

NYÍREGYHÁZI EGYETEM
MŰSZAKI ÉS AGRÁRTUDOMÁNYI INTÉZET
NYÍREGYHÁZA

TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI DOLGOZAT

IDŐZÍTŐFÉKES PRÉS TERVEZÉSE
TIMER-BRAKE PRESS DESIGN

Készítette: Fehér Dominik
Konzulens: Dr. Ravai-Nagy Sándor

NYÍREGYHÁZA

2024.11.22.

IDŐZÍTŐFÉKES PRÉS TERVEZÉSE

TIMER-BRAKE PRESS DESIGN

A dolgozatomban bemutatom az Eissmann Group Automotive Hungaria Kft. tevékenységeit és magát a céget, amely duális gyakorlati helyet biztosított számomra egyetemi tanulmányaim során. Témám egy mechanikus karos prés átalakítása és gyártósorra történő telepítése. Alaposan elemzem a különböző prés típusokat. Ismertetem a Touareg Oberteil gyártósort, amelyre a prés telepítése történt, valamint az Oberteil (felső rész) összeszerelési folyamatát. Rávilágítok a prés jelentőségére és a gyártás során felmerülő három fő selejtkokozó problémára.

Részletesen kifejtem a kulcsfontosságú időzítő reteszelő szerkezet tervezési folyamatát, továbbá a prések rögzítési és telepítési követelményeit és megoldási módszereit. Ismertetem a fontosabb alkatrészeket, mint például a fogazott alkatrészt, a reteszelőt, valamint az SMC munkahengert, amelyet felhasználtam. Számításokat és méréseket végzek a munkahengerrel kapcsolatosan annak megállapítására, hogy megfelel-e a kitűzött feladatokra.

Részletes összeállítási modellt készítve a préseket hordozó alkatrészeken és felületeken terhelésvizsgálatokat hajtok végre hagyományos számítások és végeselem módszer alkalmazásával, hogy biztos legyek abban, hogy a megtervezett szerkezet elviseli a rá ható mechanikai terheléseket jelentős deformációk nélkül.

Külön hangsúlyt fektetek két fontos alkatrész gyártástechnológiájának kidolgozására, hagyományos számítási módszerek és számítógépes gyártástervezési eljárás alkalmazásával. Ezen alkatrészek megmunkálásához elvégzem a szükséges számításokat, elkészítem a műhelyrajzokat és a CNC programot.

Feltüntetem a munkavédelmi intézkedéseket, a tervezett szerkezetet védő burkolat kialakítását, valamint a prés szakszerű és balesetmentes használatának dokumentálását. Zárásként bemutatok egy fejlesztési lehetőséget, amellyel nemcsak az időzítőfékés prés, hanem bármely más peremező prés automatizálása is megvalósítható a cégnél. Ezen tervek megvalósítása folyamatban van, és továbbfejlesztve hamarosan lehetőség nyílna a pneumatikus működésű „Eissmann” prések implementálására is.

Tartalomjegyzék	
BEVEZETÉS	1
1 AZ EISSMANN ÉS AZ ÜZEM BEMUTATÁSA	3
1.1 A VW Touareg 536 Oberteil gyártósor bemutatása	3
2 A PROJEKT ISMERTETÉSE	6
3 ÁLTALÁNOSÁGBAN A PRÉSEKRŐL	7
3.1 A választott prés ismertetése	8
4 AZ IDŐZÍTŐFÉKES PRÉSEK ISMERTETÉSE, FUNKCIÓJA	9
4.1 A reteszelő szerkezet és alkatrészeinek bemutatása	9
4.2 Az alkalmazott munkahenger bemutatása	14
4.3 A prés szerszámok ismertetése	16
4.4 Az időzítő ismertetése	17
4.5 A prés telepítésének megoldása a sorra	18
4.5.1 A forgó lap bemutatása és rögzítési módjának ismertetése	18
4.5.2 A csapágyazás ismertetése	19
5 A TERVEK ELKÉSZÍTÉSE	20
5.1 Az alkalmazott tervezőprogramok ismertetése	20
5.2 A terhelésvizsgálat előkészületei, paraméterek beállítása	20
5.3 A szimuláció lefuttatása, eredménye és értékelése	22
6 MUNKAVÉDELMI SZEMPONTOK ÉS INTÉZKEDÉSEK	24
7 A RETESZELŐ SZERKEZET SZERELÉSTECHNOLÓGIÁJA	25
8 ALKATRÉSZEK GYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁJA	26
8.1 A forgácsolási műveletekhez szükséges értékek meghatározása	26
8.1.1 Palást és homlokmarás	26
9 FOGAZOTT ALKATRÉSZ SZÁMÍTÓGÉPES GYÁRTÁSTERVEZÉSE	31
10 KONKLÚZIÓ, FEJLESZTÉSI LEHETŐSÉG	38
Összefoglalás	42
FELHASZNÁLT FORRÁSOK	43
MELLÉKLETEK JEGYZÉKE	44

BEVEZETÉS

A dolgozatom témáját az Eissmann Group Automotive Hungaria Kft. ajánlotta fel, amely egy olyan vállalat, ahol a duális képzés keretében lehetőségem nyílt gyakorlati tapasztalatokat szerezni. A dolgozatom témájának kiválasztásában az volt a döntő szempont, hogy a vállalatnál eltöltött idő alatt ez a feladat jelentette számomra a legnagyobb kihívást. Az összetettsége és sokoldalúsága miatt úgy gondoltam, hogy ez a téma kiválóan alkalmas arra, hogy bemutassam a megszerzett tudásomat és képességeimet.

Először bemutatom az Eissmann Automotive Hungaria Kft.-t, majd ismertetem és csoportosítom a különböző préstípusokat különböző szempontok alapján, mint például működési elvük, szerkezetük, a vezérlésük, vagy az alkalmazási területük szerint. Részletesen ismertetem a rám bízott feladatot, annak fontosságát, illetve, hogy milyen problémák megoldására kellett törekednem a tervezés során. Elengedhetetlen megismerni a gyártási folyamatot és az alkalmazott technológiákat is az adott termék gyártása során, hogy megértsük a prés nélkülözhetetlenségét a folyamatban. Vázolom az általam időzítőfékes présnek nevezett prés működését, a tervezett reteszelő szerkezet lényegét, működését.

Kutatómunkával kezdtem a tervezést. Meghatároztam, hogy az adott üzemben mekkora hely áll rendelkezésemre, esetleg tudok-e optimalizálni a helykihasználtságon. Mindennek a kulcsa a prés szerszám. Ez határozta meg a rendelkezésre álló hely, az igények és természetesen a költségvetés mellett, hogy milyen prést válasszak, milyen préselési magassággal és préselési erővel lesz a leoptimálisabb a termék előállítása. Ezt követte a modellezési fázis. Számos tervezőprogram állt a rendelkezésemre, mint például az Inventor, amely segítségével elvégeztem a tervezésnek ezen részét, illetve a végeelem számításokat és szimulációkat, melyek alapján meghatároztam a fellépő erőhatásokat, terheléseket. Ezek az adatok elengedhetetlenek voltak a méretezési feladatok elvégzéséhez, az anyaghasználat megválasztása során. Az AutoCAD szoftver segítségével elkészítettem a rajzdokumentációkat, amelyeket a 2. számú melléklet tartalmaz. Kitérek az alapvető alkatrészek gyártástechnológiáira is.

Felvázolom a prés szereléstechológiáját egy részletes szerelési családfa elkészítésével, amelyet az 1. számú melléklet tartalmaz.

Elengedhetetlen tényezők a munkavédelmi célkitűzések, amelyeket a kockázatok, a veszélyek csökkentése, kiküszöbölése és megelőzése érdekében foglalmaztam meg. Fontos megemlítenem a munkavédelmi szempontból elengedhetetlen védőburkolatok tervezését is,

mely a reteszelő szerkezetet és az időzítőt burkolja és megakadályozza, hogy az operátor testi épségét veszélyeztesse.

A jelen kor mérnökeinek jelentőségteljes feladata, hogy a kor technológiai fejlettségéhez igazítva megtalálják a megfelelő egyensúlyt, amely a legjobban kihasználja az automatizált berendezések és az emberi munkaerő közötti szinergiát. Ennek érdekében a dolgozatomban bemutatok egy olyan fejlesztést, amely lehetővé teszi, hogy a prés működését egy gombnyomással elindítsuk. Ez a fejlesztés jelentősen javítja a taktidőt, és gyorsabbá teszi a gyártási folyamatot. Ezzel párhuzamosan az operátor több figyelmet fordíthat a termék gyártásával kapcsolatos más fontos és bonyolult feladatokra, mint például a ragasztó felhordására, vagy a kapcsolásra.

1 AZ EISSMANN ÉS AZ ÜZEM BEMUTATÁSA

Az Eissmann Group Automotive egy német autóipari beszállító cég, amely családi tulajdonban van, és Bad Urachban van a központja. A cég 1964 óta működik, és több mint 5000 embert foglalkoztat a világ különböző pontjain. Fő tevékenysége a bőr belső kialakítás, az elektronikus alkatrészek és a műanyag fröccsöntött termékek gyártása. [1] Szinte minden ismert autógyártó és beszállító cégnek partner, mint például a BMW, a Mercedes-Benz, a Porsche, az Audi, a Volkswagen, a Ford, a Bentley, a Volvo és a Tesla. [1]

Az Eissmann Group Automotive magyarországi leányvállalata az Eissmann Automotive Hungaria Kft., amely Nyíregyházán található. A cég 2001-ben jött létre, és jelenleg több mint 700 munkavállalót alkalmaz. A nyíregyházi leányvállalat fő termékei a bőr borítású műszerfalak, ajtópanelek, kartámaszok és váltókarok. A cég elkötelezett a minőség, a hatékonyság és a folyamatos fejlesztés mellett.

A nyíregyházi üzemben 2006-tól alkalmazzák az EPS rendszert (Eissmann Production System), amely a lean szemléletet követi. A rendszer célja a gyártási folyamatok javítása volt, amelyet összehangoltak a vevői elvárásokkal és a szállítási időpontokkal. A gyártósorok úgy vannak kialakítva, hogy egy 10 fős gyártósor akkor is ugyanolyan hatékony legyen, ha több, vagy kevesebb ember dolgozik rajta. Ezt a jelenséget flexibilitásnak nevezzük. A magyarországi Eissmann gyár képzőközpontként is funkcionál, innen származik a legtöbb standard, amit a cégcsoport más gyáraiban is használnak. Ennek oka, hogy a cég több mint 10 éve foglalkozik az EPS rendszer bevezetésével és fejlesztésével.

1.1 A VW Touareg 536 Oberteil gyártósor bemutatása

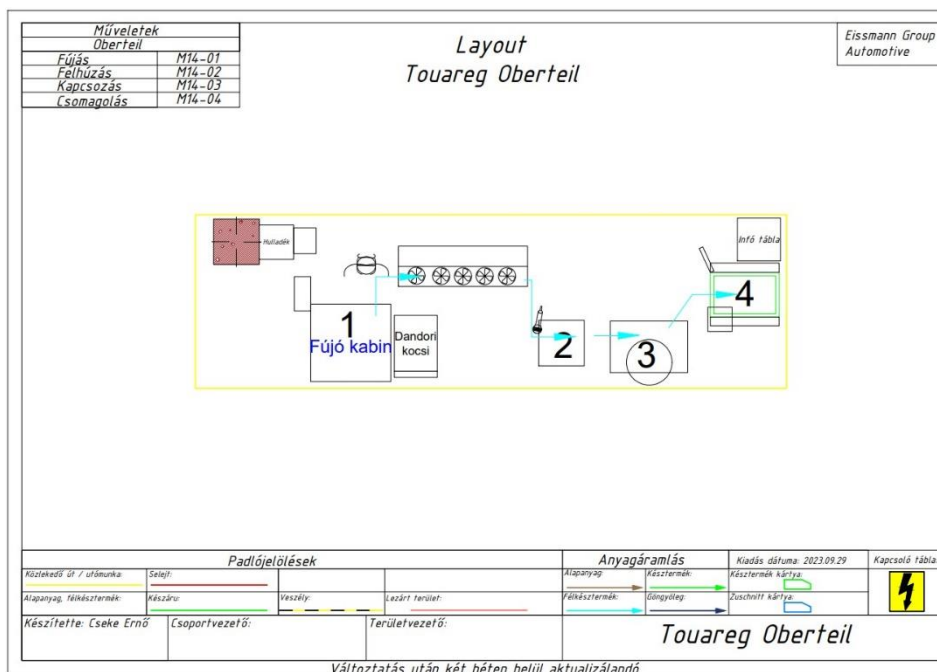


1. ábra. Touareg 536 sebességváltó [2]

Az andon tábla és a létszámösszefoglaló táblázat segítségével szolgál számomra, hogy több információt jegyezhessek fel a gyártási folyamatról. Az andon tábla a lean gyártás egyik alapvető eleme, amely a Toyota termelési rendszerből származik. [3] Egy olyan vizuális eszköz,

amely a termelési folyamatok állapotát mutatja. Ez a tábla lehetővé teszi, hogy a minőségi vagy folyamatbeli problémák felismerhetők legyenek, és segítséget lehessen kérni a megoldásukra. [3]

A tábla szerint a taktidő 118,6 másodperc, ami megmutatja, hogy milyen gyorsan kell egy terméket gyártani, hogy kiszolgálja a vevői keresletet. A tábla és a táblázat szerint az összes legyártandó darabszám 420 db, amit két műszakban, 8 órában gyárt két fő. Most pedig nézzük magának a terméknek az összeállítási folyamatát, amit a 2. ábra szemléltet.



2. ábra. A Touareg 536 Oberteil gyártósor elrendezési terve

A gyártósor elrendezési tervére (layout) hivatkozva a művelet első lépése, hogy a kiszabott bőrt fel kell helyezni egy fűtésablomra úgy, hogy a hússoldala nézzen az operátor felé. Ezután a készre kevert ragasztót szórópisztollyal egyenletesen felhordja a felületre az operátor, illetve felhelyezi a fröccsöntött alkatrészt is egy fűtésablomra és a megfelelő éleket és oldalakat szintén lefűjja egyenletesen ragasztóval. Következő lépésben leemeli a fröccsöntött terméket a fűtésablomról és áthelyezi a bőr sablonjának tetejére, majd azokat a szárítóba helyezi.

Mikor már mindkét termék kézsáraz, felhelyezi a felhúzó készülékre és egy főnlő segítségével magas hőmérséklet hatására aktiválja a ragasztót mind a bőrön, mind a műanyag alkatrészen. Ezek után a felhúzó rúdját előre billentve felragasztja a bőrt a műanyagra.



3. ábra. A felhúzó működés közben.

Az Oberteilt levéve a felhúzóról, rá kell simítani a bőr peremeit a Rohlingra. A sarkainál egyenletesen el kell osztani a bőrt, hogy ne legyenek kiálló részek, ezzel segítve az időzítő prés munkáját. A következő munkafázisban az Oberteilt az időzítőfékes prés felső formájára kell illeszteni és megkezdí az operátor a préselést. A présben minimum addig marad a termék, míg a visszazámláló le nem jár. A présből kivéve az Oberteilt, behelyezik a kapocsbenyomó prés alsó formájába és rápréselik a termék két lábára a két kapcsot. A folyamat befejeztével ellenőrzik a terméket, megfelelőség esetén fehér ceruzával két pöttyöt rajzolnak a kapocs mellé a rohling belsejére és becsomagolják azt.



4. ábra. Oberteil már kapcsozott állapotában a kapocsbenyomó prés alsó fészében

2 A PROJEKT ISMERTETÉSE

A feladat kezdőpontja egy vevői reklamáció volt, miszerint több helyen is felválást tapasztaltak a végterméken. Ezek alapján szükséges volt laborvizsgálatok alá vetni a terméket, hogy meghatározzák a felválás okát. A vizsgálatok kimutatták, hogy három fő probléma okozza a selejtgtyártást, ami nem más, mint a helytelen rögzítés, a bőrök a rossz kézi visszaperemezése és a nem megfelelő időtartamig fennálló fix pozícióban tartás.

Mint ahogy már említettem a Rohlingra, ami az a fröccsöntött termék, ami be lesz vonva a gyártási folyamat során, jellemzően bőrrel, rá kell helyezni a ragasztóval befűjt Zuschnittot, vagyis a kiszabott bőrt, amit stancolással hoznak létre a kezelt bőrből, és a peremeket vissza kell hajtani. Ezt a helyzetet adott ideig meg kell tartani, a laborvizsgálatok szerint minimum hatvan másodpercig amíg a ragasztóanyag meg nem köt. Ha a termék egy percnél tovább van nyomás alatt, az nem jelent semmiféle problémát, így az operátor akár szünetet is tarthat, ha éppen akkor még javában zajlik a visszaszámlálás.

A feladat az volt, hogy a német anyavállalat által küldött alsó, felső és két oldalsó peremező szerszámot, amelyek bonyolult geometriájú mart alumínium alkatrészek, össze kell egyeztetni egy megfelelő tulajdonságokkal rendelkező mechanikus karos préssel. A szerszámokról kapott összeállítási modell volt a segítség abban, hogy a rajzdokumentációk és a gyártási technológiájuk elkészítése után le lehessen gyártatni az egyes alkatrészeket és hogy a későbbiekben vázolt összeszerelés kivitelezhető legyen, továbbá lényeges szerepet játszott a modellalkotási és terhelésvizsgálati tevékenységek során is.

A felső szerszámhoz szükséges volt tervezni egy adaptert, hogy kompatibilis legyen a préssel. Emellett át kellett alakítanom a prést, és terveznem kellett rá egy időzítő fékező szerkezetet, amely megakadályozza, hogy az operátor idő előtt oldja a prést, ezzel kimozdítva a terméket a fix pozíciójából, ami selejt terméket eredményezne.

Ezen kívül, mivel jobbkormányos autóhoz is gyártunk alkatrészt, így két présre volt szükség, amelyeknél a különbség nyilvánvalóan csak a szerszámokban mutatkozik meg.

Központi szempont a cégnél a helykihasználtság. Törekedni kellett a lehető legjobb elhelyezkedésre és figyelembe kellett venni, hogy a prések telepítése ne foglaljon több helyet a kelletténél. Erre a megoldás egy forgó tartólap volt. Erre kerültek fel a prések, továbbá a soron már meglévő két kisebb kapcsoló prést is fel lehetett rá helyezni, így optimalizálva a helykihasználtságot.

3 ÁLTALÁNOSSÁGBAN A PRÉSEKRŐL

A prések nyomás segítségével alakítják át a nyersanyagokat vagy más anyagokat. [5] Széles körben használatosak az iparban, ahol változatos műveletek végrehajtására szolgálnak. A következő ábrákon bemutatásra kerülnek a leggyakoribb alkalmazási területek.



5. ábra. prések alkalmazási területei [4]

A préseket többféle szempont szerint lehet csoportosítani, például a működési elvük, a szerkezetük, a felhasználási területük alapján.

Működési elvük szerint megkülönböztetünk: [6]

- mechanikus préseket
- hidraulikus préseket
- elektrohidraulikus préseket
- pneumatikus préseket

Ezek közül a mechanikus présekkel kell foglalkoznom. Ezek a prések a nyomóerőt mechanikus elemekkel, például rugókkal, fogaskerekekkel, hajtókarokkal hozzák létre és szabályozzák.

Szerkezeti kialakításuk szerint lehetnek: [6]

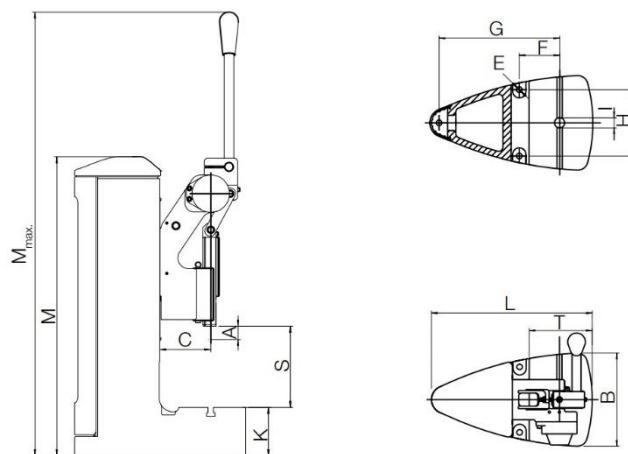
- C-vázás prések
- O-vázás prések
- Portálvázás prések

Itt a C-vázás prések azok, amelyek számottevőek számomra, mert ezek a prések egy C alakú kerettel rendelkeznek, amelyen a nyomóelem és a munkaasztal rögzítve van. Előnyei közé tartozik a kis helyigényük és tömegük.

Mivel az a kikötés, hogy mechanikus karos prést kell alkalmazni, így egy C-vázás mechanikus karos préssre esett a választás, amely típus egyébként döntő többségben van alkalmazva cégünknel.

3.1 A választott prés ismertetése

A választott gépet az egyik beszállítónk, a TOX Pressotechnik online katalógusában találtam. A prés típusa KFLU 008.002.



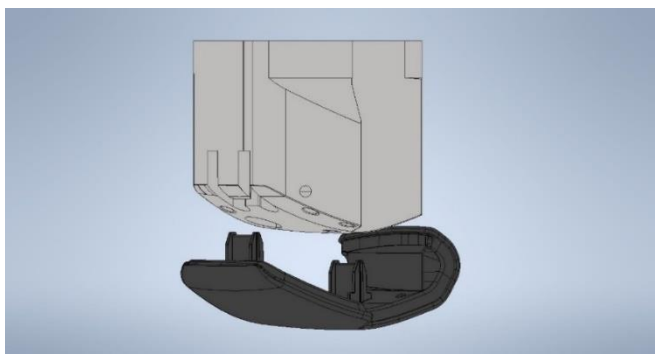
6. ábra. A KFLU 008.002 prés fontosabb méretei [7]

4 AZ IDŐZÍTŐFÉKES PRÉSEK ISMERTETÉSE, FUNKCIÓJA

4.1 A reteszelő szerkezet és alkatrészeinek bemutatása

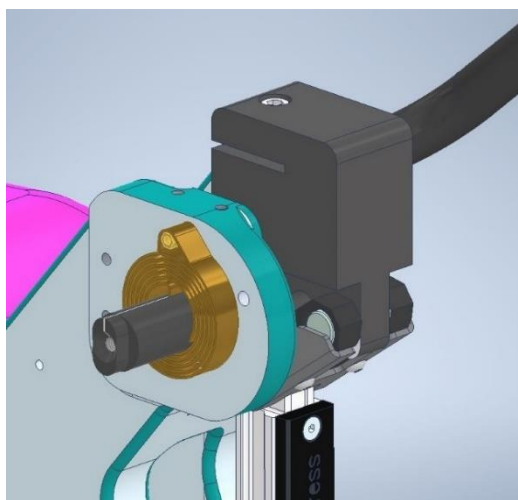
Mint már említettem, a prés feladata a termék fix pozícióban tartása erőt kifejtve rá. A működés megértése érdekében a felső prés szerszámmal és a reteszelő szerkezettel kezdem az ismertetést. Az operátor a TOX Pressotechnik webshopjából berendelhető mozgó tálcát, amin maga az alsó szerszám van, betolja ütközésig a prés váza felé.

