

SZAKDOLGOZAT

Vig Zsolt István
Gépészmérnöki Szak

Gödöllő
2025



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Gépészmérnöki Szak

**Vasúti kocsikban található kapaszkodók hegesztési varratainak
lemunkálására alkalmas készülék tervezése egyetemes maró-
gépre.**

Belső konzulens: Dr. Kári-Horváth Attila
Egyetemi docens

Külső konzulens: László Gyula
Műszaki osztályvezető

Készítette: **Vig Zsolt István**
XXZYFU
Tagozat levelező

Intézet/Tanszék: **Műszaki intézet**
**Anyagtudományi és Gépi-
pari Folyamatok Tanszék**

Gödöllő
2025

**MŰSZAKI INTÉZET
GÉPÉSZMÉRNÖK ALAPSZAK
Gépgyártó specializáció**

SZAKDOLGOZAT
feladatlap

Víg Zsolt István (XXZYFU)

részére

A szakdolgozat címe:

**Vasúti kocsikban található kapaszkodók hegesztési varratainak lemunkálására
alkalmas készülék tervezése egyetemes marógépre**

Feladatkiírás:

Bevezetés, Cégbemutató, Szakirodalom feldolgozás, Probléma bemutatása, Befogókészülék tervezése
hegesztési varrat lemunkáláshoz, Gazdasági számítás, Összefoglalás

Közreműködő tanszék: Anyagtudományi- és Gépipari Folyamatok

Külső konzulens: *László Gyula, Műszaki osztályvezető, Járműszerelvényt Gyártó Zártkörűen
Működő Részvénytársaság*

Belső konzulens: *Dr. Kári-Horváth Attila, egyetemi docens, Magyar Agrár- és Élettudományi
Egyetem, Műszaki Intézet*

Beadási határidő: 2025. november 04

Gödöllő, 2025. szeptember 08

Jóváhagyom

Átvettem

(tanszékvezető)

(szakfelelős)



(hallgató)

A dolgozat készítőjének külső konzulense nyilatkozom arról, hogy a hallgató az előre egyeztetett konzultációkon megjelent.

Gödöllő, 2025.



(külső konzulens)

Tartalom

Bevezetés	1
2. Járműszerelvényt Gyártó Zrt. bemutatása	3
3. Szakirodalmi áttekintés	4
3.1. Hegesztési eljárások	4
3.1.1. Az eljárás elve	5
3.2. Készüléktervezési alapok	8
3.2.1. Munkadarab-befogó készülék	9
3.2.2. Egyetemes készülékek	11
3.2.3. Egyedileg tervezett (különleges, egyedi) készülékek	11
3.2.4. Csoportkészülékek	11
3.2.5. Mérethálók és bázisok	12
3.2.6. Szabadságfokok. A hatpont-szabály	12
3.2.7. A készülékek helyzetének meghatározása a szerszámgépen	13
3.2.8. Helyzetmeghatározás ütköztetéssel	14
3.3. Forgácsolási eljárások	14
3.3.1. Marás	17
3.3.2. Marógépek	18
3.3.3. Egyetemes marógép	18
3.3.4. Marás típusai	20
3.3.5. Marószerszámok befogása	21
3.4. Hűtő-kenő folyadékok	22
3.4.1. Hűtő-kenő folyadékok feladatai	22
3.4.2. Hűtő-kenő folyadékok alkalmazása	24
4. Probléma bemutatás	25
5. Befogó készülék tervezési folyamat	29

5.1.	Munkadarabok anyagáról és annak megmunkálhatóságáról.	30
5.2.	Összeállítás és alkatrész rajzok elemzése.	31
5.3.	Hegesztett kapcsolat vizsgálata.....	35
5.4.	Hegesztési technológia adatok meghatározása próbahegesztés céljából.	36
5.5.	Munkapróbák vizsgálata	42
5.6.	Munkadarabok dimenzió elemzése.....	45
5.7.	Befogási felületek meghatározása.....	45
5.8.	Szabvány szerinti méret tűrések meghatározása.....	46
5.9.	Munkadarab rögzítése.....	47
5.10.	Befogó készülék tervezése.....	48
5.11.	Készülék modellezés.....	49
5.11.1.	A készülék felépítése:.....	50
5.11.2.	Készülék ellenőrzése pozíciókkal.....	53
5.12.	Forgácsoló szerszám kiválasztása.....	55
5.13.	Forgácsolási paraméterek beállítása maró géphez.	57
5.14.	. Forgácsolási erő számítása.....	57
5.15.	Munkadarab rögzítésére szolgáló szorítók és prizmák vizsgálata.	59
6.	Gazdasági adatok elemzése	62
7.	Összefoglalás.....	66
8.	Summary	67
9.	Irodalomjegyzék.....	71
10.	Mellékletek	74

Bevezetés

Napjainkban jellemző, rendkívül felgyorsult gazdasági környezetben a piaci igények meghatározó szerepet töltenek be az ipari termelés irányvonalának kialakításában. Az ipar szereplői számára alapvető elvárás, hogy a termékek a tervezéstől a gyártás befejezéséig a lehető legrövidebb idő alatt készüljenek el, mindezt a költségek minimalizálása mellett, a környezetvédelmi szempontokat is figyelembe véve. A minőségi követelmények megfogalmazásakor az „elsőre jót” elv érvényesítése kulcsfontosságú, vagyis a terméknek már az első gyártási ciklusban meg kell felelnie az előírt minőségi elvárásoknak.

E kihívások teljesítését nagymértékben segítik a korszerű informatikai rendszerek, fejlett tervezőszoftverek és modern gyártástechnológiai berendezések. Ezek alkalmazásával a gépgyártás megfelelhet a magas termelékenységgű, automatizált gyártási rendszerek elvárásainak. Nagy-sorozat- és tömeggyártás esetében a gazdaságosság növelése érdekében egyedi fejlesztésű készülékeket, illetve automata szerszámgépeket alkalmaznak.

A készülékek a korszerű ipari termelés meghatározó elemei, mivel speciális, jól körülhatárolt feladatok ellátására készülnek. Elsősorban olyan gyártási környezetben terjedtek el, ahol veszélyes, monoton vagy nagy ismétlődési számú műveletek végzése szükséges, így alkalmazásuk hozzájárul a munkahelyi balesetek kockázatának csökkentéséhez. A készülékek bevezetése növeli a gyártási hatékonyságot, csökkenti a megmunkálási időt és mérsékli az emberi beavatkozás szükségességét. Magas pontosságuk és ismételhetségük révén alacsony selejtarány és kiváló minőségi stabilitás érhető el.

A szakmai gyakorlatomat a Járműszerelvényt Gyártó Zártkörűen Működő Részvénytársaság. (a továbbiakban: Jármű Zrt.) töltöttem, amely 2009 óta a munkahelyem is. A vállalat műszaki osztályán mérnökasszisztensi feladatokat látok el. Munkaköröm részét képezi a műszaki dokumentációk előkészítése és ellenőrzése, a gyártási segédeszközök és készülékek tervezése, valamint a műszaki utasítások kidolgozása. Feladataim révén lehetőségem nyílik a vállalat fejlesztési és tervezési folyamataiba való aktív betekintésre és szakmai tapasztalatok gyűjtésére.

A hazai és nemzetközi szakirodalom feldolgozását követően kutatási és tervezési feladatom jelen dolgozatban egy olyan befogókészülék megtervezése, amely a kapaszkodórendszeren található hegesztési varratok lemunkálását teszi lehetővé egyetemes marógépen. A tervezés fő célkitűzései a megmunkálási idő csökkentése, az állandó és egységes minőség biztosítása, valamint a könnyebb és költséghatékonyabb gyárthatóság megvalósítása mindezt egy olyan készülék formájában, amelynek alkatrészei a vállalaton belüli gyártással előállíthatók és meglévő szerszámgépen alkalmazható. A projekt részeként gazdasági elemzést is készíték, amelyben összehasonlítom a meglévő technológia, valamint az újonnan tervezett készülék beruházási költségeit és megtérülését. A tervezési folyamat során a Jármű Zrt. által biztosított informatikai szoftvereket, műszaki szabványokat és vállalati dokumentációkat használom fel.

2. Járműszerelvényt Gyártó Zrt. bemutatása

A magyar tulajdonú vasútipari beszállító, a Jármű Zrt immáron több mint egy évszázada foglalkozik vasúti személykocsi- és autóbusz-szerelvények belső elemeinek alkatrészgyártásával Budapest XV kerületi székhelyén. Folyamatos innovációs fejlődésének köszönhetően 2012 októberében Tiszavasváriban megnyitotta új gyáregységét. Jelenleg a cég 230 főt foglalkoztat a két gyáregységében, ezt jövőben bővíteni szeretnék, köszönhetően az kiírt pályázatok megnyerésének. [1]

Termékeit az utazóközönség a magyar MÁV IC+ személykocsikban láthatják, de leginkább a német nagy sebességű Inter City Express és ICx típusú vonatokon. Európában több vasúti kocsi építő vállalatnak is a beszállítója, ilyen a Siemens, Stadler, Ultimate, ZOS. [1]

A cég főbb termékei közé tartoznak a világítással és helyfoglaltság-jelzéssel ellátott pogyásztartók, dekoratív bőröndtartók, valamint válaszfalak. Az ablakgyártási technológia lefedi a vasúti, autóbusz-, villamos- és metrószerelvények nyílászáróinak széles spektrumát. A gyártás során felhasznált főbb alapanyagok elsősorban alumínium profilok és öntvények, azonban a vállalat folyamatos fejlesztéseket végez a rozsdamentes kapaszkodórendszerek gyártása terén is, a vevői igények magas szintű elvárásainak érdekében. Emellett aktív fejlesztési tevékenység folyik a központi mozgatástechnika, digitális vezérlések, valamint elektronikai berendezések fejlesztési és szerelési területén is. [1]

A vállalatnál kiemelt szempont a magas minőség és határidők betartása. Termékeik minőségének megőrzése érdekében a Jármű Zrt. elkötelezett a gyártás és támogató folyamatok javítása és ciklikus megújítása mellett. Az ISO 9001 szabványon alapuló vasúti specifikus követelményekkel kiegészítve, vasúti gyártásra vonatkozó ISO/TS 22163-IRIS Rev3 minőségirányítási rendszert működtet. [1]

A vállalatnál alkalmazott főbb gyártás technológiák a gépi forgácsolás, ragasztás, hegesztés, csiszolás, felületkezelés, szerelés. A felület kikészítésben alkalmazott technológiák az elektrokémia bevonatok (eloxálás), szinterezés, oldószeres festés. [1]

3. Szakirodalmi áttekintés

3.1. Hegesztési eljárások

A fémből készült ipari gépek és ezen alkatrészei, acélszerkezetek gyártása során elkerülhetetlen feladat a szerkezeti elemek egymáshoz való rögzítése. Ezen rögzítések lehetnek oldható és oldhatatlan kötések. Az oldható kötésekhez külső mechanikai erő szükséges. Az erők közvetítésére huzal, ék, csavar vagy szegecs alkalmazható. Mivel az egymáshoz illesztett alkatrészek megtartják önállóságukat ezért ez a kötést „*foglalatos kötésnek*” is nevezik. [2] [3] [4] [5]

Az oldhatatlan kötés kategóriába tartozik a hegesztés, mint kötés technológiai eljárás. A fémhegesztési technológia több száz évre visszanyúlik, de az igazi látványos fejlődése a II világháború során történt, ahol a hegesztés stratégiai szerepet töltött be a hadiparban. Az eljárást két fémes alkatrész közötti kémiai és fizikai folyamat együttes reakció lefolyása határozza meg. Kémiai oldalról a termodinamika és fizikai oldalról a kinematika feltételek. Fémhegesztéskor a fémek atomjai és molekuláit összetartó erőket használják fel. Ezt a kötésmódot „*kohéziós*” kötésnek is nevezik. [2] [3] [4] [5]

Felhasználásuk szerint a hegesztőeljárásokat két csoportra oszthatjuk:

- „A kötőhegesztések két vagy több munkadarab egyesítésére alkalmasak.”
- „A felrakóhegesztés hozaganyag ráhegesztése a munkadarab felületére különleges felületi tulajdonságok elérése vagy méret növelés céljából.” [2] [3] [4] [5]

A hegesztési eljárások az alkalmazott energia típusa, az alapfém halmazállapota a hegesztés során, a hegesztés mélysége, valamint egyéb műszaki jellemzők alapján csoportosítjuk. [2] [3] [4] [5]

Hegesztési eljárások három fő csoportja: [4]

1) Ömlesztő

- Ívhegesztés
- salakhegesztés
- plazmahegesztés

2) Ömlesztve sajtoló

- ellenállás-hegesztés
- sajtoló-ívhegesztés
- sajtoló-gázhegesztés

3) Sajtoló

- zömitő-tompahegesztés
- dörzshegesztés

-
- elektronsugár-hegesztés
 - lézersugár-hegesztés
 - gázlánghegesztés
 - termithegesztés
 - hideghegesztés
 - ultrahanghegesztés

Szakedolgozatomban tárgyalt munkadarabok hegesztése AWI védőgázos ívhegesztési eljárással készülnek, így ezen eljárás bemutatását végzem.

