	E ₄	0	E ₈	x
26.	E ₅	x	E ₈	0
27.	E ₆	x	E ₈	0
28.	E ₇	0	E ₈	x

A preferált értékelési tényező (13.táblázat) sorába 1-est írtam, amit nem részesítettem előnyben 0-át írtam. A sorok végén a preferenciák gyakoriságát írtam. A tulajdonságok rangszámát az alábbi táblázatból kaptam meg. A rangmódszerek az értékelési tényezők hasznosságának definiálására szolgálnak [17]. Ezeket a tényezőket rangsoroltam a

preferált, és kevésbe preferált értékelési jellemzőig, majd ezeket rangszámokkal láttam el. A szavazólap alapján preferencia táblázatot készítettem (13. táblázat).

Az $n = a + r$ összefüggésből $r = n - a$; n az értékelési tényezők száma; az a betű preferencia gyakoriságot jelöli; az r betű a rangszám jelölése [17].

13.táblázat: A preferencia táblázat [saját]

	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	E ₇	E ₈	a	a ²	r
E ₁		1	1	1	1	1	1	1	7	49	1
E ₂	0		0	0	0	0	0	0	0	0	8
E ₃	0	1		1	0	0	0	0	2	4	6
E ₄	0	1	0		0	0	0	0	1	1	7
E ₅	0	1	1	1		0	0	1	4	16	(3)
E ₆	0	1	1	1	1		1	1	6	36	2
E ₇	0	1	1	1	1	0		0	4	16	(5)
E ₈	0	1	1	1	0	0	1		4	16	(4)
Σ										138	

A körhármak alapján kiszámoltam az inkonzisztens esetek maximális számát. Az inkonzisztencia maximális értékét $d_{\max}$ formátumban jelöltem [17].

$$d_{\max} = \frac{n^3 - 4 \cdot n}{24} =$$

Eredményként $d_{\max} = 20$ értéket kaptam.

Az preferenciatáblázat felhasználásával, ha $\Sigma a^2 = 138$

A maximális inkonzisztencia után meghatároztam a tényleges inkonzisztenciát [17]:

$$d = \frac{n \cdot (n-1) \cdot (2 \cdot n - 1)}{12} - \frac{\Sigma a^2}{2} =$$

A konzisztencia együttható számítása [17]:

$$K = \left(1 - \frac{d}{d_{\max}} \right) \cdot 100 = 95 \%$$

$K = 95 \%$, ezért következetes volt a szavazás, mivel $K \geq 95 \%$.

A Guilford eljárással csökkenő sorrendben haladva megkaptam az értékelési tényező sorrendjét.

$$E_1 \rightarrow E_6 \rightarrow E_5 \rightarrow E_8 \rightarrow E_7 \rightarrow E_3 \rightarrow E_4 \rightarrow E_2$$

8.1.1 Minőségszínvonal elemzés Kesselring eljárással

A két kipufogó tartó főbb jellemzőit táblázatba rendeztem [17] (14. táblázat).

14.táblázat: A termékek [saját]

Kipufogó tartó	
I. termék: Szilikon	II. termék: Gumi (EPDM)

Értékelési tényezők:

15.táblázat: Az értékelési tényezők [saját]

E₁	Hőállóság	Celsius-fok (°C)
E₂	Tömeg	Súly (g)
E₃	Alakváltozás	Nyúlás (mm)
E₄	Nyomás	Nyomóerő(N/mm)
E₅	Rezgés	Frekvencia (Hz)
E₆	Mechanikai feszültség	Szakító erő (N)
E₇	Geometria	Hosszmérték (mm)
E₈	Shore keménység	Shore A

16.táblázat: A jellemző értékek [saját]

<u>Szilikon</u>	<u>EPDM (gumi)</u>
Hőállóság: -43°C/+198 °C	Hőállóság: -15°C/+147 °C
Tömeg: 120g	Tömeg: 100g
Alakváltozás: 110-230mm	Alakváltozás: 120-250mm
Nyomás: 3-20 N/mm	Nyomás: 5-13 N/mm
Rezgés: 10-400 Hz	Rezgés: 10-250 Hz
Mechanikai feszültség: 300-1700 N	Mechanikai feszültség: 180-2000 N
Geometria: 70 mm	Geometria: 70 mm