Ezután behelyezi a felső formába a terméket a lábaival felfelé. A lábak az azoknak megfelelően kimunkált hornyokba illeszkednek, továbbá rugós hernyócsavarok biztosítják a még jobb illeszkedést.



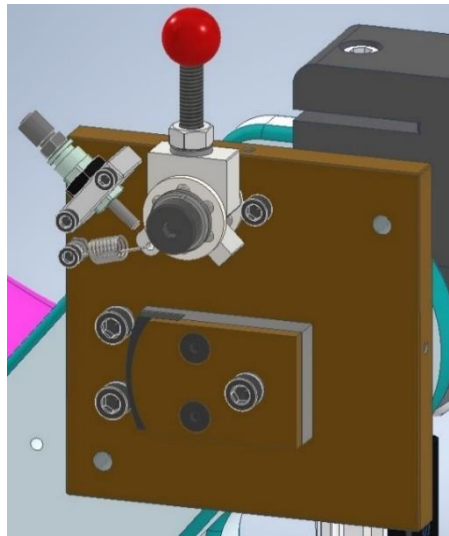
7. ábra. A felső prés szerszám és a termék kapcsolata

Következő lépésként megfogja a kart és lehúzza, ezzel elkezdve a préselést. A kar egy spirálrugó ellenében működteti a prés fejet. A spirálrugó egy fekete burkolattal ellátott tengelycsonkon helyezkedik el, ide kerül az időzítő reteszelő szerkezet. A burkolatot eltávolítva rengeteg hely felszabadul. A koncepció az, hogy erre a tengelycsonkra létre lehet hozni egy kilincsműhöz hasonló működési elvű szerkezetet.



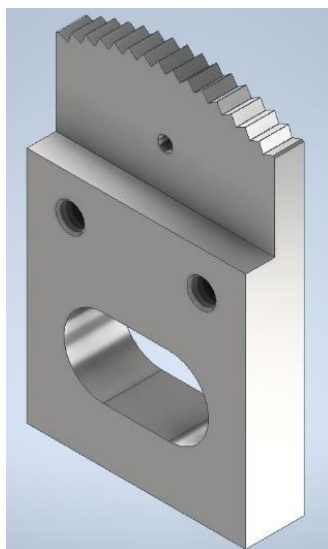
8. ábra. Spirálrugó és a tengelycsonk burkolat nélkül

Mivel a tengelycsonk a karral együtt fordul, ezért erre kerül fel egy fogazott íves alkatrész, ami beakad egy a fogak közé illeszkedő alkatrészbe, amit ezentúl csak reteszelőnek fogok nevezni az egyszerűség kedvéért, ezzel megakadályozva azt, hogy a spirálrugó visszaforgassa a tengelycsonkot. Természetesen egy ilyen kapcsolat megvalósítása a súrlódásnak és kopásnak kitett felületek miatt megfelelő anyagminőséget és hőkezelést igényel. A reteszelő és a fogas ív kapcsolatának az oldása egy munkahengerrel történik. Itt lép közbe az időzítő, amit később fejtek majd ki. Egyelőre elegendő annyi információ a működés megértéséhez, hogy közbe iktatunk egy szenzort.



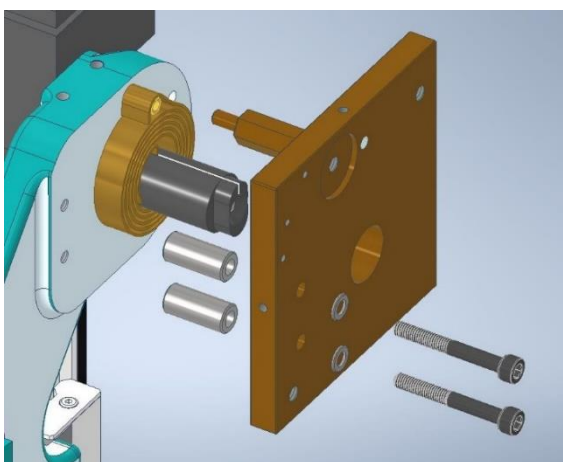
9. ábra. A reteszelő, a fogas ív és a munkahenger összeszerelt állapotban

Amikor a fogas ív elkezd fordulni a karnak köszönhetően, egy adott idő után elhalad a szenzor előtt, ami elindít egy visszaszámlálót. Ha az idő letelik, egy kis munkahenger pneumatikus nyomás alá helyeződik és kibillenti a reteszelőt az akkori pozíciójából. A reteszelőt egy húzórugó visszahúzza alapállásba, amint a fogas ív kifordul alóla. Amint a fogas ív újra elhalad visszafelé az induktív érzékelő előtt, 2 másodperc eltelte után megszűnik a munkahengerre ható pneumatikus nyomás. Itt kitérnék még arra, hogy az esetleges karbantartásokra gondolva, ha nem lenne lehetőség a munkahenger használatára, mert éppen sűrített levegő nem érhető el, a reteszelőbe kerül egy kis kar, amivel az operátor akkor is oldhatja a kapcsolatot a reteszelő és a fogas ív között, ha nem használható a munkahenger.



10. ábra. A fogazott alkatrész modellje

Természetesen szükség volt egy hordozófelületre, amire felszerelhető a reteszelő és a munkahenger úgy, hogy közben elegendő hely legyen a fogas ív számára is. Erre a célra terveztem egy alaplapot, amire fel lehet csavarozni a munkahenger tartó alkatrészt és felkerül rá a reteszelő. Az alaplap rögzítése egyszerű, hiszen a fekete burkolatot fogó két csavar menetes furatai már adtak két rögzítési pontot. A harmadik rögzítési ponthoz szükség van egy újabb furatra, ami a prés öntvény testéből könnyen kimunkálható. Ide egy hatszögletű, egyik végén hengeresre munkált menet nélküli távtartót terveztem, aminek a hatszögletű vége az alaplapba lesz süllyesztve. A másik két furatba belsőkulcsnyílású csavarok kerülnek, az alaplap és a prés test közé pedig két darab távtartó kerül.



11. ábra. A távtartók szemléltetése

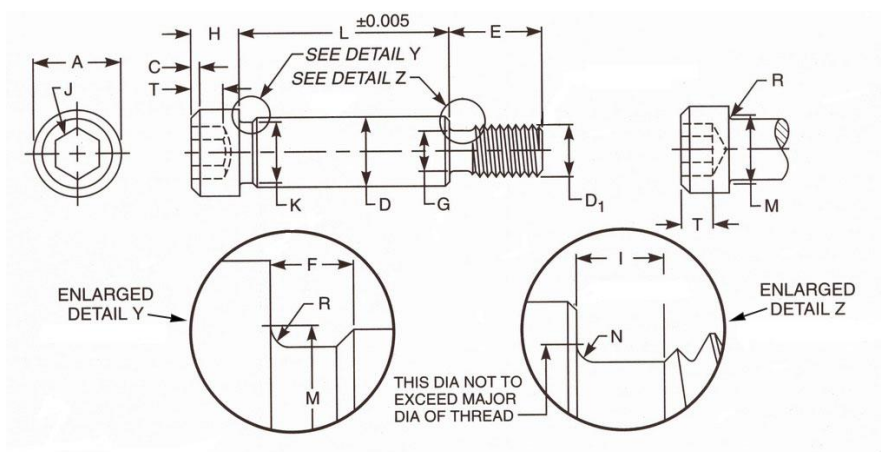
A reteszelő forgását csapágyakkal oldottam meg, azonban nem a szokványos módon. Az egyik partnercégnél, az Igus motion plastics-nél beszerezhető műanyag csapágyakkal oldottam meg. Mi az Eissmannál rengeteg futó projektben alkalmazzuk termékeiket, így például a 12. ábrán látható alkatrészt is, ezáltal a karbantartóink már ismerik a legtöbb termék ki és

beszerelési módszerét, továbbá az időbeli viselkedésüket is. A termék megnevezése: xiros® thrust washer.



12. ábra. Xiros típusú alkatrész [8]

Tehát a csapágy nem igényel kenést és csapágyházat sem igényel, ugyanis a VW Touareg 536 oberteil gyártó sor por és szennyeződésmentes kell, hogy legyen a gyártási folyamatban felhasznált ragasztó miatt és természetesen a késztermékre sem kerülhet semmiféle kosz. Ha a ragasztóba szennyeződés, por kerül, akkor nem lesz megfelelő a ragasztott kötés. Ezek az információk megkönnyítik a dolgom, ugyanis két ilyen csapágy közé helyezve a reteszelőt, az el fog tudni fordulni. Nyilván a csapágyak és a reteszelő felszereléséhez is szükség van egy hordozófelületre, illetve az egyik csapágy így még csak egy síkon fekszik fel. A hordozófelületet egy vállas csavarral oldottam meg. Ez egy olyan csavar, aminek a feje alatt egy szélesített és menet nélküli köszörült hengeres váll található, amely a csavar méretét határozza meg. A vállas csavarokat sokszor alkalmazzák forgó és csúszó alkalmazásokhoz, például csapágyakhoz. Ezt az alkatrészt az RS ipari és elektronikai megoldásokat kínáló cég webáruházából rendeltük be.

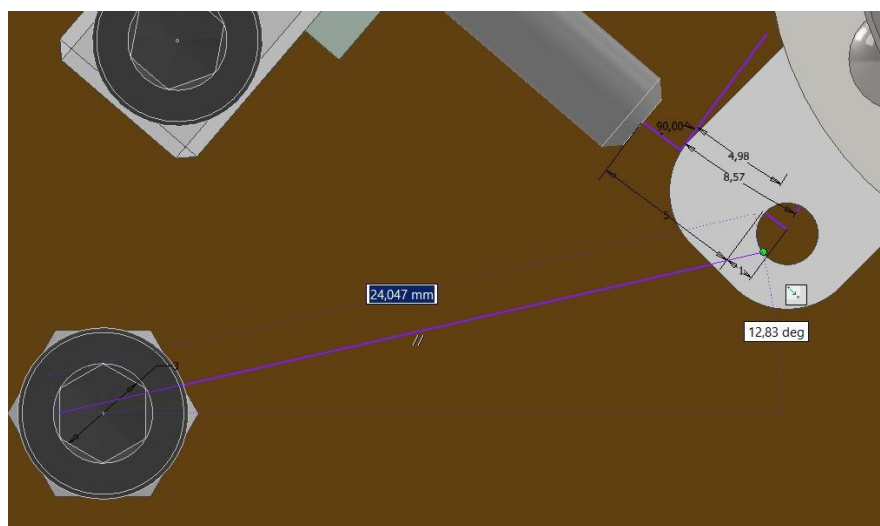


13. ábra. A vállas csavar [9]

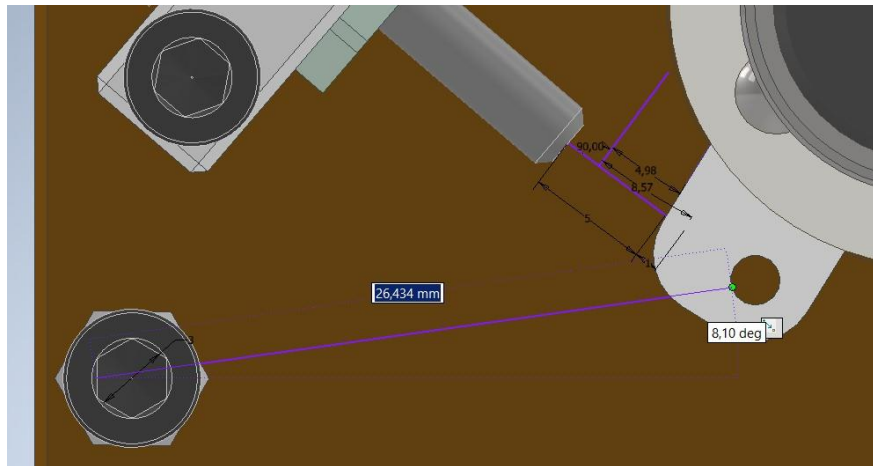
A csapágy felfekvését is igyekeztem a lehető legegyszerűbb módon megoldani. Mivel a vállas csavarfej alatti hengeres részének névleges átmérője 8 mm, úgy gondoltam, hogy egy M8 fakötésű alátét a célra megfelelő lesz. Az alaplapba készített menetes furatba betekerve a vállas csavart, rajta az alkatrészekkel, azokat összehúzza, a reteszelő el fog tudni fordulni a két csapágy között. Természetesen ügyelni kell a csavar meghúzására, hiszen, ha túl van húzva,

túlságosan összefeszülnek az alkatrészek, ami azt eredményezheti, hogy erősebb munkahenger kell a reteszelő kibillentéséhez és erősebb rugó a visszapoziicionálásához. Mivel a csavar feladata az alkatrészek hordozása és a megfelelő távolság biztosítása közöttük, ezért a meghúzási nyomatékra különösebb figyelmet nem fordítottam. Az alkatrészt tapasztalati úton, kézzel annyira kell betekerni a menetes furatba, míg a hordozott alkatrészek hézagmentesen nem illeszkednek. Kicsivel tovább húzva a csavart, az összeszorító erő éppen elegendő ahhoz, hogy a súrlódási erők megakadályozzák az alkatrészek mozgását, de nem annyira nagy, hogy megakadályozza a csapágygolyók forgását. A csavar a lap túloldalán rögzítve lesz egy anyával a kilazulás megelőzésének érdekében. A tervek szerint a 20 mm hosszú vállal rendelkező csavar a tervezett reteszelő, a két csapágy, a fakötésű alátét és egy rugós alátét a csavarfej után, pont lehetővé teszi a szükséges összefeszítést.

Rugóválasztásnál az volt a cél, hogy a húzórugó akkor legyen nyugalmi-közel nyugalmi állapotban, amikor a reteszelő függőleges pozícióban van. A tervek és a modellek elkészítése után könnyebb volt meghatározni, hogy milyen rugó szükséges erre a célra. A tervek szerint a munkahenger lökete 5 mm lesz. Az Inventor modellterében meghatároztam, hogy mekkora alakváltozást szenvedjen a rugó akkor, amikor a munkahenger dugattyúja 5 mm-rel mozdul a reteszelő irányába. Azt, hogy mekkora a reteszelő szögelfordulása, és ezzel közelítőleg mennyi a rugó szükséges megnyúlása, az 14. és 15. ábra szemlélteti.



14. ábra. 0 mm dugattyúmozdulásnál mért szükséges rugóhosszúság



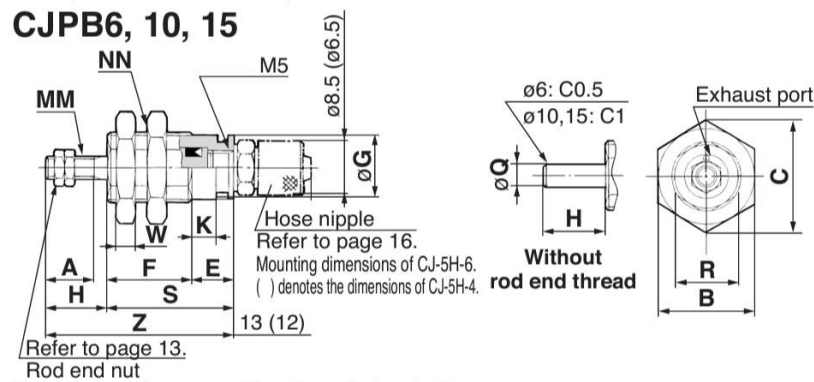
15. ábra. 5 mm dugattyúmozdulásnál mért szükséges rugóhosszúság

Mivel az SMC katalógus megad nekünk egy felső értéket, miszerint a dugattyú 5, maximum 6 millimétert mozdulhat nyomás hatására, ezért az 15. ábra szerint újra elvégezve a mérést, ezúttal hat milliméter elmozdulással, a rugó megnyúlt állapotára 27,29 mm-t kaptam. Ezeknek a közelítő értékeknek köszönhetően a The Spring Store webáruházából választottam egy húzórugót. A rugó cikkszama PE031-359-7903-SST-0870-CO-N-IN.[10] A rugó egyik vége az alaplapha munkált menetes furatba csavart M3-as csavarra lesz akasztva, míg a másik vége a reteszelő erre a célra kimunkált furatába akad be.

4.2 Az alkalmazott munkahenger bemutatása

Munkahengert az SMC-től rendeltünk, ami egy ipari és pneumatikus alkatrészeket gyártó és szállító cég. A munkahenger választás mérésekkel, számításokkal és tesztekkel lett elvégezve. Egy rugó visszatérítésű munkahenger ideális a feladatra. Ez egy olyan megoldás ahol a dugattyút visszatolja a kiinduló helyzetébe egy rugó, ha a pneumatikus nyomás megszüntetésre kerül. Kezdeként méréseket hajtottam végre az összeszerelt reteszelőn egy digitális erőmérővel vagy másnéven dinamométerrel. A készülék 50 N-ig képes mérni század pontossággal. Használata egyszerű volt. Bekapcsolás után síkfelületre téve le kellett nullázni az eszközt, majd a mérési módot beállítva, hogy valós idejű mérést végezzen, vagy a csúcsértéket figyelje, már kezdhettem is a mérést. A reteszelő azon pontjára nyomást kifejtve a készülékkel, amelyre majd a munkahenger dugattyúja fog nyomást gyakorolni, három mérés átlagából egy 15,72 N csúcsértéket kaptam.

Ezek alapján a típus, amit vizsgáltam az a CJPB6-5H4-B.



16. ábra. A CJPB6-5H4-B munkahenger [11]

Ez a típussorozat legkisebb munkahengere. A mérések után számítást végeztem és meghatároztam, hogy a dugattyú mekkora erővel fogja kibillenteni a reteszelőt. A dugattyú felületére 0,7 MPa nyomás hat. Ebből meghatározható a fellépő erő. Előtte viszont szükséges meghatározni a dugattyú területét, ami a következő összefüggéssel számítható:

$$A = \frac{D^2 \cdot \pi}{4} \quad (1)$$

ahol:

A a dugattyú területe (mm²)

D a dugattyú átmérője (mm)

A CJPB6-5H4-B munkahenger belső átmérője 6 mm, tehát behelyettesítve az (1) összefüggésbe:

$$A = \frac{6^2 \cdot \pi}{4}$$

$$A = 28,27 \text{ mm}^2$$

A fellépő erőt a következő egyenlettel számítottam ki:

$$F = p \cdot A \quad (1.2)$$

ahol:

F a dugattyúra ható erő (N)

p a közeg nyomása (MPa)

A a dugattyú területe (mm²)

Ebbe behelyettesítve a dugattyúra ható erő:

$$F = 0,7 \cdot 28,27 \text{ mm}^2$$

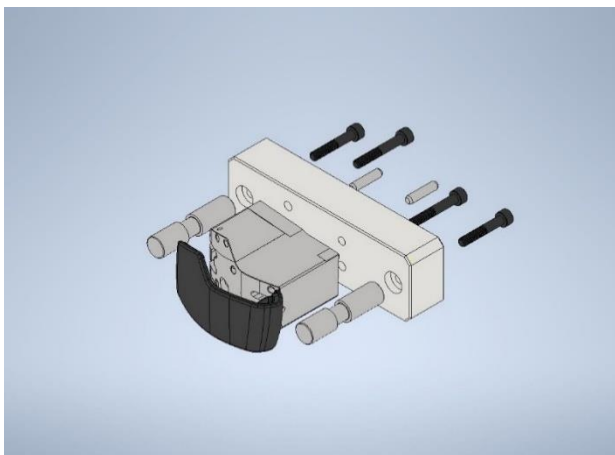
$$F = 19,79 \text{ N}$$

Ez egy elméleti erő, ugyanis valós körülmények között számításba vehető, hogy körülbelül 5%-os veszteség keletkezik, ami kompenzálja a súrlódásból és egyéb tényezőkből eredő veszteségeket.[12] Tehát körülbelül 18,8 N erő hat a reteszelőre. A pneumatikus nyomás elvétele után a katalógus szerint 3,92 N rugóerő téríti vissza a dugattyút. [11]

A tesztek és a számítás eredményei alapján ez a munkahenger ideális a feladatra. Végellenőrzésként a gépraktárból kikértem egy ilyen munkahengert és teszteket végeztem vele, ahol figyelembe vettem a távolságot, a munkahenger szögét, hogy közel merőleges legyen a reteszelő erre a célra kimunkált részére. Pneumatikus nyomás alá helyezve a munkahengert, a dugattyú könnyen ki tudta billenteni a reteszelőt a helyéről és a fogas ív kifordult alóla.

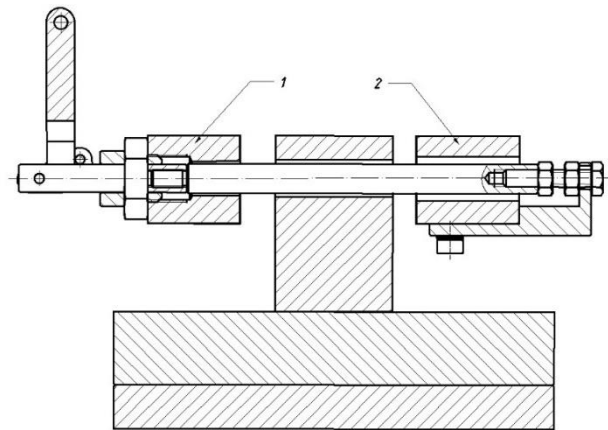
4.3 A prés szerszámok ismertetése

Ha folytatjuk a 4.1-es fejezetben elkezdett folyamatot, akkor amikor a kar végállásba került és a prés a maximális erő kifejtését elérte, az operátor az alsó szerszámon lévő kart magától eltolva a két oldalsó peremező pofát rátolja a termékre, ezzel a megfelelő geometriát követve visszaperemezi a bőrt és fix pozícióban tartja. Nézzük a szerszámok felépítését. A felső szerszám három részből áll: magából a formából, melybe illeszkedik a termék, egy adapterből, hogy kompatibilis legyen a préssel és két vezetőcsapból. Ez a teljes egység fog mozogni a préselés során.



17. ábra. A felső prés szerszám alkatrészei

Az alsó szerszám fő eleme a középső forma, amibe a prés belenyomja a felső szerszámmal a terméket. A két peremező forma összeköttetésben áll egymással egy-egy tengelyen keresztül, ami a csuklós mozgató karhoz van rögzítve, emellett a karhoz közelebb eső formához rögzítve van két vezetőcsap, melyek két-két bronz perselyben mozdulnak el axiálisan.