Az ívhegesztés a energiaforrás szerint a villamos ív által végzett ömlesztőeljárásokba tartozik. Az ívhegesztés során a szükséges hőt a hegesztőív szolgáltatja. A hegesztőív szilárd vagy cseppfolyós halmazállapotú fémek között, gázközegben hosszan végbemenő villamos kisülés jellemez. Az ív éghet a bevonatból fejlődő gázok, a fedőpor, semleges (argon), vagy aktív védőgáz CO₂ vagy keverék gázok védelem alatt. [2] [3] [4] [5]

- Volfrámelektrodás, semleges védőgázos ívhegesztés

3.1.1. Az eljárás elve

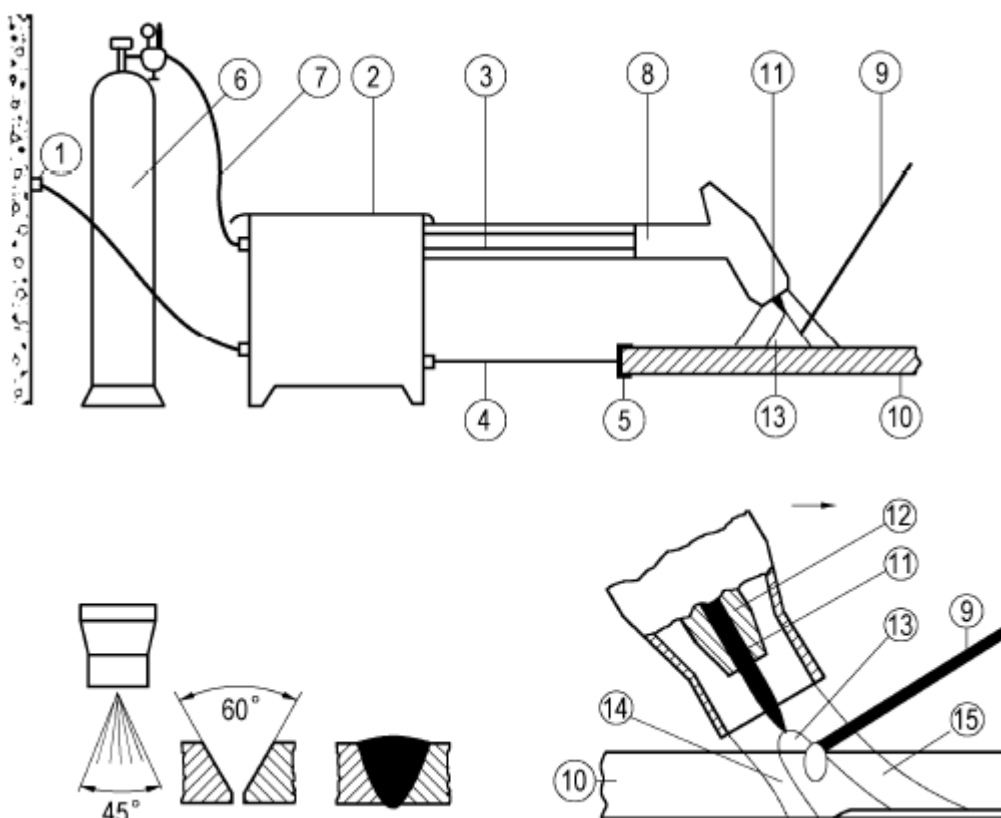
A (3-1. ábra) látható a volfrámelektrodás, semleges védőgázos ívhegesztés elve. Az áramforrás egyik pólusa a volfrámelektrodára, a másik pólusa a munkadarabra van kapcsolva. Az ív a volfrámelektroda és a munkadarab között létesül. Hegesztetni lehet hozaganyaggal vagy a nélkül. A hozaganyag pálca formában kézzel vagy gépi adagolással, áram hozzávezetéssel vagy áram hozzávezetés nélkül adagolható. A W elektrodás ívhegesztés összegzett részaránya az összes ömlesztő hegesztési eljárásból mintegy 3..5%-ra tehető. Főleg a kézi változatok terjedtek el, de az eljárások kiválóan gépesíthetők és robotizált hegesztésre is alkalmasak. A védőgáz általában argon vagy hélium, vagy e két gáz keveréke. A volfrámelektrodás, argon védőgázos ívhegesztés széles körben használatos neve magyarul: AWI, németül: WIG, angolul: TIG eljárás. A volfrámelektroda megfelelő védelmére az argon gáz (I1) legalább 99,99%-os tisztaságú legyen. Egyes esetekben nagy oxigén iránti affinitású fémek hegesztéséhez 99,997%-os tisztaságra is szükség van. [2] [3] [4] [5]

A könnyű- és színesfémek hegesztésére argon-hélium (I3) keveréke is elterjedt, mert elősegíti a mélyebb és szélesebb beolvadást. Nem ritka a tiszta hélium (I2) alkalmazása sem. Az oxigén iránt nagy affinitású fémek, mint a magnézium, titán és az alumínium oxidációjának veszélye csökkenthető a védőgázba adagolt néhány százalék hidrogénnel. Ugyancsak hidrogén tartalmú

keveréket alkalmaznak a gépesített AWI eljáráshoz olyan esetekben, mint pl. vékony auszteni-tes acélok hegesztésekor, ahol a hidrogén jelenléte nem vezet a varrat elridegedéséhez.

Volfrámelektrodás, semleges védőgázos ívhegesztés (TIG vagy más néven AWI), nem leolvadó tiszta vagy ötvözött volfrámelektroda segíti az ívképzést. Az ív és a varrat környezetét külső forrásból származó semleges védőgáz (argon vagy hélium) védi. (3-1. ábra). [2] [3] [4] [5]

3-1. ábra. A volfrámelektrodás, semleges védőgázos ívhegesztés elve [4]



- 1) hálózati csatlakozókábel, 2) áramforrás, 3) áramkábel, 4) testkábel, 5) testsaru, 6) védőgáz palack, 7) palack védőgáz tömlő, 8) pisztoly, 9) pálca/huzal, 10) alapanyag, 11) elektróda, 12) szorítóhüvellyel, 13) ív, 14) védőgáz, 15) leélezési felület.

Az AWI valamennyi ívhegesztési eljárás közül az ideális körülmények között létesített, nagyon rugalmas, stabil és szabályozható ív hőforrással működik és nagyon jó minőségű varratot eredményez. [2] [3] [4] [5]

Az eljárás fő előnyei:

- kiváló minőségű, általában hibamentes varratot eredményez;

- hozaganyaggal és hozaganyag nélkül is alkalmazható, a hozaganyag adagolás és a hőforrás egymástól független, így a hegfürdő kezelésére kiváló lehetőséget kínál;
- hegesztőáramforrása, eszközei viszonylag egyszerűek, nem igényel nagy befektetést;
 - szinte valamennyi fémes anyag hegesztésére alkalmas, beleértve az eltérő fémekből készült kötéseket is;
- a nemesgázok (ezen belül főleg az Ar) ideális védőgázok, amelyek az ív meggyújtását, újragyújtását (váltakozó áramnál) és stabil működését egyaránt támogatják, a héliumot kivéve a levegőnél nehezebbek, ezért a legfontosabb hegesztési helyzetekben a hegfürdő felé áramlanak,
- az ív rugalmas, széles teljesítménytartományban szabályozható, impulzusívű áramforrással, egyen- és váltakozó árammal egyaránt táplálható,
- nincs salakképződés, alig van fröcskölés, ezért hegesztés után tisztító műveletre gyakorlatilag nincs szükség,
- nincs füstképződés, ezért a hegesztő az ívet és a hegfürdőt jól látja, egészsége nem forog veszélyben, minden térbeli helyzetben megfelelő eredményt ad. [2] [3] [4] [5]

Az AWI kiváló minőségi és folyamat jellemzői nyújtotta előnyöket sajnos az eljárás nagyobb fajlagos költségei és kisebb teljesítménye rontja.

Az említésre érdemes hátrányok:

- kis áramsűrűség, a He mentes védőgázokban kis ívfeszültség, kis hőáram, kis beolvadási mélység, kis hegesztési sebesség;
- **T** kötések sarok- és tompavarratai nehezebben férhetők hozzá; érzékenyebb a hegesztési hely környezetének tisztaságára;
- felkészültebb hegesztőt igényel, általában szükség van a hegesztő mindkét kezére a hegesztéskor;
- a fogyóelektródás eljárásokhoz képest kisebb termikus- és különösen kisebb leolvadási hatások miatt kisebb leolvadási teljesítmény. [2] [3] [4] [5]

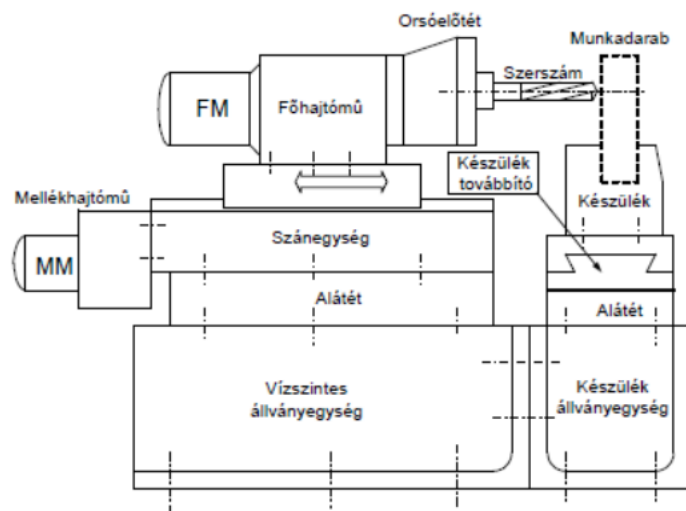
3.2. Készüléktervezési alapok

A gépgyártás egyik legfontosabb mérnöki tevékenység, amely az ipar számára hatékony, megbízható és gazdaságos gépek és mechanizmusok és rendszerek fejlesztésére irányul. Gépgyártáson a korszerű, nagy termelékenységű, részben vagy teljesen automatizált szerszámgépeken végzett alkatrészgyártást, valamint az ezt követő, pontosan megtervezett szerelést és próbaüzemelését értjük. [7] [8] [9] [10] [6]

Az alkatrész gyártás a technológiai folyamat leglényegesebb eleme, amelynek során valamilyen alakító eljárással az előírt állapotúra hozzuk a gyártmány egyes alkatrészeit, esetleg hőkezeléssel megváltoztatjuk azok anyagának szerkezetét. A gyártás alapvető tárgyi feltételei között említett gyártóeszközök gyártás elengedhetetlen tényezői. Ez alapján gyártóeszközöknek tekintjük az alakítást végző szerszámokat, az alakításban részt vevő elemek között kapcsolatot teremtő készülékeket és a gyártás során használt, annak eredményességét mérő vagy ellenőrző mérőeszközök. [7] [8] [9] [10] [6]

A készülékek az egyetemes szerszámgépeken használt olyan kiegészítő szerkezetek (3-2. ábra), amelyek a gyártást pontosabbá, termelékenyebbé és gazdaságosabbá teszik, kiküszöbölik a megmunkáló rendszer (gép) hiányosságait, ilyen értelemben az egyetemes szerszámgépeknek mintegy célgép jelleget kölcsönöznek. Az ilyen kiegészítő szerkezetekkel felszerelt szerszámgép MKGSz-rendszernek (munkadarab-készülék-gép-szerszám rendszer) is szokták nevezni. [7] [8] [9] [10] [6]

3-2. ábra. Egyetemes szerszámgép kiegészítő szerkezettel [6]



A készülékek többféle szempont szerint osztályozhatók, *forgácsoló készülékeket* (esztergákészülék, marókészülék, fúrókészülék), a *forgácsnélküli alakítás készülékeit* (hajlító-készülékek, hegesztő-készülékek, hőkezelő készülékek stb.), *szerelő készülékeket, mérő (ellenőrző) készülékeket.* [7] [8] [9] [10] [6]

