



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

Kúpos gumirugó gyártási folyamata

OE-BGK
2022.

Hallgató neve:
Hallgató törzskönyvi száma:

Paplanos Ádám Balázs
T007320/FI12904/B



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar
Anyag- és Gyártástudományi Intézet

SAKDOLOGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Paplanos Ádám Balázs
Szakdolgozat száma: SZD22052513068240
Törzskönyvi száma: T007320/FI12904/B

Neptun kódja: XXXXXXXXXX

Szak: gépészmérnöki
Specializáció: gépészmérnöki - CAD-CAM-CNC

A dolgozat címe: Kúpos gumirugó gyártási folyamata
A dolgozat címe angolul: Production process of a conic rubber spring
A feladat részletezése:

1. Ismertesse gumi alkatrészek gyártástechnológiáját!
2. Elemezze a kijelölt alkatrészt technológiai szempontból!
3. Tervezze meg az alkatrész gyártásához szükséges szerszámot!
4. Készítsen mérési tervet az alkatrész ellenőrzéséhez!

Intézményi konzulens neve: Dr. Mikó Balázs

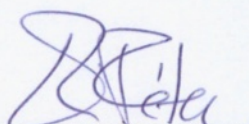
A kiadott téma elévülési határideje: 2024. 05. 15.

Beadási határidő: 2022. 12. 15.

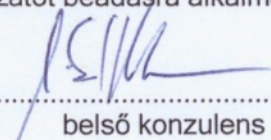
A szakdolgozat: Nem titkos.

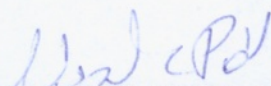
Kiadva: Budapest, 2022. 10. 21.




Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom.


belső konzulens


külső konzulens



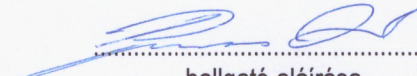
ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

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. december 15.


.....
hallgató aláírása



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar
Anyag- és Gyártástudományi Intézet

KONZULTÁCIÓS NAPLÓ

(nappali és levelező képzés)

Hallgató neve: Paplanos Ádám Balázs	Neptun kód: [REDACTED]	Tagozat: nappali
Telefon: 06705787131	Levelezési cím: [REDACTED]	
Szakdolgozat címe magyarul: Kúpos gumirugó gyártási folyamata		
Szakdolgozat címe angolul: Production process of a conic rubber spring		
Intézményi konzulens: Dr. Mikó Balázs		Külső konzulens: Vizler Pál

Kérjük, hogy az adatokat nyomtatott nagy betűkkel írja!

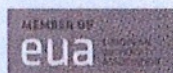
Alk.	Dátum	Tartalom	Aláírás
0.	2022.09.16.	ELSŐ KÖTELEZŐ KONZULTÁCIÓ	
1.	2022.10.15.	FELADATOK ELEMZÉSE	
2.	2022.10.27.	ALKATRÉSZEZ TECHNOLÓGIAI ELEMZÉSE	
3.	2022.11.03.	SZERZÁSTERV ELEMZÉSE	
4.	2022.11.23.	MÉRÉSI TERV ELLENŐRZÉSE	

A Konzultációs naplót összesen 4 alkalommal – az egyes konzultációk alkalmával – kell láttamoztatni a Belső konzulenssel.

A hallgató a „Szakdolgozat” tantárgy aláírási követelményét teljesítette.

Intézményi konzulens

2022. december 09.



1081 Budapest,
Népszínház u. 8.

+36 (1) 666-5316
+36 (1) 666-5332

farkas.gabriella@bgk.uni-obuda.hu
www.bgk.uni-obuda.hu



SZINOPSZIS

Név, Neptun kód: Paplanos Ádám Balázs, [REDACTED]

Szakdolgozat címe: Kúpos gumirugó gyártási folyamata

A szakdolgozatom tárgya a MÁV vasúti személyszállító járművein használt primer kúpos gumirugó szerszámának tervezése volt. A dolgozat első részében ismertettem a gumigyártás sajátosságait, ezen belül is nagy hangsúlyt fektetve a termék gyártása során használt technológiára, a vulkanizálásra, ennek gépeire valamint szerszámaira.

A második részben a kúpos gumirugó alkalmazásának előzményeit és szükségességét mutattam be. Ebben a blokkban bemutattam néhány, a kúpos gumirugó előtt használt alkatrészt, továbbá a feladatom témáját adó termék beszerelési módjait, ennek sajátosságait.

A saját munka első részében a technológiai elemzést végeztem a kúpos gumirugó fém- valamint gumialkatrészein. Bemutattam a fémalkatrészek sajátosságait, melyek azért így lettek kialakítva, hogy megfelelő gumi-fém kötés alakuljon ki a vulkanizálás során. A gyártás során használt segédanyagokat és ezeknek használatát is ismertettem. Ebben a részben a gyártás során használt szabványokat is részletesen bemutattam.

A saját munka második fejezetében a sorozatgyártáshoz szükséges vulkanizáló szerszámot terveztem meg. Itt figyelembe kellett venni a Ronin-Ker Kft.-nél elérhető gépeket, technológiákat és a műhely infrastruktúráját. Mivel a cégnél jelenleg kizárólag a préstechnológiával történő gyártás elérhető, a szerszámot is ennek megfelelően kellett megtervezni. Miután ez megtörtént és a tervezett egység fizikailag is elkészült, próbagyártást kellett végezni, mivel a szerszám megfelelőségét csak ez alapján tudtuk ellenőrizni. A művelet során minden problémamentesen zajlott, az eredmények bizakodásra adtak okot, de a sorozatgyártást megkezdeni csak a mérések után lehetett.

A saját munka utolsó részében a kúpos gumirugó ellenőrzéséhez terveztem meg a mérési folyamatot az alkatrész összeállítási rajza alapján, valamint figyelembe vettem a cégnél elérhető mérőműszereket is. A mérés első részében a termék geometria méreteinek ellenőrzése történt meg. Ezt követően terhelési vizsgálatot végeztünk, majd a kapott eredmények elemezve, a próbagyártmány megfelelt az elvárásoknak, a sorozatgyártást meg lehetett kezdeni.



SUMMARY

Name: Paplanos Ádám Balázs, [REDACTED]

Title of diplom work: Production process of a conic rubber spring

The subject of my thesis was to design a primary tapered rubber spring tool used on the MÁV railway passenger vehicles. In the first part of the dissertation, I described the features of rubber production, including high emphasis on the technology used in the production of product, vulcanization, its machines and tools.

In the second part, I presented the antecedents and necessities of the use of the tapered rubber spring. In this block, I introduced some parts used in front of the tapered rubber spring, as well as the ways of installing the product the subject of my task and its features.

In the first part of my own work, the technological analysis was performed on the metal and rubber parts of the tapered rubber spring. I introduced the characteristics of the metal parts, which were designed to form a proper rubber-metal bond during the vulcanization. I also described the excipients used during production and the use of them. In this section, I also presented the standards used in production in detail.

In the second chapter of my own work, I designed a vulcanizing tool needed for serial production. Here, the machines, technologies and the infrastructure of the workshop had to be taken into account. As the company is currently only available with press technology, the tool had to be planned accordingly. Once this was done and the planned unit was physically completed, a trial manufacturing had to be done, as we could only check the conformity of the tool on the basis of this. During the operation, everything was done without problems, the results gave rise to confidence, but serial production could only be started after the measurements.

In the last part of my own work, I designed the measurement process to check the tapered rubber spring based on the component drawing of the component, and also took into account the measuring instruments available to the company. In the first part of the measurement, the product's geometry dimensions were checked. Subsequently, a load test was

performed, and the results obtained were analyzed, the test production met the expectations, and serial production could be started.

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés	4
2.	Gumigyártás bemutatása	6
2.1	Történelmi áttekintés.....	6
2.2	Vulkanizálás	8
2.3	A gumigyártás műveletei	10
2.4	A vulkanizálás technológiai, gépei	12
2.5	A vulkanizálás szerszámai	14
3.	A kúpos gumirugó bemutatása	16
3.1	Előzmények.....	16
3.2	Technológiai elemzés.....	19
3.2.1	Fém alkatrészek elemzése.....	19
3.2.2	Gumirugó vulkanizálása	24
4.	Szerszámtervezés	28
4.1	Adatgyűjtés	28
4.2	A szerszám tervezésének folyamata.....	29
4.3	A szerszám bemutatása	30
4.4	Próbavulkanizálás, kúpos gumirugó összeszerelése	41
5.	A kúpos gumirugó mérése, ellenőrzése	45
6.	Irodalomjegyzék	49
7.	Mellékletek	51

1. Bevezetés

A szakdolgozatom témájának kiválasztása közben fontos szempont volt számomra, hogy elkészítése közben a munkahelyemen is segítsék egy projekt megvalósulásában, ezért esett a választásom a jelenleg már általunk is gyártott kúpos gumirugó szerszámának megtervezésére.

Az alkatrészt a vasúti kocsikhoz használják fel, a forgóváz és a kasztni között található és pálya egyenetlenségeit nyeli el. Erre a célra kezdetben acél spirálrugókat használtak, ezeket váltották fel a gumirugók.

A termékben gumi-fém kötés található és a gumi végleges alakját, mechanikai tulajdonságait, valamint az említett kötés kialakítását a vulkanizálás technológiájával valósítjuk meg. A cégnek ehhez az alkatrészhez még nem volt meg a megfelelő szerszám, így azt a feladatot kaptam, hogy tervezzem meg a gyártáshoz szükséges szerszámot, valamint készítsek egy mérési tervet a kész darabok méreteinek és mechanikai tulajdonságainak ellenőrzéséhez. A szakdolgozatom célja tehát ezen feladatok elvégzése, a gumigyártás bemutatása és a kúpos gumirugó részletes elemzése technológiai szempontból.

A bevezetésben szeretném röviden bemutatni a RONIN-KER Kft.-t, ugyanis itt történik a termékek gyártása. A cég egy 2006-ban alapított családi vállalkozás, amely gumi- és fémipari alkatrészek gyártásával és kereskedelmével foglalkozik, főleg a vasúti járművek számára. A kezdetekben 4 fővel folyt a termelés, mára 12 főt foglalkoztat a vállalat. 2017-ben a cég Debrecenbe költöztette a telephelyét és itt folyt a gyártás először bérleményben, majd egy év múlva már saját üzemcsarnokkal rendelkeztek. A termékek kiváló minőségének biztosítása mellett a fejlődés is folyamatos, ugyanis hamarosan bővülni fog az üzemcsarnok, ezzel párhuzamosan a létszám is növekszik majd. A fejlesztés célja, hogy több fémipari termék és a gumi-fém termékek fém alkatrészeinek előállítására legyen kapacitás, valamint lakatosipari termékekkel is szeretnék bővíteni a palettát. Ezekre a beruházásokra azért van szükség, mert jelenleg a késztermékekhez szükséges fémipari megmunkálásokat, beleértve a szerszámok gyártását is külsős partnercégek végzik. A vállalat ezt a fajta külső függést szeretné

ezekkel a fejlesztésekkel csökkenteni, ezzel biztosítva a minőséget és az alkatrészek határidőre való elkészülését.

2. Gumigyártás bemutatása

2.1 Történelmi áttekintés

A kaucsukot már a VI. században az amerikai indiánok is ismerték régészeti ásatások alapján. Írásos feljegyzések csak 1495-től Kolombusz felfedező útja kapcsán maradtak fenn. 1745-ben került Európába egy francia természettudós, de la Condamine utazásai nyomán. Az alapanyaggal kapcsolatban jelentős fejlődés csak 1819-ben történt Angliában, amikor Hancock felfedezte az anyag masztikálhatóságát (a feldolgozhatóság megkönnyítése érdekében végrehajtott molekulatördelését) és ekkor megalkotta a mai zárt keverők és hengerszékek ősenek számító berendezéseket. 1826-ban Faraday komoly tudományos munkával segítette a jövő kutatásait, mivel meghatározta a kaucsuk kémiai összetételét. 1839-ben bekövetkezett az iparág legnagyobb fejlődésének számító felfedezés, ugyanis az amerikai származású Goodyear a kaucsukhoz ként kevert és ezt a keveréket hőhatásnak tette ki és ezzel megalkotta a gumit. A kaucsuk, mint alapanyag iparszerű kitermelése akkor kezdődött meg amikor Wilckham 70 ezer Hevea Brasiliens magot csempészett Londonba 1876-ban és ezekből 2 ezer tő cserjét termesztett. A fa leginkább a trópusi éghajlatot kedveli, elsősorban Malajziában és Indonéziában találhatók hatalmas ültetvények. A gépjárműipar XX. században bekövetkezett robbanásszerű fejlődése miatt az ágazat óriási mennyiségű gumiabroncsot valamint műszaki gumiárut használ fel, emiatt az ültetvények már a harmadik generáció óta biztosít stabil és jó megélhetést ezen távolkeleti országok lakóinak, az államoknak pedig előnyös stratégiai pozíciót. Az első magyarországi üzemet Schottola Ernő alapította 1882-ben, és 18 évvel később a párizsi világkiállításon is sikereket aratott az üzemben gyártott gumitermékekkel. A két világháború sajnos alaposan lelassította az iparág fejlődését, újabb áttörést csak 1973-ban megalapult Taurus Gumiipari Vállalat vezetett be, egy konkurens cég, a Semperittől megvásárolt eljárást alapul véve acélbetétes radiál teherabroncsokat gyártásába kezdett. Napjainkban az ágazat nagymértékben átrendeződött a multinacionális cégek megjelenésével, a változások nehezen követhetők a folyamatosan rotálódó cégcsoportok és tulajdonosi körök miatt. [1]

A gumi felhasználását tekintve rendkívül sokoldalú lehet, a műszaki világ rengeteg különböző területén találkozhatunk vele. A legismertebb felhasználási módja a gépjárműveken gumiabroncsként történő alkalmazása. Az autóiiparnál maradva, számtalan különböző alkatrész készül gumiból, például különböző olaj és folyadékszállító csövek, porvédő elemek, de az ablaktörlő lapát szélvédővel érintkező része is gumiból készül. A kocsiba beülve is sok helyen találkozhatunk az alapanyaggal, például számtalan esetben a pedálok borítása a láb lecsúszása ellen, de elég csak az ősszel és télen népszerű gumiszőnyegre gondolni, amely megóvjja a kárpitot a saras, vizes foltoktól.



1. kép Gumiabroncs és különböző gumialkatrészek autókhoz

Természetesen az gépjárműiparon kívül is sok helyen alkalmazzák, különböző tömítőelemek, ütközőelemek, gumirugók és rezgéscsillapító alkatrészek készülnek belőle, melyeket a műszaki élet legkülönbözőbb területein használnak fel, építenek be.