18. ábra. Az alsó szerszám metszeti képe

A csuklós megoldásnak köszönhetően a kar az 18. ábrán feltüntetett egyes jelű formát tolja, míg a kettes jelű formát a két tengelynek köszönhetően elkezdi az operátor felé húzni. Az ábrán a metszet nézeti iránya miatt az alsó forma és a többi alkatrész nincs feltüntetve. Véghelyzetben a két formára felszerelt két-két közrefogó elem a felső forma adapterébe rögzített vezetőcsapba munkált beszúrássra rázárul. A beszúrásnak munkavédelmi szempontból van jelentősége, amit egy későbbi fejezetben fejtek ki. A közrefogó elemek szintén nincsenek az ábrán a metszeti nézet iránya miatt.

4.4 Az időzítő ismertetése

Az időzítő középpontjában egy ATmega328 mikrovezérlő van, ami lényegében egy vezérlési feladatok ellátására szolgáló cél számítógép. [13] Bemenete egy induktív szenzor, amely érzékeli, ha a fogazott alkatrész elhalad előtte. Kimenete egy relé modul, mely lehetővé teszi a nagy teljesítményű áramkörök vezérlését alacsony teljesítményű jelekkel, továbbá kimenete még egy elektropneumatikus szelep. [14]

A program úgy működik, hogy a mikroszámítógép érzékeli az induktív érzékelő jelét, ekkor elindul egy számláló 60 másodperccel, ez egy 4x7 szegmenses kijelzőn meg is van jelenítve. A számláló, ha 5 másodpercnél jár, egy LED zöldről sárgára vált, majd az idő leteltekor pirosan világít, továbbá a mikrokontrolleres rendszer hangjelzést is ad az operátornak. Ekkor a relé modul az elektropneumatikus szelepre 24 V feszültséget kapcsol, ezáltal a munkahenger pneumatikus nyomás alá kerül és így a mechanikus reteszelés megszűnik. Ezután 2 másodperc eltelte után jelentkezik újra jelátvitel, ezalatt az idő alatt meg kell történnjen a termék kivétele a szerszámból. Ha ez nem történik meg, az sem probléma, ugyanis a présen lévő spirálrugó a reteszelő mechanizmus oldásakor megindítja felfelé a prés kart, azonban az csak pár millimétert mozdul felfelé, mert az alsó szerszám még zárt állapotban van és a vezetőcsap beszúrása nem engedi a további mozgást. Ez elegendő ahhoz, hogy a reteszelő ne akadjon újra a fogazott alkatrészbe, ha a munkahenger negatív végállásba mozdul. Mindemellett a mikrokontroller

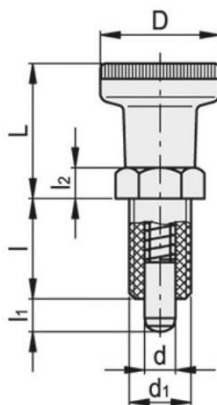
figyeli, hogy történt-e kar visszamozgás, így nem indulhat újra a számláló, csak a következő lefelé mozgáskor.

4.5 A prés telepítésének megoldása a sorra

4.5.1 A forgó lap bemutatása és rögzítési módjának ismertetése

Mint említettem szükséges tervezni egy forgó lapot is a prés sorba való telepíthetőségéhez. Erre felkerül a két prés és még kettő kapocsfelhelyező prés, amikre nem térek ki a dolgozatomban. A tervezés során figyelembe kellett venni a terheléseket, fellépő erőhatásokat. Ennek megfelelően választottam anyagminőséget és anyagvastagságot. Gondolni kell a lap rögzítésére is, hiszen, ha ez nem történne meg, lehetetlen lenne dolgozni a préseken, mert a csapágazás miatt folyamatosan elfordulnának.

Erre a célra megfelelő egy rugós csapszeg, amely képes beakadni például egy furatba, majd, ha a másik présre van szükség, az operátor csak kiakasztja a rugós csapszeget, fordít 180 fokot a lapon, majd a másik oldalt szintén beakadva a csapszeg rögzíti a lapot. Mivel ilyen megoldást használunk szerte a gyár területén hasonló és nagyobb tömegek esetén is, ezért a rugós csapszeg választásnál méretezési számításokat nem végeztem, csupán egy a soron lévő nagyobb igénybevételű rugós csapszegre hagyatkoztam. A választott rugós csapszeg cikkszáma PMT.100-8-M16x1,5-A.

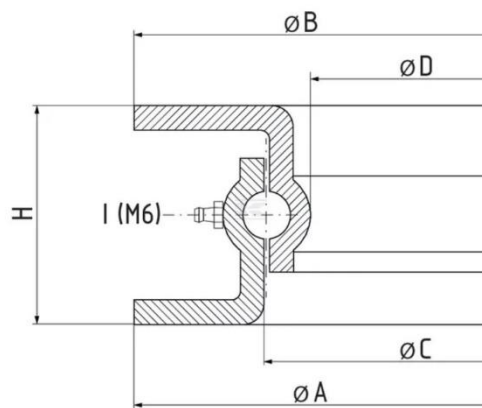


19. ábra. A rugós csapszeg [15]

A rugós csapszeg az Elesa online katalógusából lett kiválasztva. A katalógus szerint a csapszeg 5,9 kN erőt képes elviselni és H7-es tűrésosztályú furatot ajánlj az alkalmazásához. A furatba illeszkedő rész, azaz az 19. ábrán d-vel jelölt rész átmérőjének felső eltérése -0,1 mm, az alsó eltérése -0,15 mm. Az ellendarab egy kúpos végű, lelapolással ellátott henger, amelynek műhelyrajza a 2. számú mellékletben megtalálható. A rugós csapszeg amikor hozzáér a kúp alkotójához, a rugó ellenében megindul felfelé, majd mikor a furathoz ér, a rugó visszatolja a csapszeget, ezzel megállítva a forgó mozgást és rögzítve a forgó lapot.

4.5.2 A csapágyazás ismertetése

A csapágyazásnak nagy terhet kell elviselnie, hiszen az Inventor szerint a két prés teljes felszereltséggel 145,25 kg-ot nyom, továbbá figyelembe kell venni a két kapocsfelhelyező prés tömegét teljesen felszerelt állapotban és magát a forgó lapot is. Mindemellett az igények szerint a két kapcsoló prés magasítást igényel, hogy az operátor kényelmesen tudjon dolgozni, tehát két 200 mm magasságú, IPE sorozatú, S 355 JO acélból melegen hengerelt I szelvényre lesznek felrögzítve, melynek méretei alapján a tömege 3,588 kg. Mivel a kapcsoló présekről nem rendelkezem dokumentációkkal, így azokat mérleggel megmérve 15,257 kg értéket kaptam présenként. A Kramp weboldalán találhatóak megfelelő kivitelezések erre a célra. A választott forgószámló rajza a 20. ábrán látható.



20. ábra. A csapágyazás rajza [16]

ahol: [16]

$$\text{ØB} = \text{ØA} = 400 \text{ mm}$$

$$\text{ØD} = 300 \text{ mm}$$

$$H = 55 \text{ mm}$$

$$C = 320 \text{ mm}$$

a csapágygolyó átmérője: 12 mm

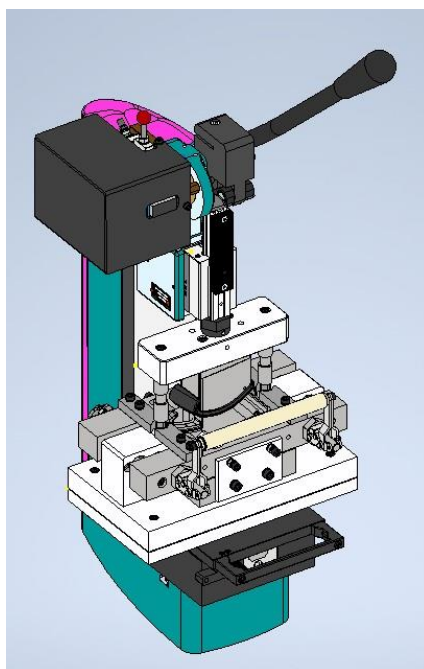
az alkatrész tömege = 8 kg

Kutatómunkám során ez volt a lehető legideálisabb a célra, amit találtam, úgyhogy terhelési szimuláció alá vettem, amit a következő fejezetben fejtek ki részletesen.

5 A TERVEK ELKÉSZÍTÉSE

5.1 Az alkalmazott tervezőprogramok ismertetése

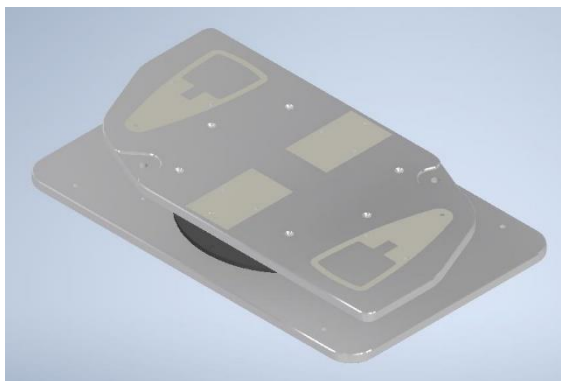
A modellezési folyamat első lépése a terepszemle, mérések elvégzése és az igények felmérése volt. Meg kellett határoznom a befoglaló méreteket mind a soron, mind magán a présen, hogy tisztában legyek a rendelkezésre álló terekkel. Ezen információk alapján készítettem el az első vázlatokat. Ezután az egyes alkatrészeket külön-külön modelleztem, figyelembe véve a gyártási folyamatokat és anyagköltségeket. Az alkatrészeket összeállításba rendeztem, majd az összeállítási modellt szimulációkkal teszteltem.



21. ábra. Az időzítőfékes prés összeállítási modellje

5.2 A terhelésvizsgálat előkészületei, paraméterek beállítása

Még mielőtt hozzáláttam a vizsgálatokhoz, szükségesnek láttam leegyszerűsíteni az összeállítási modellt, hiszen számomra jelenleg a prések lényegtelenek, csupán arra a felületre van szükségem, ahol érintkeznek a forgatható lappal és nyomást gyakorolnak rá.



22. ábra. Az egyszerűsített összeállítási modell

A végeselem módszerrel végzett terhelési vizsgálat során alapvető szempont, hogy a tervezett geometriák milyen anyagminőséggel rendelkeznek. Ez ugyanis meghatározza a terhelhetőségüket, merevségüket és a szakítószilárdságukat. Mivel cégünknel döntő többségben alumíniumot használunk, főleg azért, mert rendkívül könnyű, így ez egy ideális anyag a nagy szilárdságú és kis tömeg igényű alkalmazásokhoz. A lapra ható nyomás meghatározásához kisebb számításokat kell végezni. Mivel az időzítő prések tömege 72,625 kg, ez alapján meg kell határozni a forgó lapra ható erőt, ami a következő összefüggéssel lehetséges:

$$F_1 = m \cdot g \quad (2)$$

ahol:

F a lapra ható erő [N]

m a test tömege [kg]

g a nehézségi gyorsulás [m/s^2]

Behelyettesítve a tömeget, illetve a nehézségi gyorsulást, aminek az értéke $9,81 \text{ m/s}^2$, a terhelő erő nagysága:

$$F_1 = 72,625 \cdot 9,81$$

$$F_1 = 712,451 \text{ N}$$

A nyomás meghatározására az alábbi képletet alkalmazom:

$$p_1 = \frac{F}{A} \quad (2.1)$$

ahol:

p a felületre ható nyomás [MPa]

F a felületre ható erő [N]

A a terület [mm^2]

Behelyettesítve az imént számított erőhatást és az Inventor által kalkulált terület értékét, ami $16769,185 \text{ mm}^2$, a lapra ható nyomás présenként:

$$p_1 = \frac{712,451}{16769,185}$$

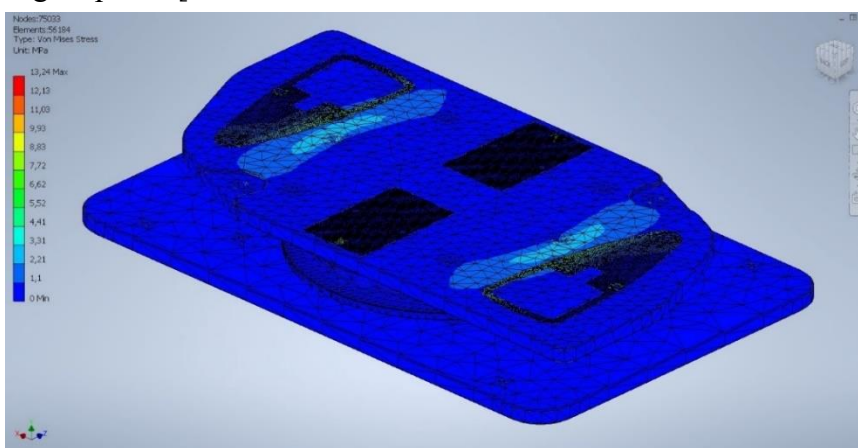
$$p_1 = 0,04248 \text{ MPa}$$

A kapocsbehelyező prés esetén, mivel az alatta lévő I szelvény fekszik fel a forgó lapon, ezért elegendő a tömegét hozzáadni a szelvény tömegéhez és úgy elvégezni a számításokat. A kapocsbehelyező prés tömege $15,257 \text{ kg}$ plusz az I szelvény tömege, ami $3,588 \text{ kg}$, illetve annak területe, ami 16000 mm^2 , behelyettesítve a (2) összefüggésbe, megkapjuk, hogy az F_2 erő értéke $184,869 \text{ N}$, illetve a (2.1) összefüggést ismét felhasználva a p_2 értéke $0,01155 \text{ MPa}$. Ezekkel az adatokkal már elvégezhető a szimuláció.

Kezdeti lépésekben beállítottam az anyagminőséget minden alkatrésze. A beállításokat folytatva meghatároztam a rögzítési pontokat, a korábban említett felületi nyomás értékeket is beállítottam és a végelemek méretét 0,1 mm-re vettem fel, továbbá ott, ahol a prések és az I szelvények érintkeznek a lappal, 0,05 mm-re állítottam a végelemek méreteit, a pontosabb értékek érdekében. A végelemek alakját tetraédernek választottam, illetve a darabszámukat 56184-nek választotta az Inventor.

5.3 A szimuláció lefuttatása, eredménye és értékelése

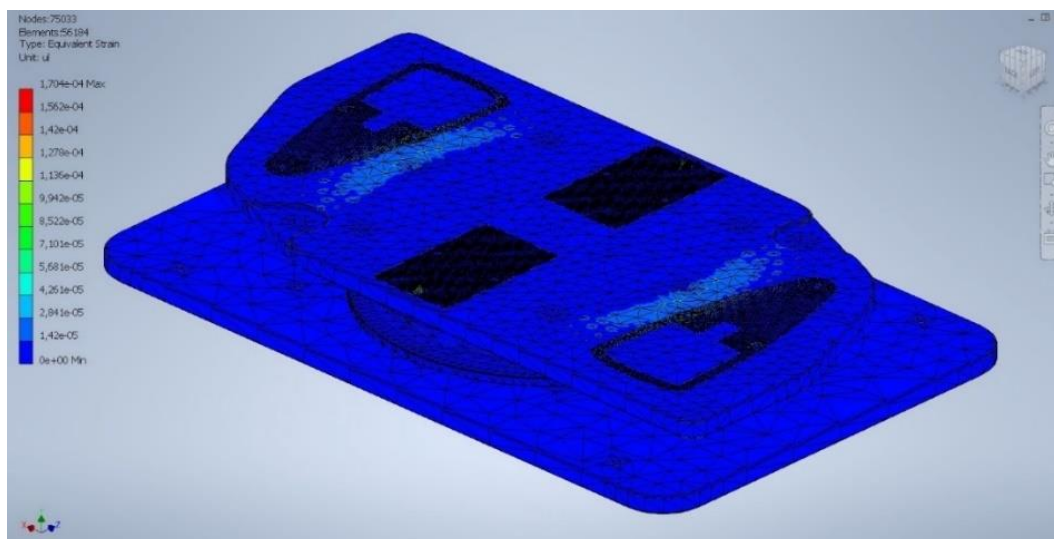
A vizsgálat végeredményéből négy lényeges információt szűrtem ki. Az egyik a redukált feszültség, amely a pontbeli feszültségi állapotot tönkremenetel szempontjából egyértelműen jellemzi. [18] A redukált feszültség bevezetésével visszavezetjük egyszerű speciális esetre a térbeli feszültségállapotot. [18]



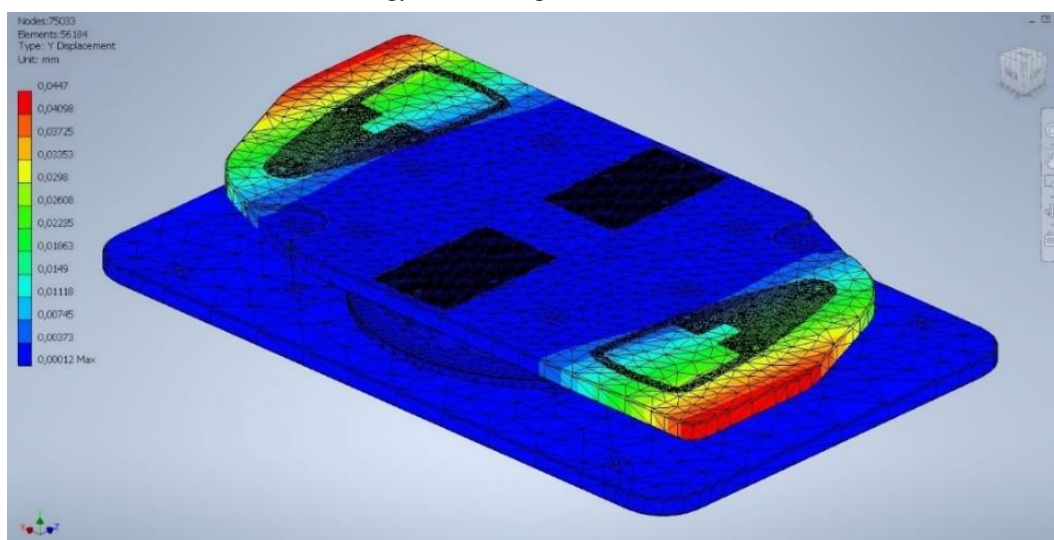
23. ábra. A redukált feszültség szemléltetése

A következő szempont az egyenértékű alakváltozás, vagyis, hogy egy anyag mennyi deformációt szenved el egy rá ható terhelés alatt. Ez egy skalár érték, amely az anyagban tárolt összes rugalmas deformációs energiát reprezentálja. Az egyenértékű rugalmas deformáció egyszerűsített mértéket nyújt az anyagban tárolt teljes deformációs energiáról. [18]

A 23. ábrán látható, hogy a redukált feszültség maximális értéke a két időzítő prés belső oldalán jön létre, megközelítőleg a színskála alapján értéke 7,72 MPa. Ez viszonylag egy középérték, tehát nem közelíti meg a kritikus értéket. Nélkülözhetetlen ellenőrizni a lehajlást is, különösen a lap két szélénél, ezért figyelembe vettem az Y irányú alakváltozást, amit a 25. ábra szemléltet. Látható, hogy a maximális érték 0,04098 mm, ami jelentéktelennek számít. Mindemellett kismértékű szögelfordulást véltem felfedezni a két időzítő prés helyén, mindössze 0,01 fokot. Ez olyan irreleváns, hogy külön ábrán nem kerül szemléltetésre.



24. ábra. Egyenértékű rugalmas alakváltozás értéke

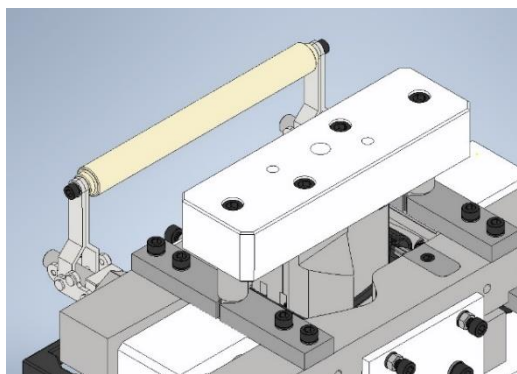


25. ábra. Y irányú lehajlás

Az egyenértékű alakváltozást a 24. ábra szemlélteti. Értéke $4,261 \cdot 10^{-5}$, ami a skála szerint elhanyagolható nagyságrendet képvisel. Ezek az adatok, illetve a 25. ábrán feltüntetett maximális lehajlás értéke arra ad következtetést, hogy a tervezett szerkezet megfelel az elvárásoknak. A szimuláció során vizsgált terhelési és határfeltételek mellett a szerkezet stabilitása és teljesítőképessége megfelelőnek bizonyult.

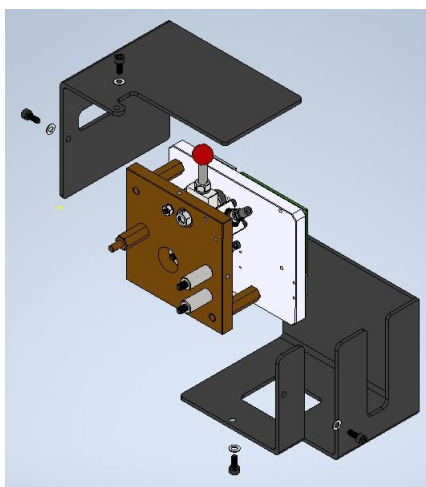
6 MUNKAVÉDELMI SZEMPONTOK ÉS INTÉZKEDÉSEK

Potenciális veszélyforrás a gép működése során például a prés karja. Ha az operátor nem húzza le megfelelően a kart, esetleg a reteszelő szerkezetben hiba lép fel és nem lenne képes rögzíteni adott pozícióban a prést, az operátor sérüléséhez vezethet. Ez ellen megfelelő intézkedés a vezető csap-közrefogó elem kapcsolata. A szerszám zárásakor a 26. ábrán látható módon a közrefogó elemek a beszúrásba illeszkedve nem engedik a prést visszamozogni.



26. ábra. A szerszám zárt állapotban

A prés oldásához az operátor jobb kézzel meg kell fogja a prés kart, azt megtartva, bal kézzel oldja a 26. ábrán látható karral az alsó szerszámot, majd feltolja a préskart és kihúzza az alsó szerszámot a mozgó tálca markolatával. Más esetben, mivel az időzítő letelte után a reteszelő nem üzemel, a spirálrugó visszaforgatná a prés karját, ezzel balesetet okozva. Mindemellett szükséges volt tervezni egy védőburkolatot a reteszelő szerkezetre, hiszen, ha szabadon hozzáférhető, az komoly kockázatot jelent a munkavállaló testi épségére. A burkolat polimetilmetakrilát (PMMA) anyagból készült, ami egy átlátszó üvegpótló műanyag. A burkolat két részből áll és a reteszelő szerkezet alaplapjának négy oldalára kerül rögzítésre csavarkötésekkel. A burkolat természetesen takarja az elektronikát is, illetve mesterséges fekete filc anyag került rá felragasztásra esztétikai szempontból.