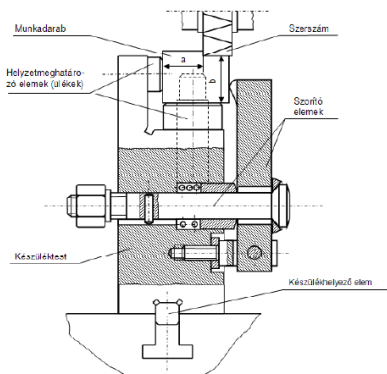
Forgácsoló szerszámgépeken jól meghatározható a leggyakrabban használt készülékek helye és szerepe. Vannak készülékek, amelyek kapcsolatot teremtenek a munkadarab és a szerszám- gép asztala vagy főorsója között, ezek a *munkadarab-befogó készülékek.* A *szerszám-befogó készülékek* a szerszámgép és a szerszám között teremtenek kapcsolatot. [7] [8] [9] [10] [6]

3.2.1. Munkadarab-befogó készülék

A munkadarab-befogó készülékek feladatát az MKGSz-rendszerben elfoglalt helyük alapján fogalmazhatjuk meg meghatározott kapcsolat létesítése a munkadarab és a szerszámgép között, amellyel biztosítható a szerszám és a munkadarab egymáshoz viszonyított, mindig azonos helyzete, valamint az, hogy a szerszám és a munkadarab egymáshoz viszonyított, a megmunkáláshoz szükséges elmozdulása (ez többnyire az előtoló mozgás) mindig az adott felület előírt geometriájú és méretű kialakulását eredményezze. Ez a kölcsönös helyzet a készüléknek a gyártás megkezdése előtti egyszeri beállítása után fennmarad, és a sorozat minden egyes munkadarabjára nézve érvényesül, így további méretre-állításra vagy utólagos ellenőrzésre nincs szükség. [7] [8] [9] [10] [6]

A munkadarab és a szerszám mindig azonos kölcsönös helyzetének biztosítását *helyzetmeghatározásnak* nevezzük, Ez a munkadarab-befogó készülék egyik alapvető feladata (3-3. ábra).

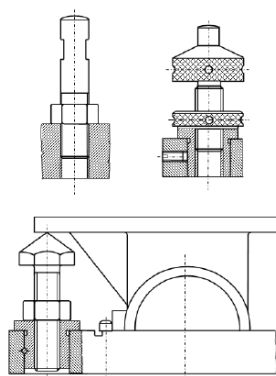
3-3. ábra. Munkadarab-befogó készülék elemei [7]



A forgácsolástechnológiában használt munkadarab-befogó készülékek (forgácsoló készülékek) legfontosabb elemei az alábbiak szerint csoportosíthatók: [7] [8] [9] [10] [6]

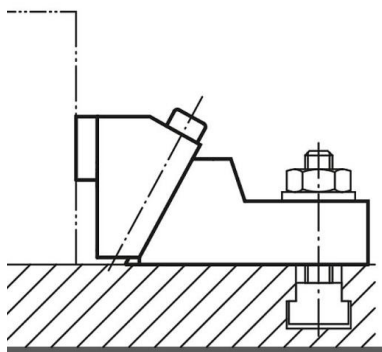
1. *helyzetmeghatározó elemek („ülékek”)*, amelyek a munkadarab kijelölt elemeivel vagy felületeivel érintkezve biztosítják azok mindig azonos térbeli helyzetét (3-4. ábra),

3-4. ábra. Állítható ülécék [7]



2. *szorítóelemek*, amelyek a munkadarab kijelölt felületeire hatva azt az ülécékre szorítják (3-5. ábra. Oldalszorító elem), [7] [8] [9] [10] [6]

3-5. ábra. Oldalszorító elem



3. *készüléktest*, amely a különböző készülékelemeket és szerkezeteket összefogja, hogy a készülék így önálló egységet képezzen,

Készülékhelyező elemek, amelyek magát a készüléket hozzák az előírt helyzetbe a szerszám-géphez, ill. a szerszámhoz képest.

A forgácsolástechnológiában használt munkadarab-befogó készülékek csoportosítása felhasználási terület szerint és a befogandó munkadarabhoz való alkalmazhatóság alapján. [7] [8] [9] [10] [6]

3.2.2. Egyetemes készülékek

Egyetemes készülékeknek nevezzük azokat a munkadarab-befogó készülékeket, amelyek egyszerű alakú, különféle méretű munkadarabok befogására alkalmasak, és amelyek az egyes egyetemes szerszámgépeken géptartozékként állnak a termelő részlegek (műhelyek) rendelkezésére. Az egyetemes készülékek kereskedelmi áruk, ilyenek az eszterगतokmányok, siktárcsák, gépsatuk, osztófejek, körasztalok. [7] [8] [9] [10] [6]

3.2.3. Egyedileg tervezett (különleges, egyedi) készülékek

Ezeket a készülékeket egy adott alakú és méretű munkadarabhoz, az ahhoz előírt egyetlen, vagy kisszámú művelet elvégzéséhez külön tervezik meg és gyártják le, amennyiben a munkadarab alakja, a technológiai körülmények és a sorozatnagyság alapján elvégzett gazdaságossági számítások ezt indokoltá teszik. Költségüket gyártási külön-költség alakjában veszik figyelembe. [7] [8] [9] [10] [6]

3.2.4. Csoportkészülékek.

Csoportkészülékeket olyankor terveznek, gyártanak és használnak, ha azonos vagy közel azonos alakú, de különböző méretű munkadarabokat kell sorozatban megmunkálni. Az ilyen munkadarabok csoportokat alkotnak, egy-egy csoporton belül a darabok méretei megegyeznek, de minden csoportra jellemző az azonos vagy közel azonos alak. [7] [8] [9] [10] [6]

Elemekből összeállítható készülékek

Egy-egy készletet különféle rendeltetésű és méretű, tipizált, esetenként szabványos készülék-elemek alkotnak, amelyekből a sorozatgyártáshoz szükséges munkadarab-befogó készülékek összeszereléssel hozhatók létre, tehát az adott munkadarabhoz előállítandó készüléket nem kell legyártani, hanem a készletben rendelkezésre álló elemekből össze lehet állítani. [7] [8] [9] [10] [6]

3.2.5. Mérethálók és bázisok

A munkadarabok és a szerszám mindig azonos kölcsönös helyzetének biztosítását *helyzetmeghatározásnak* nevezzük, és ezt tekintjük a munkadarabbefogó készülék alapvető feladatának. [7] [8] [9] [10] [6]

A helyzetmeghatározás tervezésekor az első feladat a munkadarab azon elemeinek kijelölése, amelyeket a helyzetmeghatározó elemekre fektetünk, vagy azoknak ütköztetünk. Ezeket kiinduló felületeknek vagy *bázisfelületeknek* nevezzük. [7] [8] [9] [10] [6]

A helyes bázis kijelölése az alkatrész funkciójának és a munkadarab vizsgált műveleten belüli állapotának, készenléti fokának ismeretében lehetséges. Az alkatrész funkciójára az alkatrészrajzból is lehet következtetni. Helyesen beméretezett alkatrészrajzon ugyanis közvetlenül megjelennek az alkatrész működésében fontos szerepet játszó méretek és tűrésük. Az alkatrészek egyszerű geometriai elemekből összeálló testek, melyek többféle, geometriailag helyes mérethálóval láthatók el. [7] [8] [9] [10] [6]

A gyártmányszerkesztő a működési szempontokat figyelembe véve építi fel a mérethálózatot, ezt szerkesztési méretláncnak, a kiinduló felületeket pedig *szerkesztési bázisnak* nevezzük. A 4. ábrán bemutatott alkatrész méretezéséből látható, hogy első esetben a középsík, valamint az *A* és *B* felületek, míg a második esetben a *B*, *C* és *D* felületek alkotják a szerkesztési bázist. [7] [8] [9] [10] [6]

A gyártás során a munkadarab műveletről műveletre változik, alakul. Az egyes műveletekben a helyzetmeghatározásban szerepet játszó felületeket *gyártási* vagy *technológiai bázisnak* nevezzük. A technológiai bázis megválasztásakor törekedni kell arra, hogy az azonos legyen a szerkesztési bázissal, azaz a szerkesztő által előírt méretet közvetlenül gyártandón le, és az ne kiadódó méretként jöjjön létre. [7] [8] [9] [10] [6]

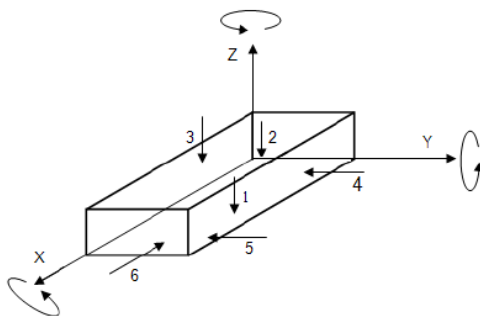
3.2.6. Szabadságfokok. A hatpont-szabály

Ha a munkadarabot a térben szabadon elmozduló merev testnek tekintjük, akkor a helyzetmeghatározás azt is jelenti, hogy a munkadarab elmozdulási lehetőségeit (szabadságfokait) elveszük. Minden merev testnek hat szabadságfoka van, amint azt (3-6. ábra. Hat szabadságfok). [7] [8] [9] [10] [6]

Ezek lehetnek:

- elmozdulás az x , y és z tengelyek mentén,
- elfordulás az x , y és z tengelyek körül.

3-6. ábra. Hat szabadságfok [7]



E mozgásokból a legváltozatosabb térbeli mozgások állíthatók elő.

3.2.7. A készülékek helyzetének meghatározása a szerszámgépen

A munkadarab-befogó készülékek jellegzetes alkatrészei között mindig megtalálhatók az olyan elemek, amelyek a készüléknek a szerszámgépre való egyértelmű, szabatos és gyors felfogását biztosítják. A munkadarab és a szerszám kölcsönös helyzetét tehát nem elegendő csak a darabnak a készülékben való helyzetmeghatározásával megvalósítani, legalább ilyen fontos a készülék helyzetének a meghatározása is a szerszámgépen. [7] [8] [9] [10] [6]

A forgácsoló megmunkálás területén használt munkadarab-befogó készülékek az általuk végzett mozgás szerint két csoportba sorolhatók:

- egyenes vonalú mozgást végző vagy álló készülékek (pl. a maró- és fűrőkészülékek),
- forgó mozgást végző készülékek (pl. az esztergakészülékek).

A készülékhelyezési módok is ehhez igazodnak. Az álló vagy egyenes vonalú (jellemzően alternáló) mozgást végző készülékeket (pl. marókészülékek) *ütköztetéssel* hozzuk az előírt helyzetbe a szerszámgép asztalán, és ha szükséges, az ütköztetést kiegészíthetjük *tájékolással*, míg a forgó mozgást végző készülékeket (pl. esztergakészülékek) *központosítással* csatlakoztatjuk a gép főorsójához. [7] [8] [9] [10] [6]

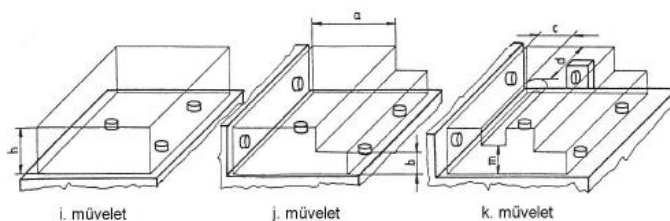
3.2.8. Helyzetmeghatározás ütköztetéssel.

A külső sík vagy érintősík szerinti helyzetmeghatározás (ütköztetés) azt jelenti, hogy a bázissíkokat az ülécekre fektetve vagy azokhoz ütköztetve biztosítjuk a munkadarab térbeli helyzetét. A helyzetmeghatározást mindig annak a felületnek a bázistól megadott méretére vonatkozólag kell elvégezni, amely felületet az adott (megtervezendő) munkadarab-befogó készülék segítségével meg akarjuk munkálni.