8.1.2 Értékelési tényezők súlyozása a kipufogó tartó alkatrésznél

A Guilford eljárás alatt kapott értékelési sorrend alapján a kipufogó alkatrészek tulajdonságait súlyszámmal láttam el [17] (17.táblázat). A súlyszámok értéke 2-től 10-ig terjed, minél nagyobb egy súlyszám érték, annál nagyobb fontossággal bír számomra.

17.táblázat: A súlyozás [saját]

Értékelési tényezők	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	E ₇	E ₈
Súlyszámok	10	8	6	7	3	2	5	4

A Kesselring eljárásnál, minden paraméterhez egy 0 és 4 közötti intervallumba került. A 0 intervallumba a számomra nem megfelelő paraméterekkel rendelkező tulajdonságok kerülnek, a 4-es intervallumba pedig az ideális tulajdonság került [17].

18.táblázat: Az értékelési skálák [saját]

Értékelési tényező	Mérték egység meghatározása	Értékelési skála (p _i)					Súly szám	Pontszám: p _i	
		4	3	2	1	0	V _i	I.típus Szilikón	II.típus Gumi
E _{1min}	(°C)	]-∞; -50[	[-60;y[	[-30;-20[	[-20 ; -15[	[-15;+ ∞[	10	4	2
E _{1max}	(°C)	[+∞;+198[	[+198;+188[	[+188;+168[	[+168;+147[	[+147;-∞[	10	4	2
E ₂	(g)	120	116	108	100	99,8	8	4	4
E _{3min}	(mm)	[+∞;+120[	[+120;+116[	[+116;+112[	[+112;+110[	[+110;-∞[	6	4	4
E _{3max}	(mm)	[+∞;+250[	[+250;+246[	[+246;+242[	[+242;+236[	[+230;-∞[	6	4	4
E _{4min}	(N/mm)	[+∞;+5[	[+5;+4,5[	[+4,5;+3,5[	[+3,5;+3[	[+3;-∞[	7	4	3
E _{4max}	(N/mm)	[+∞;+20[	[+20;+18[	[+18;+15[	[+15;+13[	[+13;-∞[	7	4	3
E _{5max}	(Hz)	[+∞;+400[	[+400;+375[	[+375;+334[	[+334;+250[	[+250;-∞[	3	4	3
E _{6max}	(N)	[+∞;+2000[	[+2000;+1880[	[+1880;+1780[	[+1780;+1700[	[+1700;-∞[	2	3	4
E ₇	(mm)	70	69,8	69,6	69,4	69	5	3	4
E _{8max}	Shore A	60	59,8	59,7	59,6	59,5	4	4	3

8.1.3 A szilikon és a gumi alapanyagú kipufogó tartó alkatrész műszaki értékelése

19.táblázat: A termékek összehasonlítása [saját]

	Értékelési tényezők (E _i)	E ₁ max	E ₁ min	E ₂	E ₃ min	E ₃ max	E ₄ min	E ₄ max	E ₅ max	E ₆ max	E ₇	E ₈	$\sum p_i \cdot v_i$	$\frac{\sum p \cdot v_i}{\sum p_{\max} \cdot v_i}$	Sorrend
Termék	Súlyszám (v _i)	10	10	8	6	6	7	7	3	2	5	4	-	-	-
I. termék	$p_i \cdot v_i$	40	40	32	24	24	28	28	12	6	15	16	265	0,97	1
II. termék	$p_i \cdot v_i$	20	20	32	24	24	21	21	9	8	20	12	211	0,8	2
Ideális termék	$p_{\max} \cdot v_i$ $= 4 \cdot v_i$	40	40	32	24	24	28	28	12	8	20	16	272	1,00	-

A vizsgált kipufogó tartók műszaki értéke a Kesselring eljárás alapján [17]:

$$X' = \frac{\sum p_i \cdot v_i}{\sum p_{\max} \cdot v_i}$$

Szilikon alapanyagú termék: 0,97 Gumi alapanyagú termék: 0,8

A termék műszaki színvonalát a következőképpen értékeltem [17]:

ha $0,8 < X' < 1$ nagyon jó,
 ha $0,6 < X' < 0,8$ jó,
 ha $X' < 0,5$ nem megfelelő.