27. ábra. A reteszelő szerkezet burkolata

7 A RETESZELŐ SZERKEZET SZERELÉSTECHNOLÓGIÁJA

A jelen fejezet célja, hogy részletes betekintést nyújtson az időzítő szerkezet összeállításának dokumentált eljárásaira. A szerelési folyamatokat alátámasztó sorrendtervek, és a szerelési hierarchiát bemutató családfa készítése során a szakmai irodalom mélyreható elemzése volt támaszom. [17] A szerelési családfa és szerelési sorrend kulcsfontosságú szerepet tölt be, hiszen bemutatja a reteszelő szerkezet komponenseinek felépítését, azok összefüggéseit, valamint a szerelési munkafolyamatok helyes sorrendjét. A dokumentációkat az 1. számú melléklet tartalmazza, továbbá a szerelést segítő összeállítási rajz és a reteszelő robbantott rajza a 2. számú mellékletben találhatóak meg.

8 ALKATRÉSZEK GYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁJA

Ebben a fejezetben bemutatom két fő alkatrész, a 3. számú alaplap és a 6. tételszámú fogazott alkatrész gyártástechnológiájának egy részét. Az alaplap legyártásához szükséges paramétereket hagyományos módon számításokkal határozom meg, illetve a másik alkatrész esetében kalkulátort fogok alkalmazni, amelyeket a CNC megmunkálás és a program készítése során fogok felhasználni. A megmunkálási eljárások és dokumentációk terjedelme miatt dolgozatomban csak a változó keresztmetszetű forgács szakaszos leválasztásával végzett marási megmunkálásokat mutatom be, így nem térek ki az előgyártmányok méreteinek meghatározására sem.

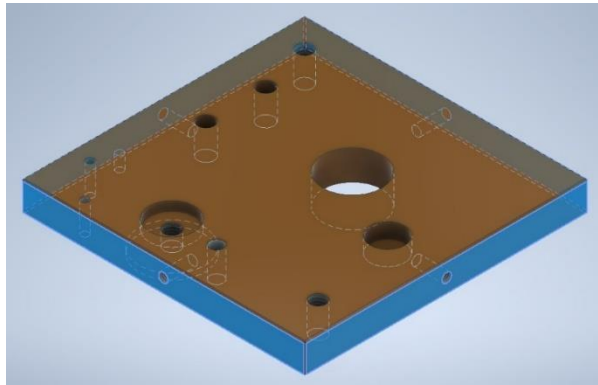
8.1 A forgácsolási műveletekhez szükséges értékek meghatározása

8.1.1 Palást és homlokmarás

Az alkatrész palást és homlokmarással készül, illetve fúrást is alkalmazni kell. A műveletek egy EMR-610D 10,5 kW teljesítményű CNC marógépen lesznek elvégezve. A 28. ábrán kék kiemeléssel láthatóak a megmunkálandó felületeket. A nagyoló palástmarás adatai a következők:

- a szerszám típusa: CoroMill® Plura tömör keményfém szármaró (2F342-1270-038-PD P2BM)
- a homlokszög: $\gamma = 10,5^\circ$
- a szerszám fogainak száma: $z = 4$ db
- a szerszám átmérője: $d = 12$ mm
- a forgácsolósebesség táblázat alapján: $v_c = 160$ m/min
- a fogankénti előtolás táblázat alapján: $f_z = 0,1$ mm/ford
- a megmunkálandó hosszúság: $L = 105$ mm
- a megmunkálandó anyag szélessége: $b_w = 15$ mm
- a rá és túlfutás: $x = x_t = 20$ mm
- $k_{c1.1} = 1610$ N/mm²
- $z = 0,34$
- a fogásvétel: $a = 1,5$ mm

- fogások száma: $i = 2$



28. ábra. palástmarással megmunkált felületek

A közepes forgácsvastagságot a következőképpen számoljuk:

$$\bar{h} = f_z \cdot \sqrt{\frac{a}{d}} \quad (3)$$

ahol:

$\bar{h}$ - a közepes forgácsvastagság [mm]

f_z - a fogankénti előtolás [mm/ford]

a - a fogásvétel [mm]

d - a szerszám átmérője [mm]

Behelyettesítve a 3. egyenletbe kapjuk, hogy $\bar{h} = 0,035$ mm. A fajlagos főforgácsolóerő meghatározásához több adatra van szükségem.

$$k_c = k_{c1.1} \cdot \bar{h}^{-z} \cdot k_\gamma \cdot k_k \cdot k_v \cdot k_s \quad (3.1)$$

Az egyenlet tagjai:

$k_{c1.1}$ - a k_s főértéke [N/mm²]

k_γ - homlokszög korrekció

k_k - szerszámkopás korrekció, értéke 1,5

k_v - forgácsolósebesség korrekció

k_s - szerszámanyag korrekció, csak HSS, vagy kerámiánál számottevő

A homlokszög korrekció a

$$k_\gamma = \frac{109-1,5\gamma}{100} \quad (3.2)$$

képlettel számítható, melynek értéke: $k_\gamma = \frac{109-1,5 \cdot 10,5^\circ}{100} = 1,25$. A forgácsolósebesség korrekció meghatározására a

$$k_v = \left(\frac{100}{v_c}\right)^{0,1} \quad (3.3)$$

egyenlőséggel határozható meg. Értéke $k_v = \left(\frac{100}{160}\right)^{0,1} = 0,95$. Elvégezve a 3.1. egyenletet azt kapjuk, hogy $k_c = 8965,4$ N/mm². Az egy fogra jutó forgácsolóerő számításához az

$$F_{c1} = k_c \cdot b_w \cdot h \quad (3.4)$$

összefüggést alkalmazom. Behelyettesítve $F_{c1} = 8965,4 \cdot 15 \cdot 0,035 = 4706,8 \text{ N}$ az értéke. Ezt az értéket tovább viszem, meg kell határozni a főforgácsolóerőt, amihez kell az egyszerre fogásban lévő fogak száma (ψ).

$$\psi = \frac{z}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{a}{d}} \quad (3.5)$$

A korábban ismertetett értékek alapján $\psi = \frac{4}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{1,5}{12}} = 0,45$. Így számítható a főforgácsolóerő, amely az egyszerre fogásban lévő fogak számának és az egy fogra jutó forgácsolóerő szorzata. Értéke $\bar{F}_c = \psi \cdot F_{c1} = 0,45 \cdot 4706,8 = 2118,1 \text{ N}$. Következő lépésként meg kell határozni a teljesítményszükségletet.

$$P_c = \frac{F_c \cdot v_c}{60 \cdot 10^3} \quad (3.6)$$

A P_c forgácsolási teljesítmény a 3.6 összefüggés alapján 5,65 kW. Ez alapján számítható a teljesítményszükséglet.

$$P_0 = \frac{P_c}{\eta} \quad (3.7)$$

ahol:

P_0 - a teljesítményszükséglet

P_c - a forgácsolási teljesítmény

η - a marógép hatásfoka, értéke 0,9

Tehát a teljesítményszükséglet $P_0 = \frac{5,65}{0,9} = 6,28 \text{ kW}$. A maró teljesítménye 10,5 kW, tehát a gép alkalmas a feladat elvégzésére. További meghatározandó érték a fordulatszám.

$$n_{sz} = \frac{1000 \cdot v_c}{d \cdot \pi} \quad (3.8)$$

A számított fordulatszám tehát $n_{számított} = \frac{1000 \cdot 160}{12 \cdot \pi} = 4244 \frac{\text{ford}}{\text{perc}}$. A gépen beállítható fordulatszám $n_{be} = 4000 \text{ ford/perc}$. Így az asztal előtoló sebessége számítható.

$$v_f = f_z \cdot z \cdot n_{be} \quad (3.9)$$

A számított érték $v_f = 0,1 \cdot 4 \cdot 4000 = 1600 \frac{\text{mm}}{\text{perc}}$. A leválasztott anyagmennyiség:

$$Q = a \cdot b_w \cdot v_f \quad (3.10)$$

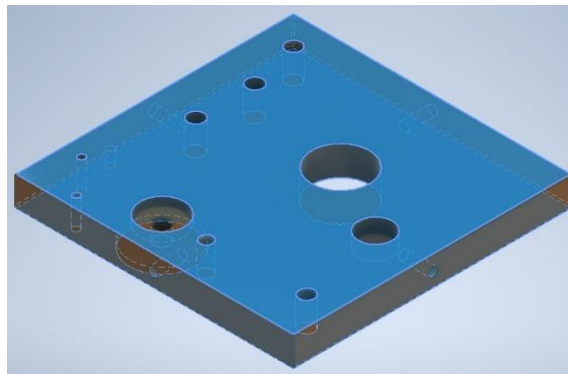
Behelyettesítés után eredményül azt kapjuk, hogy $Q = 0,15 \cdot 1,5 \cdot 160 = 36 \frac{\text{cm}^3}{\text{perc}}$. Utolsó lépésként meghatározom a gépi főidőt.

$$t_g = \frac{x_t + L + x}{v_f} \quad (3.11)$$

A 3.11 összefüggés alapján a gépi főidő 0,09 perc, tehát 5,4 másodperc. A simító palást és homlokmarással kapcsolatos számítások megtalálhatóak a 4. számú mellékletben.

A következőkben bemutatom a nagyoló homlokmarás értékeinek meghatározását számítás útján. A 29. ábrán kék kiemeléssel láthatóak a megmunkálendő felületek. A kiinduló adatok a következők:

- A szerszám: CoroMill® 390 derékszögű sarokmaráshoz való marószerszám (R390-040Q16-07H)
- $L = 100 \text{ mm}$
- $x_t = x = 2 \text{ mm}$
- $b_w = 39 \text{ mm}$
- $k_{c1.1} = 1610 \text{ N/mm}^2$
- $z = 0,34$
- $D = 40 \text{ mm}$
- $\gamma_n = 10^\circ$
- $Z = 10$
- $a = 1,8 \text{ mm}$
- $f_z = 0,1 \text{ mm/ford}$
- $v_c = 100 \text{ m/perc}$
- $i = 1$



29. ábra. homlokmarással megmunkált felületek

Első lépésként meghatározom a Φ kapcsolószöget, mely szükséges az f_{rx} sugárirányú előtolás meghatározásához.

$$\sin \varphi_1 = \frac{b_w}{D} \quad (4)$$

Mivel $\gamma_1 = \gamma_2$, ezért a Φ kapcsolószög értéke $\Phi = 2 \cdot \gamma_1$, azaz $\Phi = 2 \cdot 77,16^\circ = 154,32^\circ$. A sugárirányú előtolás így már számítható.

$$f_{rx} = f_z \cdot b_w \cdot \frac{360}{D \cdot \pi \cdot (\varphi_1 + \varphi_2)} \quad (4.1)$$

Behelyettesítve f_{rx} értéke 0,0724 mm. A közepes forgácsvastagság, mivel a főélelhelyezési szög 90° , ezért megegyezik f_{rx} értékével, tehát $h' = 0,0724$ mm. A fajlagos főforgácsolóerő meghatározásához a 3.1 összefüggést alkalmazom.

$$k_c = k_{c1.1} \cdot h^{-z} \cdot k_y \cdot k_k \cdot k_v \cdot k_s = 1610 \cdot 0,0724^{-0,34} \cdot 0,94 \cdot 1,5 \cdot 1 = 5542,9 \frac{N}{mm^2}.$$

Az egy élre jutó forgácsoló erő meghatározására a

$$F_{c1} = k_c \cdot a \cdot f_{rx} \quad (4.2)$$

képlettel számítható ki. A számítás eredménye $F_{c1} = 722,35$ N. Az egyszerre fogásban lévő fogak száma a

$$\psi = z \cdot \frac{(\varphi_1 + \varphi_2)}{360} \quad (4.3)$$

egyenlőséggel számítható, ami $\psi = 4,29$. Így számítható most már a főforgácsoló erő, ami az egy élre jutó forgácsolóerő és az egyszerre fogásban lévő fogak számának szorzata, tehát 3098,88 N. A forgácsoló teljesítmény a 3.6 összefüggés alapján $P_c = 5,2$ kW. A teljesítményszükséglet pedig, ha továbbra is 90 %-os hatásfokkal számolok, akkor $P_\delta = 5,8$ kW, tehát a gép el tudja végezni a feladatot. A számított fordulatszám a 3.8 képlet szerint 795,8 ford/perc. A gépen beállítható fordulatszám $n_{be} = 750$ ford/perc. A 3.9 összefüggés szerint az asztal előtoló sebessége 543 mm/perc. Ezzel és a 3.10 egyenlőséggel számítható a leválasztott anyagmennyiség is, amelynek értéke $Q = 38,12$ cm³/perc. A gépi főidőt már más összefüggéssel kell meghatároznom:

$$t_g = \frac{\left(\frac{D}{2} + x + L + x_t\right) - X}{v_f} \quad (4.4)$$

ahol X értékét az

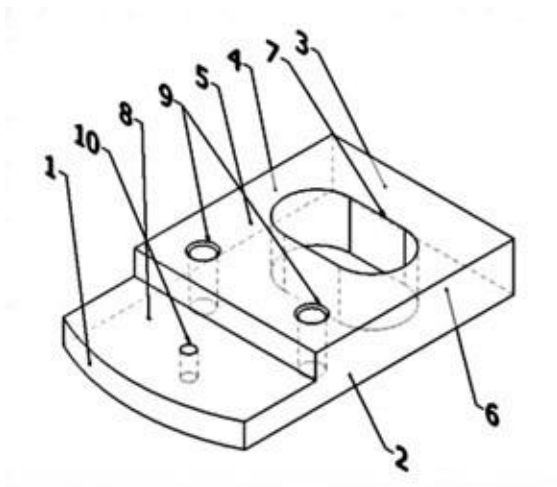
$$X = \frac{b_w}{2 \cdot \tan \varphi} \quad (4.5)$$

egyenlettel lehet meghatározni. Tehát a 4.5 összefüggés alapján $X = 4,44$ mm és ezáltal a gépi főidő $t_g = 0,22$ perc, azaz 13,2 másodperc.

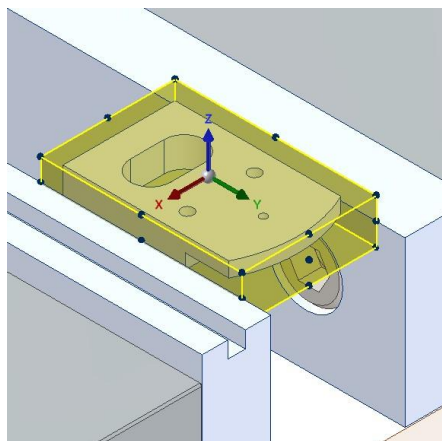
9 FOGAZOTT ALKATRÉSZ SZÁMÍTÓGÉPES GYÁRTÁSTERVEZÉSE

Ebben a fejezetben bemutatom a fogazott alkatrész megmunkálásának folyamatát CNC gépen, hagyományos számítási módszerek helyett. A tervezés során az Edgcam és Inventor CAM gyártástervező szoftvereket fogom alkalmazni. Bemutatom a tervezett szerszám pályákat, befogási módszereket, a G kódokból álló program egy részletét és a megmunkáláshoz szükséges készülék tervezését. Az alkatrész nagyoló és simító megmunkálását, kontúrmarását az Inventor CAM program segítségével készítettem el, míg a fogak kialakításához az Edgcamet hívtam segítségül. A forgácsolási paraméterek meghatározásához a Sandvik Coromant CoroPlus® Tool Guide névre hallgató számítógépes és a Walter Machining Calculator mobil applikációkat alkalmaztam. A jegyzőkönyvek készítéséhez felosztottam a megmunkálandó felületeket, számozást kaptak, azonban a CNC program készítésekor már csak „A” és „B” oldalakra hivatkozom.

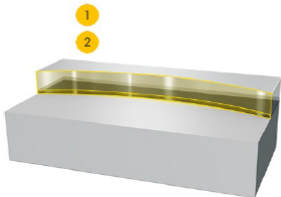
Első lépésként szükséges egy előgyártmányt illeszteni a modellre. Az előgyártmányt ezután be kell fogni egy gépsatuba. A darab a Z tengely irányába 4 mm-rel lóg ki a satupofák síkjából.



30. ábra. Felületek felosztása számozással

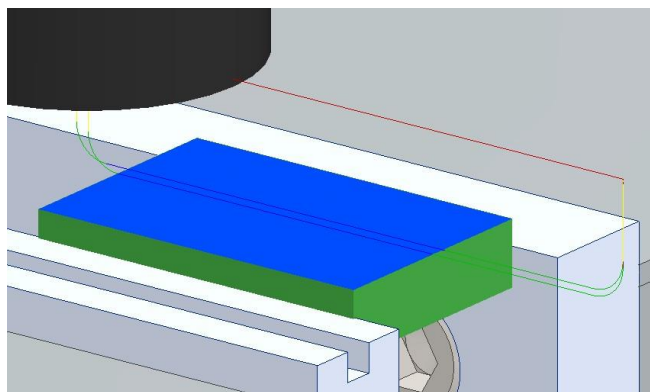


31. ábra. Előgyártmány illesztése és a darab befogása

Forgácsolási paraméterek			
			
Magyarázat 1 Előmegmunkálás 2 Simítás			
	1	2	
Fogásshélesség (AE)	40	40	mm
Fogásmélység (AP)	1.5	0.5	mm
Fogások száma AE irányban (NOPAE)	1	1	
Fogások száma AP irányban (NOPAP)	1	1	
Forgácsolási sebesség (VC)	99.7	106	m/min
Főorsó fordulatszám (N)	674	761	1/min
Fogankénti előtolás (FZ)	0.168	0.16	mm
Előtolási sebesség a megmunkált átmérőn (VFM)	566	609	mm/min
Forgácsolási teljesítmény (PPC)	3.96	1.79	kW
Forgácsolási nyomaték (MMC)	56.2	22.4	Nm
Legnagyobb forgácsvastagság (HEX)	0.12	0.0697	mm
Anyagleválasztási sebesség (QQ)	34	12.2	cm3/min
Forgácsolási idő, teljes (TCCT)	00:09.000	00:10.860	perc:má sodperc
Szerszám éltartam hosszban (TLIFEL)	22.63	20.72	m
Szerszám éltartam időben (TLIFET)	40	34	min

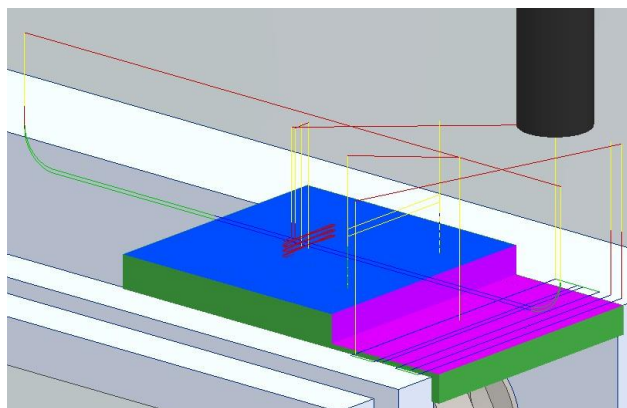
32. ábra. Sandvik jegyzőkönyv részlet

Következő lépésként az alkatrész „A” jelöléssel ellátott hátoldalát nagyolom és simítom egy 50 mm átmérőjű CoroMill® 390 derékszögű sarokmaráshoz való homlokmaró szerszámmal, a „face” parancs segítségével.



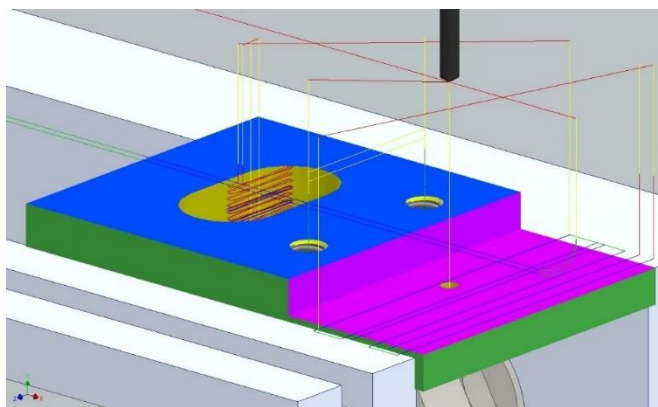
33. ábra. A darab „A” oldala nagyoló és simító homlokmarás után

A munkadarab 180 fokos megfordításával következik a „B” oldal megmunkálása. Kezdeképpen hasonlóan az „A” oldalhoz ugyanazon szerszámmal ugyanazt a nagyoló és simító megmunkálást végzem el, majd ezután következik a váll megmunkálása, ide kerül később a visszafutást csillapító betét. A darab kinyúlása Z irányba 4,5 mm. Az alkalmazott szerszám egy 10 mm átmérőjű CoroMill® Dura tömör keményfém szármaró.



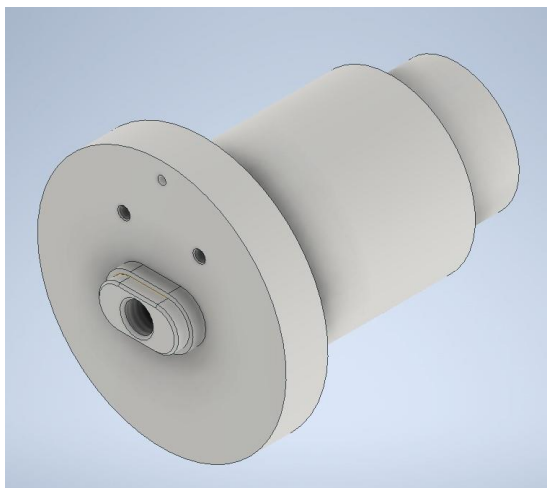
34. ábra. Váll megmunkálása és a szerszámpályák

Ennél a befogásnál elvégezhető a horony kimunkálása mellett a központfuratok kialakítása, a furatok megmunkálása és a menetek fúrása is. A 35. ábra szemlélteti a két menetes furatot, a hornyot és a lila színnel jelölt felületen lévő központosító furatot, amelynek a fogak készítésekor lesz fontos szerepe. A horony kialakítása a „2D Pocket” paranccsal, míg a többi alakjátosság a „Drill”, azaz a fúrás lehetőség beállításával készült. A horony kialakítása a vállhoz hasonlóan a CoroMill® Dura szerszámmal történik 3 fokos lejtéssel és lineáris interpolációval. A furatok megmunkálásánál a „Chip breaking” opciót használom, ami lehetővé teszi a szakaszos szerszámkiemelést, amely a forgácstörés és a hűtőfolyadék bejutása miatt fontos.