Az ütköztetés fokozatai lehetnek:

- *Egyirányú ütköztetés:* egy bázissík helyzetmeghatározása egyirányú méret gyártása érdekében, három szabadságfok lekötésével (3-7. ábra)-**i.** művelet.
 - *Kétirányú ütköztetés:* két bázissík helyzetmeghatározása kétirányú méretek gyártása érdekében, öt szabadságfok lekötésével (3-7. ábra)- **j.** művelet.
 - *Háromirányú ütköztetés:* három bázissík helyzetének meghatározása háromirányú méret gyártása érdekében, mind a hat szabadságfok lekötésével (3-7. ábra) **k.** művelet.
- [7] [8] [9] [10] [6]

3-7. ábra. Az ütköztetés fokozatai [7]



Alacsonyabb fokozatú ütköztetést mindig lehet magasabb fokozatú ütköztetéssel helyettesíteni, ilyenkor azonban a gyártott méret alakulásában szerepet nem játszó ülécek csupán támasztó feladatot látnak el. [7] [8] [9] [10] [6]

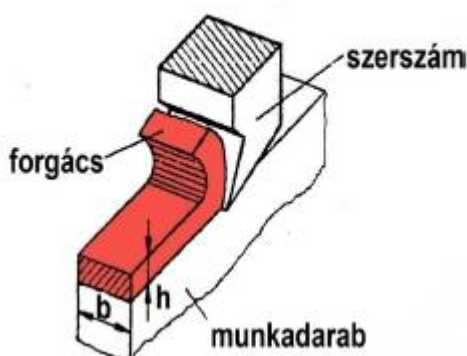
3.3. Forgácsolási eljárások

A forgácsolási eljárások olyan alkalmazott gyártási módszerek mely során egy elő gyártmányból vagy alapanyagból kész vagy félkész alkatrészek készülnek valamilyen anyagleválasztó megmunkálás által. Az eljárás során munkadaraból forgács formájában távolítunk el anyagot a kívánt méret és felület elérése érdekében. Ez az eljárás gyakran költségesebb, mint képlékeny

alakítással előállított alkatrészek, de pontosságuk és felületminőségük elengedhetetlen a gépgyártás területén. [13] [14] [15] [5]

A forgácsolás az ékhatás elvén alapul, a munkadarabról leválasztott anyagréteg (ún. ráhagyást) a szükséges mozgások folyamán, valamilyen szerszám segítségével, kisebb nagyobb forgács formájába történik (3-8. ábra) [13] [15] [14] [5]

3-8. ábra. Forgács leválasztás [6]



Így megállapítható, hogy a forgácsolásnak négy fontos tényezője van, az első a munkadarab, amely a gyártási folyamat valamely fázisában lévő előgyártmány. A második a tényező a viszonylagos elmozdulások, mozgások. A harmadik tényező a forgácsleválasztásra kiképzett szerszámok széles választéka. A negyedik tényező a leválasztott forgács, amely a munkadarab anyagától függő forgács típus. [13] [15] [14] [5]

Az első tényező.

A munkadarabokat az anyagminősége, előgyártási módja (öntészeti, kovácsolt, hengerelt húzott), hőkezelési állapota és szilárdsága jellemzik forgácsolás tervezése szempontjából. [9] [13] [15] [14] [5]

A második tényező.

A forgácsolás során a relatív elmozdulásokat, mozgásokat nézzük, megkülönböztetünk *főmozgást, mellékmozgást*. A forgácsolásra egy csak is egy főmozgás jellemző, amely forgács

hosszirányú leválasztását hozza létre, megnevezése *forgácsolássebesség*. A fő mozgás jele v_c , mértékegysége m/min. A főmozgás tulajdonságai forgácsolási eljárásokat is megkülönböztet egymástól. Ezek lehetnek:

- egyenes vonalú vagy forgó mozgások,
- folyamatos vagy szakaszos mozgás,
- a mozgást végezheti a szerszám vagy munkadarab

A mellékmozgások jellemzően a forgács keresztmetszetét (szélességet, vastagságot) hozzák létre. Az *előtolásirányú mellékmozgás* a leválasztandó forgács vastagságát befolyásolja. Ez a forgácsolási folyamat egyik fontos paramétere. A szerszám egy fordulat alatt megtett távolsága a munkadarabhoz viszonyítva. Jele f_n , több élű szerszám esetén f_z ami az egy élre eső előtolás mértéke, mértékegysége mm. [9] [13] [14] [15] [5]

A második mellékmozgás a forgács szélességét határozza meg, ennek megnevezés *fogásvétel irányú mellékmozgás*, ez egy szakaszos elmozdulás melynek jele a_p , mértékegysége mm. [13] [14] [15] [5]

A gépi forgácsoló szerszámokat csoportosíthatjuk:

- rendeltetés szerint, amelyek lehetnek esztergáló-, fúró-, köszörülőszerszámok,
- élgeometriai kialakítás szerint
- élek száma szerint, egyélű (eszterga kés), kétélű (csigafúró), többélű (maró), vagy végtelen éllel rendelkező (köszörű),
- kivitel szerint lehetnek, tömör, forrasztott vagy szerelt szerszámok,
- anyagminőségek szerint lehet, szerszámacél, keményfémek, kerámia, gyémánt, vagy bevont szerszámanyag.

A harmadik tényező

A forgácsoló szerszámok általában három fő részből állnak:

- Befogó részből, amely kialakítása meg kell, feleljen a szerszámgép szerszámbe fogó méretével.
- Szerszám szár, amely a szükséges működési hossz határozza meg.

- Dolgozó rész, amely a forgács leválasztást végzi. [6] [9] [13] [14] [15] [5]

A negyedik tényező.

A forgács alakja első sorban a munkadarab anyagminőségétől függő befolyás. Szívós-képlékeny anyagok esetén folyós forgács típus képződik, rideg anyagok esetén általában töredezett forgács keletkezik, szerkezeti acélok vagy korrózióálló acélok esetén lemezes forgács. A forgácsolás során fontos feladat a folyós forgácsot kis részekre való feldarabolása, megfelelő terelés kialakítása az automatizált gépek zavartalan üzemeltetése végett. A megfelelő forgács leválasztás a gépkezelős biztonságát és a munkadarab felületének megfelelő védelme érdekében fontos. [6] [9] [13] [14] [15] [5]

Főbb forgácsolási eljárások:

- Esztergálás,
- Gyalulás, vésés,
- Marás,
- Fúrás,
- Köszörülés,
- Üregelés
- Fogazás,
- Alakos felületek megmunkálása,
- Finomfelületi megmunkálása

Szakedolgozatomban tárgyalt munkadarabok hegesztési varratának lemunkálása a forgácsolási eljárások közül marás történik, így ezen eljárások bemutatását végzem.

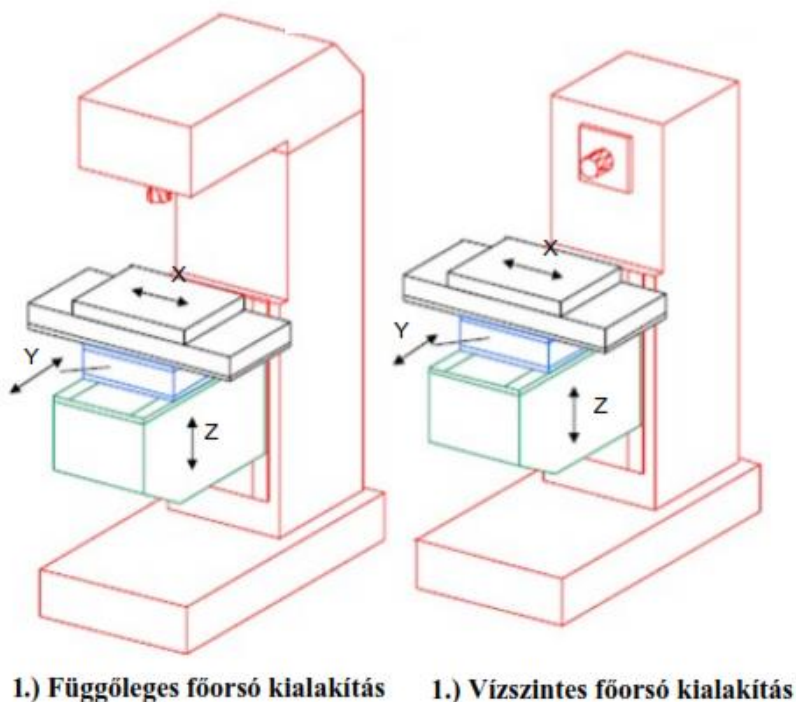
3.3.1. Marás

A marás síkfelületek vagy alakos megmunkálásra alkalmas, különféle típusú menetek és fogazott alkatrészek gyártására is használják. A forgácsoló főmozgást a szerszám végzi v_c sebességgel, a mellékmozgást pedig a munkadarab végzi. [9] [13] [14] [15] [5]

3.3.2. Marógépek

Általában magas a termelékenységük, méret pontosabb gyártás, és bonyolultabb formák készítésére alkalmasak. A marógépek esetében a főmozgást a marószerszámok végzik, a szerszámok befogása és forgatása a speciálisan kiképzett főorsóval történik. A főorsó lehet függőleges és vízszintes helyzetű. A mellékmozgásokat a szánrendszerek végzik, a munkadarab megmunkálásához (3-9. ábra). A mellékmozgások egyenes vonalú vagy forgómozgások lehetnek. Megkülönböztetünk konzolos, sík-, másoló, menet-, fogazó és különleges marógépeket, valamint maró egységeket. [9] [13] [14] [15] [5]

3-9. ábra. Marógépek mozgásviszonyai [1]



3.3.3. Egyetemes marógép

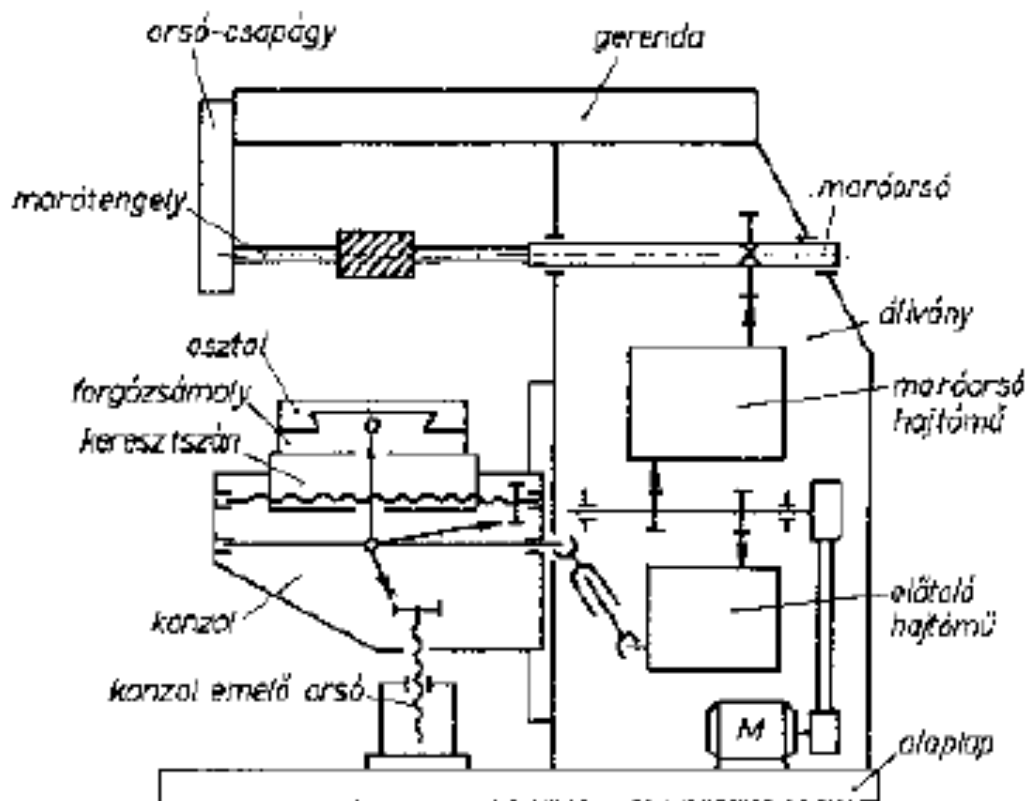
A maróorsó vízszintes elhelyezésű. A maróorsóba befogott marótengely végét a gerendán elhelyezett állítható helyzetű orsócsapágy (bak) támasztja meg. A konzol az állvány homloklapján lévő sík vezetéken csúszik, és a konzolemelő orsóval függőleges irányban mozgatható. A konzol felső részén kialakított vezetékben mozog az asztalt hordó keresztcsán (3-10. ábra). A

keresztcszánon van a forgózsámoly, amely az asztalnak a függőleges tengely körüli $\pm 30^\circ$ -os elfordulását teszi, lehetővé. Az asztal vagy hossz-szán ennek a vezetékén csúszik, így a munkadarab mindhárom koordináta irányában mozgatható. A konzol és a szánok megmunkálás közben a rezgések elkerülésére rögzíthetők, és szélső helyzetük ütközők (végállaskapcsoló) segítségével behatárolható, a vezetékeiken a kopás betétlécekkel utánalátható. [9] [13] [14] [15] [5]