2.2 Vulkanizálás

Azokat a folyamatokat, melyek alatt a képlékeny, viszkoelasztikus viselkedésű kaucsukkeveréket elasztikus gumivá alakítjuk vulkanizálásnak nevezzük. A folyamatot anyagszerkezeti szempontból úgy jellemezhetjük, hogy az elasztomerek egymástól független, egyedi láncait úgynevezett keresztkötések létrehozásával összekapcsoljuk, létrehozva ezzel a komplex térhálót. A vulkanizálást emiatt sokszor térhálósításnak is nevezik. Ennek mértékét, azaz a vulkanizálás fokát a létrejött térháló sűrűségével tudjuk jellemezni, ebből kifolyólag beszélhetünk lágy- illetve keménygumiról, ha a térháló sűrűségével szeretnénk jellemezni az alapanyagot. Érzékelhetjük, hogy a guminak ezt a tulajdonságát a gyakorlatban nem igazán tudjuk mérni, ezért könnyebben meghatározható és mérhető fizikai vagy kémiai mutatók alakulását figyeljük meg, majd ezeknek a jellemzőknek a segítségével tudunk következtetni a térhálósodás mértékére. A vulkanizálási folyamatot leggyakrabban a nyírómodulus időbeli alakulásával tudjuk követni, a vulkanizálás állapotát a feszültségértékkel jellemezzük, mely az aktuális deformációhoz tartozik. Az adatok felvételére léteznek speciálisan erre a célra létrehozott berendezések, ezek a vulkaméterek valamint a reométerek. [2]



2. kép Vulkanméter

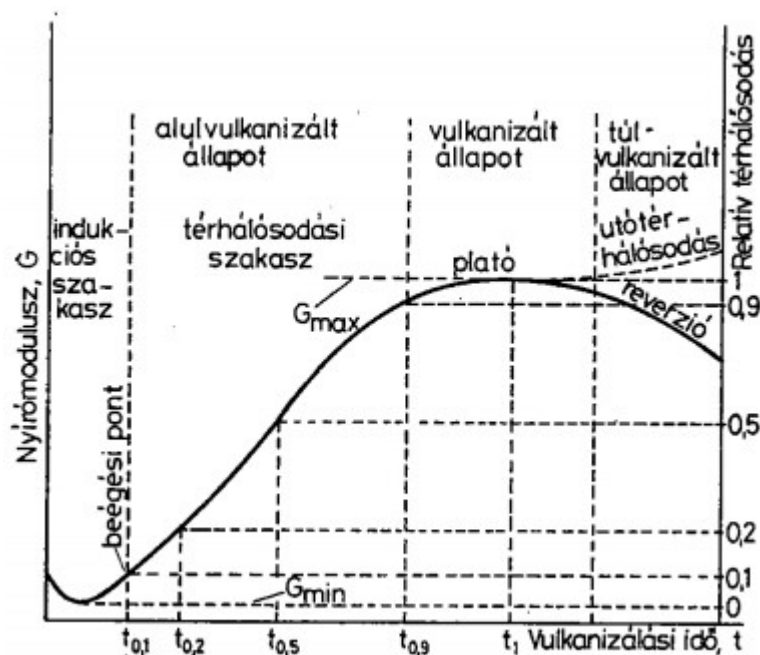
A mérőberendezés a folyamat során egy jellegzetes S alakú görbét rajzol ki, amit vulkanizálási görbének hívunk. Ezen a görbén négy- négy darab vulkanizálása szakaszt illetve pontot különböztetünk meg. [2]

Ezek a szakaszok a következők:

- Indukciós szakasz: A térhálósodás még alig indult be, az anyag képlékenyen alakítható. A szakasz végét a beégési pont jelzi.
- Térhálósodási szakasz: Ebben a szakaszban a keverékben létrejönnek a keresztkötések, az anyag tulajdonságai folyamatosan változnak. A vulkanizálás időigényét az indukciós és ez a szakasz együttesen határozzák meg.
- Vulkanizációs plató: A térhálósodás befejeződik, a gumi tulajdonságai nagyon kis mértékben változnak. A keverék annál kevésbé érzékeny a vulkanizálási idő ingadozására, minél hosszabb a plató. Nagy falvastagságú gumialkatrészeknél fokozottan lényeges ennek a szakasznak az elnyújtása.
- Utóvulkanizálás, reverzió: A keverék a kaucsuk minőségétől függően a vulkanizációs plató után vagy lassan tovább keményednek, vagy lágyulnak a lánc bomlása következtében. [2]

Vulkanizációs pontok:

- Beégési idő ($t_{0,1}$): 10%-os térhálósodáshoz szükséges idő, ezután az anyag már képlékenyen nem alakítható.
- Porozitási határ ($t_{0,2}$): Ahhoz, hogy a terméket szabadon vulkanizáljuk minimum 20%-os térhálónak kell kialakulnia. A gyakorlatban nyomás alatt vulkanizálunk, amíg 30%-os térháló nem alakul ki.
- Felezési idő ($t_{0,5}$): A térhálósodás sebességét mutató jellemző.
- Vulkanizálás befejezésére jellemző idő ($t_{0,9}$): A t_1 ponthoz tartozó idő nehéz meghatározása miatt van rá szükség. [2]



3. kép Vulkanizálási görbe [3]

2.3 A gumigyártás műveletei

A gumifeldolgozás egy komplikált, több műveletből álló és igen költséges folyamat. A szükséges gépek nagyteljesítményűek, és jelentős elméleti valamint gyakorlati szaktudást igényel. A feldolgozás főbb műveletelemei sorrendben a következők: keverés, kalanderezés, extrudálás, konfekcionálás, vulkanizálás.

A késztermék és a vulkanizálási technológia függvényében néhány elem kimaradhat a folyamatból.

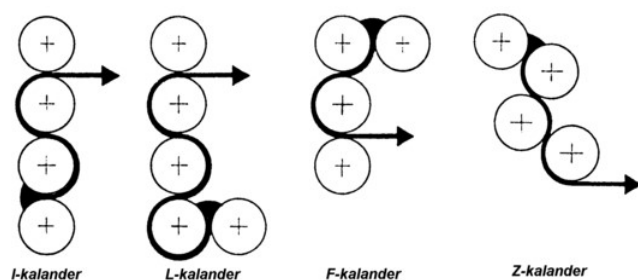
A keverés során alakulnak ki az anyag azon mechanikai, reológiai tulajdonságai, melyek miatt a későbbiekben az alkalmas lesz az elvárt paraméterekkel rendelkező termék gyártására. Kezdetben ezt csak hengerszéken végezték, ám manapság a zárt keverőket preferálják a gyorsabb és tisztább technológiája miatt. A hengerszékeknek ma is fontos szerepe van, ugyanis a kalanderezés során használják őket. A kalanderezés egy olyan művelet, melynek során a keveréket két vagy több henger közé vezetik, amik lemezzé alakítják azt.

Az extrudálás során egy csiga vagy dugattú egy meghatározott keresztmetszetű résen nyomja át a keveréket, ezzel egy elvileg végtelen hosszúságú, meghatározott profillal

rendelkező félkészterméket állít elő. A technológia lehet hideg vagy meleg, ez attól függ, hogy milyen módon adagolják az alapanyagot a garatba.

A konfekcionálás során a keveréket olyan állapotba hozzák, amely a további megmunkálási műveletek technológiájának megfelelő.

A gumigyártás utolsó lépése a vulkanizálás, melynek során a viszkoelasztikus kaucsukkeverék elasztikus gumivá alakul át. A folyamat során nyeri el a kívánt geometriai alakját, valamint műszaki tulajdonságait. Kialakulnak a keresztkötések és ezzel létrejön a sűrű térháló. [4]



4. kép Kalanderelrendezések [5]

2.4 A vulkanizálás technológiai, gépei

A vulkanizálás nem más, mint megfelelő hőmérsékletű, állandó nyomóerővel történő préselés előre meghatározott időtartamig. A gépekkel szemben technológiától függetlenül az alábbi követelmények elvárhatók:

- pontos, könnyen szabályozható hőmérséklet,
- széles határok között szabályozható nyomóerő,
- merev vázszerkezet,
- hidraulikus működtetésű szeparátorok,
- korszerű, elektronikus diagnosztikai rendszer,
- nagy zárási sebesség.

A préstechnológia a gumifeldolgozó ipar legrégebbi, de mai napig széles körben használt gyártási módszere. Lényege, hogy a fűtött vulkanizáló lapok közé helyezett, a kívánt keverékmennyiséggel megtöltött szerszámot megfelelő ideig, 4-6 N/mm² nyomással zárt állapotban tartjuk, majd az idő lejártával szétnyitjuk és kiemelhetők a kész gumitermék. A múltban a lapokat gőzzel fűtötték, ma ezt szinte kizárólag elektromos úton végzik, ez biztosítja a pontos és jól szabályozható hőmérsékletet, mivel ezekhez korszerű elektronikus ipari vezérlések és szenzorok tartoznak. A nyomóerő mechanikus módon menetes orsóval vagy hidraulikus úton valósítható meg, gyakorlatban leginkább az utóbbi az elterjedt. Az alkalmazott szerszámok elkészítése nem túlságosan bonyolult, ebből kifolyólag a többi eljárásához képest olcsón előállítható. A technológia hátránya, hogy meglehetősen lassú a gumi rossz hővezetése miatt. További kivetnivaló, hogy a szerszámokat 10-15%-os túltöltéssel kell alkalmazni, hogy a szerszámüreget megfelelően kitöltse a keverék, majd ez a felesleg később sorjaként kivezető nyílásokon keresztül távozik a szerszámból, ezért ebből a szempontból nem a leggazdaságosabb technológia. [6] A cégnél jelenleg kizárólag ezzel a módszerrel történik a gyártás.



5. kép Vulkanizáló prés

A gumigyártás ma ismert legkorszerűbb módja a fröccstechnológiával történő vulkanizálás. Lényege, hogy az adagoló csigával a kamrába adagolt keveréket dugattyú segítségével nyomják a zárt és megfelelő hőmérsékletű szerszámba. Ezzel a technikával a késztermék csaknem sorjamentesen előállítható, az alkatrész felületén csak a beömlőhelyek eltávolítására van szükség, melyet úgynevezett kriogén sorjázási eljárással valósítanak meg folyékony nitrogén segítségével. Az eljárás könnyen automatizálható, így ez alkalmas technológia az ipari tömeggyártáshoz. A fröccsegység elhelyezkedésétől függően beszélhetünk alsó vagy felső befecskendezésű gépekről. A gyártási mód előnye többek között, hogy amíg a keverék végighalad a csigahengeren, jelentősen felmelegszik, emiatt a vulkanizálás energiaigénye jóval kisebb lesz a préstechnológiáénál, valamint a gumi-fém kötés is nagyobb biztonsággal állítható elő. A szerszámok bonyolultabbak, mert gondoskodni kell a keverék bevezetéséről valamint a levegő kivezetéséről. A prés elven működő szerszámoknál a túltöltés gondoskodik a levegő kiszorításáról a sorjacsatornákon keresztül. Mivel a fröccstechnológiánál nincs túltöltés valamint sorjacsatorna, ezt máshogy kell megoldani. A leggyakoribb módszer, ha befecskendéskor a szerszámot 0,5-1 mm-re megnyitjuk, majd ezt követően folytatjuk a befecskendezést. A másik lehetőség, hogy vákuumot alkalmazunk, így a zárt, de még üres szerszámból el tudjuk távolítani a levegőt. [6]

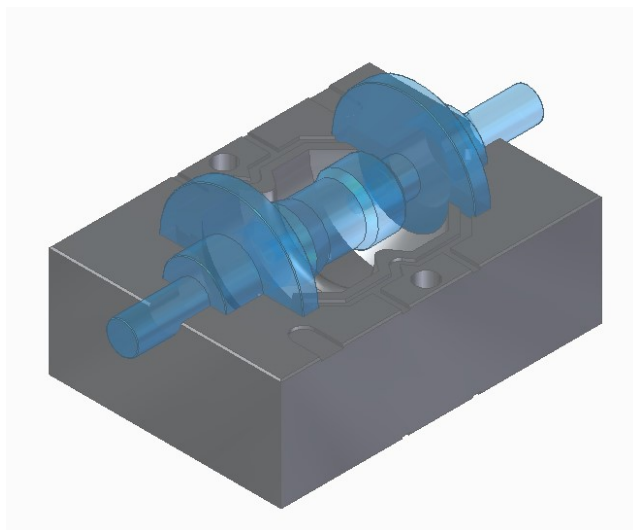
2.5 A vulkanizálás szerszámai

A gumitermék előállításához szükséges tényezők közül már csak egy dologról nem volt szó részletesebben, ez pedig maga a szerszám. A selejtmentes alkatrész gyártásának egyik legfőbb feltétele, hogy jól átgondoltan és célszerűen tervezzük meg és alakítsuk ki a szerszámunkat. Az anyagával szemben van néhány elvárás, amit tervezéskor, anyagválasztáskor figyelembe kell vennünk, ezek a következők:

- nagy szakítószilárdság (1100 N/mm^2),
- korrózióállóság,
- könnyű megmunkálhatóság,
- polírozhatóság,
- nem túl magas bekerülési költség.

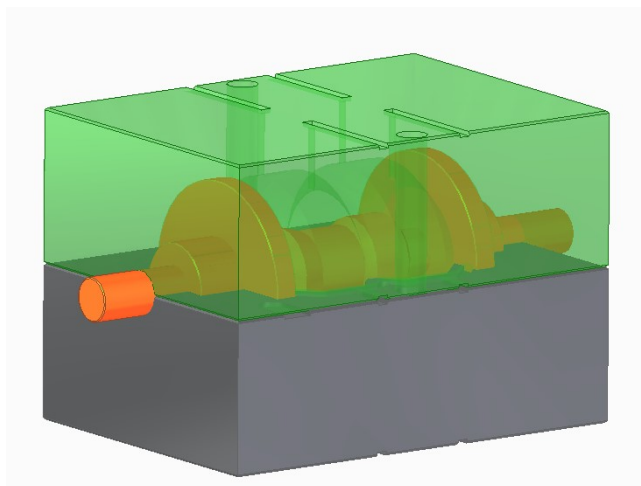
Napjainkban az alapanyag gyártók fejlesztéseinek köszönhetően a lehetőségek nagymértékben megnövekedtek, de még ma is az 1.2312 és 1.2767 jelű acélok a legkedveltebbek. Az alumíniumformák használatára is folynak sikeresnek mondható kísérletek, használatuk előnyös lehet, mivel a korszerű megmunkológépeken könnyen kialakíthatók, súlyuk az acéléhoz lépest kicsi, szilárdságuk nagy.

A fröccstechnológiához alkalmazott szerszámok jelentősen bonyolultabbak a préstechnológia szerszámainál, ezért alkalmazásuk csak tömeggyártás esetén gazdaságos.[7] Mint azt már említettem korábban, a cégnél jelenleg kizárólag a préstechnológiát használjuk. A szerszámok egyszerűbbek, mivel nem kell gondoskodni a keverék bevezetéséről, mert a megfelelő mennyiséget a dolgozók az alapanyag táblából formára és méretre vágott darabok formájában helyezik be a szerszámba. Az eljárás jelentősen lassabb és túltöltést igényel, viszont egyszerűen ez a kifizetődő az általunk gyártott mennyiségeknél. A szerszámok az alkatrész jellegétől függően kettő vagy több darabból állnak, ezért valamilyen megvezetést kell alkalmazni, ami biztosítja a pontos illeszkedést, de könnyen szétszedhetőnek is kell lennie, ez a megoldás általában a vezetőcsapok alkalmazása. A szerszám tervezésekor a gumi viselkedése miatt jelentős zsugorodással kell számolni, ellenkező esetben a késztermék kihülés utáni mérete kisebb lesz az elvártnál. Az 5. képen egy általam tervezett szerszám látható, amin jól megfigyelhetők a sorjacsatornák.