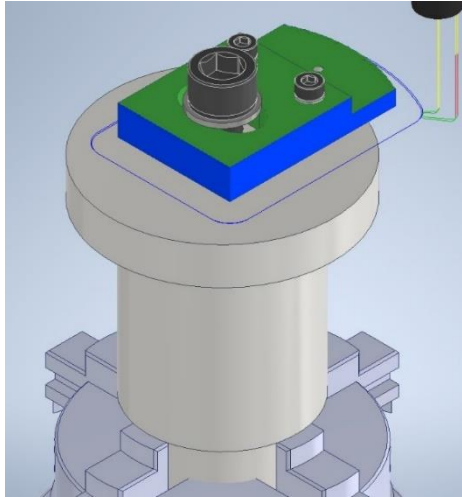
35. ábra. További alaksajátosságok kialakítása

A következő lépéshez ki kell venni a satuból a munkadarabot a külső kontúr megmunkálásának céljából. Azonban, hogy ez egy felfogással elvégezhető legyen, szükség van egy készülékre, amely befogásra kerül egy 3 pofás rögzített acél tokmányba, ami a gép asztalára van felszerelve, ezzel biztosítva a szükséges szerszámbefogási pontosságot és stabilitást.



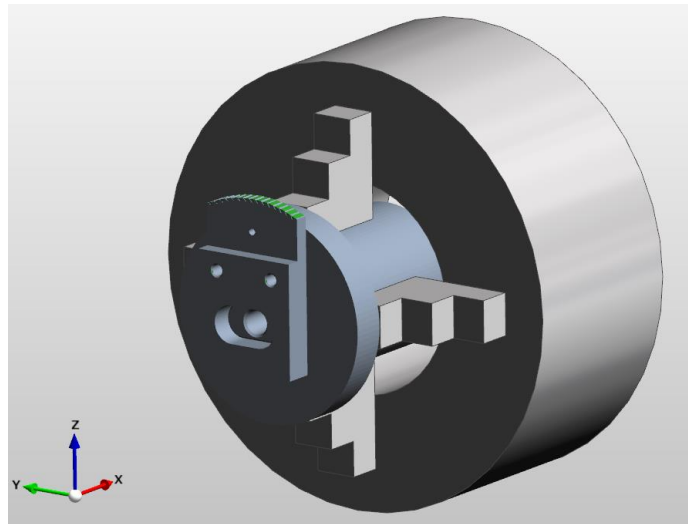
36. ábra. A készülék modellje

Ezúttal az előgyártmány, mint az előző megmunkálási fázis végeredménye, STL fájlformátumban exportálva, a kész munkadarab modelljéhez illeszthető. Így a forgácsoló megmunkálás folytatható, ahol az előző fázisban abbamaradt. A szerszám egyezik a horony és a váll kialakításánál használttal.



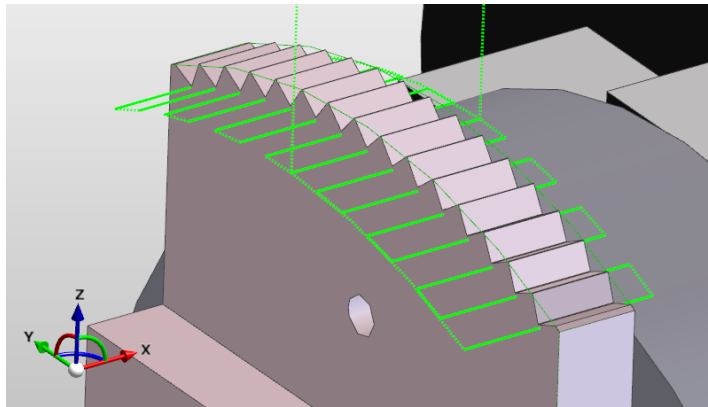
37. ábra. A készülék segítségével rögzített munkadarab külső kontúrjának marása

Végző lépésként a munkadarabot készülékestől rögzítjük a gép osztókészülékébe, ugyanis a fogak kimunkálásához „A” tengely menti elforgatásra van szükség. Itt van fontos szerepe a központosító furatnak, amely segít bepozícionálni a munkadarabot, ezzel lehetővé téve a pontos osztás elvégzését. A fogárok mélysége 1 mm, szélessége 2 mm. A fogak 90 fokot zárnak be egymással, tehát a megmunkáláshoz megfelelő egy 10 mm átmérőjű, 45 fokos élettörő keményműanyag szármaró.



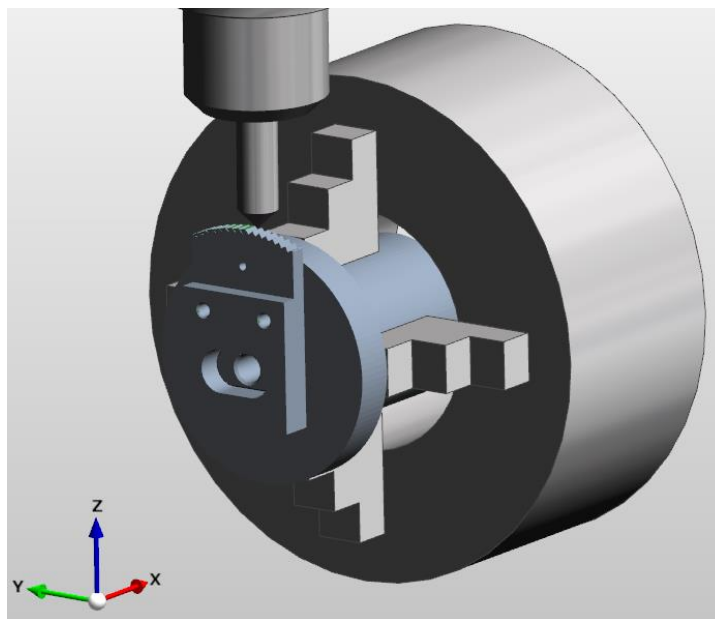
38. ábra. Készülék és munkadarab befogása az osztókészülékbe

Mint, ahogy a 38. ábrán is jól látható, az egyszerűség és jobb átláthatóság kedvéért a rögzítő csavarokat, illetve a szerszámgépet nem jelenítettem meg, továbbá az ábrán zöld színnel látható az Inventor CAM programból kimentett előgyártmány a kész alkatrészre illesztve.



39. ábra. A szerszámpályák

A 40. ábrán látható a forgácsoló eljárás egyik pillanatképe, továbbá a 41. ábra betekintést ad a fogazat kimunkálásának programjára, G kódokra.



40. ábra. A fogak félkész állapotban

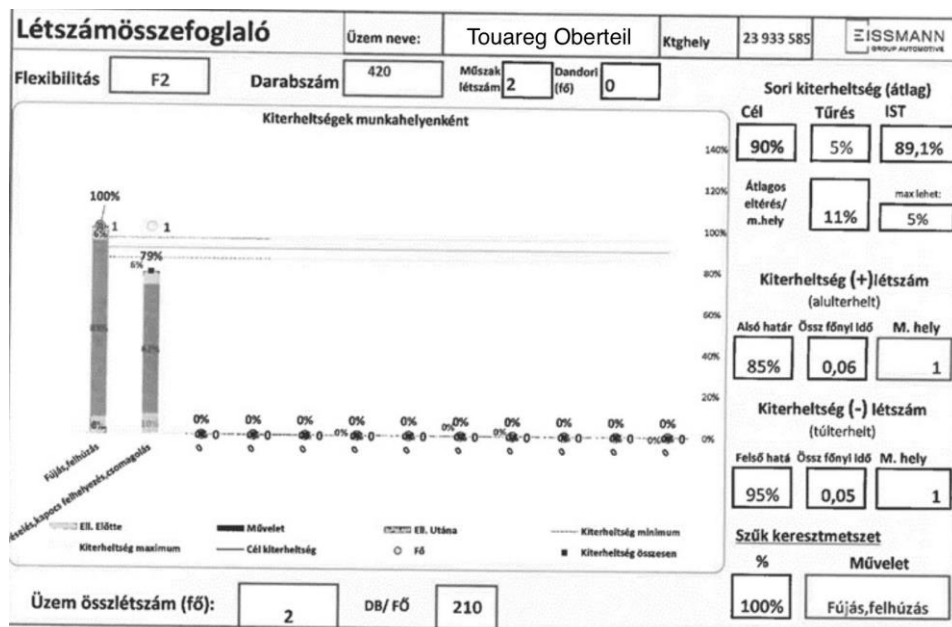
```

%00004(fogazott alkatresz)
(* Alkatrész neve      : fogazott alkatrész )
(* Program neve       : fogazott alkatresz )
(* Programozó        : Fehér Dominik )
(* Készítés dátuma    : 07/29/24 )
(* Készítés ideje     : 17:09:18 )
(* Teljes megmunkálási idő : .772 Perc)
N2 G21 G90 G40
N3 T01 (10.0 MM DIA X 45 DEG CHAMFER MILL)
N4 M6
N5 T01
N6 G54 G17 G94
N7 M1
N8 S8000 M3
N9 G0 X0.0 Y0.0 A0.0 M3 M8
N10 G43 Z100.0 H01 M8
N11 Z33.92
N12 A23.24
N13 G1 X10.0 F240.0
N14 G0 A19.92
N15 G1 X0.0
N16 G0 A16.6
N17 G1 X10.0
N18 G0 A13.28
N19 G1 X0.0
N20 G0 A9.96
N21 G1 X10.0
N22 G0 A6.64
N23 G1 X0.0
N24 G0 A3.32
N25 G1 X10.0
N26 G0 A0.0
N27 G1 X0.0
N28 G0 A-3.32
N29 G1 X10.0
N30 G0 A-6.64
N31 G1 X0.0
N32 G0 A-9.96
N33 G1 X10.0
N34 G0 A-13.28
N35 G1 X0.0
N36 G0 A-16.6
N37 G1 X10.0
N38 G0 A-19.92
N39 G1 X0.0
N40 G0 A-23.24
N41 G1 X10.0
N42 G0 A0.0 M9
N43 Z100.0 M5
N44 Y180 Z200
N45 M30
%
```

41. ábra. Az alkatrész fogainak megmunkálásához szükséges program

10 KONKLÚZIÓ, FEJLESZTÉSI LEHETŐSÉG

A következőkben egy létszámösszefoglaló adatlapot fogok elemezni, hogy kiderítsem, hatékonyan működnek-e a prések, vagy van-e lehetőség és igény esetleg a prés tovább gondolására, automatizálására.



42. ábra. Touareg Oberteil létszámösszefoglaló

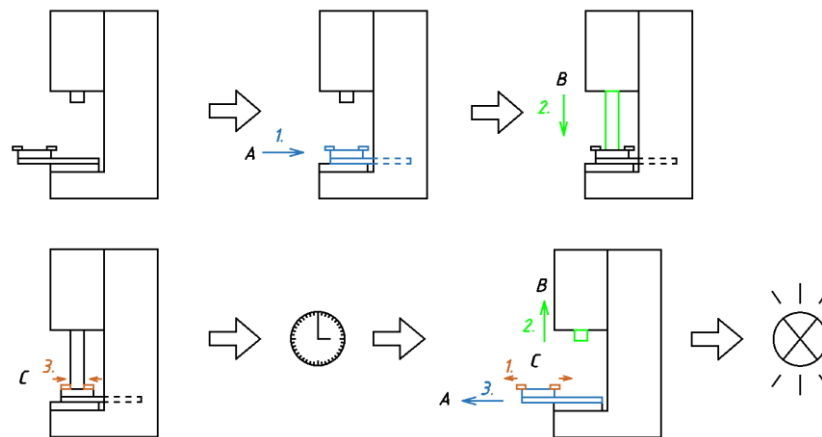
Az adatokat elemezve látható, hogy az egyes jelű dolgozó kiterheltségének célja a 90 %. Ez egy tartományom belül mozoghat $\pm 5\%$ -kal. Mint látható a két műszakos munkarendben dolgozó két operátor átlaga 89,1 % lett, azonban a kettes jelű operátor kiterheltsége lényegesen kevesebb, ezáltal nő a taktidő is, hiszen a nem értékteremtő idő jóval magasabb ennél az operátornál. A kiterheltség értéke sok tényezőtől függ, például a rutintól, a betanultság szintjétől, a munkamoráltól. Természetesen minimálisan javítható tanulóssal ez az érték, azonban az operátor tudta ellenére is javítható fejlesztéssel.

Belátható, hogy a prés hatékony és a többi művelettel együtt tűréstartományon belüli értékeket produkál, azonban akad lehetőség ezen értékek javítására is. Automatizálással a nem produktív idő átalakítható produktívvá, spórolhatunk a nem értékteremtő idővel, ugyanis nem kell kezelési időre fordítani azt, ami értékteremtő idő is lehet, tehát, ha a préselés műveleteit pneumatikus munkahengerek végeznék kétgombnyomásos indításra, ez idő alatt az operátor képes lenne a Touareg Oberteil további összeszerelési folyamataival foglalkozni, tehát lényegesen javítana a kiterheltségen és a taktidőn is.

A 43. ábra szemlélteti az átalakított prés egy teljes munkaciklusát. Az „A” jelű munkahenger két START gomb lenyomására behúzza a szerszámot a prés alá. Következő lépésként a „B” jelű munkahenger letolja a felső szerszámot, amin a termék van rögzítve, majd ezután a „C”

jelű munkahenger rázárja a termékre a két mozgó peremezőt. A peremezők összeköttetésben állnak, mint mikor az operátor tolta be azokat egy karral, ezért elegendő egy munkahengerrel egy ilyen szerszámot mozgatni, ugyanis be tudja húzni az egyik szerszám a másikat.

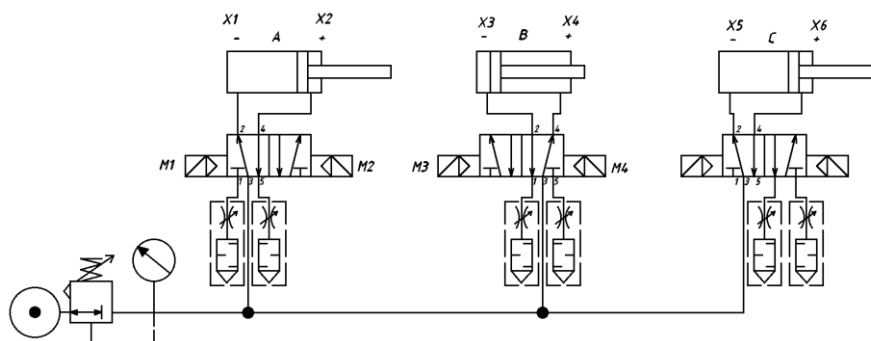
Ezután elindul egy időzítő, aminek ideje 60 másodperc. Ennek letelte után a folyamat lejátszódik visszafelé, vagyis a „C” munkahenger szétnyitja a peremező szerszámokat, a „B” munkahenger visszahúzza a felső formát a termékkel és végül az „A” munkahenger kitolja a szerszámot a prés alól. A folyamat végén felvillan egy lámpa, ami tudatja az operátorral, hogy a folyamatnak vége. A lámpa 5 másodpercig aktív.



43. ábra. az automatizált prés egy teljes munkaciklusa

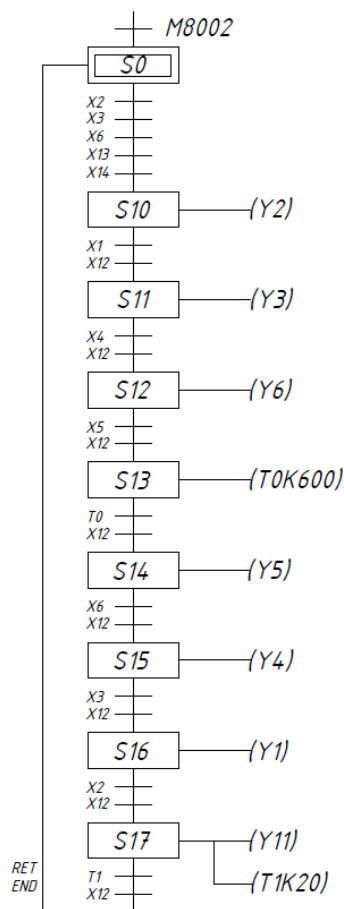
A projekt megvalósításához 3 darab pneumatikus munkahengerre és 3 darab 5/2-es bistabil pneumatikus szelepre van szükség, továbbá munkahenger tartók tervezésére, esetleg vásárlására a TOX cégtől, illetve a teljes rendszert működtető PLC-re, azaz programozható logikai vezérlőre. Az átalakítással együtt jár a prés és az alsó szerszám karjainak és magának a reteszelő szerkezetnek az eltávolítása, hiszen ezekre már nincs szükség.

Az 5/2-es bistabil szelepek elektromos működtetésűek, belső segédlevegővel rendelkeznek, és légrugó biztosítja az alaphelyzetüket. A hengerek kettős működésűek, ami lehetővé teszi a pontos mozgásirányítást. A 44. ábra további részleteket mutat, beleértve a hangtompítót és a nyomásszabályozó szelepet, amelyek másodlagos légtelenítővel és manométerrel vannak felszerelve, így biztosítva a rendszer optimális működését.

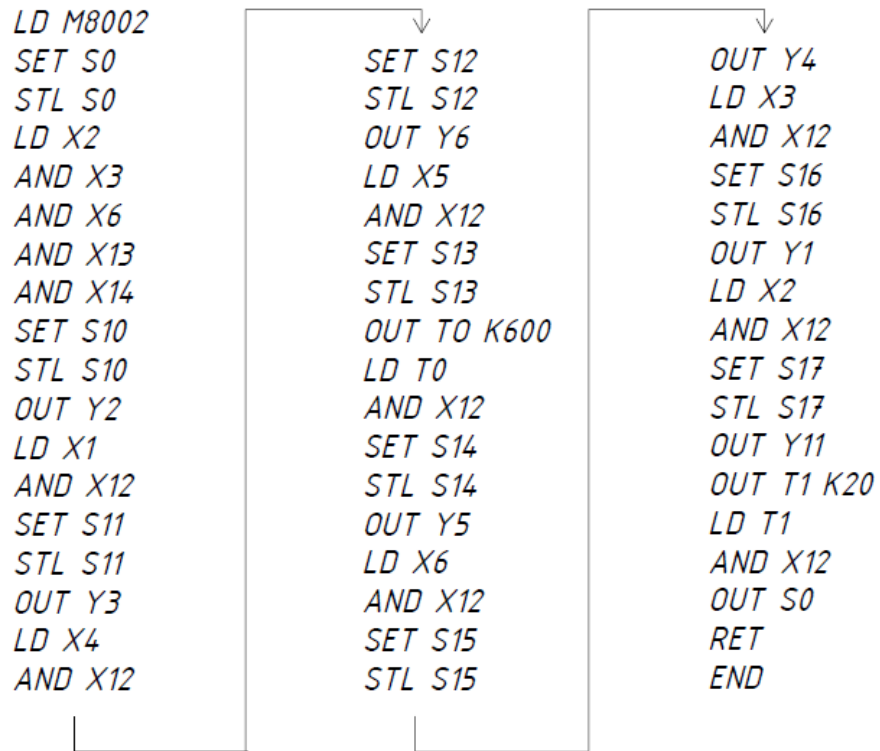


44. ábra. a munkahengerek bekötési vázlata

Mivel ez egy lefutó vezérlés, sorrendi programozást alkalmaztam, ahol a folyamat továbblépési feltételek teljesülésekor képes az előírtak szerint végbe menni, azaz a következő lépések csak bizonyos feltételek teljesülésekor kezdődhetnek. A lépésekhez operátorokat adtam hozzá, például S12, S13 stb. Ezeket az operátorokat utasításokkal töltöttem fel, például, hogy a „B” munkahenger menjen pozitív végállásba (X4). A sorrendi folyamatábrát, más néven gráfcetet, az operátorok és az azok közötti továbblépési feltételek összessége képezi. Ez a gráfcet látható a 45. ábrán.



45. ábra. A gráfcet bemutatása



46. ábra. Utasításlistás programozás

Az 46. ábra pedig betekintést ad a folyamatot leíró PLC programba, amit utasításlistás programozással készítettem el. A bemenetek „X”, a kimenetek „Y” jelölést kaptak, illetve megfigyelhető a korábban említett 2 db időzítő is „T0” és T1” jelöléssel.

Összefoglalás

A dolgozatomban bemutattam az Eissmann Group Automotive Hungaria Kft. működését és magát a vállalatot, amely a duális képzés keretében gyakorlati helyszínt biztosított számomra egyetemi tanulmányaim során. Kutatásom középpontjában egy mechanikus karos prés átalakítása és gyártósorra történő integrálása állt. Ismertettem a Touareg Oberteil gyártósort, amelyre a prés beépítése történt, valamint részleteztem az Oberteil (felső rész) összeszerelésének folyamatát. Rávilágítottam a prés funkciójára és jelentőségére, továbbá a termelés során felmerülő három fő selejtet okozó problémára.

Alaposan részleteztem az időzítő reteszelő mechanizmus tervezési folyamatát, valamint a prés rögzítési és telepítési kritériumait, illetve az ezekre kidolgozott megoldásokat. Bemutattam a kulcsfontosságú komponenseket, például a fogazott alkatrészt és a reteszelőt. A munkahenger teljesítményét számításokkal és mérésekkel vizsgáltam, hogy meghatározzam, megfelel-e az elvárt feladatoknak.

Részletes összeállítási modellt készítettem a prés alapelemeiről és a hordozó felületekről, amelyeken hagyományos számításokkal és végelem-elemzéssel terhelésvizsgálatokat végeztem. Ezzel igazoltam, hogy a megtervezett szerkezet képes elviselni a rá nehezedő mechanikai terheléseket jelentős alakváltozás nélkül.

Kiemelt figyelmet fordítottam két meghatározó alkatrész gyártástechnológiájának megtervezésére, ahol hagyományos számítási módszereket és számítógépes gyártástervezési eljárásokat alkalmaztam. Az említett alkatrészek megmunkálásához elvégeztem az összes szükséges számítást, elkészítettem a műhelyrajzokat, és összeállítottam a CNC programot.

Külön kitértem a munkavédelmi előírásokra, valamint a szerkezet biztonságát szolgáló védőburkolat kialakítására. Zárásként bemutattam egy továbbfejlesztési lehetőséget, amely révén nemcsak az időzítőfékes prés, hanem bármely más peremező prés automatizálása is megvalósítható a cégnél.

A projekt eredményei igazolták, hogy az átalakított prés hatékonyan működik, és a gyártási folyamat többi műveletével összehangolva a tűréshatáron belüli paramétereket biztosítja. A fejlesztés elősegítette a gyártás folyamatosságát, hozzájárult a minőség javításához, és teljes mértékben megszüntette a vevői reklamációkat, ezzel tovább növelve a termelés hatékonyságát és megbízhatóságát.