Az asztal felső részét síklapnak képezik ki, amelyen T-hornyok vannak a munkadarab vagy a készülékek (gépsatu, osztófej, szegnyereg stb.) felfogására. Az asztal mellső homloklapján található T-horony az ütközők vezetésére és felerősítésére szolgál. [9] [13] [14] [15] [5]

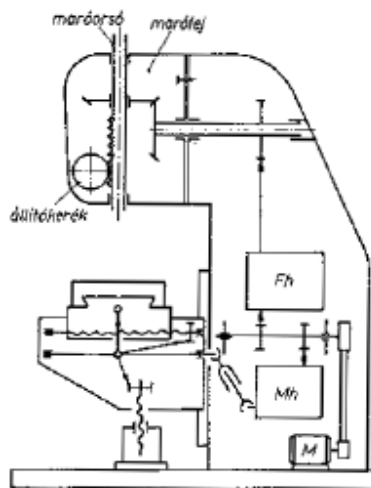
Az egytetemes marógép függőleges tengelyű marófejjel is felszerelhető. Ilyenkor az eredeti maróorsó végére kúpkerék kerül, a függőleges fejet az állvány homlokvezetésére erősítik. A maróorsó ekkor függőleges, de a vízszintes tengely körül $\pm 45^\circ$ -ban dönthető, és kézi előtolással, tengelyével párhuzamosan mozgatható. Az ilyen marófej alkalmazásakor a gerendát hátra kell tolni. [6] [9] [13] [14] [15] [5]

3-10. ábra. Egytetemes marógép felépítése [6]



A függőleges marógép felépítése gyakorlatilag megegyezik a függőleges fejjel felszerelt egytemes maróéval, de a marófej sokkal merevebb szerkezetű. A függőleges marógépnek nincs forgózsámolya, így az asztala nem fordítható. (3-11. ábra) [9] [13] [14] [15] [5]

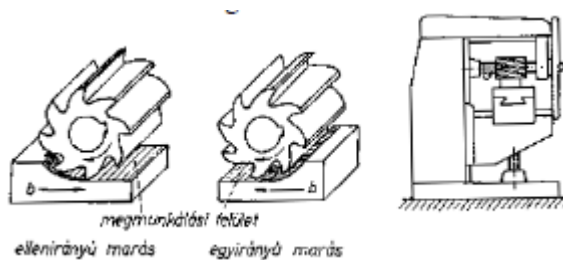
3-11. ábra. Függőleges marógép felépítése [6]



3.3.4. Marás típusai

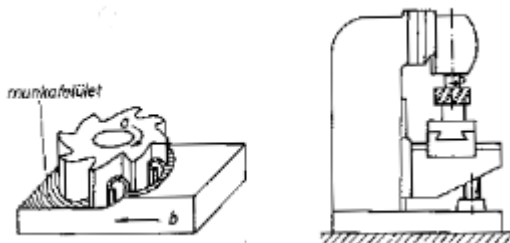
A marás típusa lehet palástmarás, ahol a szerszám tengelye párhuzamos a megmunkált felülettel, síkfelületek, hornyok és alakos felületek készíthetők. A szerszámok többélűek, különböző átmérőjű, szabályos élgeometriával rendelkeznek. Kemény anyagokhoz az élkiképzése sűrűbb, míg a lágy anyag esetében ritkább (3-12. ábra. Palástmarás). [9] [13] [14] [15] [5]

3-12. ábra. Palástmarás



A második marás típus a homlokmarás, ahol a maró szerszám tengelye merőleges a megmunkálható felületre. Homlokmarással síkfelületek készíthetők. Megmunkáláshoz szükséges maró szerszám átmérőjét nagyobbra kell választani, mind a munkadarab szélessége. A marási eljárást, célszerű kis fogásmélységgel és nagy fogankénti előtolással végezni, ezzel a maró szerszám élettartamát növeljük és a leválasztott forgácsmennyiség is növekszik (3-13. ábra. Homlokmarás). [6] [9] [13] [14] [15] [5]

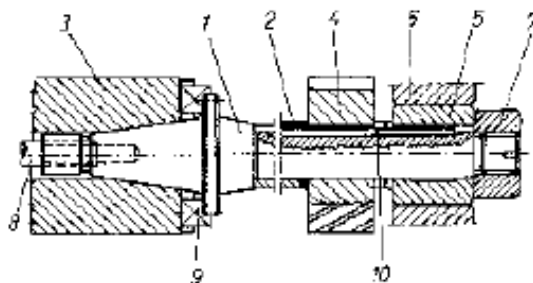
3-13. ábra. Homlokmarás [6]



3.3.5. Marószerszámok befogása

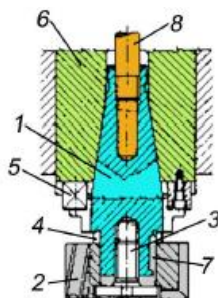
A marók befogásakor két szempontot kell figyelembe venni: egyrészt megfelelő legyen a futáspontosság, másrészt biztosítható legyen a nyomatékátadás. Ezt a maróorsók furatának meredek vagy Morse-kúpos kiképzésével, és behúzó szár alkalmazásával oldják meg (3-15. ábra). A palástmarókat általában marótengely segítségével fogják be (3-14. ábra), amely mindkét végén csapágyazott. A nyomaték átadása a retesz segítségével történik. [6] [9] [13] [14] [15] [5]

3-14. ábra. Marószerszám felfogása marótüskére [6]



1 marótengely, 2 közgyűrű, 3 maróorsó, 4 palástmaró, 5 orsócsapágy, 6 csapágytám (bak),
7 balmenetes szorítóanya, 8 behúzószár, 9 forgató retesz, 10 retesz

3-15. ábra. Homlokmaró befogása behúzó csavarral [6]



1 marótüske, 2 homlokmaró, 3 szorítócsavar, 4 maró közgyűrű, 5 forgató retesz, 6 főorsó, 7 retesz, 8 behúzó szár

3.4. Hűtő-kenő folyadékok

A hűtő-kenő folyadékok speciális segédanyagok, amelyeket forgácsolási és forgácsmentes fémmegmunkálási eljárások során alkalmaznak. Ezeket segédanyagként tartjuk számon, mivel a megmunkálási folyamatban közvetett szerepet töltenek be: a végtermékben nem jelennek meg, de a gyártási folyamat hatékonyságát jelentősen befolyásolják. Kezdetben vizet alkalmaztak hűtőközegként, majd a kenőképesség javítása érdekében áttértek az olajalapú, illetve szintetikus oldatok használatára.

A gyártástechnológia fejlődésével egyre nagyobb igény mutatkozott olyan hűtő-kenő anyagok iránt, amelyek fokozott kenő- és hűtőhatást biztosítanak a termelékenység növelése érdekében, ugyanakkor könnyebben eltávolíthatók a megmunkálási felületekről. Ezen követelmények hívták életre az olaj-a-vízben (O/W) típusú emulziók fejlesztését.[16] [17] [18] [19] [20] [21] [22]

A gyártási eljárások tribológiai követelményein túlmenően a fémmegmunkáláshoz alkalmazott kenőanyagok gyártóinak törekedniük kell az emulziók tulajdonságainak optimalizálására. Emellett elengedhetetlen, hogy a kenő-hűtő anyagok környezeti, biztonsági és egészségügyi kockázatait pontosan meghatározzák, és az ezekre vonatkozó információkat nyilvánosan, átlátható módon kezeljék.[11]

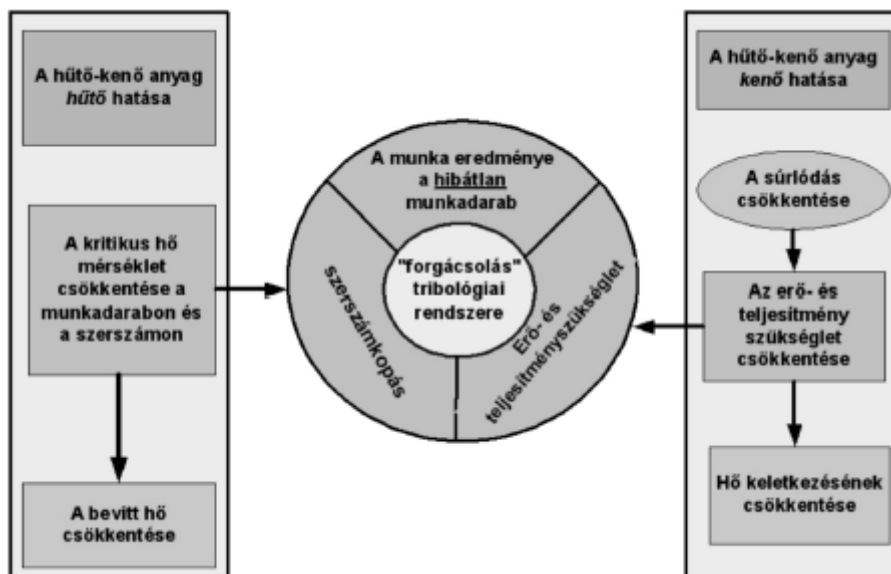
3.4.1. Hűtő-kenő folyadékok feladatai

A szerszám és a munkadarab közötti súrlódást számos tényező befolyásolja, például a megmunkálási paraméterek, a szerszám anyaga, a vágóél geometriai kialakítása, a forgácsolás során fellépő erők, a szerszám és a munkafelület közötti nyomás, az érintkezési zóna hőmérséklete, valamint az alkalmazott hűtő-kenő folyadék típusa.

A hűtő-kenő anyagok elsődleges szerepe a fémmegmunkálás során a súrlódásból és alakváltozásból származó többlethő hatékony elvezetése. Ezen túlmenően csökkentik a szerszám és a munkadarab, valamint a szerszám és a keletkező forgács közötti érintkezési felületeken fellépő hőterhelést és kopást, továbbá biztosítják a megfelelő kenést a stabil és hatékony forgácsolási folyamat érdekében.

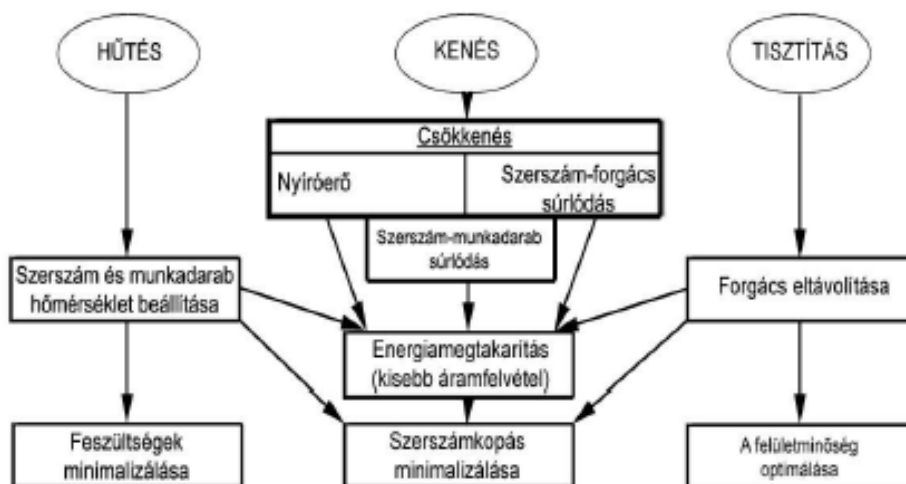
A hűtő-kenő anyagok funkciói és hatásmechanizmusai a forgácsolási folyamat tribológiai modelljében is szemléltethetők, amely a fő működési területeket rendszerezetten mutatja be. (3-16. ábra. A hűtő-kenő folyadékok alapfeladata a forgácsolásnál) [16] [17] [18] [19] [20] [21] [22]

3-16. ábra. A hűtő-kenő folyadékok alapfeladata a forgácsolásnál [17]



A funkciók optimalizálásával jelentősen csökkenthető a szerszámkopás, ezáltal meghosszabbítható a szerszám élettartama, valamint javítható a megmunkált felület minősége. A különböző funkciók között közvetlen és közvetett hatásmechanizmusok is érvényesülnek. A szerszám élettartamának növelése csökkenti a szerszámkiadásokat, ami közvetlen hatással van a teljes megmunkálási költségre is. A kopás minimalizálása emellett hozzájárul a munkadarab méret- és alakértékeinek, valamint a felületi érdességnek a javításához is. (3-17. ábra. Hűtő-kenő folyadék hatása a szerszám élettartamára és munkadarab minőségére).