Értékelés: A termék $0,81 < X < 0,96$ tartomány közé esik, tehát nagyon jó. A Kesselring eljárás alapján a szilikon alapanyagú kipufogó tartó gyártása megfelelőbbnek számunkra.

A két keverék összehasonlításánál az EPDM kevésbé hőálló, de jobb szilárdsági értékekkel rendelkezett. Azonban a megrendelő követelményei alapján, a hőállóságot figyelembe véve, a szilikon keverék lett javasolva a széria gyártáshoz.

9. Javaslat a selejt csökkentésre

A Woco mintadarab raktárának működésében kisebb nagyobb problémák, hiányosságok fordulnak elő. Ez az alapanyagraktár működéséből fakad, ahol a termelés és a raktározás az utóbbi időben lett szétválasztva. A raktárban lévő keverék anyagok mozgatásánál a könyvelés időnként hiányos, zavart okozva a prototípusok gyártása során. Ettől azonban a termelés folyamatossága ellátott, de szükség van a hatékonyabb időbeosztásra. A hiányosan könyvelt és nyilvántartott termékek hatékonyabb regisztrálásával, elkerülhető a különböző keverék anyagok selejté nyilvánítása. A hatékonyabb számítógépes raktárkezelő rendszerek használata indokoltabb lenne, mert a keverékek választéka nagy, és az alapanyagok logikai sorrendben történő tárolása nehézkessé válik. Véleményem szerint egy készletkereső kártya valamilyen változata indokolt lenne az alapanyagok be és kivezetésére egy számozott raktárkészletből. Egy új keverék vagy keverékcsalád egyre több helyet igényel, ami a készletek folyamatos átrendezését jelenti, és ez időigényes. Amikor a keverékek a helyükre kerülnek, a keresési idő exponenciális csökkenhet. Az alkalmazott munkaerőnek az eddigi gyakorlattal ellentétben célszerű az árumozgást feljegyezni, adminisztratív módon rögzíteni [18]. A megbízható és jól követhető nyilvántartás hatékonyabbá teszi az alapanyagok keresését. Célszerű lenne egy minőségbiztosításra szakosodott külsős céggel szerződést kötni a beérkező keverékek adminisztrálására és ellenőrzésére. A raktárban tárolt bármely termék pontos méretét, súlyát, számát és a konfigurációját pontosan rögzíteni kellene, hogy az alkalmas alapanyagot a megfelelő helyre és időben el lehessen szállítani. Ezzel biztosítva a különböző keverékek hatékony kiszolgálását a gyártás során. Jelenleg a raktárban (31.ábra) az alapanyagok jelentős többségének nincs tartós tárhelye. Az alapanyagok könyvelés és nyilvántartás nélkül rendezetlenül állnak a polcokon.

A pontos és precíz nyilvántartás indokolt lenne a keverékek korlátozott felhasználhatósága miatt.



31.ábra. Raktár [saját]