FELHASZNÁLT FORRÁSOK

- [1] <https://www.eissmann.com/en/locations> (2024.04.16)
- [2] <https://www.shutterstock.com/hu/search/new-volkswagen-touareg-r-line?consentChanged=true&page=2> (2024.04.20)
- [3] [https://en.wikipedia.org/wiki/Andon_\(manufacturing\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Andon_(manufacturing)) (2024.04.23)
- [4] <https://www.presgepgyartas.hu/presgepek.html> (2024.04.25)
- [5] <https://tudasbazis.sulinet.hu/hu/szakkepzes/faipar/faipari-gepek-es-technologiak-alapjai/forgacsmentes-alakitasok-gepei/presgepek> (2024.05.28)
- [6] <https://indsup.hu/hu/cegunkrol/blog/miert-valasszunk-szervo-prest> (2024.04.28)
- [7] TOX®-FinePress Benchtop presses 2–57 kN Data sheet (2024.04.30)
- [8] https://www.igus.com/product/xiros_axial_B180_ES_TW?artNr=BTW608BE (2024.05.02)
- [9] <https://www.aftfasteners.com/socket-shoulder-screws-dimensions-mechanical-properties/> (2024.05.06)
- [10] <https://www.thespringstore.com/pe031-359-7903-sst-0870-co-n-in.html> (2024.05.12)
- [11] https://static.smc.eu/pdf/CJP2-CJP_EU.pdf (2024.05.20)
- [12] <https://hafner-pneumatika.com/tudastar/munkahenger-ero-kalkulator/> (2024.09.07)
- [13] <https://www.theengineeringprojects.com/2017/08/introduction-to-atmega328.html> (2024.05.27)
- [14] <https://www.geya.net/es/what-is-a-relay-module-and-what-does-it-do/> (2024.05.27)
- [15] <https://www.elesa.com/en/elesab2bstoreoc> (2024.06.03)
- [16] <https://www.kramp.com/shop-hu/hu/p/forg%C3%B3asztal--U01L040> (2024.06.05)
- [17] Dr. Jánossy Gy. – Dr. Zsidai L. – Kári-Horváth A. – Keresztes R. (2019): Szerelés-technológiák, Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Hivatal, Budapest
- [18] Nándori F. – Szirbik S. (2008): Szilárdságtan, Miskolci Egyetem Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Miskolc

MELLÉKLETEK JEGYZÉKE

1. számú melléklet: A reteszelő szerkezet szerelési családfája, szerelési sorrend
2. számú melléklet: Kulcsfontosságú alkatrészek műhelyrajzai és összeállítási rajz

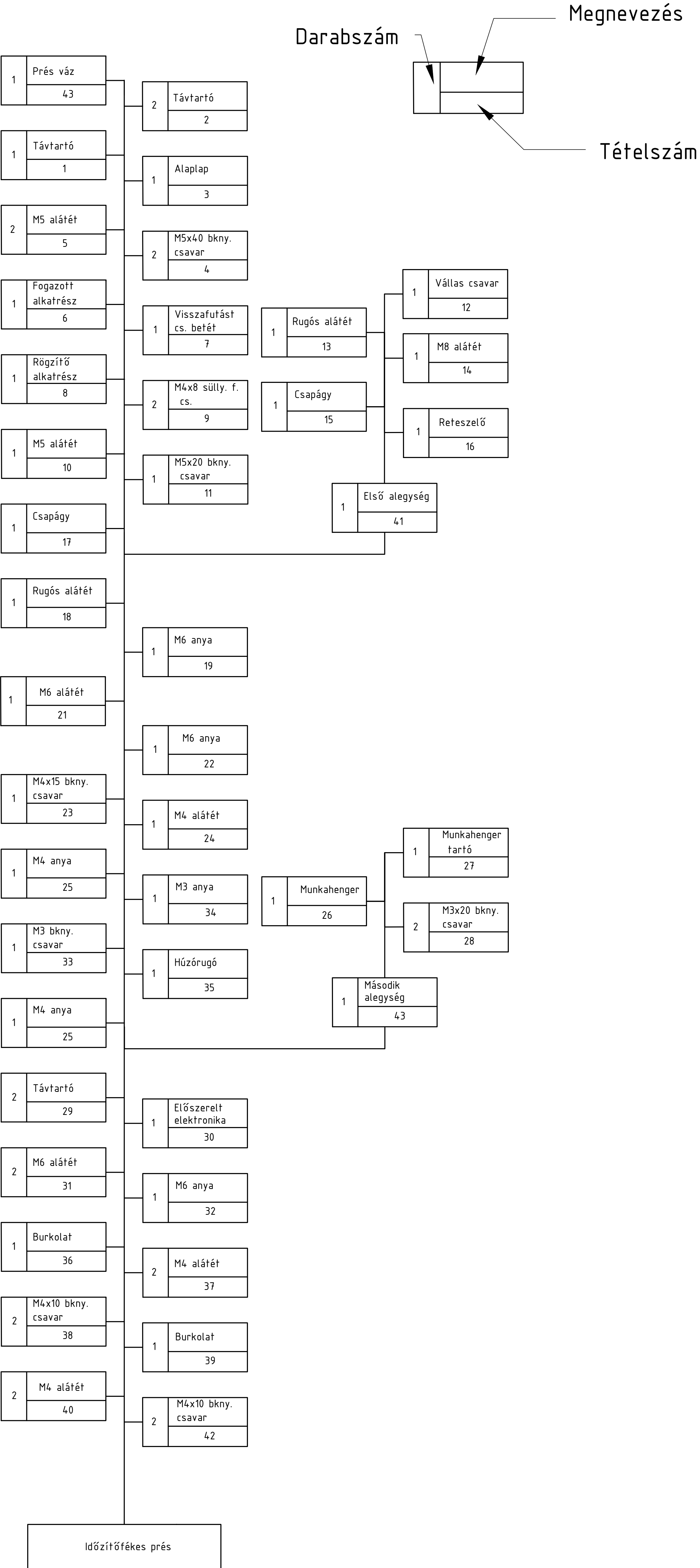
SZERELÉSI SORREND					
Gyártmány:		Rajzszáma:	Szerelési egység:	Rajzszáma:	
				Szerelési vázlat jele:	
Művelet		Felhasznált eszközök	Normaidő [perc]	Megjegyzés	
száma	megnevezése				
1.	Barnított alaplap felszerelése	Imbuszkulcs készlet	4		
1.1	1 sz. távtartót prësház furatába illeszt				
1.2	2 sz. távtartókat prësház furatához illeszt				
1.3	3 sz. barnított alaplapot tengelyvégre felhúz				
1.4	4 sz. M5x40 csavarokat és 5 sz. alátéteket az alaplap furatain és a távtartókon keresztül a prësház menetes furataiba csavar				
2.	Fogazott alkatrész szerelése	Imbuszkulcs készlet	4		
2.1	6 sz. fogazott alkatrészt tengelyvégre illeszt				
2.2	7 sz. visszafutást csillapító betét felhelyezése a fogazott alkatrészsre				
2.3	fogazott alkatrészsre csavaroz a 9 sz. M4x8 süllyesztett fejű csavarokkal				
2.4	10 sz. M5 alátétet és 11 sz. M5x20 bkny. csavart becsavaroz a tengelyvég menetes furatába				
3.	Reteszelő szerkezet előszerelése		2		
3.1	12 sz. vállas csavarra 13 sz. rugós alátétet, 14 sz. alátétet, 15 sz. csapágyat, 16 sz. reteszelőt illeszt				
Tervezte: Fehér Dominik		Ellenőrizte: T.K.		Változások:	

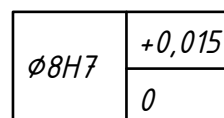
SZERELÉSI SORREND				
Gyártmány:		Rajzszáma:	Szerelési egység:	Rajzszáma:
				Szerelési vázlat jele:
Művelet		Felhasznált eszközök	Normaidő [perc]	Megjegyzés
száma	megnevezése			
4. 4.1	Reteszelő szerkezet szerelése 17 sz. csapágyat az 3 sz. barnított alaplapon fészkébe illeszt, előszerelt reteszelő szerkezetet a vállas csavar segítségével az 3 sz. barnított alaplapon menetes furatába csavar, túloldalról 18 sz. rugós alátéttel és 19 sz. M6 anyával rögzít, 20 sz. kioldó kart a 16 sz. reteszelő menetes furatába csavar, 21 sz. alátéttel és 22 sz. M6 anyával rögzít. 23 sz. M4x15 bkny csavart az 1 sz. barnított alaplapon menetes furatába csavar, 24 sz. alátéttel és 25 sz. M4 anyával rögzít túloldalról	Imbuszkulcs készlet Dugókulcs készlet Villáskulcs készlet	5	
5. 5.1	Munkahenger előszerelése 26 sz. munkahengert a 27 sz. munkahengertartó menetes furatába csavar		1	
6. 6.1	Munkahenger szerelése 28 sz. M3x20 bkny. Csavarokkal az előszerelt munkahengert az 3 sz. barnított alaplapon szerel	Imbuszkulcs készlet	2	
7. 7.1 7.2	Húzórugó szerelése 3 sz. barnított alaplapon furatába 33 sz. M3 bkny. csavart beteker, 34 sz. M3 anyával rögzít 35 sz. húzórugót a 33 sz. csavarra akaszt, majd a 16 sz. reteszelő furatába akaszt	Imbuszkulcs készlet Villáskulcs készlet	3	
Tervezte: Fehér Dominik		Ellenőrizte: T.K.	Változások:	Lapok száma: 2/3

SZERELÉSI SORREND				
Gyártmány:		Rajzszáma:		Szerelési egység:
				Szerelési vázlat jele:
Művelet		Felhasznált eszközök	Normaidő [perc]	Megjegyzés
száma	megnevezése			
8.	Elektronika szerelése	Villáskulcs készlet	4	
8.1	29 sz. távtartókat az 3 sz. barnított alaplapon menetes furataiba csavar			
8.2	30 sz. előszerelt elektronika alaplaját a távtartókra helyez, 31 sz. alátétekkel és 32 sz. M6 anyákkal rögzít			
9.	Burkolat szerelése	Imbuszkulcs készlet	5	
9.1	36 sz. burkolatot 37 sz. alátéttel és 38 sz. M4x10 bkny csavarral az 3 sz. barnított alaplapon rögzít			
9.2	39 sz. burkolatot a 40 sz. alátétekkel és 42 sz. M4x10 bkny. Csavarokkal az 3 sz. barnított alaplaphoz rögzít			
Tervezte: Fehér Dominik		Ellenőrizte: T.K.		Változások:
				Lapok száma: 3/3

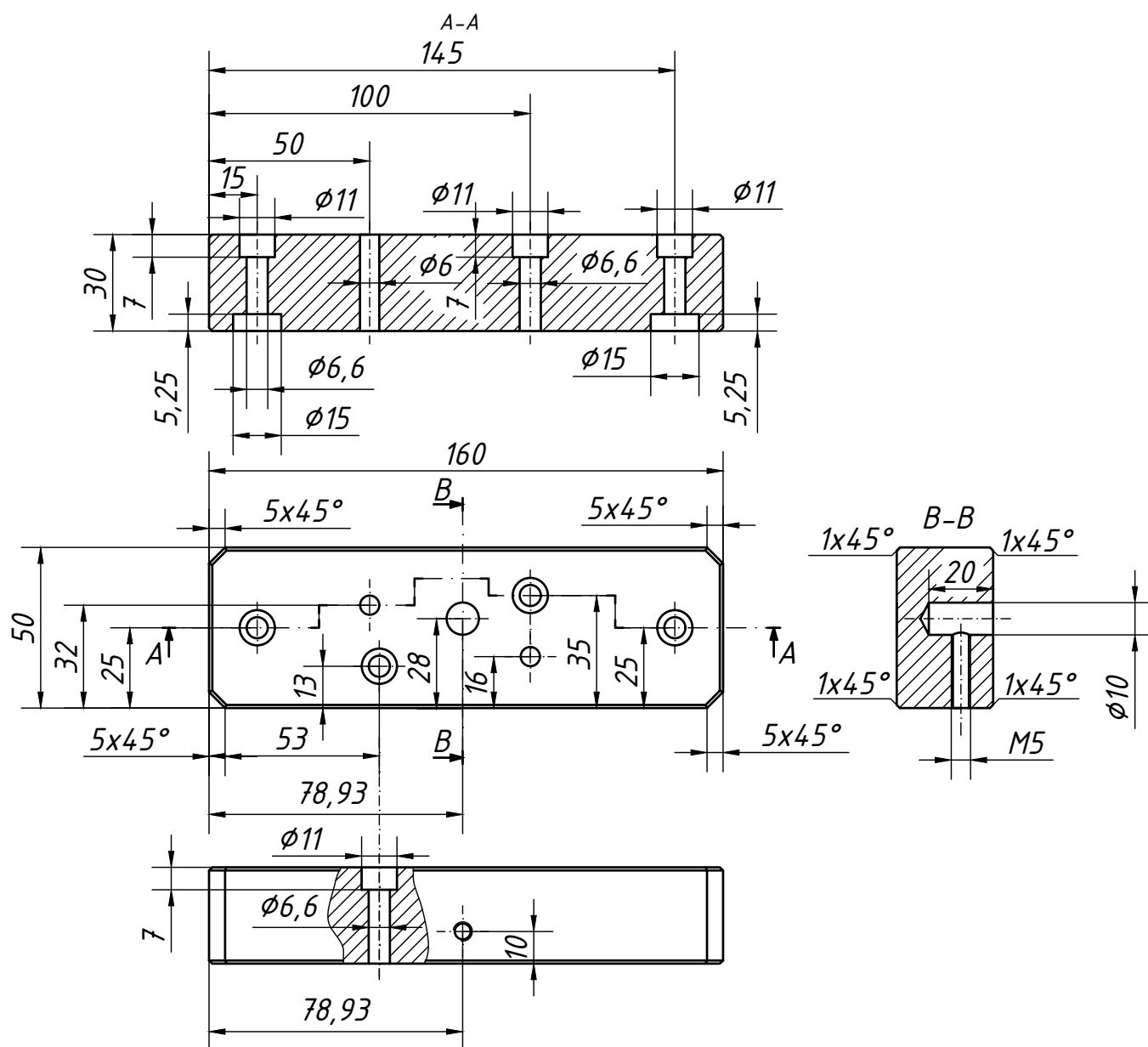
Szerelési család

1. számú melléklet: Szerelési családfa





Méret:	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-400	400-1000	1000-1200
Túrés:	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2
Vállalat: Eissmann Group Automotive Hungaria Kft.	Megjegyzés: Láncfedzve						
Kiállítva:	2024.07.08	Tárgy: Reteszelő					
Tervező	Fehér D.						
Ellenőrizte:	Török K.						
Jóváhagyta:	Török K.	Méret: A4	Rajzszám: IDFP_EGA_4				
Anyag:	K110						
Darabszám:	2	M.a.: 1:1	Lapok sz.: 29		4 sz.lap		



Jelöletlen tűrések MSZ ISO2768-szerint (méretek mm-ben)

Méret:	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-400	400-1000	1000-1200
Tűrés:	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2
Vállalat: Eissmann Group Automotive Hungaria Kft.	Megjegyzés:						
Kiállítva:	2024.07.12	Tárgy: Prés adapter					
Tervező	Fehér D.						
Ellenőrizte:	Török K.						
Jóváhagyta:	Török K.	Méret:	Rajzszám:				
Anyag:	Al99,5	A4	IDFP_EGA_8				
Darabszám:	2	M.a.: 1:2	Lapok sz.:	29	8	sz.lap	

Technical drawing of a mechanical part, showing a top view and a side view.

Top View Dimensions:

- Overall diameter: $\phi 59,5$
- Distance from center to mounting holes: $14,43$
- Distance between mounting holes: $25,74$
- Distance from center to mounting holes (vertical): $9,06$
- Distance from center to mounting holes (vertical): 18
- Mounting holes: $M3$
- Internal features: $R5,99$, $R5,4f8$, $9,5$

Side View Dimensions:

- Overall height: $76,5$
- Height of main body: 61
- Height of base: 16
- Height of base: 6
- Height of base: 3
- Height of base: $10,8f8$
- Height of base: 12
- Height of base: $0,5 \times 45^\circ$
- Height of base: 32
- Internal features: $\phi 30$, $\phi 40$, $\phi 2$, $M8$

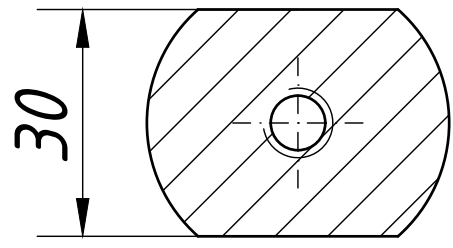
Notes:

- $B1 \times 2,12 \text{ DIN 332}$

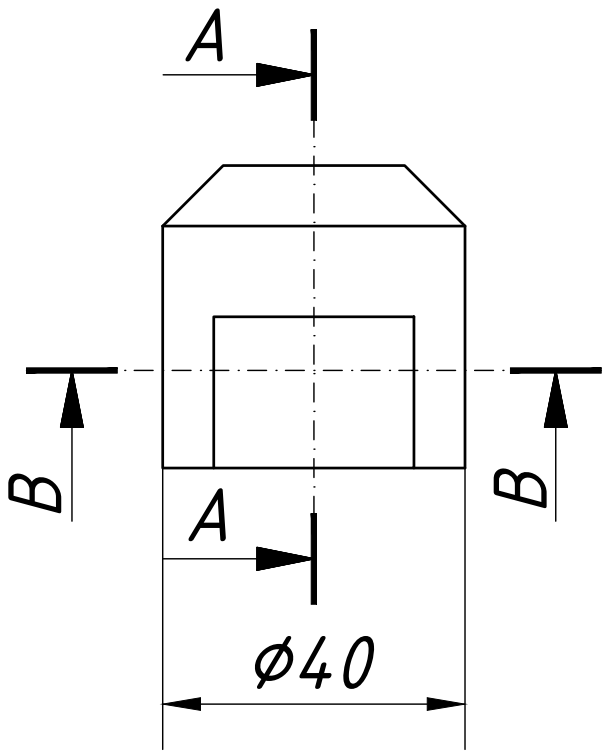
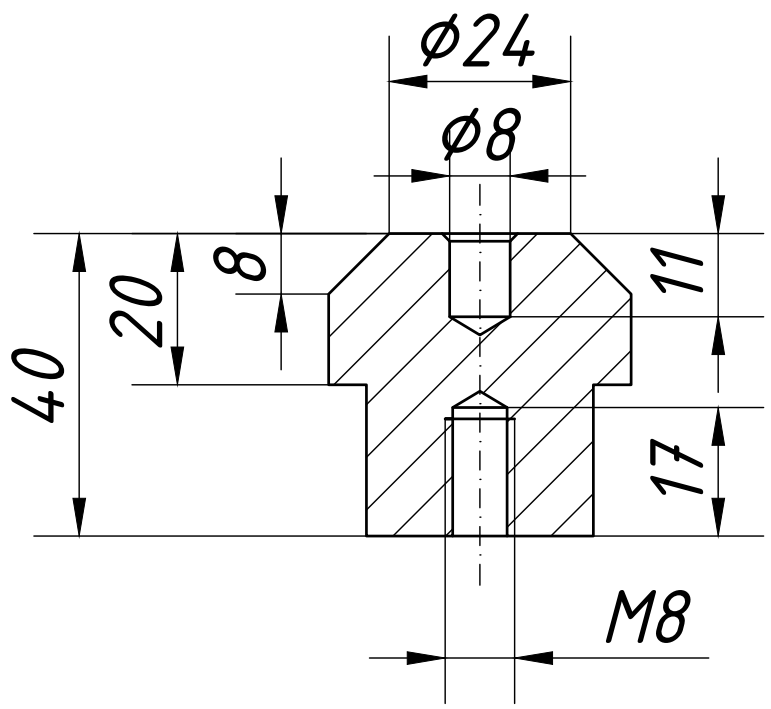
$R5,4f8$	$-0,016$
	$-0,043$
$10,8f8$	$-0,016$
	$-0,043$

Méret:	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-400	400-1000	1000-1200
Tűrés:	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2
Vállalat: Eissmann Group Automotive Hungaria Kft.	Megjegyzés:						
Kiállítva:	2024.07.31	Tárgy: Készülék					
Tervező	Fehér D.						
Ellenőrizte:	Török K.						
Jóváhagyta:	Török K.						
Anyag:	S235	Méret: A4	Rajzszám: IDFP_EGA_22				
Darabszám:	1	M.a.: 1:1	Lapok sz.: 29			22 sz.lap	