6. kép Szerszám tengellyel

Az 5. képen található szerszám egy üreges belsővel rendelkező ütközőgumi gyártásához lett tervezve és gyártva. A kékre színezett tengely biztosítja az üreges belső kialakulását. A tengely kialakítása úgy lett megoldva, hogy az egyik vége lehúzható, így a vulkanizálás végén könnyen kihúzható a késztermékből. A két oldalon található furatokba illesztett tengelyek kerültek, ennek szerepe a szerszám felső részének vezetése. A két U alakú zseb a szétszerelhetőség megkönnyítése miatt került elhelyezésre, ugyanis ide egy lapos fejű csavarhúzó befér, ennek segítségével lehet szétnyitni. A 6. képen a felső résszel együtt, a vezetőcsapok nélkül láthatjuk a szerszámot.

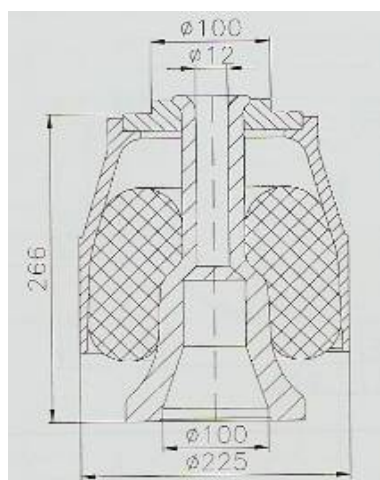


7. kép Szerszám összeszerelt állapotban

3. A kúpos gumirugó bemutatása

3.1 Előzmények

A vasúti járművek hordművébe tradicionálisan acél spirálrugókat, laprugókat, esetenként ezek kombinációját építették be. A laprugók esetében nem volt szükséges külön hidraulikus lengéscsillapítót alkalmazni, mivel a lapok között fellépő súrlódás elég energiát emésztett. A spirálrugóknak azonban nem volt ilyen belső surlódása, ezért ezek mellé nélkülözhetetlen volt egy hidraulikus vagy mechanikus lengéscsillapító rendszer beépítése. A gumirugók egyik hatalmas előnye, hogy a nagy munkaemésztő képessége miatt nincs szükség egyéb kiegészítő lengéscsillapító rendszer használatára, azonban a magasabb színvonalat képviselő járműveknél vagy csak előkészítik a hidraulikus rendszer helyét, vagy esetenként fel is szerelik. A gumirugók felhasználása nagyon sokoldalú. Beépíthetők csupán rugózó elemként nagyon sok formában, valamint vezető elemként is ugyancsak változatos módokon, a leggyakoribb azonban, amikor ezt a két funkciót egyszerre valósítja meg a gumirugó. Hazánkban először a Ganz-MÁVAG gyára készített a BKV számára gumirugókat a metró prototípusokhoz. A termékek a Clouth típusjelölést viselték. Az elsődleges jellemzője, hogy a gumi nem volt hozzávulkanizálva a fémfegyverzethez. A 7. képen látható a Clouth gumirugó metszeti képe. Ezen jól látszik, hogy egy acéltüske és egy acélharang közé van beszerelve a gumigyűrű, és ezeknek az alkatrészeknek a változtatásával bizonyos határok között szinte tetszőlegesen változtatható a gumirugó besüllyedés-erő karakterisztikája. [8]



8. kép Clouth típusú gumirugó metszete [8]

Ez volt tehát az első típus, amit vasúti járművön alkalmaztak az acélrugózás kiváltására. Nagyon sok egyéb típusú gumirugó létezik, ezekre a dolgozatomban nem térnék ki, mivel a kúpos gumirugót kell megismernünk a szerszámának megtervezéséhez. Ennek a megoldásnak nagyon sok előnye van, mind gyártási valamint üzemeltetés szempontból:

- egyszerű, könnyen gyártható és megmunkálható forgóváz keret,
- minimális számú rendszerbe épített alkatrész,
- szerelési szempontból semmiféle speciális eszközt vagy készüléket nem igényel,
- karbantartást nem igényel,
- keréknyomás beállítása könnyen elvégezhető, a forgóváz kikötése nélkül,
- eredeti paramétereit hosszú ideig megtartja,
- hazai gyártás könnyen biztosítható,
- nincs szükség külön lengéscsillapítóra,
- zajcsillapítása jelentős, ez fontos környezetvédelmi szempont. [9]



9. kép Primer kúpos gumirugó [9]

A fenti előnyök miatt döntöttek a járművek kúpos gumirugóval történő felszerelése mellett. A típus legkényesebb pontja a függőleges karakterisztika kiválasztása. A problémát az okozza, hogy a gumirugók besüllyedése a gumi limitált alakváltozása kisebb, mint a spirálrugókkal elérhető érték. Az axiális karakterisztika miatt nagyon fontos, hogy a terheléseket a lehető legpontosabban határozzuk meg. Amennyiben ezeket az értékeket alábecsüljük, a gumirugót alul méretezzük, ennek üzemi pontja a merev irányba fog eltolódni, a jármű futása emiatt kemény lesz. Az

újabb járműveknél a legtöbb esetben légrugós szekunder rugózást alkalmaznak, ezt dőlésgátló szerkezettel egészítik ki. A kúpos gumirugó kétféleképpen építhetők be, az egyik módszert a francia gyártók alkalmazzák, itt a csap néz felfelé, a talp rész van alul, a másik megoldás pedig ennek a fordított pozíciója. A 9. és 10. képen láthatjuk a két megoldást. [9]



10. kép Francia módszer [9]



11. kép Fordított megoldás [9]

3.2 Technológiai elemzés

3.2.1 Fém alkatrészek elemzése

A kúpos gumirugó mellékelt összeállítási rajzát (1. sz. melléklet) elemezve láthatjuk, hogy ez egy sokféle megmunkálást, technológiát és szerelést igénylő, több alkatrészből álló késztermék. A fémmegmunkálások nagy részét külső partnercégek végzik, így ezek gyártását csak felületesen ismertetem, illetve a hangsúlyt inkább arra helyezem, hogy az adott alkatrész miért ilyen paraméterekkel illetve követelményekkel rendelkezik.

A mellékelt összeállítási rajzon (1. sz. melléklet) látható, hogy az általunk gyártott gumirugó a fordított megoldással kerül beszerelésre, ami azt jelenti, hogy a talp van felül, a csatlakozó kúp pedig alul. A talp kialakítását elemezve azt figyelhetjük meg, hogy ez az alkatrész két oldala egyenlő hosszúságú, alsó és felső felületén két darab, különböző átmérőjű sziget került kialakításra. Ezekre a szigetekre azért van szükség, mert a felső, nagyobb átmérőjű beszereléskor a forgóvázon a megfelelő helyre csatlakozik be. A mérete 232 mm, ami az ISO 286 szabvány szerinti f7-es tűréssel van ellátva. A tűréstáblát megnézve megállapítható, hogy ez azt jelenti, hogy a gyártott méret a névleges méretnél csak kisebb lehet. Erre a beszerelés megkönnyítése miatt van szükség. Az ISO 286 egy nemzetközileg elfogadott szabvány, ami a furatok és csapok tűréseit határozza meg, ezeket különböző osztályokba sorolja. A furatok tűréseit angol ABC nagy betűivel és egy arab számmal jelölik, a csapok tűréseit az angol ABC kis betűivel is szintén egy arab számmal jelölik. Ez egy kiemelten fontos méret az alkatrész szempontjából, ezért ezt a készterméken mindenképpen ellenőrizni szükséges. A rajzon (1. sz. melléklet) megfigyelhetjük, hogy nem minden mérethez tüntettek fel tűrést, azonban amint olvashatjuk, ezekre az MSZ ISO 2768 tűrésezetlen méretek pontossági osztályára vonatkozó szabvány értékeit írták elő. Erre a szabványra azért van szükség, mert mint tudjuk, minden esetben engedélyezni kell valamekkora eltérést a névleges mérettől. Ezzel kapcsolatban viszont megjelent az az igény is, hogy bizonyos általános esetekben ne kelljen külön, minden mérethez előírni a tűrést. Magyarországon ezt a szabványt 1991 óta használják napjainkig. Lényege, hogy a tűrések értékeit hét méretcsoport, valamint négy pontossági osztály szerint kapjuk meg. Ezek a következők:

finom, közepes, durva, nagyon durva. Esetünkben az m, azaz a közepes pontossági osztály van előírva, [10] melynek értékeit az 1. táblázatban láthatjuk, pirossal kiemelve az ide vonatkozó sort.

<i>Pontossági osztály</i>		<i>Névleges méretcsoportok és azok tűrései</i>							
<i>jel</i>	<i>megnevezés</i>	<i>0,5–3-ig*</i>	<i><3–6-ig</i>	<i><6–30-ig</i>	<i><30–120-ig</i>	<i><120–400-ig</i>	<i><400–1000-ig</i>	<i><1000–2000-ig</i>	<i><2000–4000-ig</i>
<i>f</i>	finom	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	–
<i>m</i>	közepes	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
<i>c</i>	durva	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4
<i>v</i>	nagyon durva	–	±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4	±6	±8

1. táblázat Méretek jelöletlen tűrései az MSZ ISO 2768 szerint [10]

A másik, 204 mm átmérőjű sziget a gumirugó összeszerelésénél fontos, ugyanis ez a méret fog csatlakozni egy másik alkatrészbe, valamint ez a felület egyben az ütközőfelület szerepét is betölti, hogy a gumirugót ne lehessen a megengedettnél jobban összenyomni. A talpon még található 4 db 18 mm átmérőjű furatot, amiknek a távolsága nem azonos mindkét irányban. Ez a megoldás fogja biztosítani, hogy a gumirugót csak a megfelelő irányba lehessen beszerelni a járművek alá. Erre az alkatrész irányfüggő karakterisztikája miatt van szükség, amit az üreges kialakítás valamint a gumin lévő lélegzőnyílások okoznak. A tengely irányában a gumirugó, sokkal lágyabb, vontatási irányban pedig sokkal keményebb. A lélegzőnyílások számottevő anyagihiányt jelentenek, ezért biztosítani kell, hogy a vontatási irány tengelye ne ezeken haladjon keresztül, hanem ezek közé essen. Ezt a funkciót valósítják meg tehát a nem megegyező furattávolságok. Találunk még további 6 darab süllyesztett furatot, ezeknek a késztermék összeszerelésénél lesz szerepe. Azért kell, hogy a furatok süllyesztett kivitelűek legyenek, hogy a csavarfejek ne álljanak ki az alkatrészből, mert így nem lehetne beszerelni a gumirugót.

A következő fontos alkatrész a csatlakozókúp. Ez a gumirugó egy igen kritikus darabja, ugyanis itt gumi-fém kötést kell kialakítani. Ennek javítására egy gumizási felületet

alakítottunk ki a kúpos részen, ami azt jelenti, hogy nagy előtolással egy durva, 25-ös átlagos felületi érdességgel rendelkező részt hoztunk létre az alkatrészen. A megoldással megnöveltük a tapadási felületet, ami javított a kötés erősségén, tartósságán. Mivel a gumi és a fém között a tapadás nem túl jó, ezért a megfelelő kötés kialakítása érdekében segédanyagokat kell használnunk. Ezt kémiai úton végezzük, egy két rétegből álló ragasztóval. Az eljárás lényege, hogy az első, szürke színű, a fémhez jól tapadó alapozó réteget felhordjuk az alkatrészre, majd a 8 órás száradás után egy második, fekete színű ragasztóanyagot kenünk rá, ami jól köt az alapozóhoz és az elasztomerhez, így alakítva ki a megfelelő tapadást. Természetesen a felhordás előtt a fémet megfelelő módon elő kell készíteni. Első lépésként homokszórjuk az alkatrészt, ezzel megtakarítva az esetleges korróziótól valamint apró karcokat, krátereket hoz létre a felületen. Ezt követően zsírtalanítani kell a kezelni kívánt darabot, innentől kezdve csak kesztyűben lehet az alkatrészekhez érni.



12. kép Csatlakozókúpok előkészítés alatti különböző állapotai

Az esetleges zsíros foltok az alapozóréteg nem megfelelő tapadását eredményezik, ami a gumi elválásához vezethet a fémtől, azaz selejt lesz az elkészült alkatrész. Ez különösen veszélyes lehet, ugyanis gyakran nem látszik, hogy nincs megfelelő kötés, mert ez lehet, hogy az alkatrész olyan részén van, például egy ujjlenyomat miatt, amit gumi takar és körülötte a megfelelő tapadás látszik, viszont a dinamikus igénybevétel

miatt innen megindulhat az elválás és ez akár üzem közbeni meghibásodáshoz is vezethet. A felsoroltak miatt tehát kiemelten fontos művelet a fémalkatrészek előkezelése, megtisztítása, majd ezek után a megfelelő védőkesztyű használata. A gumiba vulkanizálva található még 3 darab, különböző méretű kúplemez, ezeket is ugyanilyen módon kell kezelni, hogy a megfelelő kötés ki tudjon alakulni.

A kúp csatlakozó szára, amelyen a két M16-os furat is található, napjainkban már henger alakú, pedig eleinte ennek a kialakítása is kúpos volt. A változtatásra azért volt szükség, mert ez jelentősen egyszerűsítette az alkatrész beszerelését. A furatokat és a meneteket csak a vulkanizálás után készítjük el, elkerülve ezzel azok sérülését a folyamat során. Ezen a felületen további jelek kerülnek elhelyezésre, ezek a gyártás időpontja év és hónap formában, valamint az alkatrész egyedi sorszáma. Ezekre több szempont miatt van szükség, az egyik, hogy a gumirugónak 8 évet kell működnie a csere előtt. Az egyedi azonosító szerepe, hogy a gyártás utáni ellenőrzés része egy terhelési vizsgálat, amit minden egyes legyártott darabon el kell végezni, dokumentálni és mellékelni kell az alkatrésszel együtt, tehát minden gumirugóhoz tartozik egy egyedi terhelési mérőlap, amin ezek a sorszámok fel vannak tüntetve, ilyen módon visszaellenőrizhető az adott termék megfelelősége.