A hatékony raktározás célja a gyártási folyamatok támogatása, ami úgy érhető el, hogy elegendő erőforrást, anyagot és csomagolást tartunk fenn a termeléshez, lehetővé téve a megszakítás nélküli termelést [18]. A készletekhez való állandó hozzáférés lehetővé teszi a késztermékek szisztematikus átvételét és a címzetteknek történő kiszállítást. Érdeemes megjegyezni, hogy a raktár támogatja a marketingfolyamatokat azáltal, hogy állandó hozzáférést biztosít a promóciós készletek előállításához szükséges erőforrásokhoz. A hibás és gyártásra alkalmatlan keverékeket időben jelezni kell a beszállító és a partner felé. A raktározás során az alapanyagokat meg kell óvni a hőingadozásoktól, a túlzott nedvességtől, hogy megfelelő állapotban tudjuk a gyártás során felhasználni. Ezért a raktárban hőmérséklet és páratartalom szabályozó beszerelése indokolt a minőségi elvárások fenntartásához. A norma szerint az alapanyagok tárolására 20 °C -os állandó hőmérséklet biztosítása indokolt [18]. A szabályozott hőmérséklet tartományban tartás késlelteti a keverékek be vulkanizálódását és előregedését. Így elősegítve a regisztrált termékek felhasználhatóságának idejét, és hozzájárulva a hibás és selejtes termékek csökkenéséhez. A másik javaslatom a selejteket csökkentésére, a keverékek hatékonyabb, és ütemezett módon történő bemérése a felhasználásuk előtt. Ez az ellenőrző mérés egy szaklemez készítésével hajtható végre, ahol szilárdság, nyúlás és keménység értékek vizsgálhatóak. Ezzel biztosítva a keverékek alkalmasságát a gyártás során.

10. Összefoglalás

A dolgozatom a Woco Ipartechnika Kft.-nél végzett anyagvizsgálati mérésekről szólt, illetve hogyan tudtam minőségbiztosítási technikákkal a felhasználás szempontjából a megfelelő alkatrész kiválasztását, bár a döntésemet a megrendelő felülbíráta. A feladatomban szereplő termék egy autóipari alkatrész, amely elősegíti a gépjármű zajcsökkentését, akusztikai kényelmét és a vibrációt csökkenti.

A feladatom elején röviden jellemeztem, a termékfejlesztési folyamat kapcsolati körét. A projekt megnyerésétől a termék piacra vezetéséig, a folyamat több fázisból és szakaszból tevődött össze. A vállalatnál végzett termékfejlesztési kutatómunka jelentős mértékben hozzájárult az eddigi tanulmányaim kibővítéséhez, illetve ezzel elősegítve a produktív megoldó gondolkodást.

A termékfejlesztés korai szakaszában elkövetett apró, látszólag jelentéktelen hibák, komoly problémákhoz vezettek. A fröccsöntési folyamat utolsó fázisában, a hűtési folyamat során mélyedések keletkeztek. Ezeket a hibákat, a helyesen beállított gyártási paraméterek optimalizálásával oldottuk meg.

A cégnél használt anyagvizsgálati mérőgépekkel statikus és dinamikus méréseket hajtottam végre. A mérést minden esetben hőkamra segítségével végeztem, ami szimulálta az alkatrész igénybevétele során az üzemi környezetet. Többféle hőmérséklet intervallumban végeztem mérést, ahol főként a szakítóvizsgálati és az élettartami vizsgálatok értékei voltak az elsődleges követelmények. A következő lépés nem képezte a feladatom részét, de anyagvizsgálati mérések végén egy utólagos ózontesztet hajtottunk végre, ahol a terméken keletkezett repedéseket vizsgáltuk.

A mérési eredményeket felhasználva, a termék értékelés tényezőinek összehasonlításán alapuló vizsgálati módszereket hajtottam végre. Alkalmaztam a Guilford eljárást, mint páros összehasonlítási elvet, majd megállapítottam a rangszámokat és elvégeztem a Kesselring eljárást. Az értékelések befejeztével következetes megoldásra jutottam.

A dolgozatom végén javaslatot tettem a hatékonyabb raktárkezelő rendszerek használatára. Illetve egy minőségbiztosításra szakosodott külsős cég bevonására, a hatékonyabb adminisztráció elvégzésére. Véleményem szerint indokolt lenne a klimatizált raktárhelység, és említést tettem a keverékek ütemezett bemérésére.