B-B



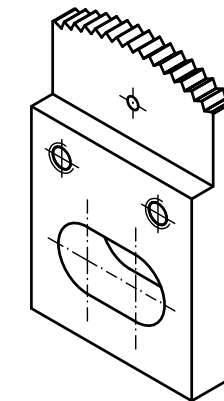
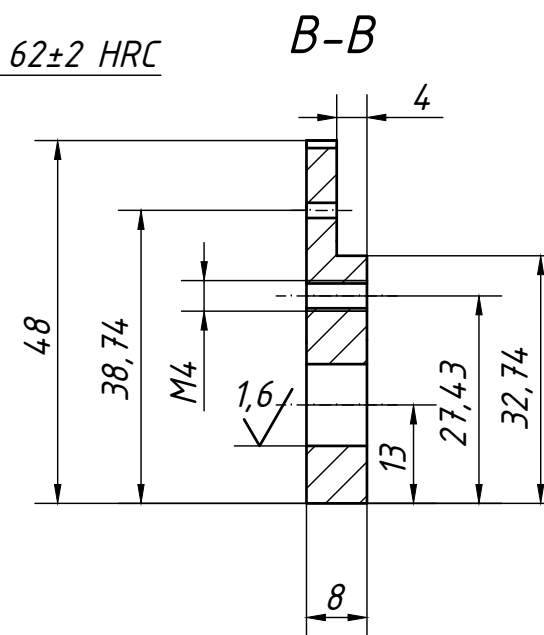
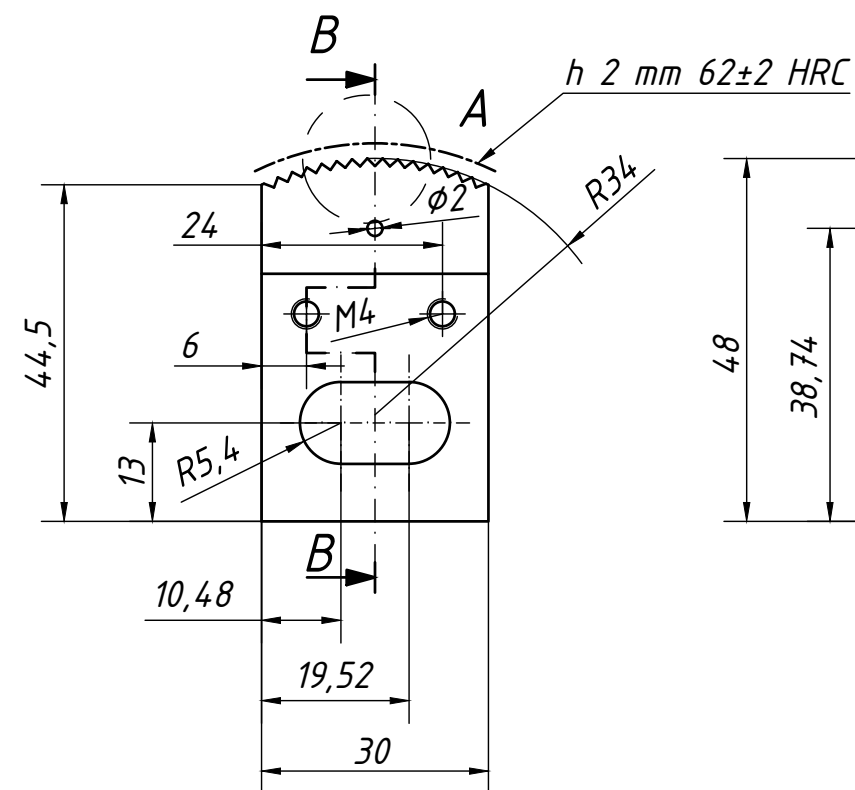
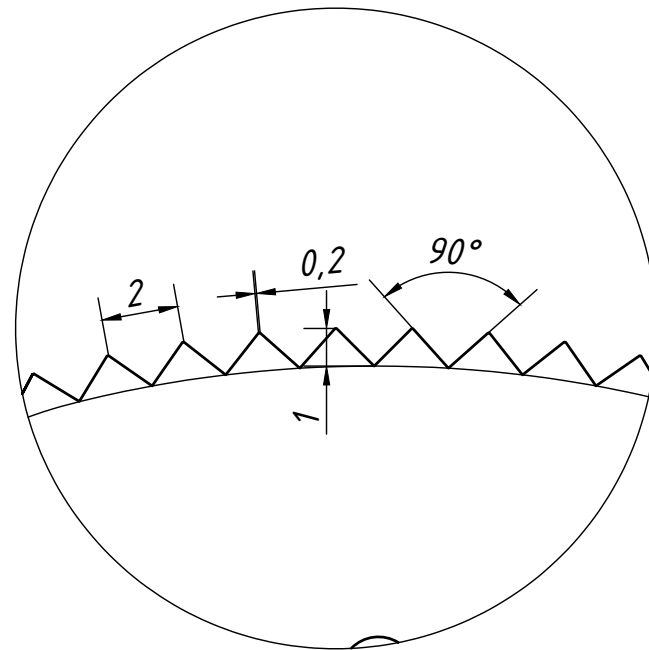
A-A



Jelöletlen tűrések MSZ ISO2768-szerint (méretek mm-ben)

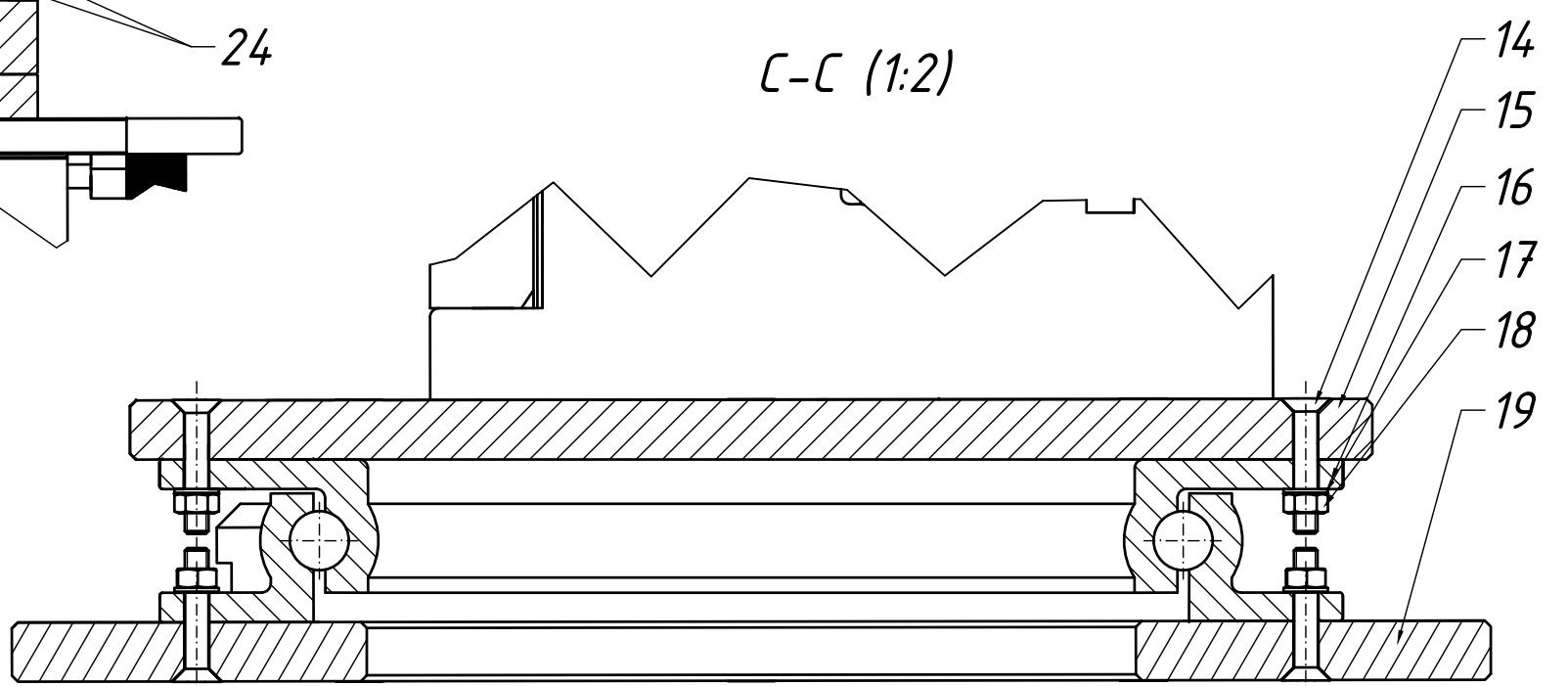
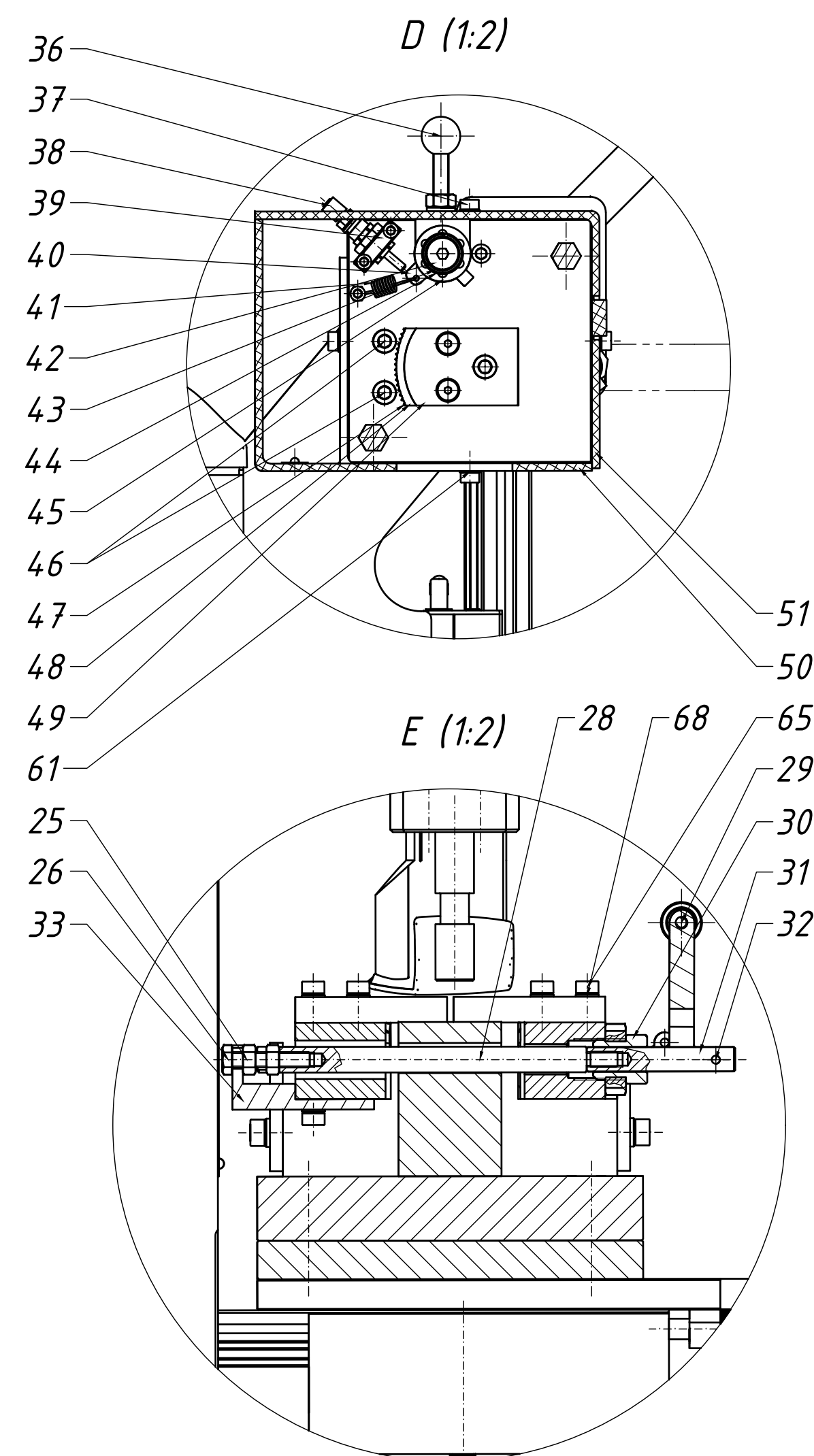
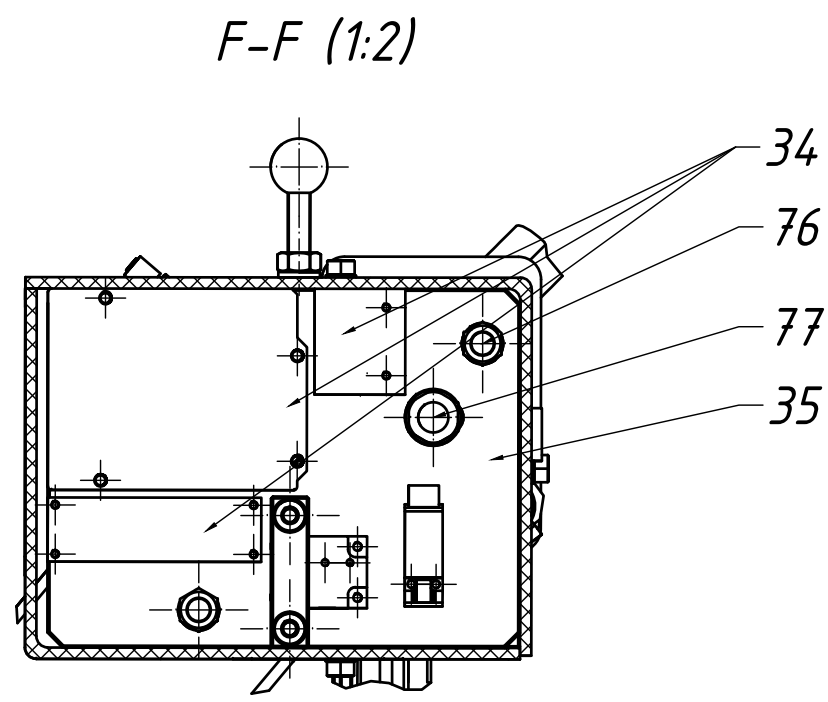
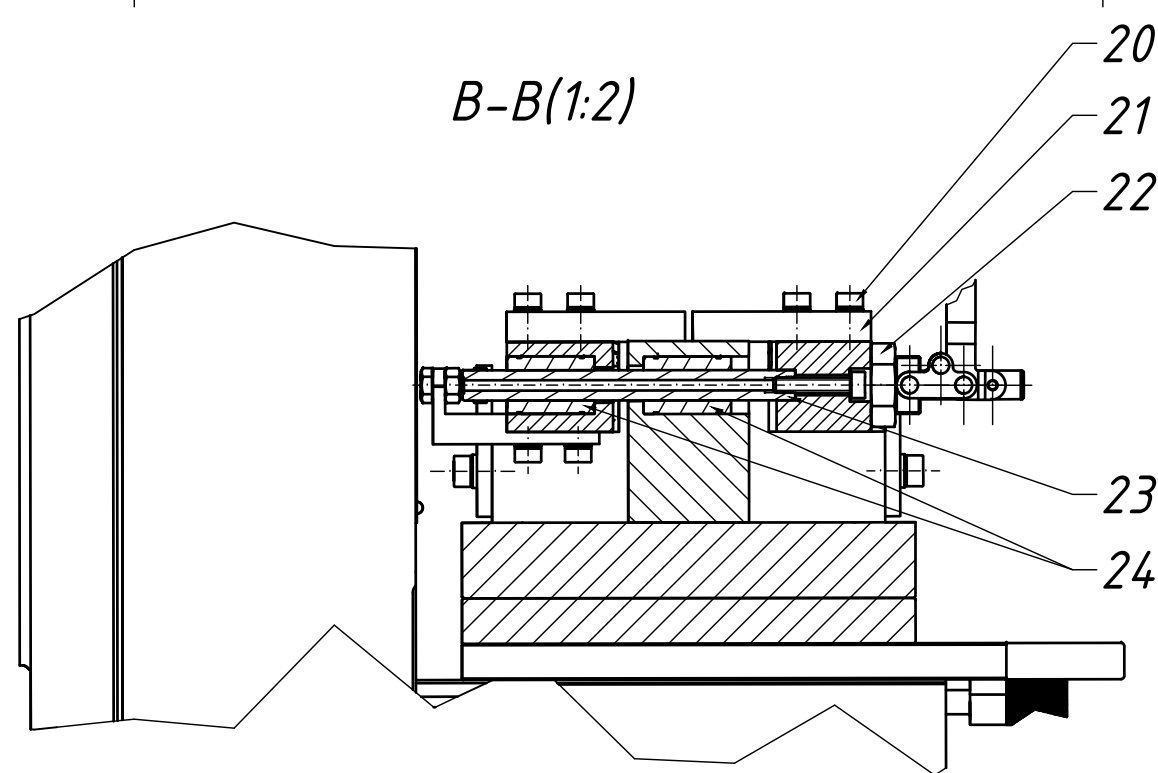
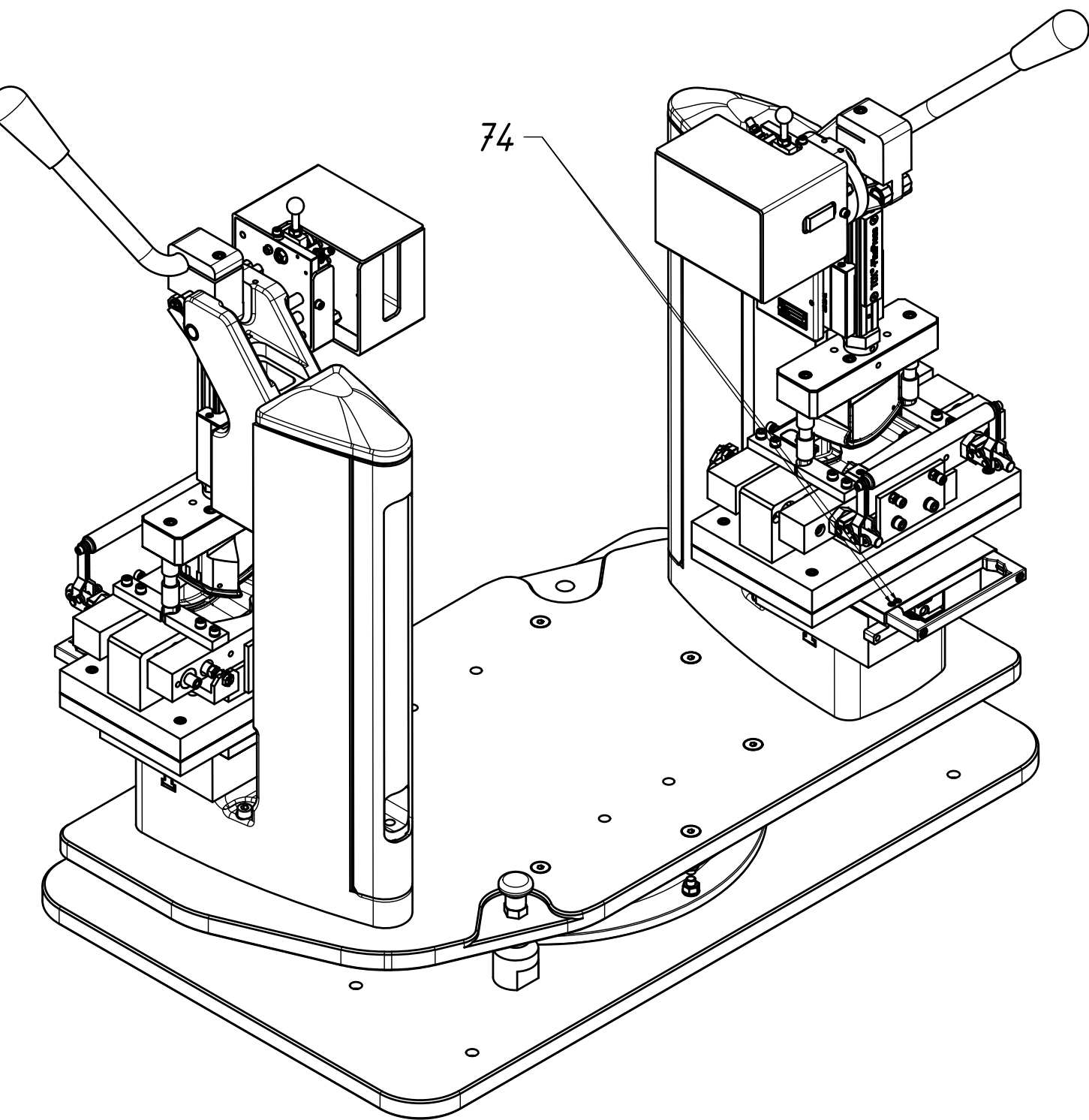
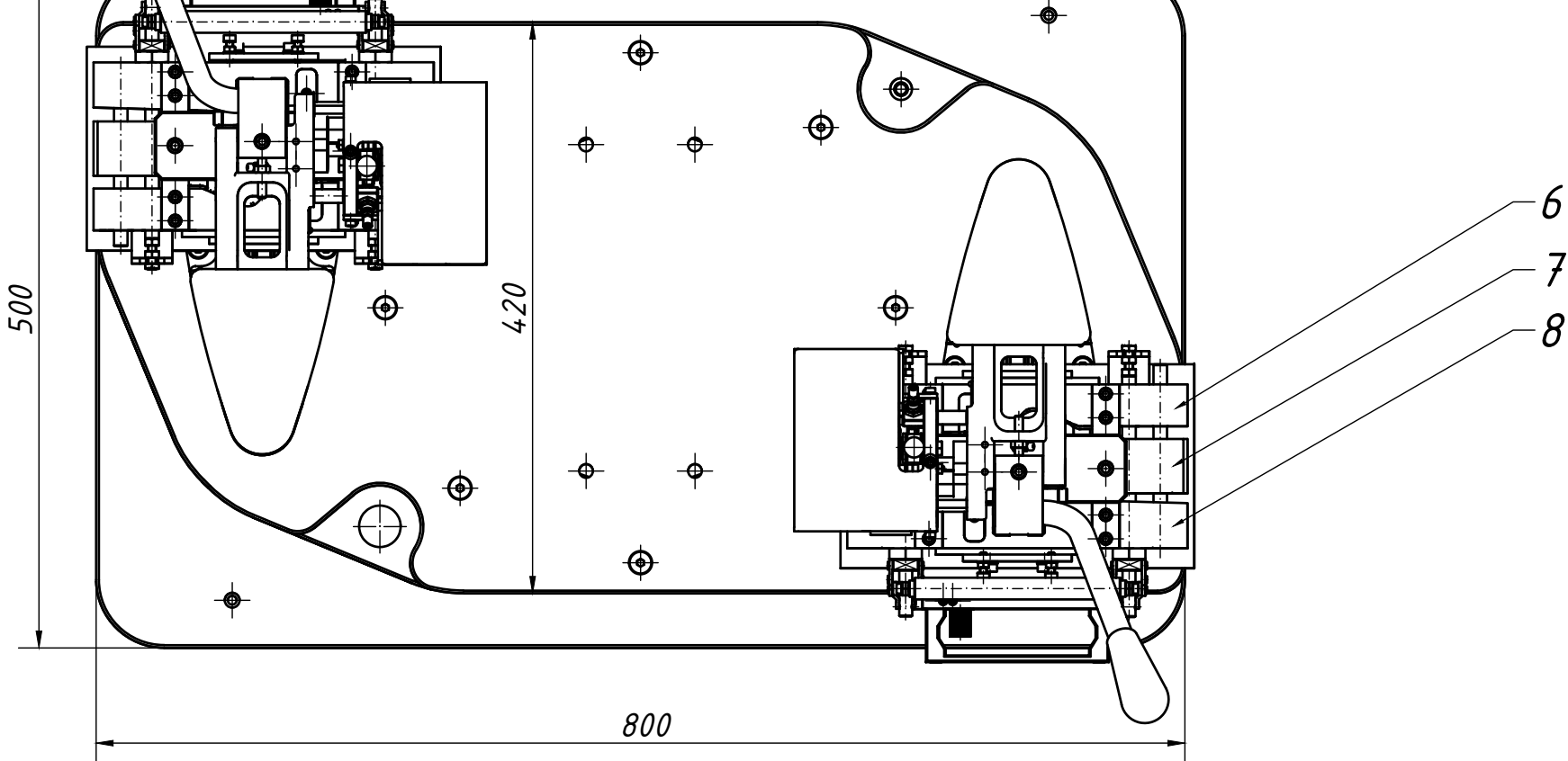
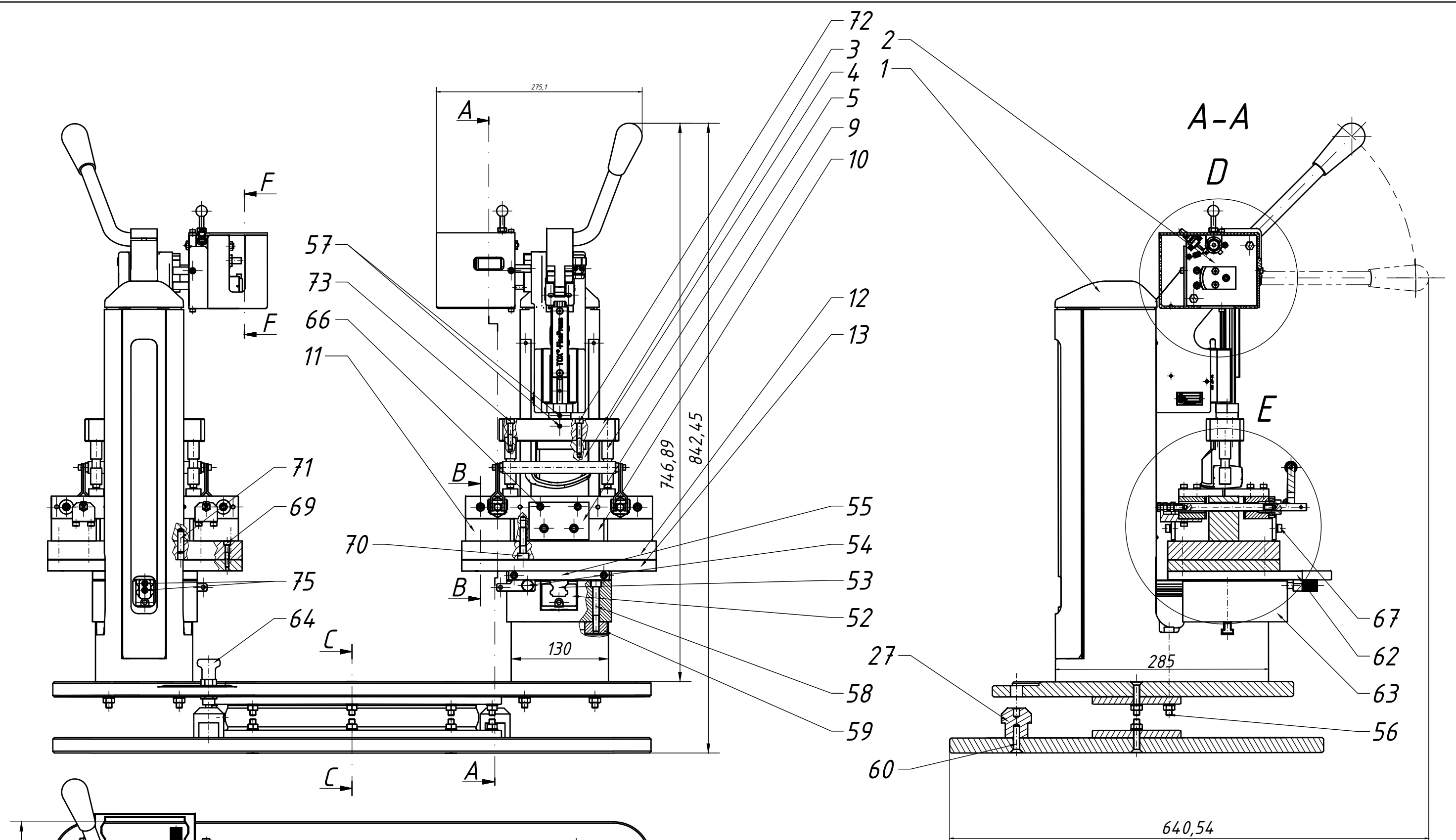
Méret:	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-400	400-1000	1000-1200
Tűrés:	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2
Vállalat: Eissmann Group Automotive Hungaria Kft.	Megjegyzés: $\phi 8$ mm furatnál 90°-os 1 mm mély süllyesztés.						
Kiállítva:	2024.08.13	Tárgy: Préstartó lap rögzítője					
Tervező	Fehér D.						
Ellenőrizte:	Török K.						
Jóváhagyta:	Török K.	Méret: A4	Rajzszám: IDFP_EGA_28				
Anyag:	Al99,5						
Darabszám:	4	M.a.: 1:1	Lapok sz.:	29	28 sz.lap		