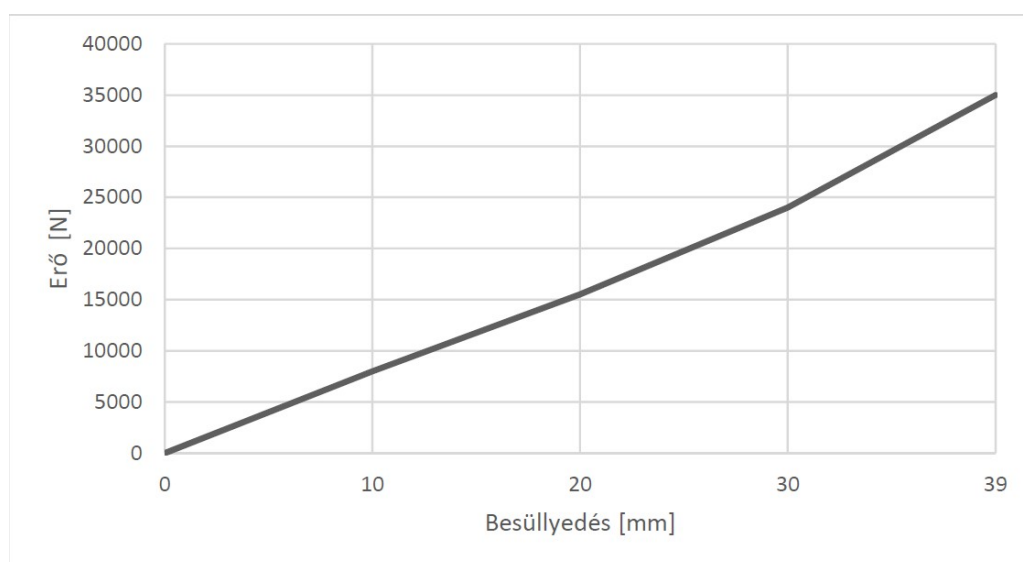
A hüvely az utolsó és egyben az egyik legfontosabb alkatrésze a gumirugónak, ugyanis tulajdonképpen maga a gumi közte és a csatlakozókúp között helyezkedik el. Kialakítását tekintve a külső felülete hengerfelület, belső része pedig kúpos, amelyen szintén gumizási felület található az előbb már említett durva felületi minőséggel. A vulkanizálás előtt ezt a részt is kezelni kell illetve a kötést segítő ragasztóanyagokat is fel kell hordani. Ez többféleképpen is kivitelezhető, a cégnél ezt ecsettel visszük a felületre, de egyébként bármilyen olyan egyéb módszerrel is megtehető, amivel festéket is fel tudunk vinni a felületre, tehát merítés, szórás és henger segítségével történő kenés. Esetünkben a merítés nem megfelelő, mert nem szükséges az egész alkatrészt bevonni, a hengerrel nehezebben lehet a belső felületekhez hozzáférni, ezért ez sem megfelelő, a szórás pedig gazdasági szempontból lett elvetve, ugyanis ehhez szükség lenne egy külön helyiség kialakítására. A hüvely szélesebb homlokfelületén 6 darab, M12-es méretű menetes furat került elhelyezésre egyenlően elosztva az osztókör mentén, melyek segítségével a talp rászerezhető a már vulkanizált félkésztermékre. A rögzítéshez 6 darab M12-es méretű, 12.9-es minőségű belső kulcsnyílású csavart

használunk. A 12.9-es jelölés a csavar szilárdsági tulajdonságaira utal. Az első számjegy a szakítószilárdság századrésze, azaz esetünkben a szakítószilárdság 12000 N/mm^2 . A második szám a folyáshatár és a szakítószilárdság hányadosának a tízszerese, ebből tehát kiderül, hogy a felhasznált csavar folyáshatára 10800 N/mm^2 . A csavarokat az MSZ EN 24014 szabvány által előírt 130 Nm meghúzási nyomatékkal szereljük.

Az összeszerelés után a kúpos gumirugó még mindig nincs teljesen kész állapotban, ugyanis az összeállítási rajzon (1. sz. melléklet) látható, hogy a terméket felületvédelemmel kell ellátni, melynek színe fekete. A színekre is létezik szabvány, a rajzon (1. sz. melléklet) is megtalálható, hogy pontosan milyen feketére kell festeni az alkatrészt. A RAL egy nemzetközileg elfogadott és széles körben alkalmazott színskála rendszer, melyet a német RAL GmbH cég hozott létre évtizedekkel ezelőtt. [11] A színeket 9 nagy csoportra osztották színárnyalatok szerint: sárga és bézs, narancs, vörös, ibolya, kék, zöld, szürke, barna, fekete. A színeket egy négy számjegyből álló kóddal határozzák meg, melyeknek első karaktere utal az árnyalatra. Például az összes sárga és bézs árnyalatú szín 1-es számmal kezdődik ezen belül a közlekedési sárga elnevezésű szín a RAL 1023 kóddal rendelkezik, a világos elefántcsont elnevezésű pedig a RAL 1015 szabványos megjelölést kapta. A színskálát megfigyelve érezhető ennek a rendszerezésnek a szükségessége, ugyanis például a biztosak gondolt egyszerű fekete színek között is hatalmas, szemmel látható különbségek vannak. Az alkatrészre előírt RAL 9005 szín megnevezése mélyfekete, ami a paletta legsötétebb színe. A festéshez Very Well márkájú, matt fekete, gyorsan száradó festéksprayt használunk, amely akril alapú, benzin valamint olajálló és egy rétegben hordjuk fel a felületre. A festék száradása után a termék készen áll a geometriai méretek ellenőrzésére, a terhelési vizsgálatot még a felületvédelem elvégzése előtt folytatjuk le, ezzel elkerülve a réteg sérülését, amely miatt esetlegesen korrózió indulhatna el a gumirugó fém alkatrészein, valamint esztétikai szempontból is célszerű ezt a sorrendet tartani.

3.2.2 Gumirugó vulkanizálása

A vulkanizálás megkezdése előtt, a rajzon (1. sz. melléklet) található diagramokat és a beépítési helyre, körülményekre vonatkozó ismereteinket alapul véve meg kell határoznunk a gumi minőségét, keménységét. A megrendelő szempontjából az a legfőbb elvárás, hogy vulkanizálás után a választott alapanyaggal készült gumirugó teljesíteni tudja az előírt erő-besüllyedés karakterisztika jellegét valamint értékeit, ezeket az 1. diagramon láthatjuk.



1. diagram Előírt axiális irányú erő-besüllyedés diagram

Egy szinte teljesen lineáris görbét figyelhetünk meg, melynek legfontosabb értékei, hogy a maximális terhelés 35000 N, valamint, hogy ennek az erőnek a hatására a gumirugónak 39 mm-t kell összenyomódnia. Természetesen a besüllyedés értékére van megengedett eltérés, ez $\pm 10\%$, ami azt jelenti, hogy minimum 35,1 mm-t, maximum 42,9 mm-t kell összenyomódnia. Ezeken az értékeken egyébként a belső ellenőrzés során szigorítottunk, így a mérések során 36 mm és 42 mm között kell lennie az értékeknek.

A rajzon (1. sz. melléklet) a gumira vonatkozóan csak ennyi információt találunk, a megrendelő ugyanis szándékosan nem írt elő pontos anyagminőséget, ezt ki kellett kísérletezni. Több próbagyártást is elvégeztünk, ezeknek eredményeként a megfelelő gumiminőség az NR45. Az NR jelzés a természetes kaucsukot jelenti, ami a

mai napig a gumigyártás egyik leginkább használt és legfontosabb alapanyaga. Ez a típus azért megfelelő, mert a beépítési helyet ismerve egyértelmű, hogy a gumirugó nem olajos, zsíros környezetben található, emiatt nem indokolt az olajálló, azaz az NBR jelzésű szintetikus kaucsuk. Ez főleg a költségek szempontjából fontos, de a mechanikai tulajdonságai is kevésbé kedvezőek a természetes kaucsukéhoz képest. [12]

Az anyagmegjelölés második felében a 45 a gumi Shore- keménységét jelzi. Ezt a jellemzőt az 1920-as években, Albert F. Shore fejlesztette ki, elsősorban polimerek, elasztomerek és a gumi keménységének meghatározása céljából. Több típusa van, ezek a 0, 00, A, B, C, D és D0, de Európában csak az A és a D típus van szabványosítva. Az A típus a gumi és a lágyabb műanyagok, a D pedig a keményebb műanyagok mérésére szolgál. Az értékek egy 0-100-ig terjedő skálán helyezkednek el, ahol a 100-as érték azt jelenti, hogy a behatolótest egyáltalán nem nyomódott bele az anyagba, 0 értéket pedig akkor kapunk, ha teljesen, azaz 2,5 mm mélyen belenyomódott az anyagba. A Shore A típusnál ez a behatolótest egy 35°-os nyílásszögű acél csonkakúp. Fontos megjegyezni, hogy 2,5 mm-nél vékonyabb anyagokon nem alkalmazható. Hétköznapi példákba átültetve az értékeket, egy befőttesgumi körülbelül 25, míg egy személyautó abroncs gumija megközelítőleg 70 Shore A keménységgel rendelkezik. [13]

A műszer kivitelét tekintve létezik kézi, valamint állványos felépítésű is, ezzel, sokkal pontosabb, megbízhatóbb méréseket lehet végezni. A folyamat könnyen automatizálható, ezért tömeggyártásban is egyszerűen megoldható a termékek ellenőrzése.



13. kép Kézi kivitelű, digitális kijelzésű durométer



14. kép Állványos kivitelű, analóg kijelzésű durométer

Az alapanyag kiválasztása után még egy fontos paramétert meg kell határozni a gyártáshoz, ez pedig a vulkanizálási idő, ugyanis a szerszám hőmérséklete a vulkanizálás során adott, 150°C . Esetünkben a 60 perc lett az optimális, ezt próbagyártásokkal, valamint tapasztalati úton, korábbi, hasonló jellegű és méretű alkatrészek segítségével határoztuk meg. A hőkezelés ideje erősen befolyásolja a késztermék mechanikai tulajdonságait, ugyanis ha a vulkanizálási idő rövid, a gumi puha marad, nem alakulnak ki megfelelő mennyiségben a kötések, ha pedig túl hosszú, az anyag felületén beégések keletkeznek, ezek szemmel jól látható nyomokat hagynak a felületen.

Miután a vulkanizáláshoz szükséges technológiai és anyagminőség paraméterek meghatározásra kerültek, a gyártás folyamata a következőképpen zajlik. A szerszám a vulkanizáló présben melegszik, miközben a kollégák előkészítik a szükséges alapanyag mennyiséget. Ennek során, mérlegen kiadagolják a megfelelő gumimennyiséget, amit ezután szalagokra szabnak. Esetünkben kalanderezésre nincs szükség, mert az anyagot előhengerelt táblák formájában kapjuk az alapanyaggyártótól. Miután a szerszám a

megfelelő hőmérsékletre melegedett, amit egy érintés nélküli hőmérő segítségével ellenőriznek, a hüvelyt, a három betétlemezt, a méretre vágott szalagokat és a csatlakozókúpot az előírt módon a szerszámba helyezik, majd a több részből álló szerszámot összerakják, lezárják, ezután betolják a vulkanizáló présbe. Az összenyomás több szakaszból áll, először a szerszámot teljesen összezáruk néhány másodperc erejéig, ezután visszaengedjük, hogy a gumi az üreg minden részét megfelelően ki tudja tölteni, ezt az állapotot szintén pár másodpercig tartjuk. Ezek után a szerszámot teljesen összenyomjuk, a sorjacsatornák kivezetőnyílásain pedig látható, hogy a túltöltés miatt a felesleges gumimennyiség a bennmaradó levegővel együtt távozik. Az jelzőórákat ekkor beállítjuk 60 percre, azaz a vulkanizálási idő végéig. Miután az idő lejárt, a présgépet teljesen nyitott állapotig engedjük, a szerszámot kihúzzuk a munkatérből és szétszereljük. A folyamat végén a talp nélküli, összeszerelésre, sorjázásra és festésre váró félkésztermék kiemelhető. Rendkívül fontos, hogy mielőtt bármilyen további munkálatot vagy ellenőrzést végeznénk a terméken, 24 órán keresztül, állandó hőmérsékleten, huzatmentes helyen kell biztosítani a termék szobahőmérsékletre hűlését.

A rajzon (1. sz. melléklet) található egy jelölés, amely azt írja elő, hogy a gyártó jelének a gumi felületében meg kell jelennie, bele kell sütni. Erre azért van szükség, mert garanciális alkatrészről van szó, valamint a piacon több gyártó is jelen van, a termékeket valamilyen módon meg kell különböztetni. A jelölés alapján a megrendelő tudni fogja, hogy egy esetleges meghibásodás esetén a garanciát melyik gyártónál tudja érvényesíteni, egyes durvább esetekben pedig, például tömeges tönkremenetel esetén melyik beszállítót kell helyettesíteni.

4. Szerszámtervezés

4.1 Adatgyűjtés

A tényleges tervezés megkezdése előtt rendkívül körültekintő és részleges adatgyűjtés kell végezni, mivel egy viszonylag nagy értékű szerszámról és termékről van szó, amelynek ha hiba csúszik a gyártásába, jelentős kiadásokat jelenthet a cégnek. A kúpos gumirugó gyártására kijelölt gép kiválasztása úgy történt, hogy az alkatrész rajzát (1. sz. melléklet) megvizsgálva, ennek befoglaló méreteit figyelembe véve született döntés, ugyanis a szerszám mérete ennél a méretnél nem kell, hogy jelentősen nagyobb legyen, így tehát a gép szempontjából, méretbeli korlátokba nem ütközünk. Esetünkben egyebként egy két darab, alsó és felső fűtőlappal rendelkező hidraulikus vulkanizáló présre esett a választás.



15. kép A kiválasztott gumivulkanizáló prés a behelyezett szerszámmal

Az adatgyűjtés következő fontos része a dolgozók véleményének, tapasztalatainak meghallgatása korábban már használt, hasonló méretekkel vagy geometriával rendelkező alkatrész szerszámáról. Mivel ezt a szerszámot kézzel fogják betölteni, valamint a vulkanizáló présbe helyezni, különösen fontosnak tartottam a dolgozókkal

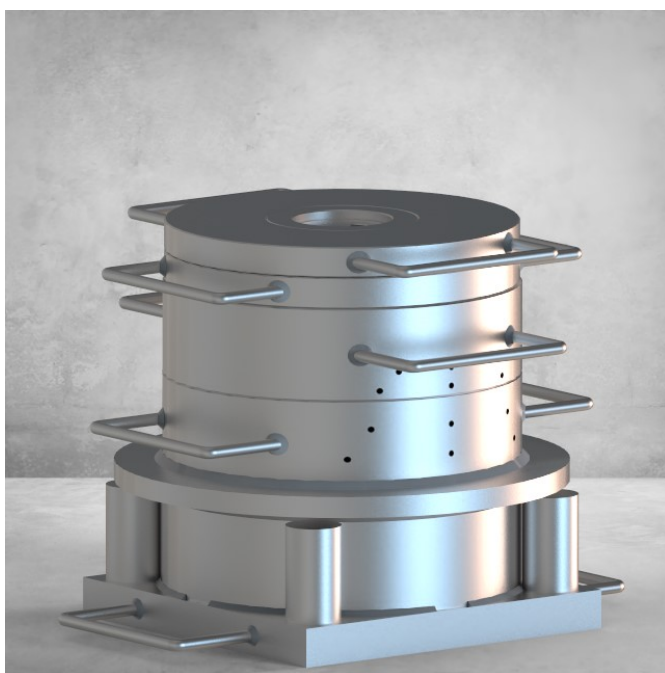
történő konzultációt, mivel ők fogják minden nap használni, hasznos tanácsokat tudnak adni, ezeket beépítve egy jó szerszám tud születni, amivel a munkavégzés is hatékonyabb lesz. Ahogy azt már korábban említettem, a szerszám kézzel lesz szétszedve és betöltve, így a súlya korlátozott lehet, emiatt több, kisebb, ezáltal könnyebb alkatrészből álló szerszámot terveztem. Ez a bontás egyébként kedvezően hatott a szerszám gyártási árára is, mivel a forgácsolási munkák egyszerűbbek lettek miatta. A használatból adódó kopás miatt néhány elemet úgy kellett kialakítani, hogy ezek könnyen cserélhetők legyenek, és ne kelljen pár darab megviselt alkatrész miatt egy komplett új szerszámot gyártani, ezzel is jelentős kiadásokat spórolva meg.