Óbudai Egyetem

Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

Gépészeti és Technológiai Intézet



11. SZINOPSZIS

Név, Neptun kód: Szatmári Gyula, FWV2L4

Szakdolgozat címe: Autóipari beszállító vállalat által gyártott alkatrészek selejt csökkentése minőségbiztosítási technikákkal

A dolgozatom a Woco Iparteknika Kft.-nél végzett anyagvizsgálati mérésekről szól, illetve hogyan tudtam minőségbiztosítási technikákkal a gyártás során adódó helyes műszaki paraméterekkel rendelkező terméket választanom. A feladatomban szereplő termék egy autóipari alkatrész, amely elősegíti a gépjármű zajcsökkentését, akusztikai kényelmét és a vibrációt csökkenti.

A feladatom elején röviden jellemeztem, a termékfejlesztési folyamat kapcsolati körét. A projekt megnyerésétől a termék piacra vezetéséig, a folyamat több fázisból és szakaszból tevődött össze. A vállalatnál végzett termékfejlesztési kutatómunka jelentős mértékben hozzájárult az eddigi tanulmányaim kibővítéséhez, illetve ezzel elősegítve a produktív megoldó gondolkodást.

A termékfejlesztés korai szakaszában elkövetett apró, látszólag jelentéktelen hibák, komoly problémákhoz vezettek. A fröccsöntési folyamat utolsó fázisában, a hűtési folyamat során mélyedések keletkeztek. Ezeket a hibákat, a helyesen beállított gyártási paraméterek optimalizálásával oldottuk meg.

A cégnél használt anyagvizsgálati mérőgépekkel statikus és dinamikus méréseket hajtottam végre. A mérést minden esetben hőkamra segítségével végeztem, ami szimulálta az alkatrész igénybevétele során az üzemi környezetet. Többféle hőmérséklet intervallumban végeztem mérést, ahol főként a szakítóvizsgálati és az életartami vizsgálatok értékei voltak az elsődleges követelmények. A következő lépés nem képezte a feladatom részét, de anyagvizsgálati mérések végén egy utólagos ózontesztet hajtottunk végre, ahol a terméken keletkezett repedéseket vizsgáltuk.

A mérési eredményeket felhasználva, a termék értékelés tényezőinek összehasonlításán alapuló vizsgálati módszereket hajtottam végre. Alkalmaztam a Guilford eljárást, mint páros összehasonlítási elvet, majd megállapítottam a rangszámokat és elvégeztem a Kesselring eljárást. Az értékelések befejeztével következetes megoldásra jutottam.

A dolgozatom végén javaslatot tettem a hatékonyabb raktárkezelő rendszerek használatára. Illetve egy minőségbiztosításra szakosodott külsős cég bevonására, a hatékonyabb adminisztráció elvégzésére. Véleményem szerint indokolt lenne a klimatizált raktárhelység, és említést tettem a keverékek ütemezett bemérésére.

Óbuda University

Donát Bánki Faculty of Mechanical and Safety Engineering

Institute of Mechanical Engineering and Technology



12. SUMMARY

Name: Gyula Szatmári, FWV2L4

Title of diplom work: Reducing the scrap of parts produced by an automotive supplier using quality assurance techniques

My thesis was about the material testing measurements at Woco Ipartecnika Ltd. and how I could reduce the number of defective parts during production by using quality assurance techniques. The product in my thesis is an automotive component that helps to reduce noise, acoustic comfort and vibration of the vehicle.

At the beginning of my assignment, I briefly described the interactions in the product development process. From winning the project to bringing the product to the market, the process consisted of several phases and stages. The product development research work carried out in the company contributed significantly to broadening my studies and thus facilitating productive solution thinking.

Small, seemingly insignificant mistakes made in the early stages of product development led to serious problems. In the final stage of the injection moulding process, during the cooling process, depressions were created. These errors were solved by optimising the correctly set production parameters.

Static and dynamic measurements were carried out with the material testing machines used in the company. In all cases, the measurements were carried out using a heat chamber, which simulated the operating environment during the stressing of the component. Measurements were performed in a wide range of temperature intervals, where the primary requirements were tensile and fatigue test values. The following step was not part of my task, but at the end of material test measurements a post-test ozone test was performed, where cracks on the product were investigated.