3-17. ábra. Hűtő-kenő folyadék hatása a szerszám élettartamára és munkadarab minőségére [17]



Technológiai hűtés-kenés változatok fontossági sorrendben:

- esztergálás: hűtés-kenés-mosás
- fúvás: kenés-mosás-hűtés
- marás: kenés-hűtés-mosás
- köszörülés: mosás-hűtés-kenés. [16] [17] [18] [19] [20] [21] [22]

3.4.2. *Hűtő-kenő folyadékok alkalmazása*

A kenőfolyadékok hatása elsősorban a szerszám homlok- és hátfelületén fellépő súrlódás csökkentésében érvényesül. A hűtő-kenő folyadékok nemcsak a súrlódási viszonyokat javítják, hanem módosítják a megmunkált anyag fizikai tulajdonságait is, ezáltal elősegítik a forgácsolt fém könnyebb plasztikus alakváltozását. [16] [17] [18] [19] [20] [21] [22]

Fontosabb hűtő-kenő eljárások

- Száraz eljárás: Ebben az esetben a hűtő-kenő anyag nélkül történik a megmunkálás, de léghűtés különböző formái ide tartoznak. A legkörnyezetbarát eljárás.
- Hagyományos kenés (árasztásos kenés): Hagyományos külső kenés, a legelső alkalmazás a megmunkálások tekintetében, napjainkban a legtöbb megmunkáló gépek ezt az eljárást alkalmazzák. A hűtő kenő anyag a megmunkálás helyére juttatják kívülről, ami egyben a munkadarabot és szerszámot is hűti-keni.
- Hűtött levegős kenés: A hideg levegőt fúvókán keresztül egy ventilátor segítségével a megmunkált területre áramoltatnak. Az áramoltatott levegő átveszi a forgácsolás során keletkező lokális hőmérsékletet és rövid idő után helyére friss, hideg levegő érkezik. Az áramoltatott levegő szállítja el a hőfelesleget a kívánt helyről.
- Minimálkenés (MMS-kenés): A minimálkenésen azt az eljárást értjük, amikor egy hűtőközeg minimális mennyiséget vezetnek a nyomáslégáramban a forgácsoló helyhez, illetve a szerszámhoz. A kenőanyag felvitele a szerszám-munkadarab határfelületére, pontosan és szabályozottan, szükséges mennyiségben történik. Az eljárás hatékonynak bizonyult az összes fém és ötvözetek valamely műveleténél. [16] [17] [18] [19] [20] [21] [22]

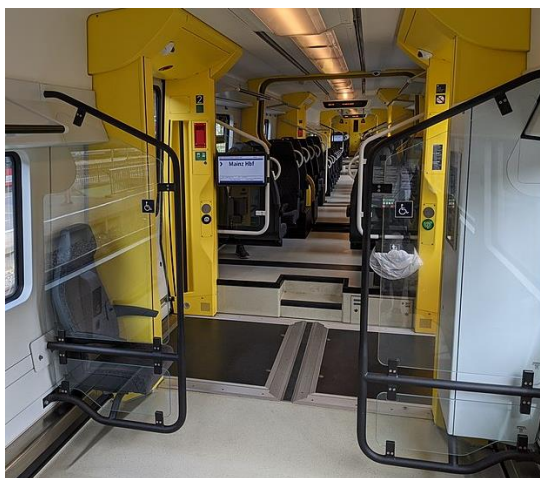
4. Probléma bemutatás

A folyamatos innovációjának köszönhetően a Jármű Zrt. 2024-es évben sikeresen részt vett több vasúti kocsik beltéri elemeinek gyártására kiírt pályázaton. A pályázatok közül két program a vasúti kocsik kapaszkodó rendszerének gyártása volt, amit sikeresen megnyert. A kapaszkodó rendszerek nem a főbb termékek gerincént képzik a vállalatnál, de a vezetőség a piaci stabilitás és termék paletta bővítése érdekében, a meglévő technológia fejlesztése és új beruházási pályázatok mellett döntött. A döntés befolyásolta, hogy a vállalat, minden második évben részt vesz Európa egyik legnagyobb ipari kiállításán az „InnoTrans”-on, ahol a vonatgyártó cégek bemutatják a termékeiket és a jövőbeli fejlesztésüket. [1]

A nagy vonatgyártó vállalatok, mint a Siemens, Stadler, Alstom, folyamatos versenyben állnak egymással, hogy a vasúti társaságok igényeit és elképzeléseit teljesíteni tudják. A versenyben fő szempont a megbízhatóság, környezet tudatosság, a költségek alacsonyan tartása.

A mai vevői igények magasak, ez köszönhető az ipari innovációknak a modern dizájnnak és felhasználható alapanyagok sokféleségének. Ez a kapaszkodó rendszerek tervezését, esztétikai megjelenését, anyagfelhasználását is befolyásolta. A dolgozatomban tárgyalt kapaszkodó jelenleg, nem került még beépítésre a vasúti kocsikba, így egy hasonló felépítésű kapaszkodóval szemléltetem a.(4-1. ábra. Kapaszkodó rendszer beépített környezet) [1].

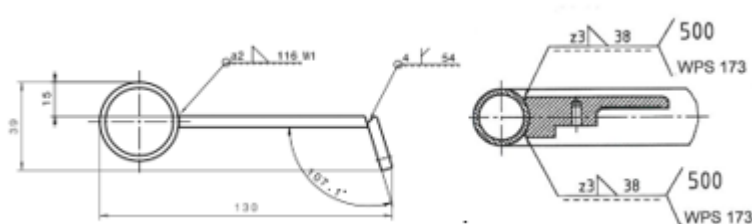
4-1. ábra. Kapaszkodó rendszer beépített környezet [1]



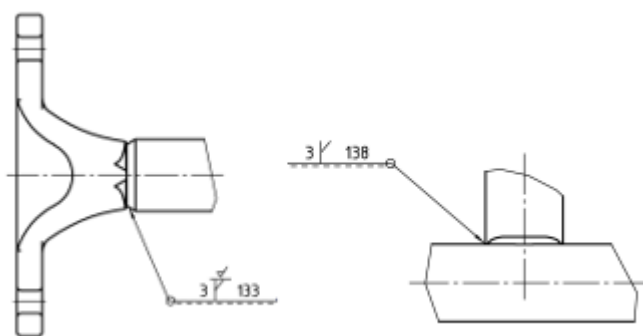
A kapaszkodók alapanyagai szénacél és rozsdamentes acél csövek, melyek átmérői 30-35 mm között váltakoznak különböző falvastagsággal terhelési adatoknak megfelelően. A rögzítéshez szolgáló alkatrészeket a csövekhez hegesztéssel, majd ezt követően a kész hegesztett szerkezeteket csavar kötéssel rögzítik a kocsi szekrényhez (vázszerkezethez). A hegesztési varratok készítését egy dekoratív felülettel rendelkező kapaszkodó esetében az indokolja, hogy a terhelési előírásoknak meg kell felelnie ütközés és vészfékezés esetén. Ezt a megadott terhelési adatokkal és végeelem számításokkal határozzák meg.

Hegesztett kapcsolatok lehetnek acélcső-acéllemez és forgácsolt alkatrész (4-2. ábra. Acélcső-acél lemez és forgácsolt alkatrész csatlakozás), acélcső-acélcső, acélcső-öntészeti (4-3. ábra. Acélcső-öntött alkatrész és acélcső-acélcső csatlakozás) elemek.

4-2. ábra. Acélcső-acél lemez és forgácsolt alkatrész csatlakozás [1]



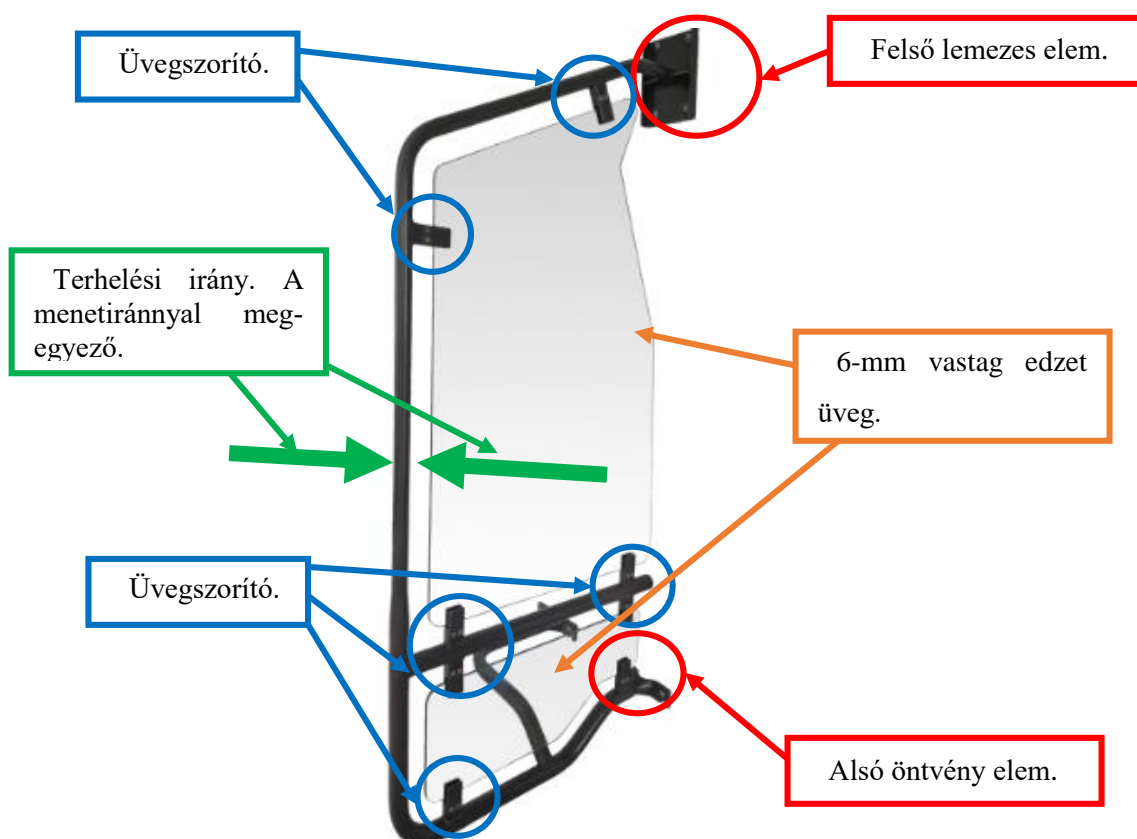
4-3. ábra. Acélcső-öntött alkatrész és acélcső-acélcső csatlakozás [1]



Ezek a rögzítési technológiák az utazó közönség számára láthatóak, így a megmunkálás minősége és esztétikus megjelenése elengedhetetlen. A kapaszkodók felületi kikészítése lehet a por szórt bevonatú (szinterezet) és anyagában csiszolt különböző szemcse méretben (P240-től P400-ig). Ez azt eredményezi, hogy a hegesztett szerkezetek esetében egy homogén átmenetet kell képezzen a két alkatrész között [1].

Jelenlegi is gyártásban lévő terméken keresztül szemléltetem egy kapaszkodó felépítését ami a (4-4. ábra. Kerekeszékes kapaszkodó bemutatása.) látható. A termék összes alkatrésze széncélből készül. A csövek hajlítását követően azokat hegesztőkészülék segítségével összehegesztik. Ezután a csőre 7 darab forgácsolt üvegrögzítő elem kerül felhegesztésre, amely művelet szintén speciálisan erre a célra tervezett hegesztőkészülékben történik. A kocsiszekrényhez történő rögzítést egy öntött alsó elem és egy hajlított lemezből készült felső elem biztosítja, amelyeket ugyancsak hegesztéssel csatlakoztatnak a csőhöz. A hegesztési varratok lemunkálását követően a felület porszórt bevonatot (szinterezés) kap, majd megtörténik az üvegek beszerelése, amelynek vastagsága a megrendelői igényektől függően 6–8 mm között változik. Az üvegek edzik, anyagában színezik vagy kerámia bevonattal látják el. Az üvegszorító üvegoldali felülete EPDM gumival van ellátva a sérülések elkerülése, valamint a biztonságos és stabil rögzítés érdekében. [1].