4.2 A szerszám tervezésének folyamata

Az adatok összegyűjtése és elemzése után megkezdődhetett a szerszám megtervezése. Ennek első lépéseként alaposan elemeztem az kúpos gumirugó összeállítási rajzát (1. sz. melléklet), melynek során azt vizsgáltam, hogy mely fémalkatrészek csatlakoznak a gumival. Mivel a talp és a gumi között nincs szükség kötés létrehozására, ezt az alkatrészt a szerszám szempontjából figyelmen kívül hagytam, ennek felszerelése utólag történik meg. A következő lépésben elkészítettem a termékhez szükséges modelleket a Solid Edge program segítségével, majd ezeket virtuális térben össze is szereltem. Ezután egy olyan modellt alkottam meg a kúpos gumirugóról, amelyen a talp nem volt rajta, valamint az egész alkatrész egy darabban modelleztem le. Erre azért volt szükség, mert ezt a modellt így könnyen át tudom skálázni a zsugorodás meghatározása után. Mivel a gumirugó alsó része, a külső körház anyaga acél, zsugorodással nem kellett számolnom, így ezt a szerszámrészt terveztem meg először. A felső rész tervezéséhez először egy hengeres előgyártmányt terveztem, melyből az előbb már elkészített alkatrészmodellt kivontam, miután annak méretét a zsugorodásnak megfelelően 1,5%-al megnőveltem. Ezzel a lépéssel létre is jött a szerszámüreg a kialakítani kívánt térfogattal. A programban ennek méreteit vizsgálva, a tömege túl nagy volt ahhoz, hogy ezt kézzel biztonságosan és pontosan lehessen mozgatni. A következő lépésben ezért ezt felbontottam több külön részre, így kezelhetőbb méreteket létrehozva, majd ezeket az elemeket dolgoztam ki részletesen.

Ezt követően a sorjakivezető csatornákat terveztem meg, erre csak azon a részen volt szükség, ahol a szerszámüregben gumit találunk. A lélegzőnyílások alapján megterveztem az ezeket kialakító alkatrészeket, majd ezek szerszámra történő rögzítését is kidolgoztam. Ezek után a szerszámot modelltérben összeraktam, majd a fémalkatrészeket is behelyezve a Solid Edge segítségével ütköztetésvizsgálatot végeztem. Miután az elemek között nem volt ütközés, a használhatósághoz szükséges részeket is kialakítottam. Ezek a fogantyúk, valamint a szerszám talpában lévő 4 darab 45 mm átmérőjű csap és a szerszám középső részére hegesztett váll, melyeknek a szétszerelés közben vesszük hasznát.

4.3 A szerszám bemutatása



16. kép A szerszám renderelt képe

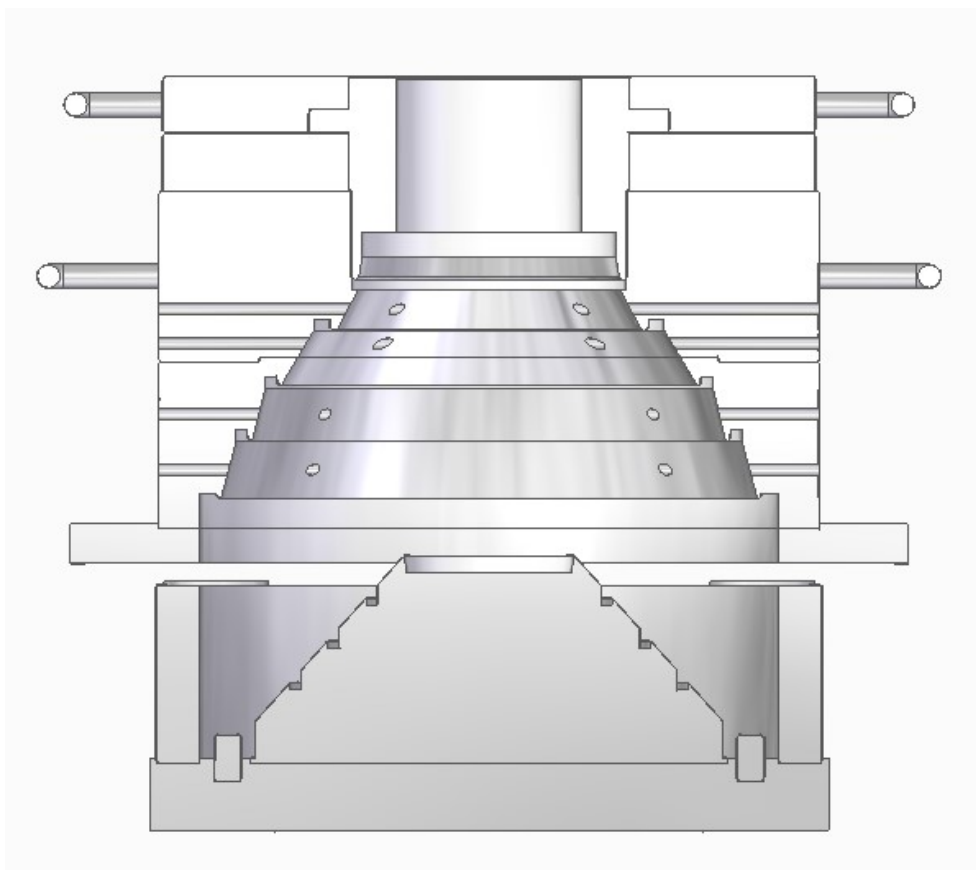
A 16. képen a szerszám renderelt képét láthatjuk összerakott állapotban. Jól megfigyelhető, hogy a külső ház több részből, egészen pontosan öt fő elemből áll. Erre a megoldásra részben a betöltés és a késztermék kivételének egyszerűsítése, részben pedig a szerszám gyárthatóságának egyszerűbbé és olcsóbbá tételének érdekében volt szükség. Mivel a komponensek így kisebbek és könnyebbek lettek, mozgításuk is

egyszerűbb és biztonságosabb, mintha például kettő, egy alsó és egy felső részből állna. Ez a megoldás is szerepelt az elsődleges opciók között, azonban hamar el kellett vetni a fentebb már említett okok miatt. Ezzel a kivittel ugyan hosszabb időbe telik az összerakás valamint a szétszedés, ugyanakkor a szerszám részeit könnyedén lehet pontosan összeilleszteni miután az alapanyag betöltésre került, ezzel elkerülve egyrészt a szerszám, másrészt a gyártandó termék fém alkatrészeinek sérülését, amik komoly költség -és idővesztést okozhattak volna. A képen jól látható, hogy minden külön álló részre került két darab fogantyú, ezekre szintén a kézzel történő mozgások miatt volt szükség. Ezek 10 mm átmérőjű, S355 minőségű köracélból kerültek kialakításra, először méretre vágva, majd hajlítva, végül a kész szerszámra hegesztve. A tervezéskor a méreteit úgy határoztam meg, egy nagyobb kézzel rendelkező dolgozó is könnyedén, kényelmesen rá tudjon markolni és ne szoruljon be a keze. Itt figyelembe kellett venni a vulkanizálás alatt használt hőálló kesztyűt, ez ugyanis elég vastag és jelentősen megnöveli a kezek méretét, de ez szükséges ahhoz, hogy a 150 °C-ra melegedett szerszámokat és termékeket is a megégés veszélye nélkül lehessen megfogni.



17. kép A hőálló kesztyű és a kéz mérete

A 16. képen, a szerszámon látható fekete pontok a sorja –és levegőkivezető nyílások furatai. Mivel a cégnél a préstechnológia van használatban, ezért, mint azt már egy korábbi fejezetben említettem, több gumi alapanyagot kell betölteni és ez a többlet ezeken a nyílásokon tud távozni a levegővel együtt, aminek beszorulása esetén a gumiban zárványok alakulhatnak ki, ami selejtes termékhez vezet.



18. kép A szerszám modell metszete, összerakva, üres állapotban

A 18. képen a szerszám 3D-s modelljének metszetét láthatjuk, a belső alkatrészek és betöltött gumi alapanyag nélkül. A szerszámüreget megfigyelve, a kúpos gumirugó geometriája jól látható, formájában már megegyezik a késztermékkel, viszont a méreteiben nagyobb, mint a gyártandó alkatrész. Erre azért van szükség, mert a gumi a nagy hőtágulási együtthatójának köszönhetően erősebben zsugorodik, mint az acél, ami a szerszám anyaga. A geometriai méretek ellenőrzését a zsugorodás miatt csak a vulkanizálást követő napon lehet ellenőrizni, mivel ekkor teljesen kihűl az alkatrész és

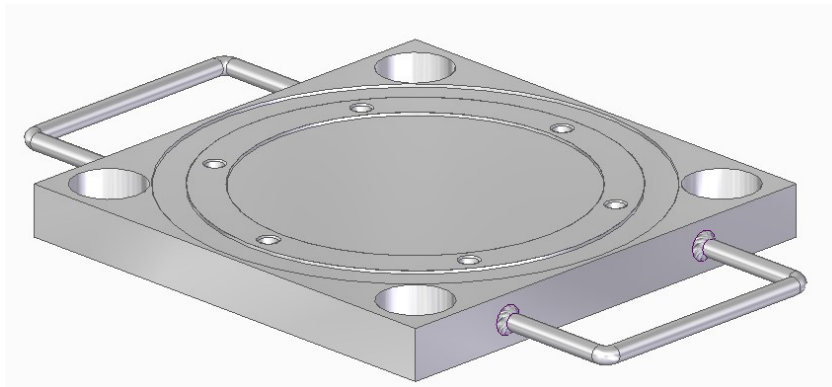
további méretcsökkenés már nem várható. Ez a csökkenés százalékban kifejezve körülbelül 1,5-2 %-t jelent, de ez erősen alapanyag valamint geometria függő.

Kaucsuktípus	Lineáris hőtágulási együttható, $10^{-4} \text{ mm} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$
NR	1,80
SBR	1,80
IIR	1,80
NBR (28% ACN)	1,75
NBR (33% ACN)	1,70
NBR (38% ACN)	1,50
CR	1,85
CSM	1,75
AU	1,75

19. kép Különböző kaucsuktípusok hőtágulási együtthatója [14]

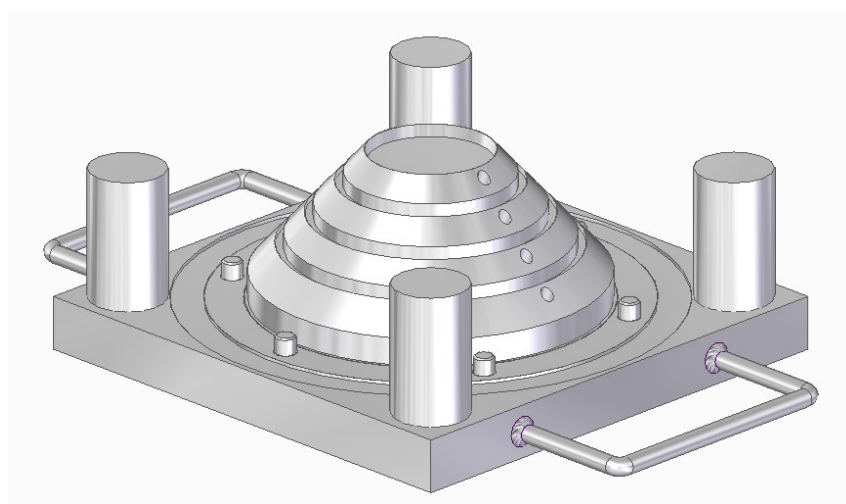
A 19. képen a szakirodalomban található lineáris hőtágulási együtthatókat láthatjuk különböző kaucsuktípusokhoz társítva, viszont ezekkel az értékekkel óvatosan kell bánni, csak kiindulásnak használhatóak, mivel a valóságban a zsugorodás mértéke nem csak az anyagtól függ. A tervezésnél célszerű volt tehát minimális zsugorodással számolnom, így a szerszám mérete nagyon közel volt a késztermék méretéhez, így ebben az esetben, ha a próbagyártás után a hűlés utáni méret túl kicsi lett volna, a szerszámon viszonylag egyszerűen lehetett volna alakításokat végezni, nagyobbra venni a méreteket. Abban az esetben azonban, ha túl nagy zsugorodással számolok, az azt jelentette volna, hogy a szerszám és ebből kifolyólag a késztermék méretei túl nagyok, ennek kijavítása a szerszám költség jelentős emelkedését eredményezheti, nem is beszélve arról, hogy a gyártás tervezett indítása is csúszott volna. Ezek miatt tehát a tervezés során 1,5 %-s térfogatcsökkenést feltételeztem, és később, a próbagyártás során kiderült, hogy ez helyes döntés volt, mivel a termék méretei megfeleltek a rajzon (1. sz. melléklet) előírt méreteknak és azok tűréseinek. A gyártás megkezdése előtt még ellenőrizni kellett, hogy a gumirugó terhelés hatására a rajzon (1. sz. melléklet) megadott diagramoknak megfelelően viselkedik, vagy változtatni kell az alapanyag keveréken. A terhelési vizsgálat során a próbagyártmány az előírtaknak megfelelően viselkedett, tehát a gyártást meg lehetett kezdeni. Ez azt is jelentette, hogy a tervezett

szerszám is megfelelő, mivel ezt csak akkor lehetett kijelenteni, mikor a gyártott termék megfelelt az elvárásoknak.



20. kép A szerszám talp része

A 20. képen a szerszám talp része látható, teljesen üresen, a hegesztett megfogókkal. A szerszám egészét innen kiindulva, fokozatosan összerakva fogom bemutatni.