Using the measurement results, I implemented test methods based on a comparison of product evaluation factors. I applied the Guilford procedure as a pairwise comparison principle, then established the ranking numbers and performed the Kesselring procedure. After completing the evaluations, I arrived at a consistent solution.

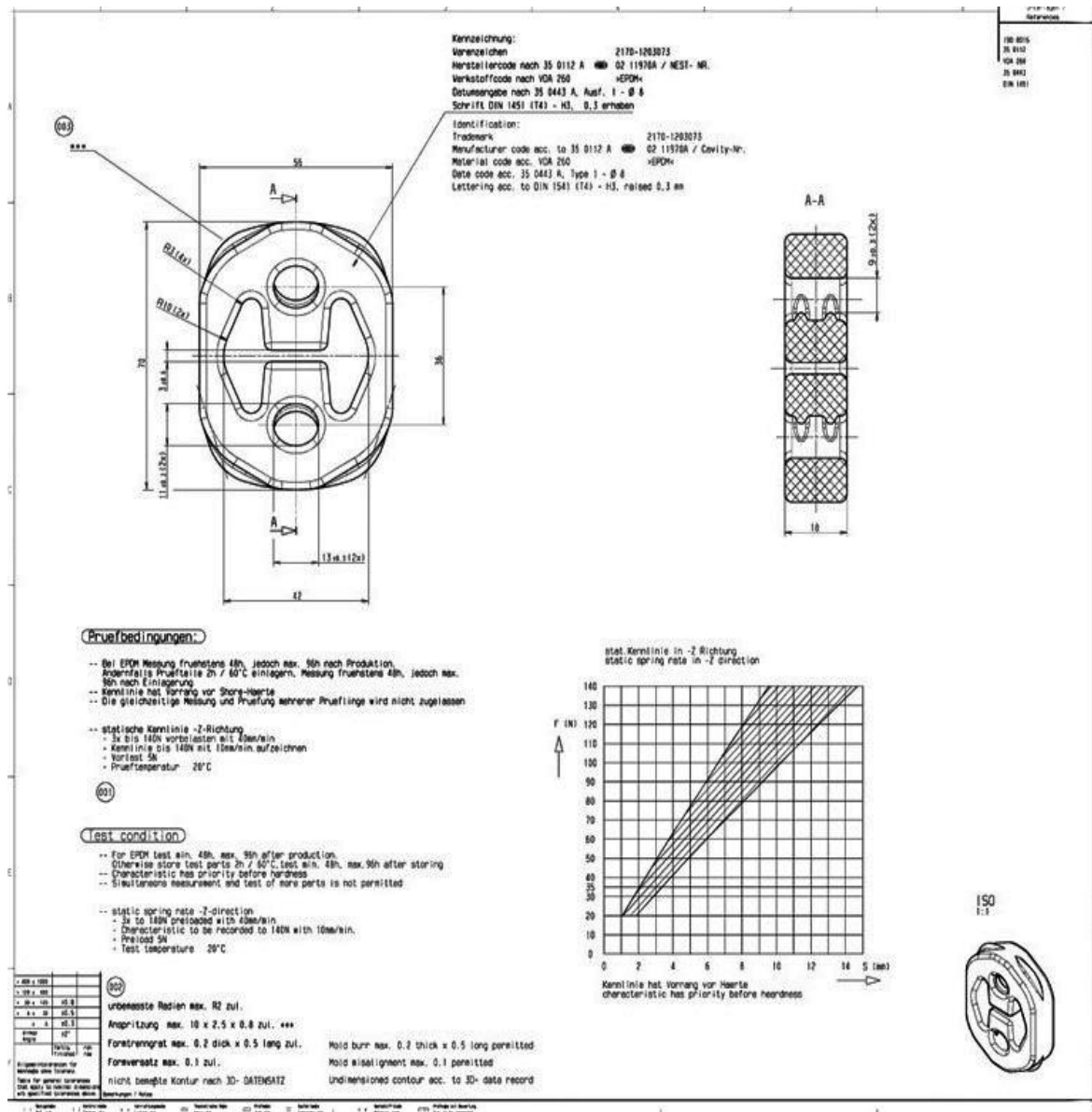
At the end of my thesis, I have proposed the use of more efficient warehouse management systems. I also suggested the use of an external company specialised in quality assurance to carry out more efficient administration. In my opinion, a climate-controlled warehouse would be justified and I mentioned the need for a scheduled weighing of the mixtures.