A 5:1



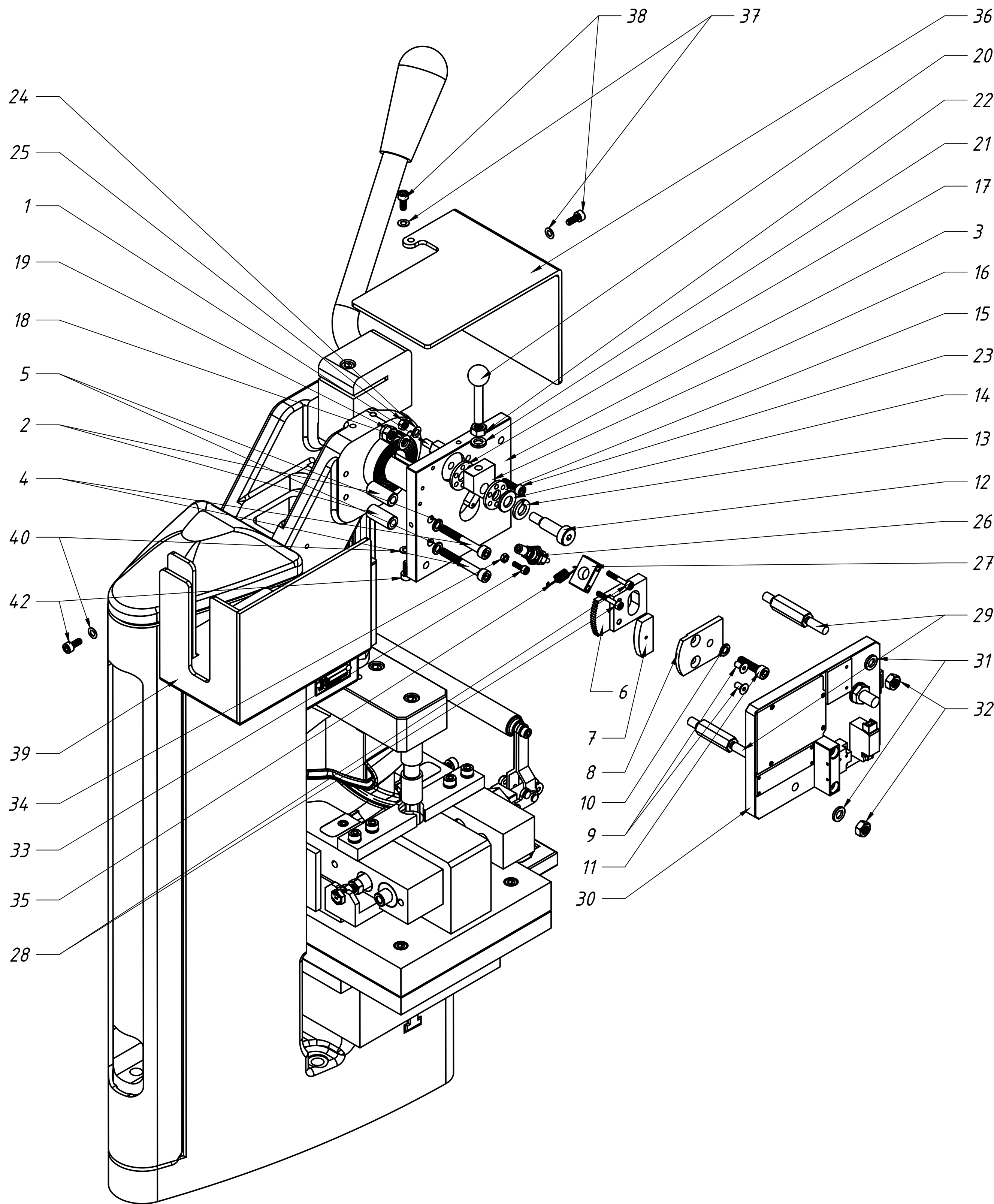
3,2/(√)

Jelöletlen tűrések MSZ ISO2768-szerint (méretek mm-ben)							
Méret:	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-400	400-1000	1000-1200
Tűrés:	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2
Vállalat: Eissmann Group Automotive Hungaria Kft.	Megjegyzés: Fogszám: z=16; fogosztás: 3,32° Fogak lángedzve						
Kiállító:	2024.07.07	Tárgy: Fogazott alkatrész					
Tervező:	Fehér D.						
Ellenőrizte:	Török K.						
Jóváhagyta:	Török K.	Méret: A3	Rajzszám: IDFP_EGA_5				
Anyag:	K110						
Darabszám:	2						
M.a.: 1:1		Lapok sz.: 29		5 sz.lap			



77	2	Induktív szenzor	M8x45			IF7101	
76	4	Menetes távtartó	M6x18		S235	Barnítva	
75	4	H. fejű bkny. cs.	M4x25	DIN125	A4		
74	4	H. fejű bkny. cs.	M3x15	DIN125	A4		
73	4	H. fejű bkny. cs.	M6x30	DIN125	A4		
72	4	H. fejű bkny. cs.	M6x40	DIN125	A4		
71	12	Hengeres szeg	ø8x30	ISO2338	1.0721		
70	16	H. fejű bkny. cs.	M8x35	DIN125	A4		
69	8	H. fejű bkny. cs.	M5x30	DIN125	A4		
68	20	M5 alátét		DIN125	A4		
67	12	H. fejű bkny. cs.	M6x25	DIN912	8.8		
66	4	H. fejű bkny. cs.	M5x15	DIN912	8.8		
65	16	H. fejű bkny. cs.	M5x20	DIN912	8.8		
64	1	Rugós csapszeg	M16x1,5			51511	
63	2	TOX tartó hasáb	140x140x55		Al99,5	TOX tartozék	
62	2	TOX mozgó tálcá	180x140x12		Al99,5	TOX tartozék	
61	9	M4 alátét	ø9x0,8	DIN125	A4		
60	2	Sülly. f. bkny. cs.	M8x35		8.8		
59	4	Horonyanya	M8		8.8		

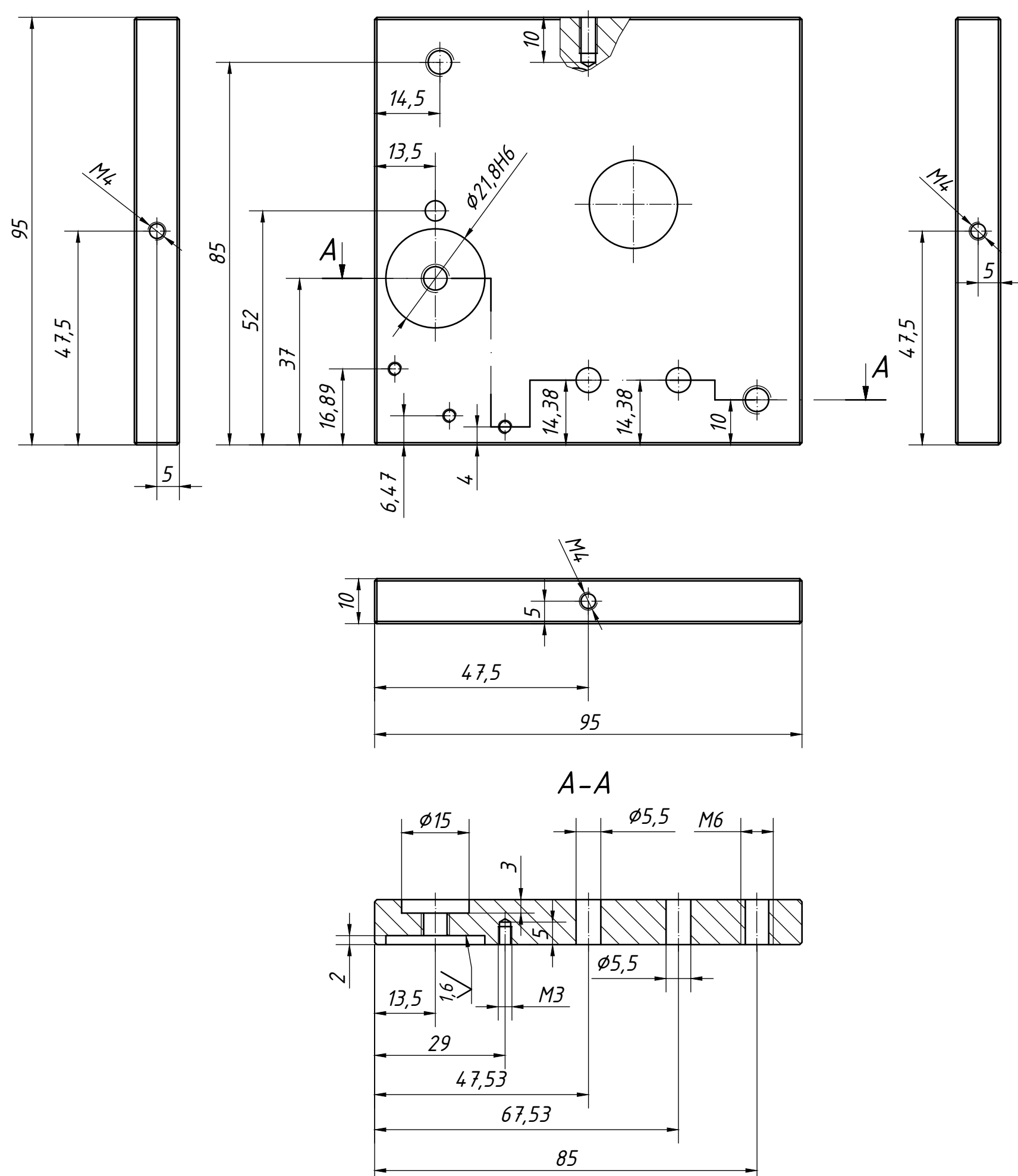
58	4	H. fejű bkny. cs.	M8x60	DIN912	8.8		
57	2	Hernyócsavar	M6x12	DIN913	8.8		
56	4	H. fejű bkny. cs.	M8x100	DIN912	8.8		
55	2	Markolat					TOX tartozék
54	2	Ütköző	Ø15x48		8.8		TOX tartozék
53	2	Lineáris sín	22x250		Acél CF53		Edzett, köszörült
52	2	Lineáris kocsi	29,5x46,4				
51	2	Burkolat	105x133,97x3		PMMA		
50	2	Burkolat	131x110x3		PMMA		
49	2	Leszorító	44,2x30x4		S235		Barnítva
48	2	Visszafutást cs. b.	30x14,25		EPDM gumi		
47	2	Fogazott alkatrész	48x30x8		K110		Lángedzve
46	6	M5 bkny. csavar	M5x40	DIN912	8.8		
45	4	Csapágy	Ø18,8x3,18		Xirodur B180		
44	2	M8 alátét	Ø16x1,6	DIN125	A4		
43	2	M8 rugós alátét	Ø14,8x1,6	DIN128	A4		
42	2	Vállas csavar	M6x20		12.9		
41	2	Húzórugó	Ø9,119x22,098		SS302		
40	2	Reteszelő	35x33,6x10		K110		Lángedzve
39	2	M. henger tartó	15x22x6		Al99,5		
38	2	Munkahenger	Ø9x27,5				CJPB6-5H4-B
37	8	H. fejű bkny. cs.	M4x10	DIN912	8.8		
36	2	Vészkioldó kar	Ø15x48		8.8		
35	2	Elektronika alaplappja	125x90x10		POM-C Acetál		
34	2	Elektronika					
33	4	Megfogó alkatrész	55x25x30		Al99,5		
32	4	Hengeres szeg	Ø13,2x14	ISO2338	A4		
31	4	Toldó alkatrész			Al99,5		kar tartozékok
30	4	Menetes rögzítő	21x19		Al99,5		kar tartozékok
29	2	Kar	Ø16x160		Al99,5		szilikon bevonattal
28	4	Tengely	Ø10x132		25MoCr4		
27	4	Préstartó l. rögzítője	Ø40x40		Al99,5		
26	4	Hatlapfejű csavar	M6x30	DIN7990	8.8		
25	7	M6 anya		ISO4032	A4		
24	8	Persely	Ø18x29		CuZn31Si		
23	4	Megvezető	Ø150x110		1.4571		
22	4	M16 anya		ISO4032	A4		
21	8	Közrefogó elem	59x20x10		25MoCr4		
20	9	H. fejű bkny. cs.	M5x20	DIN912	8.8		
19	1	Asztal lap	800x500x20		Al99,5		
18	21	M8 anya		ISO4032			
17	22	M8 alátét	Ø15x1,6	DIN125	A4		
16	1	Forgótányér	Ø400x55				U01L040
15	1	Préstartó lap	800x400x20		Al99,5		
14	16	Sülly. f. bkny. cs.	M8x45	DIN7991	8.8		
13	2	Tartó lap	260x150x15		Al99,5		
12	2	Hordozó alaplapp	260x150x25		Al99,5		
11	2	Bal oldali csapvezető	60x60x40		Al99,5		
10	2	Alsó szerszám			Al99,5		Gyártás modell alapján
9	4	Határoló lemez	50x80x5		Al99,5		
8	2	Hátsó peremező			Al99,5		Gyártás modell alapján
7	2	Jobb oldali csapvezető	60x60x40		Al99,5		
6	2	Első peremező			Al99,5		Gyártás modell alapján
5	4	Megvezető csap	Ø15x63		25MoCr4		
4	2	Felső szerszám			Al99,5		Gyártás modell alapján
3	2	Prés adapter	145x30x50		Al99,5		
2	2	Barnított alaplapp	95x95x10		S235		Barnítva
1	2	Tox prés	746,89x130x285				
T.SZ. Db		Megnevezés	Méret	Szabv.	Anyag	Megjegyzés	
Jelöletlen tűrések MSZ ISO2768-szerint (mérték mm-ben)							
Méret:		0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-400	400-1000
Tűrés:		±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8
Vállalat:		Eissmann Group Automotive Hungaria Kft.					
Kiállítás:		2024.08.14	Tárgy:				
Tervező:		Fehér D.	Időzítőfékes prés összeállítási rajza				
Ellenőrizte:		Török K.					
Jóváhagyta:		Török K.					
Anyag:							
Darabszám:			M.a.: 1:5	Lapok sz.:	29	29 sz.lap	



42	2	M4 bkny. csavar	M4x10	DIN912	8.8	
40	2	M4 alátét	Ø9x0,8	DIN125	A4	
39	1	Burkolat	131x110x3		PMMA	25 sz. lap
38	2	M4 bkny. csavar	M4x10	DIN912	8.8	
37	2	M4 alátét	Ø9x0,8	DIN125	A4	
36	1	Burkolat	105x133,97x3		PMMA	24 sz. lap
35	1	Húzórugó	Ø9,119x22,098		SS302	
34	1	M4 anya	7,7x2,2	ISO4032	A4	
33	1	M3 bkny. csavar	M3x10	DIN912	8.8	
32	2	M6 anya	11,1x5,2	ISO4032	A4	
31	2	M6 alátét	Ø12x1,6	DIN125	A4	
30	1	Elektronika				
29	2	Menetes távtartó	11,55x60		S235	Barnítva, 3 sz. lap
28	2	M3 bkny. csavar	M3x20	DIN912	8.8	
27	1	M. henger tartó	15x22x6		Al99,5	7 sz. lap
26	1	Munkahenger	Ø9x27,5			CJPB6-5H4-B
25	1	M4 anya	7,7x2,2	ISO4032	A4	
24	1	M4 alátét	Ø9x0,8	DIN125	A4	
23	1	M4 bkny. csavar	M4x15	DIN912	8.8	
22	1	M6 anya	11,1x5,2	ISO4032	A4	
21	1	M6 alátét	Ø12x1,6	DIN125	A4	
20	1	Kioldó kar	M6x36		8.8	
19	1	M6 anya	11,1x5,2	ISO4032	A4	
18	1	M6 rugós alátét	Ø11,8x1,3	DIN128	A4	
17	1	Csapágy	Ø18,8x3,18		Xirodur B180	
16	1	Reteszelő	35x33,6x10		K110	Lángedzve, 4 sz. lap
15	1	Csapágy	Ø18,8x3,18		Xirodur B180	
14	1	M8 alátét	Ø16x1,6	DIN125	A4	
13	1	M8 rugós alátét	Ø14,8x1,6	DIN128	A4	
12	1	Vállas csavar	M6x20		12.9	
11	1	M5 bkny. csavar	M5x20	DIN912	8.8	
10	1	M5 alátét	Ø10x1	DIN125	A4	
9	2	M4 súlly. f. cs.	M4x8	DIN7991	8.8	
8	1	Leszorító	44,2x30x4		S235	Barnítva, 6 sz. lap
7	1	Visszafutást cs. b.	30x14,25		EPDM gumi	20 sz. lap
6	1	Fogazott alkatrész	48x30x8		K110	Lángedzve, 5 sz. lap
5	2	M5 alátét	Ø10x1	DIN125	A4	
4	2	M5 bkny. csavar	M5x40	DIN912	8.8	
3	1	Barnított alaplap	95x95x10		S235	Barnítva, 1 sz. lap
2	2	Furatos távtartó	Ø10x22	DIN671	1.4571	23 sz. lap
1	1	Hatszögű távtartó	37x11,5		S235	Barnítva, 2 sz. lap
T.SZ.	Db	Megnevezés	Méret	Szabv.	Anyag	Megjegyzés

Jelöletlen tűrések MSZ ISO2768-szerint (mértékek mm-ben)

Méret:	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-400	400-1000	1000-1200
Tűrés:	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2
Vállalat: Eissmann Group Automotive Hungaria Kft.	Megjegyzés:						
Kiállítás: 2024.07.30	Tárgy:	Reteszelő szerkezet robbantott ábrája					
Tervező: Fehér D.							
Ellenőrizte: Török K.							
Jóváhagyta: Török K.	Méret:	A1	Rajzszám:	IDFP_EGA_19			
Anyag:							
Darabszám:	M.a.: 1:2	Lapok sz.:	29	19 sz.lap			



Ø21,8H6	+0,013
	0
Ø19,6H7	+0,021
	0

Jelöletlen tűrések MSZ ISO2768-szerint (mérétek mm-ben)							
Méret:	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-400	400-1000	1000-1200
Tűrés:	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2
Vállalat: Eissmann Group Automotive Hungaria Kft.	Megjegyzés: <i>Az alkatrész a teljes felületén barnítva</i>						
Kiállítva:	2024.07.09	Tárgy: <i>Alaplap</i>					
Tervező	Fehér D.						
Ellenőrizte:	Török K.						
Jóváhagyta:	Török K.						
Anyag:	S235						
Darabszám:	2	Méret:	A2	Rajzsám:	IDFP_EGA_1		
		M.a.:	1:1	Lapok sz.:	29	1	sz.lap