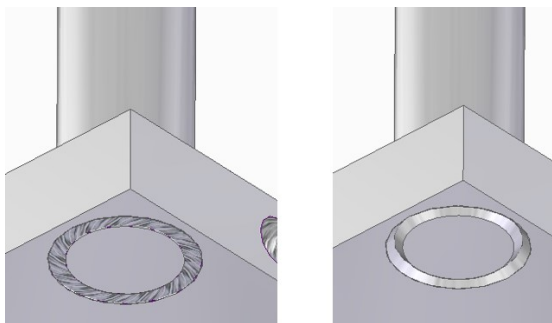
21. kép A szerszám talp része részlegesen összerakva

A 21. képen több alkatrész is megjelent az üres talpon. A középső kúpos rész biztosítja a gumirugó belső üreges részét. A kúp palástfelületén található beszúrások a termékben található három darab betétlemez miatt voltak szükségesek, ugyanis a lemezek ezekbe a beszúrásokba illeszkednek. A homlokfelületen található körzseb a csatlakozókúp miatt lett kialakítva, ebbe illeszkedik bele és ez biztosítja, hogy az alkatrész függőleges irányban a megfelelő magasságban helyezkedjen el. Az alkatrészen található még nyolc darab furat, a 21. képen ebből csak négyet látunk, a maradék négy a

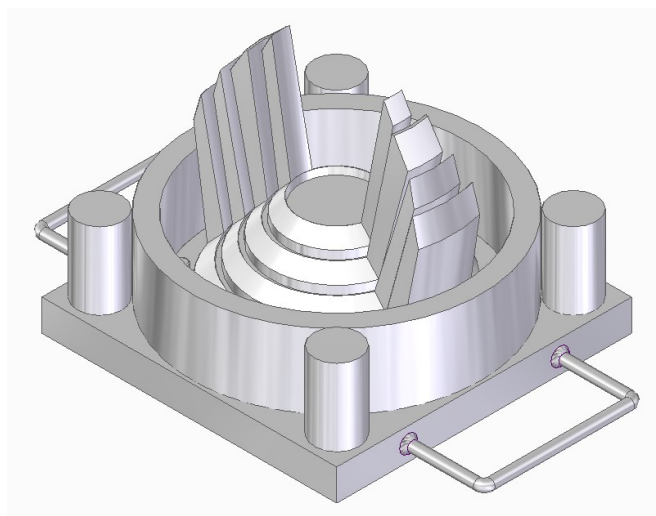
forgástengelyre tükrözve található, ezek szerepe a későbbiekben lesz kifejtve. A belső kúp a talpon kialakított 2 mm mély körzsebbe laza illesztéssel kerül be, mert ennek pontos pozicionálását a gumirugó külső körháza fogja megvalósítani. Egyéb rögzítési módra nincsen szükség, mivel a szerszám össze lesz nyomva gyártás közben, valamint ez a késztermék kivételekor és a betöltés során jelentősen megnövelné a folyamatok időtartamát.

A talpon elhelyezésre került 6 darab, 11 mm átmérőjű pozicionáló csap. Ezek szerepe, hogy a gumirugó külső körházát a megfelelő módon lehessen csak a szerszámba helyezni. A körházon található 6 darab M12-es menettel rendelkező furat, amelyek a késztermék összeszerelésére szolgálnak és ezek már a vulkanizálás előtt kialakításra kerülnek. A csapok ezekbe a furatokba fognak illeszkedni, mivel kisebbek nem fogják megsérteni a menetet és pontossági szempontól is megfelelő a csap és a furat között lévő játék. A pozicionálásra azért van szükség, mert a gumirugó rajzán (1. sz. melléklet) látható, hogy a lélegzőnyílások elhelyezkedése meg van adva a talphoz képest, azaz a talp azon oldalán kell lennie, amelyiken a furatok távolsága 205 mm. A csapok nélkül a körházat bárhogyan bele lehetne helyezni a szerszámba, ebben az esetben összeszereléskor a lélegzőnyílások pozíciója a menetekhez képest nem lenne megfelelő, és nem lehetne a rajzon (1. sz. melléklet) látható módon összeszerelni a gumirugót.

A 21. képen látható még négy darab 45 mm átmérőjű csap. Ezeknek a szerszám vulkanizálás utáni szétszerelésekor van szerepe, ilyenkor a szerszámot szét kell feshíteni, ezt pajszerrel végzik, amit ezeken a csapokon tudnak megtámasztani. Azért van szükség négy darabra, hogy minden oldalról meg lehessen emelni, ellenkező esetben a szerszám befeszülne, és nem lehetne szétszerelni. A csapok egyik vége letöréssel lett ellátva, mert ezek a talp alsó részéhez vannak hegesztve, így a varrat bele lett süllyesztve a szerszámba és nem ezen fekszik fel.



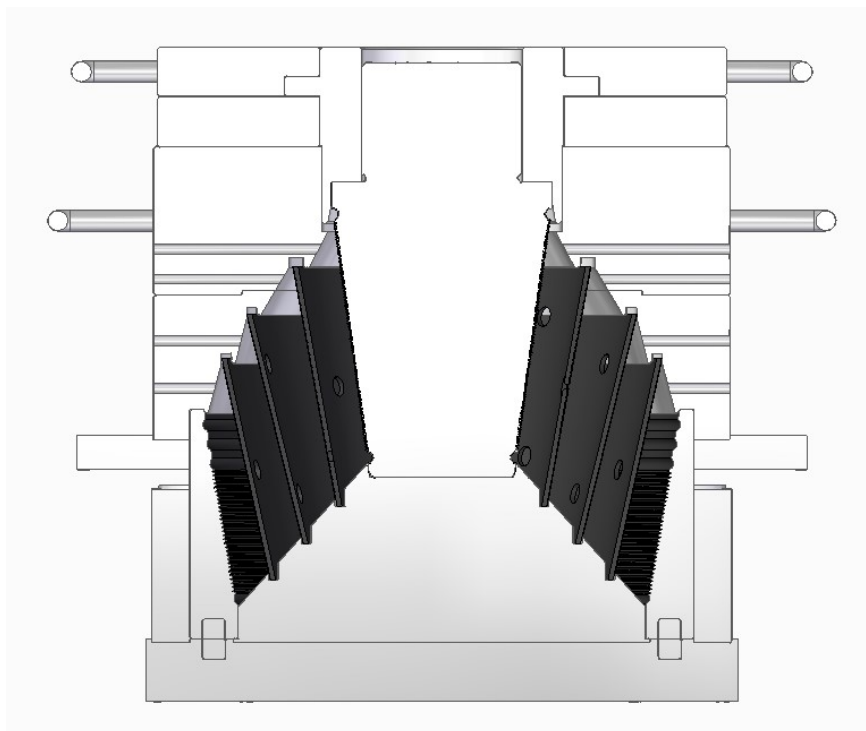
22. kép A csap hegesztve és előkészítve



23. kép A szerszám alsó része teljesen összerakva

A 23. képen a szerszám alsó részét láthatjuk teljesen összerakva, üresen. Az külső hüvely a talpon kialakított 2 mm mély horonyba illeszkedik, szerepe a külső körház melegítése és a hő megtartása. Pozícionálnia nem kell, ez a probléma a középső kúpos résszel és a csapokkal már megoldódott. A melegítésre azért van szükség, mivel a vulkanizál prés munkatere nyitott és a külső körház palástja szabadon lenne hagyva, a hőmérsékletre nem érné el a vulkanizáláshoz szükséges $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ -t, így nem alakulnának ki megfelelő kötések a gumi és a fém között, ezzel ellehetetlenítve a gyártást. A probléma elkerülése érdekében a külső körházat a szerszámba helyezés előtt előmelegítjük, ezt a kész alkatrész kivétele és az újabb gyártás előkészítése közben végezzük, mivel ilyenkor a vulkanizáló prés üres, így a forró munkalapokra tudjuk helyezni. A módszerrel körülbelül $80\text{--}90\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra melegszik fel az alkatrész, emellett fontos, hogy a művelet nem köt le sem emberi sem gépi erőforrást, viszont a gyártás szempontjából jelentősen csökkenti a selejt termék előállításának esélyeit.

A 23. képen látható, fogakra hasonlító alkatrészek felelnek a lélegzőnyílások kialakításáért. Ezekre a helyekre nem fog gumi kerülni, esetlegesen egy agyon vékony hártya alakulhat ki a gumi kúpos felületén, de ezeket a sorjázás során könnyedén el lehet távolítani, nem okozva ezzel problémát. Ezek kialakítását úgy kellett megoldani, hogy le lehessen szerelni őket a belső kúpos részről, másképpen nem tudnánk kivenni ezeket az alkatrészeket a késztermékből, a ferde elhelyezés miatt ugyanis teljesen beleszorulnának. A megoldás a csavaros rögzítés lett, minden fogat egy M8-as csavar rögzít a belső kúpra, amihez alulról vannak csavarozva. A kúpon ferde, átmenő, alulról süllyesztett furatok vannak, így nem okoznak gondot a kiálló csavarfejek. Erre a célra belső kulcsnyílású csavarokat választottam, mivel a ki- és becsavarozás akkumulátoros fűrógéppel történik, ez a fejkialakítás biztosítja a megfelelő nyomatékátvitelt és a hozzáférhetőséget. A vulkanizálás végén, a gumirugó szerszámból való kivétele úgy történik, hogy a felső részek leszedése után, a gumirugót kiemeljük a hüvelyből, a belső kúppal együtt. Az asztalon oldalra fektetve az alkatrészt, alulról kicsavarjuk a fogakat rögzítő csavarokat, így a kúpot ki lehet venni a termékből. A fogak kivételéhez egy acéllemezt használunk, amin a belső kúpos rész alján lévő furatokkal egyező pozíciójú furatok vannak, ezeken átdugva a csavart majd visszacsavarva a fogakba, páronként ki tudjuk húzni azokat. Ezután a fogakat újra rögzítjük a belső kúpon és megkezdődik a következő darab betöltése.

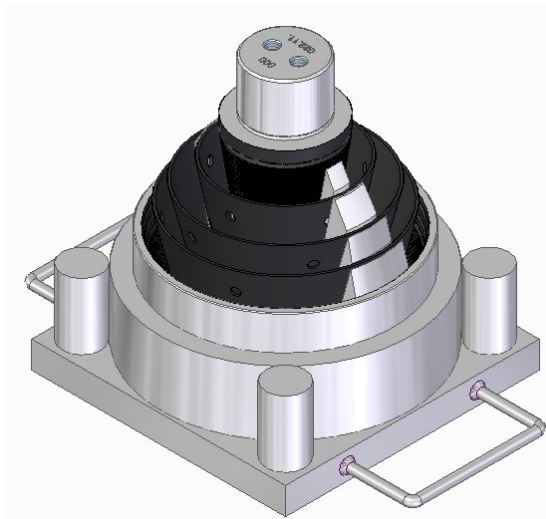


24. kép Szerszám metszete a behelyezett fémalkatrészekkel

A 24. képen a szerszámot teljesen összerakott állapotában láthatjuk, a behelyezett palástlemezekkel, csatlakozókúppal és külső körházzal együtt, betöltött gumi nélkül. Az alapanyag betöltése a fém alkatrészek között található résekbe történik, a dolgozó előre, méretre darabolt szalagokat helyez be. A palástlemezeken található furatok azzal a céllal lettek elhelyezve, hogy így a furatokon keresztül gumi-gumi kötés tud kialakulni, ezzel biztosabb kötést tudunk elérni, mint a gumi-fém kötéssel. A betöltés úgy történik, hogy a dolgozó összerakja a szerszám alsó részét, behelyezi a palástlemezeket, a csatlakozókúpot és a külső körházat a 25. képen látható módon.

A következő lépésben a méretre vágott gumiszalagokat helyezi a résekbe. Ezek után a két részből álló, sorjakivezető csatornákkal ellátott középső részeket teszik a helyükre. Azért volt szükséges több darabból megtervezni, mert egyben nehéz lett volna, és nem lehetne pontosan a helyére emelni ezt a részt, így előfordulhat, hogy összenyomás közben meghajlítja a palástlemezeket vagy megsérti a külső körházat. Miután a középső részek is a helyükre kerültek, a szerszám felső darabjait kell a megfelelő módon összerakni. Ez az egység is több darabból, egészen pontosan három részből áll. Ebben az esetben azért volt szükség a felbontásra, mert ez a rész fogja

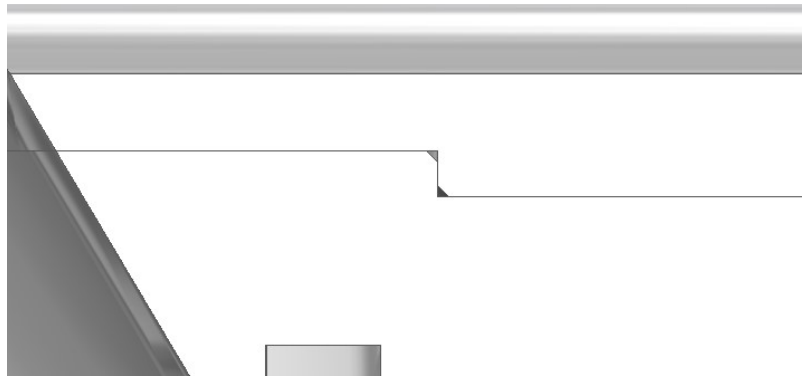
lenyomni a csatlakozókúpot, viszont ez az alkatrész vulkanizálás előtt már készre van munkálva, a homlokfelületen lévő meneteket és jelzéseket leszámítva, így itt a szerszám összerakásánál ügyelni kell, hogy ne legyen megsértve a felület. Az előbb említett szempontok miatt tehát ezt a rész kisebb, könnyebb ezáltal egyszerűbben kezelhető elemekből terveztem meg.



25. kép Szerszám alsó része összeszerelve

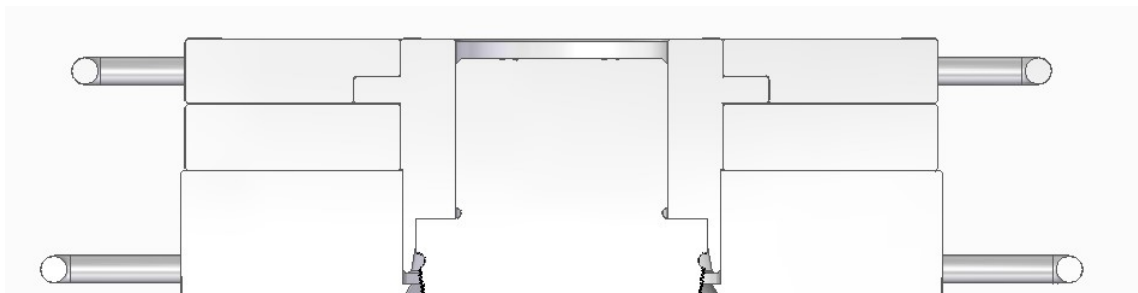
A középső rész pozícióját a csapokkal és az alsó kúpos résszel már korábban a helyére illesztett külső körház fogja megadni, ehhez illeszkedik a szerszámüregben kialakított váll. Ennek mérete a körházhoz képest $+0,2$ mm, így nem szorulnak össze nyomáskor, de a pontosság szempontjából megfelel az elvárásoknak. Ez a középső rész egy két darabból álló hegesztett elem, amire azért volt szükség, mert egy darabból forgácsolva nagy mennyiségű hulladék keletkezett volna, ha pedig az egész rész a nagyobbik átmérőre lett volna elkészítve, a szerszám ezen egységének tömege jelentősen magasabb lenne. Erre a nagyobb átmérőjű karimára is a szétszedés során van szükség, mert a pajszer a 45 mm átmérőjű csapok és e közé a rész közé van behelyezve. A kúpos gumirugó rajzán (1. sz. melléklet) elő van írva, hogy a gyártó jelét, azaz a „RONIN” feliratot a gumiba kell sütni. Ennek kivitelezése úgy lett megoldva, hogy a szerszám középső részébe egyszerű betűbeütővel, kézzel bele lett ütve a felirat tükörképe, így vulkanizálás után a helyes feliratot kapjuk kidomborodva a gumiból. A középső elem felső homlokfelületén egy váll lett kialakítva, melynek szerepe az erre helyezett szerszámrész pozícionálása, amelynek alsó homlokfelületére egy zseb került,

így ezeknek a geometriai elemeknek segítségével a szerszám e részei könnyen pozícionálhatók és összerakni sem nehéz őket.