13. Felhasznált irodalom

- [1] Woco Industrietechnik GmbH. History. Germany 2022.
<https://www.wocogroup.com/en/company/woco>
- [2] Woco Industrietechnik GmbH. Further development at Woco. Germany 2022.
<https://www.wocogroup.com/en/company/woco/sustainability/sustainability-report-2019/03-woco-as-a-responsible-employer/skilled-specialists-for-woco>
- [3] Zwick/Roell GmbH. Static Materials Testing. Germany 2022.
<https://www.zwickroell.com/company/about-us/>
- [4] Technische Universitat Dresden. HYDROPULS Testing Machine. Germany 2019.
https://tu-dresden.de/bu/bauingenieurwesen/imb/labor/Equipment/hydropulspruefmaschine-1000-kn-1?set_language=en
- [5] Zwick/Roell GmbH. Univerzális szakítógép/vezérlők. Budapest 2022.
<https://zwickroell.hu/roncsolasos-anyagvizsgalat/szakitogep/>
- [6] Zwick/Roell GmbH. Nyúlásmérők. Budapest 2022.
<https://zwickroell.hu/roncsolasos-anyagvizsgalat/nyulasmerok/>
- [7] Zwick/Roell GmbH. XForce erőmérőcella. Budapest 2022.
<https://zwickroell.hu/roncsolasos-anyagvizsgalat/xforce-eromerocella/>
- [8] Zwick/Roell GmbH. Hő- és klímakamrák. Budapest 2022.
<https://zwickroell.hu/roncsolasos-anyagvizsgalat/ho-es-klimakamrak/>
- [9] CARL SCHENK AG. Technical Documentation of Hydropuls Component. Germany 2002. 8-56.
- [10] CARL SCHENK AG. Mechanical and Hydraulic Component. Germany 2002. 5-58.
- [11] CARL SCHENK AG. Digital Hydropuls-Electronics Series 56. Germany 2002. 23-44
- [12] Bartha Zoltán – TAURUS OMIKK. Gumiipari Kézikönyv. Budapest 1988. 57-88.
- [13] Dr. Drégelyi-Kiss Ágota-Dr. Farkas Gabriella-Galla Jánosné-Tóth Gabriella Nóra. Minőségbiztosítás. Budapest 2017. 102-105.
- [14] Moharos István-Oldal István-Szekrényesi András. Végeelem-Módszer. Budapest 2011.11-20.
https://www.mm.bme.hu/~gyebro/files/vem/kovacs-szekrenyes_vegeelem_modszer.pdf

- [15] Szabó Gábor-Mankovits Tamás. Gumialkatrészek Shore-féle Keménységének Kiértékelése az Anyagvizsgálatok Statisztikai Módszerével. Debrecen 2010. 53-64.
[https://docplayer.hu/9084164-Gumialkatresz-shore-fele-kemenysegenek-kiertekesele-az-anyagvizsgalatok-statisztikai-modszerevel.html](https://docplayer.hu/9084164-Gumialkatresz-shore-fele-kemenysegenek-kiertekeselese-az-anyagvizsgalatok-statisztikai-modszerevel.html)
- [16] Argentox Ozone Technology GmbH. Ozone Test Cabinets. Germany 2013.
<http://www.argentox.com/en/home/index.php>
- [17] ÓE-BGK. Minőségbiztosítás Gyakorlati Jegyzőkönyv. Budapest 2020. 1-5.
- [18] Knoll Imre. Logisztika a 21.században. Budapest 2001. 33-54.

14. Melléklet



1.sz.melléklet: Az alkatrész műhelyrajza