4-4. ábra. Kerekeszékes kapaszkodó bemutatása. [1]



Jelenleg a vállalatnál a különböző geometriájú alkatrészek hegesztési varratainak lemunkálása kézi csiszolással történik, amely jelentős szakmai tapasztalatot és gyakorlatot igényel. A megfelelő felületi minőség elérése érdekében végzett precíz kézi megmunkálás jelentősen növeli a ráfordított munkaórák számát. További nehézséget jelent, hogy a hegesztési varratok nem rendelkeznek egységes, konstans magassággal, mivel azok kézi ívhegesztéssel készülnek, így geometriájukban eltérések mutatkoznak. A lemunkálási folyamat során magas selejtarány tapasztalható, amelynek fő oka a megengedettnél nagyobb mértékű anyageltávolítás, illetve egyes esetekben a túlzott ráhagyás. Az ebből adódó hibák javítása többletidőt igényel, és nem minden esetben jár sikerrel.

A dolgozatomban tehát tárgyalt cél egy olyan technológia kidolgozása amely egy nagy darabszámban gyártott kapaszkodók cső-üvegszorító alkatrész hegesztett kapcsolatának varrat lemunkálását segíti. A vállalat a jelenlegi humán erőforrásával és technológiával a kapacitásának biztonsági tartalékát is fel kell használnia a megrendelt termékek határidőre való gyártásához. A meghatározott határértéken felüli termelés veszteséget okoz, ez veszélyezteti a program gazdaságosságát és sikerességét.

A Járműszerelvényt gyártó Zrt. a fejlesztéssel a gyártási darabszámokat, gyártósori folyamat kiegyenlítését és minőségbiztonság növelését kívánja elérni. [1]

5. Befogó készülék tervezési folyamat

Dolgozatom első felében bemutattam a hegesztett varratok lemunkálásával kapcsolatos problémát, valamint egy olyan technológia kidolgozásának célját, amely a vállalaton belül rendelkezésre álló eszközökkel megvalósítható. A vizsgált technológiák között szerepelt a profilköszörülés, a CNC-marógép, a hagyományos eszterga, valamint az egyetemes marógép.

A profilköszörülés alkalmazhatóságát a termék geometriai kialakítása korlátozta, mivel a vállalatnál rendelkezésre álló szerszám gép munkaterébe történő elhelyezés nem volt kivitelezhető.

A CNC-marógépen történő megmunkálás megvalósítható lenne egyedi készülékkel, azonban a jelenlegi gyártásban lévő alkatrészek teljes mértékben lekötik a gép kapacitását, továbbá az ezen a gépen készülő alkatrészek jellemzően magasabb érték kategóriába tartoznak.

A hagyományos esztergán történő megmunkálás a termék bonyolult geometriája, valamint a gép technológiai korlátai miatt nem volt kivitelezhető.

Az elvégzett elemzések alapján megállapítást nyert, hogy a hegesztési varratok eltávolítására legalkalmasabb megoldás egy olyan befogókészülék tervezése, amely hagyományos marószerszám gépre integrálható. A gépek munkaterébe, teljesítménye, valamint műhelyen belüli elhelyezésük a vizsgálat során megfelelő kiinduló alapnak bizonyult.

A vállalat gépparkjában több olyan hagyományos marógép is rendelkezésre áll, amelyek jelenleg kihasználatlanul állnak. Ennek elsődleges oka a megfelelő szakképzettséggel rendelkező munkaerő hiánya. Az újonnan tervezett befogókészülék alkalmazásával a **megmunkálás** egyszerűsíthető oly módon, hogy azt a megfelelő beállításokat követően betanított munkavállaló is képes elvégezni, ezáltal csökkentve a szakképzett munkaerőtől való függőséget.

A tervezési folyamat megkezdésekor elsődleges szempontként került meghatározásra, hogy a befogókészülék feladata a munkadarab biztonságos és pontos rögzítése a megmunkálás teljes időtartama alatt. A készülék kialakítása során több szempontot is figyelembe kell venni:

- Munkadarab geometriai jellemzőit, befogási felületeit, tűrésket és pozicionálást.
- Befogás és pozicionálás módok tervezését

- Készülék kialakítást.
- Terhelési erők számítását
- Modell készítést.

5.1. Munkadarabok anyagáról és annak megmunkálhatóságáról.

A dolgozatomban a kapaszkodók rozsdamentes anyagból készülnek, amelyek szabványos anyaga jelölése DIN 1.4301 vagy vegyjeli azonosítása X5CrNi18-10, ez egy ausztenites króm-nikkel rozsdamentes acél, amelynek tulajdonságai közé tartozik a jó korrózióállóság.

Mechanikai tulajdonságai 20°C-on DIN 10088-2:2005:

- Folyáshatár $R_{p0,2}$: ≥ 210 MPa
- Szakító szilárdság R_m : 520-700 MPa
- Szakadási nyúlás A (%): ≥ 45

Fizikai tulajdonságai 20°C-on DIN 10088-1:2005:

- Hővezető képesség: 15 W/m·K
- Fajlagos hő kapacitás: 500 J/kg·K
- Elektromos ellenállás: 0,73 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ [23]

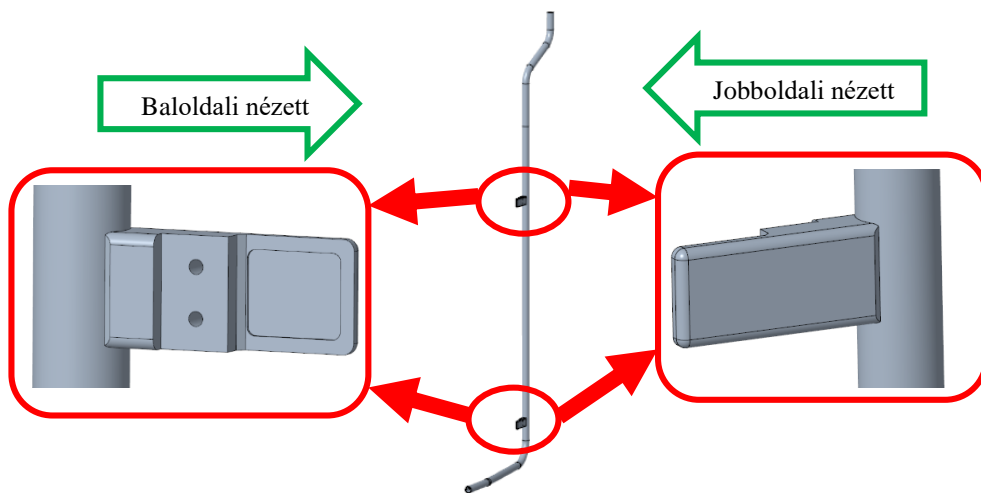
Sokoldalúan felhasználható, jól alakítható hidegalakítással, sajtolással, kovácsolni, hegeszteni, hengerelni nagyon jól lehet. Forgácsolás szempontjából az alacsony szilárdság, de nagy szívósság miatt megnehezíti a megmunkálást, hajlamos „ragadni” a szerszámhoz. A nagy szívósság hosszú forgácsot eredményez, forgácsstörés nehézkes. A hővezető képessége alacsony, forgácsolás során a keletkező hő nehezen elvezethető a szerszám kopását okozza. Munkakeményedésre hajlamos, ha nem a megfelelő forgácsolási paraméterek szerint munkáljuk meg. Az ötvözőknek köszönhetően a homogén szövetszerkezettel rendelkezik, mely csiszolásra és polírozásra alkalmas. [23]

5.2. Összeállítás és alkatrész rajzok elemzése.

A fent említett hegesztett kapaszkodóból három terméket különböztetünk meg: Az összeállítások megkülönböztetésére szám kóddal jelölik a termékeket, ezt a cég belső irányítási rendszere szabályozza. A hegesztési rajzok elemzés során azt tapasztaltam, hogy az üvegszorítók azonosak az eltérés a hajlított csövek geometriájában és a hegesztési pozíciókban van. A hajlított csövekre két darab üvegszorító kerül felhegesztésre a K-567-P6 kapaszkodónál 1005 mm, a K-567-P7 és K-567-P8 kapaszkodónál 805 mm köztávolsággal.

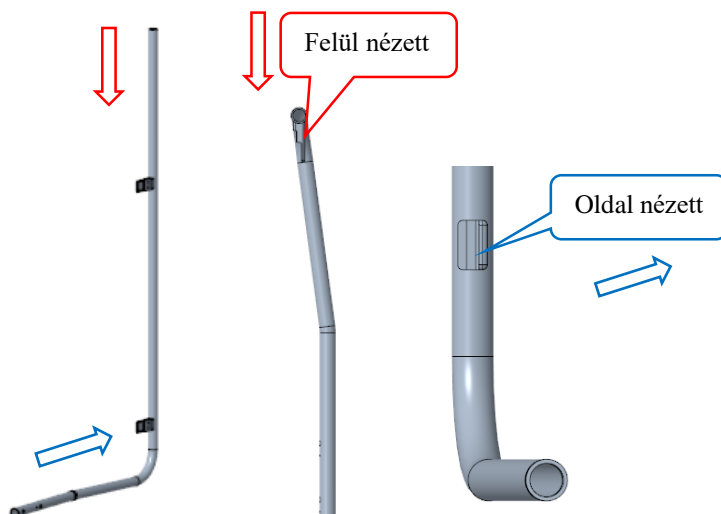
- Az első kapaszkodó K-567-P6 számmal, amely $\text{Ø}33,7 \times 3,83$ mm rozsdamentes csőből készül, R100 semleges szálú hajlítással, három helyen. Az üvegszorító, két helyen kerül felrögzítésre hegesztett kötéssel (5-1. ábra. Hegesztett kapaszkodó). A meghatározott rögzítési pontokat (furatokat) amelyek a kocsiszekrényhez való rögzítést szolgálják fúrési technológiával állítják elő. Az utolsó művelet a teljes kapaszkodó felület csiszolása P400 szemcsemérettel.

5-1. ábra. Hegesztett kapaszkodó [1]



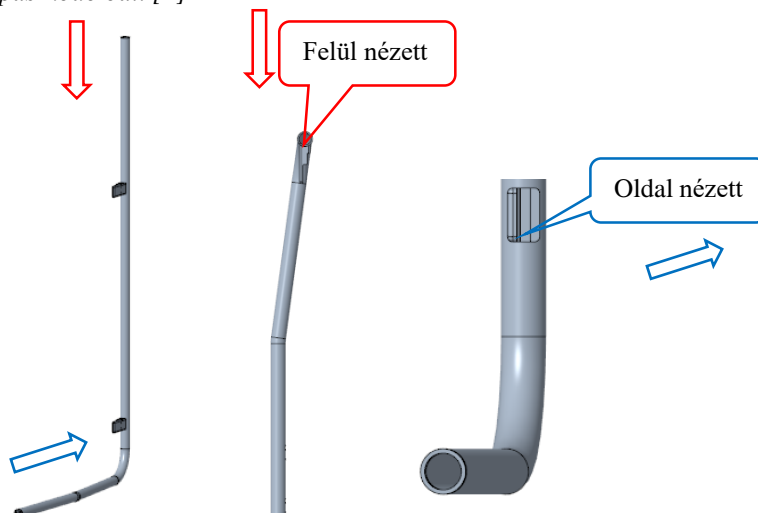
- A második számú K-567-P7, anyagában, felrögzítésre kerülő alkatrészek mennyiségében, felületkezelésben megegyezik a K-567-P6 kapaszkodóval, különbség a hajlítások mennyiségében, szögében és hossz méreteiben van (5-2. ábra. Hegesztett kapaszkodó jobb).

5-2. ábra. Hegesztett kapaszkodó jobb [1]



- A harmadik számú K-567-P8 kapaszkodó tükörképe a K-567-P7 kapaszkodónak (5-3. ábra. Hegesztett kapaszkodó bal.).