26. kép Letörések alkalmazása az illeszkedéseknél

A 26. képen az összeillesztett szerszámrészek sarkain alkalmazott letöréseket láthatjuk. Ezekre azért volt szükség, mert ezek a sarkok összeillesztésnél problémát jelenthettek volna, mivel ezeken feküdt volna fel az alkatrész, így az illeszkedés nem lett volna pontos, valamint a szerszámban is sérüléseket okozhattak volna bemaródások, berágódások formájában. A letörések mérete $1 \times 45^\circ$, ez a próbaösszerakás illetve a próbavulkanizálás során megfelelőnek bizonyult, a szerszám elemei szépen, hézagmentesen illeszkedtek egymáshoz.



27. kép A szerszám felső, záró részének kialakítása

A 27. képen a szerszám felső és egyben lezáró részének kialakítását láthatjuk. Ezt a blokkot is több elemből terveztem meg, erre legfőképpen azért volt szükség, hogy a már készre forgácsolt csatlakozókúp a betöltés majd az összenyomás közben ne sérüljön. A szerszám e részét egy darabból kialakítva könnyen előfordulhatna, hogy az

összerakás nem pontos, mivel egy nagyobb, jóval nehezebb alkatrészt kellene pontosan elhelyezni, továbbá az illeszkedések sem lennének láthatóak, ellenőrizhetők. Ez összepréseléskor komoly gondokat okozhat, ugyanis a présgép a szerszámot egyszerűen belenyomja a felületbe, komolyan megsértve azt, így további felhasználásra alkalmatlanná téve ezt az alkatrészt. A másik probléma, hogy ilyen esetek többszöri előfordulásakor egy idő után maga a szerszám is el fog kopni, pontatlanná téve a gyártást, az új szerszám költségei pedig igen magasak.

A 27. képen látható vállal ellátott hüvely könnyen, pontosan ráhelyezhető a csatlakozókúp tengelyére, elkerülve ezzel annak sérülését. A váll alatt található tárcsára azért van szükség, hogy összepréseléskor a hüvelyt ne lehessen belenyomni a kúp homlokfelületébe. A felső tárcsa és vulkanizáló prés fogja lenyomni a hüvelyt, valamint ez közvetíti a nyomást az alatta lévő szerszámelemeknek. A kúpot azért kell a szerszám alsó kúpos részének nyomni, mert préselés közben a gumi be tud nyomódni közéjük, így megemelné az alkatrészt, ami ezáltal nem a megfelelő pozícióban lenne, tehát selejtet gyártanánk. A csatlakozókúp felső homlokfelülete, valamint a szerszám felső síkja nem esik egybe, a csatlakozókúp lentebb van. Ez a kialakítás biztosítja, hogy a vulkanizáló prés ne érjen hozzá a kúp homlokfelületéhez, ne tudja megnyomni azt, elkerülve így a sérülést.

A legyártott szerszám elemeit használatba vételük előtt felületedzésre szállítottuk, ennek köszönhetően egy kopásálló, kemény réteg jött létre a szerszám felületén, ellenállóbbá, több alkatrész legyártására alkalmassá téve azt.

4.4 Próbavulkanizálás, kúpos gumirugó összeszerelése

Miután a szerszám kész, hőkezelt szerszám megérkezett az üzembe, első lépésként egy hidegpróbát végeztünk rajta. Ez azt jelenti, hogy a gumi alapanyag kivételével minden alkatrész beleraktunk, a szerszámot összeraktuk, ezt követően hidegen, a vulkanizáló prés munkalapjait fűtetlenül hagyva összenyomtuk. Ezt az állapotot pár percig tartottuk, majd a nyomást megszüntetve a szerszámot kivettük a munkatérből majd szétszereltük. Erre azért volt szükség, hogy az elemek nem sértik meg egymást, valamint a behelyezett alkatrészeket sem nyomják meg, a

palástlemezeket nem hajlítják el. Az ellenőrzés során megállapítottuk, hogy a szerszám elemei hidegen kitűnően illeszkednek egymáshoz valamint a kúpos gumirugó fémalkatrészeihez. A sikeres hidegpróba után a tesztgyártás következett. A szerszámot 150°C-ra melegítve behelyeztük a fémalkatrészeket, betöltöttük a gumi alapanyagot, majd összeillesztve az elemeket behelyeztük a munkatérbe. Megkezdjük az összepréselést, majd az első teljes összezárás után a prést körülbelül 10 mm-re visszaengedtük, így a szerszám is nyílt ugyanilyen mértékben. A sorjakivezető nyílások miatt nem feltétlen lenne szükség erre a lépésre, mivel a beszorult levegő itt is tudna távozni, de mivel nem vesz igénybe sok időt, energiát, ellenben a gyártás sikerességét jelentősen növeli, a lépést beépítettük a technológiába. Ezt követően a szerszámot újra teljesen zárt állapotba helyeztük, a hidraulika csapokat elzártuk, így ezt az állapotot fenntartva elindítottuk az időzítőt, amely 60 perc után, a vulkanizálási idő végén csipogó hanggal jelzi a térhálósítás végét. Az idő lejártá után a prést szétnyitjuk, ekkor a szerszám már nem fog magától szétnyílni, mivel a benne lévő gumikeverék felvette az üreg alakját, valamint a túltöltés is távozott a sorjakivezető csatornákon keresztül. Miután a szerszámot kihúztuk a présből, megkezdődik a szétszerelés. A szétszerelés során megállapítottuk, hogy a szerszám meleg állapotban, üzemi hőmérsékleten is megfelelően használható, az alkatrészek nem szorultak össze, a szétszerelés nem okozott rendellenes mértékű nehézséget. Az félkészterméket kiemelve a szerszámból nem volt látható semmilyen probléma a sem a gumi, sem a fémek felületén. A vulkanizálás után 24 órát pihenni kell hagyni a kúpos gumirugót, mielőtt a végleges összeszerelés valamint a mérések elvégzése előtt. A pihentetési idő lejártával megkezdődik az összeszerelés. Ennek első lépéseként kialakításra kerülnek a csatlakozókúp homlokfelületén található M16-os menetek. A fűrást és a menetfűrást is egy oszlopos fűrógépen végezzük. Mivel a forgásirány nem változtatható, a menetfűráshoz be kellett szerezniünk egy menetfűró készüléket, amely úgy működik, hogy a menetfűrás végén visszahúzáskor automatikusan forgásirányt vált, miközben a fűrógép továbbra is ugyanabba az irányba forog.



28. kép Menetfúró készülék

A menetfúrás után a talp felszerelése következik, ehhez 6 darab M12x20 mm méretű, 12.9-es minőségű belső kulcsnyílású csavarra van szükség, amit először egy akkumulátoros fűrőgéppel csavarnak be, majd a végső meghúzást kézzel, nyomatékkulcs segítségével végzik el a szabvány által meghatározott meghúzási nyomatékra, ami 130 Nm. A talp felszerelése után a sorjázás következik, melynek során eltávolítjuk a felesleges gumit a fémrészekről, valamint a lélegzőnyílások széléről kell eltávolítani a sorját. Ezt egy pneumatikus kézi szalagcsiszolóval végezzük, mivel ezzel a kisebb részekbe is be lehet férti, valamint gyorsan és szépen lehet vele dolgozni.



29. kép Kézi szalagcsiszoló

A sorjázás után betűbeütő készlet segítségével elhelyezésre kerülnek a rajzon (1. sz. melléklet) előírt jelölések, melyek a gyártási év és hónap, valamint a termék egyedi azonosítószáma.

Ezt követően a mérésre kerül sor, melynek során az összeállítási rajzon (1. sz. melléklet) található geometriai méreteket ellenőrizzük, valamint elvégezzük a termék terheléses vizsgálatát. Az utolsó művelet a felületvédelem, melynek során az előírt színre fűjjük a kúpos gumirugót. Ezt mindenképpen a terhelési vizsgálat után kell végezni, mivel ennek során a felületek érintkezése miatt sérülhet a festés. Amennyiben minden megfelelt az előírtaknak, a termékeket előkészítjük a szállításra, melynek során egy raklapra 12 darab gumirugót teszünk és ezeket zsugorfóliával szorosan bevonjuk, hogy szállítás közben ne tudjanak szétcsúszni a raktérben.

5. A kúpos gumirugó mérése, ellenőrzése

Az összeszerelési folyamat végén megtörténik a kúpos gumirugó mérése, ellenőrzése. Ez a művelet csak a vulkanizálás után 24 órával történhet, mivel a zsugorodások és a végleges térhálók ekkorra már biztosan kialakulnak, további változás már nem várható a gumi szerkezetében. A mérési folyamat első lépése, hogy a terméket alaposan szemrevételezzük elemlámpa segítségével, hogy megbizonyosodjunk róla, hogy a gumi felületén nem találhatók felületi- és anyagfolytonossági hibák, elválások a fémrészekről. Amennyiben ilyen problémák nem merülnek fel, megkezdődhet az alkatrész műszerekkel történő mérése az összeállítási rajz (1. sz. melléklet) alapján. Ennek dokumentálására mérőlapot készítettem, melyet azóta rendszeres használatba vettünk a mérések során. Ezen az alkatrész azonosításához szükséges minden adat fel van tüntetve, a mérendő méretek tűrésekkel együtt, a mérőeszközök azonosítója, a mérést végző neve és aláírása, valamint az ellenőr neve és aláírása. A cégnél használt mérőeszközök mindegyike rendszeresen külső partner által hitelesített, érvényességi matricával ellátott készülék. A mérést csak akkor lehet hitelesnek tekinteni, ha a méréshez használt mérőműszerek érvényességi időn belül vannak. A műszeres mérési folyamat első lépése, hogy megmérjük a terheletlen magasságot. Ezt egy talpas magasságmérővel végezzük el. A rajzon (1. sz. melléklet) látható, hogy ennél a méretnél a tűrésmező igen széles, valamint ha esetleg a magasság kisebb lenne az előírtnál, úgy 1 és 10 mm között kiegyenlítő alátétet lehet használni a megfelelő méret eléréséhez. A következő lépésben a csatlakozókúp tengelyét kell megmérni, ennek tűrése szigorú, így ennél a mérésnél kengyeles mikrométert kell használni, melynek mérési tartománya 75-100 mm. A csatlakozókúp homlokfelületén lévő menetek ellenőrzéséhez menetes idomszert használunk. A következő lépésben a talpon található furatok távolságának méretét kell ellenőrizni, ezek a méretek beszerelés szempontjából kiemelten fontosak, mivel a gumirugót egyféleképpen lehet beépíteni, és ezt ezek a furattávolságok biztosítják. Ezeknél a méreteknél a tűrésmező széles, 400 mm-es, 0,05 mm felbontású tolómérővel elvégezhető a mérés. A mérőlapon nem a furatok középpontjainak távolsága van feltüntetve, mivel ezek a méretek nem mérhetők, hanem a furatok egymáshoz közelebbi oldalainak távolsága. Mivel ezen furatok átmérőjére

nincs szigorú tűrés előírva, e mérés is elvégezhető 150 mm-es, 0,02 mm felbontású órástolómérővel. A talpon található körsziget átmérője egy csatlakozóméret, így ennek tűrése szigorú, a mérést egy 225-250 mm méréstartományú kengyeles mikrométerrel kell végezni.



30. kép Kengyeles mikrométer

A geometriai méretek ellenőrzése után a gumirugó terhelési vizsgálata következik. Ezt a cégnél található, út- és erőmérő cellával felszerelt 10 tonnás présgépen teljesítjük. A mérőcella USB-port segítségével csatlakoztatható számítógéppel, és a mérőprogram telepítése után a karakterisztikát valós időben rajzolja ki a képernyőn, majd ebből igény szerint PDF formátumú mérési jegyzőkönyvet készít a program, az előre beírt termék adatokat is megjelenítve. A 31. képen a mérőcellával felszerelt présgépet láthatjuk, a kúpos gumirugó axiális terheléssel történő méréséhez előkészítve. A mérést 35000 Newtonos terheléssel végezzük, mivel ez a gumirugó maximálisan megengedett üzemi terhelése, valamint a rajzon (1. sz. melléklet) is ez az érték lett előírva. A karakterisztikának ilyen erő hatására azt kell mutatnia, hogy a gumirugó összenyomódása 39 mm. Az értéktől $\pm 10\%$ eltérés engedélyezett, ami azt jelenti, hogy a besüllyedésnek 35,1 mm és 42,9 mm között kell lennie. Amennyiben ezeken az értékeken kívül esik a mért eredmény, a gumirugó nem megfelelő. Az összenyomott állapotot körülbelül 3 percig kell tartani, ez idő alatt szemrevételezéssel meg kell

vizsgálni a terméket, hogy a gumiban ne legyenek bemélyedések vagy dudorok, és az esetleges leválásokat is figyelni kell.



31. kép Mérőcellával felszerelt prés

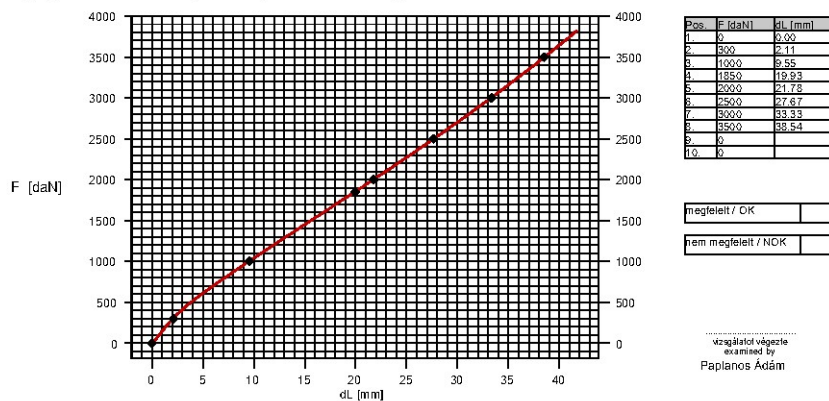
A terhelés levétele után a terheletlen magasságot újra meg kell mérni, ellenőrizve ezzel, hogy a gumirugó az erőhatás következtében nem ült le.

RONIN-KER KFT
Hungary, 4031 Debrecen, Házgyár út 4/c.

Termékazonosító (sorszám - gyártási idő) / Prod. Ident. No. (serial no. - date of prod.): 01-022.09

MÉRÉSI JEGYZŐKÖNYV / TEST REPORT

Vizsgálat tárgya / Subject of test: 281-378 Kúpos gumirugó / Conical rubber spring
Mérőrendszer / Measuring system: Ometrys gyártmányú rendszer / made by Ometrys (CL/10000kg load cell, SX50-1250 displ. transd.)
Rajzsám / Drawing number: Rk 2-252-241/2
Anyag / Material: 45 Shore M22/724
Gyártó / Producer: RONIN-KER KFT
Megjegyzés / Note: 300 daN alapterhelés, 3 perc, max. 3500 daN-ig



Vizsgálat ideje (n. h. é) / Date of test (d. m. y.): 19. 09. 2022.

32. kép Az axiális terhelés mérési jegyzőkönyve

A 32. képen az axiális terhelés mérési jegyzőkönyvét láthatjuk. Megfigyelhető, hogy a karakterisztika lineáris jellegű. Ez fontos, ugyanis ha ugrások, kilengések láthatóak, abból arra következtethetünk, hogy hiba történt gyártás közben. Ilyen hiba lehet például a gumiban zárványt alkotó levegő, hirtelen erőcsökkenésnél és besüllyedés növekedésnél pedig a gumi leválása, leszakadása a fémalkatrészekről. A próbavulkanizálás során esetünkben szerencsére ilyen nem fordult elő, axiális terhelésre tökéletes besüllyedést mutatott a gumirugó, valamint a terhelés levétele után azonnal visszanyerte terheletlen méretét.

Összefoglalva, a próbavulkanizálás és az ezt követő mérések alapján a tervezett szerszám jól működik, a megfelelő termék gyártható vele, a kúpos gumirugó sorozatgyártása a szerszámmal és a hozzá tartozó technológiai paraméterekkel megkezdhető.

6. Irodalomjegyzék

- [1] Dr. Renner Tamás: Gumiipari anyag- és gyártásismeret 1. Renner rubber products. Jánoshalma, 2022. p. 7.
- [2] Dr. Renner Tamás: Gumiipari anyag- és gyártásismeret 1. Renner rubber products. Jánoshalma, 2022. p. 13-15.
- [3] Dr. Bartha Zoltán: Gumiipari kézikönyv I. kötet. TAURUS-OMIKK. Budapest, 1988. p. 394.
- [4] Dr. Renner Tamás: Gumiipari anyag- és gyártásismeret 1. Renner rubber products. Jánoshalma, 2022. p. 45-49.
- [5]<https://tudasbazis.sulinet.hu/hu/szakkepzes/gepeszet/gepeszeti-szakismeretek-1/muszaki-muanyagok-es-feldolgozasi-technologiaik/kalanderezes-technologiaja>
- [6] Dr. Renner Tamás: Gumiipari anyag- és gyártásismeret 1. Renner rubber products. Jánoshalma, 2022. p. 50-51.
- [7] Dr. Renner Tamás: Gumiipari anyag- és gyártásismeret 1. Renner rubber products. Jánoshalma, 2022. p. 53-54.
- [8] Kiss Béla: Kúpos primer gumirugózás alkalmazása a MÁV személyszállító járművein. p. 1-3.
- [9] Kiss Béla: Kúpos primer gumirugózás alkalmazása a MÁV személyszállító járművein. p. 9-15.
- [10] Dr. Andó Mátyás: Gépipari tűrések, illesztések. Gépész-Tuning Kft. Budapest, 2018. p. 27-28.

[11]<https://fullsolar.hu/szinmintak/ral-szinskala/>

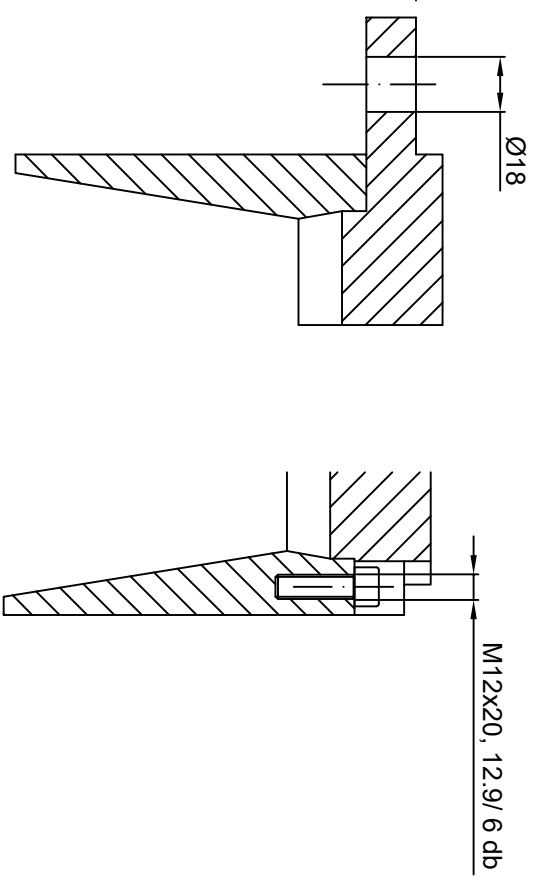
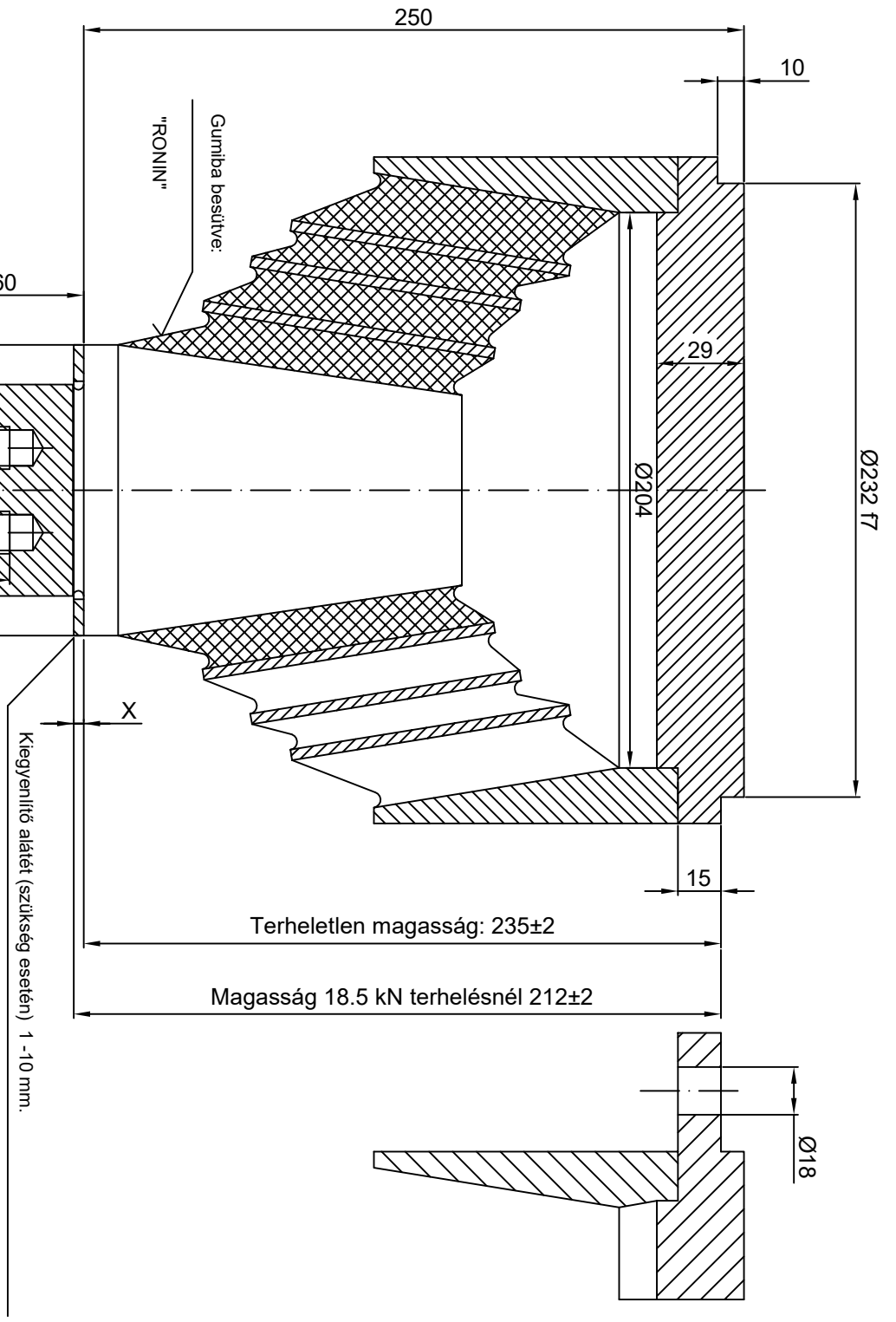
[12] Dr. Renner Tamás: Gumiipari anyag- és gyártásismeret 1. Renner rubber products. Jánoshalma, 2022. p. 31-33.

[13]http://www.kemenysegmero.hu/Kem%C3%A9nys%C3%A9gm%C3%A9r%C3%A9s/Shore_kem%C3%A9nys%C3%A9g.html

[14] Dr. Bartha Zoltán: Gumiipari kézikönyv I. kötet. TAURUS-OMIKK. Budapest, 1988. p. 69.

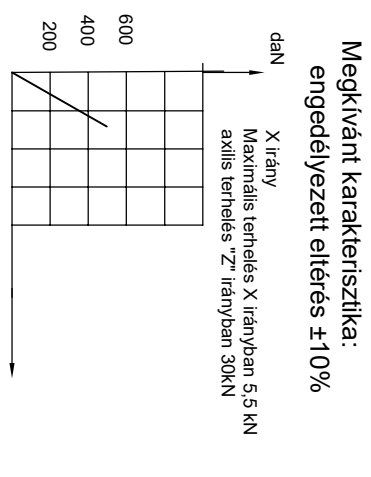
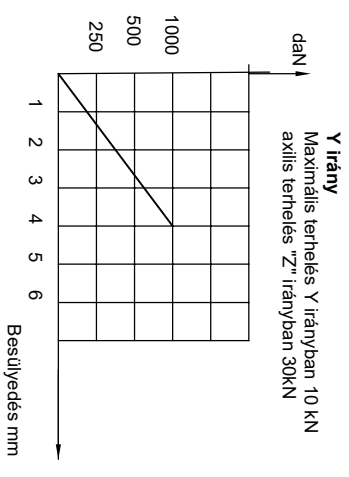
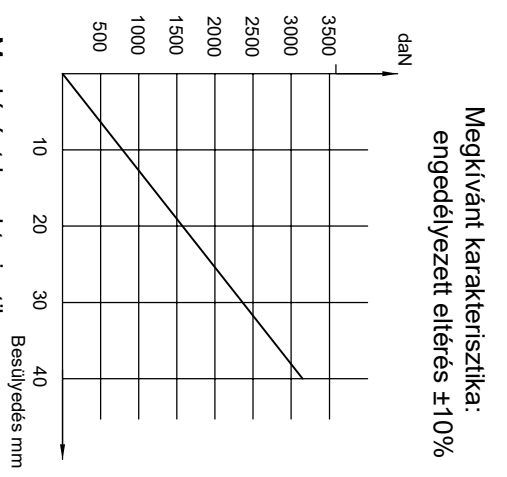
7. Mellékletek

1. sz. melléklet: A Kúpos primer gumirugó összeállítási rajza

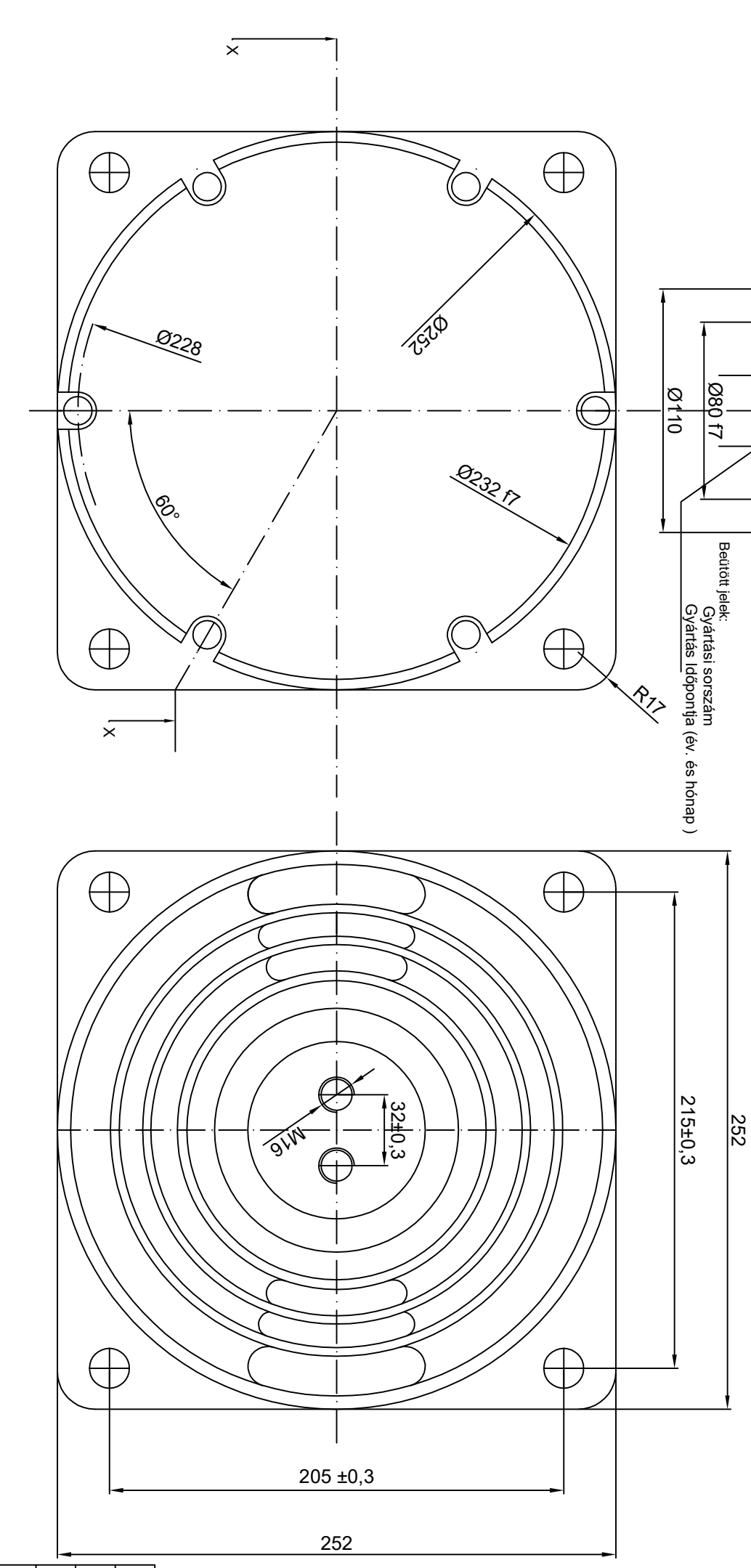


Y irány, a jármű haladás iránya

Felületvédelem: A megmunkáltatlan felületek színe: fekete
Raal: 9005
Tűrészettlen méretek pontossági osztálya: MSZ ISO 2768 m,K
Működési hőmérséklet: -30°C - +70°C
Felületi hiányosságok, repedés, szakadás a gumi felületén és a fém-gumi tapadásánál nem megengedett.



80	f7	-0,030
		-0,060
		-0,050
237	f7	-0,096



Tervező: Vizler Pál	Megnevezés: Kúpos primer gumirugó GH-120, 130-as forgóvázakhoz	Rajzsám: RK 2-252-241/3
Szerkesztő: Vizler Pál		
Ellenőr: Bolyos Balázs		
Kelt: 2021.02.18.		
Aláírás		

Méretrány: 1:2/A2		Anyagminőség: St62	
Lapok száma: 1		sz. la	

RONIN-KER KFT Üzlesez: Solyom út 18 T.: DEBRECEN Tf.: 20/985-0359 E-mail: debrecen@roninkerkt.hu	
---	--

RONIN-KER KFT
Újzász, Solyom út 18
71.: DEBRECEN
Tt.: 20/985-0359
E-mail: debrece@roninker.hu