5-3. ábra. Hegesztett kapaszkodó bal. [1]

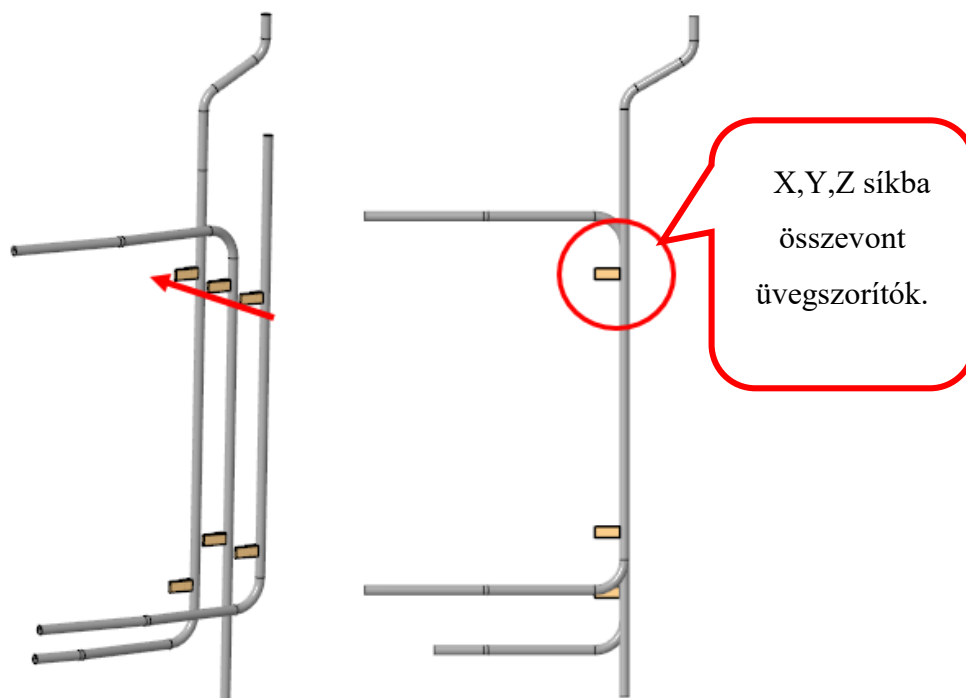


Mivel a hegesztési varratok minden típus esetében azonos kialakításúak, ezek lemunkálásának is azonos pozícióban kell történnie. E felismerés alapján a 3D modellező szoftver segítségével elvégeztem a termékek dimenzióinak összevonását.

Az összevonások során két pozíciót különböztettem meg.

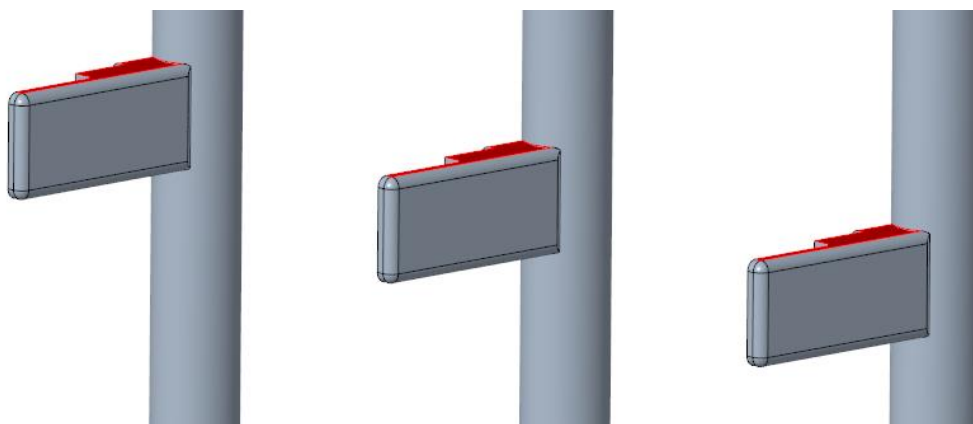
- Az I pozícióban az azonos irányú üvegszorítókat egy közös síkba rendeztem, majd egy közös koordináta-rendszerbe kényszerítettem. Ennek eredményeként meghatározhatóvá vált a felső rész összevont pozíciója. (5-4. ábra I-pozíció).

- 5-4. ábra I-pozíció [1]



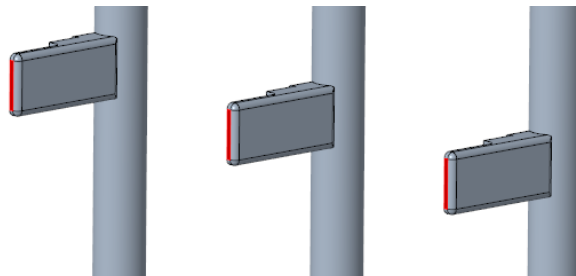
A készülék elsődleges rendeltetése, hogy egyetlen befogási állapotban biztosítsa az összes, üvegszorítóval rögzített kapaszkodó hegesztési varratának megmunkálhatóságát. A tervezés első lépéseként a pirossal jelölt felületek egy közös síkba történő kényszerzése történt meg (lásd 5.5. ábra – Üvegszorító X-síkok). Ezeket a referenciasíkokat a továbbiakban X-síkokként hivatkozom.

5-5. ábra. Üvegszorító X-síkok. [1]



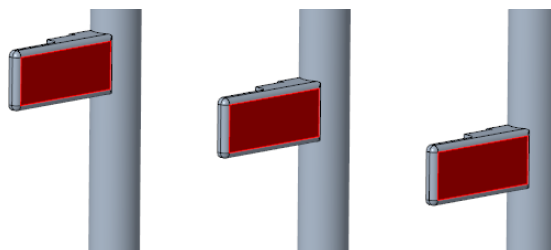
Majd ezt követően Y síkokat

5-6. ábra. Y-síkok egyvonalban. [1]



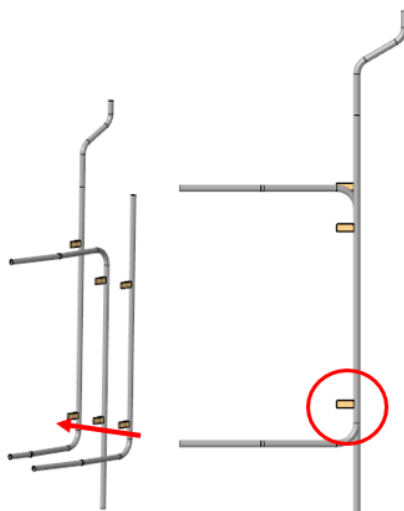
Majd ezt követően Z-síkokat [1]

5-7. ábra. Z síkok [1]



- A II pozícióban hasonló elvet követve megkaptam az alsó rész összevont pozícióját (5-8. ábra).

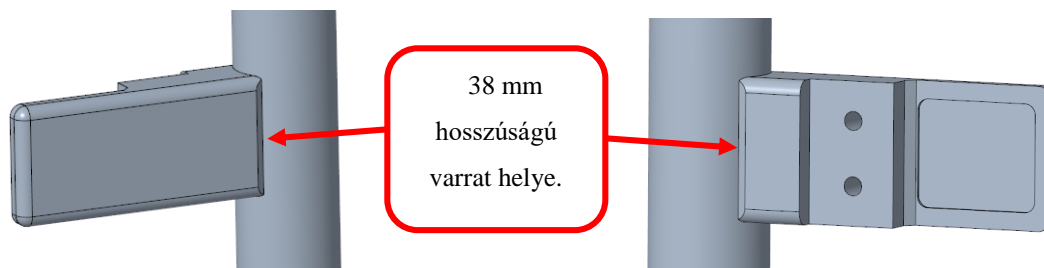
5-8. ábra II-pozíció [1]



5.3. Hegesztett kapcsolat vizsgálata.

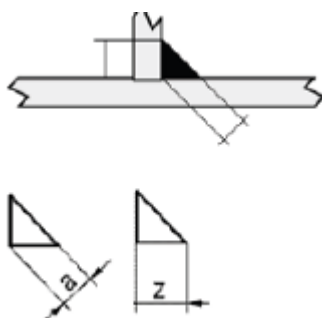
Hegesztési varrat egy cső érintőfelülete és az üvegszorító egyenes szakasza között jön létre. A hegesztés sarokvarrat, z3 /38 mm hosszan, két oldalon (5-9. ábra. Hegesztési varrat hossz.)

5-9. ábra. Hegesztési varrat hossz. [1]



A z varrat a keresztmetszetébe írható legnagyobb egyenlőszárú háromszög szárhosszúság (5-10. ábra. varrat keresztmetszeti méret.), amely jelen esetben 3 mm, ennek elméleti átló mérete Pitagorasz tétel alapján 4,25 mm.

5-10. ábra. varrat keresztmetszeti méret.



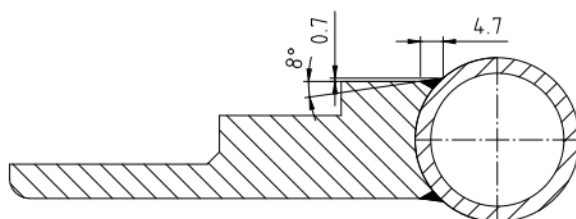
Ahol:

- a – A varrat keresztmetszetébe írható legnagyobb egyenlőszárú háromszög alapjához tartozó magasság.
- z- a varrat keresztmetszetébe írható legnagyobb egyenlőszárú háromszög.

A jelen esetben a cső és a forgácsolt alkatrész közötti varrat gyökméreteit szerkesztéssel határozom meg AutoCAD-ben, mivel egy íves felület és egy arra merőleges sík találkozásáról van szó. A szerkesztést követően az átló hossza, amely egyben a lemunkált felület szélességét is meghatározza 4,7 mm-re adódott. Erre a számításra azért volt szükség, hogy meghatározható

legyen a lemunkálás szempontjából minimális varratszélesség ami még megengedett. A szerkesztési rajz (5-11. ábra Szerkesztett rajz).

5-11. ábra Szerkesztett rajz



A hegesztési minőségi követelmények a jelen szerkezeteknél EN 15085 szabvány szerinti, CP C2 hegesztési teljesítményosztály, CT 3 hegesztési ellenőrzési osztály CL 2 minősítési szint szerint kell eljáráni. A felsorolt előírásokat figyelembe véve a hegesztési munka megkezdése előtt, a hegesztést végző szakember munkapróbát készít

A munkapróba célja:

- A hegesztő képeségének igazolása,
- a hegesztési eljárás minősítése,
- a technológiai előírások betartásának ellenőrzése,
- a hegesztett kötés minőségének ellenőrzése.

5.4. Hegesztési technológia adatok meghatározása próbahegesztés céljából.

Ennek a pontnak a kidolgozása azért lényeges, hogy a próbahegesztés elvégezhető legyen, és a beolvadás valamint a gyökméret a hegesztéstechnológia és a szilárdsági követelmények szempontjából mérhetően, értékelhetően vizsgálható legyen.

A hozaganyagot a vállalat a Böhler Welding Germany GmbH beszállítótól szerzi be, amely DB vasúti minősítéssel rendelkezik. Az alkalmazott alapanyaghoz és kötéstípushoz a gyártói ajánlás alapján a Thermanit JE-308 L típusú hozaganyag kerül kiválasztásra, amely kémiai összetétele és metallurgiai viselkedése folytán alkalmas ausztenites króm-nikkel acélok (pl. X5CrNi18-10) hegesztésére. Műszaki adatlap 6.számú mellékletben.

A hegesztett kötés mechanikai megfelelőségének biztosításához a hozaganyaggal készített varrat folyáshatárának el kell érnie, vagy meg kell haladnia az alapanyag folyáshatárát: [7]

$$R_{eH} \text{ alapanyag} \leq R_{eH} \text{ huzal}$$

A hegesztett alkatrészek alapanyagának egyezményes folyáshatára az 5.1 pont alapján és a huzal egyezményes folyáshatára a adatlap szerint.. [7]

$$R_{p0,2} \text{ alapanyag } 210\text{Mpa} \leq R_{p0,2} \text{ huzal } 320 \text{ Mpa}$$

A törésveszély kockázat csökkentése érdekében a varratra jellemző rideg–képlékeny átmeneti hőmérséklet legyen alacsonyabb, mint az alapanyagra előírt érték: [7]

$$TTKV_{\text{heganyag}} \leq TTKV_{\text{alapanyag}}$$

Kémiai összetétel, munkapont-ellenőrzés és varrat(ferrit)-mennyiség becslése Schaeffler- és DeLong-diagrammal a hegesztett kötés várható fázisösszetételének és δ -ferrit mennyiségének (FN) előzetes becslése az alapanyag és a hozaganyag kémiai összetétele alapján, különböző hígulási (dilution) arányok mellett. [7]

A hegesztendő alapanyaga X5CrNi18-10, króm-nikkel egyenértékének meghatározása:

- Az alapanyag kémia összetétele:
 - $C=0,030\%$, $Cr=18\%$, $Ni=10\%$.
- A króm egyenértéke:
 - $Cr_e = Cr + Mo + 1,5 \cdot Si + 2 \cdot Ti = 18 + 0 + 1,5 \cdot 0 + 0 = 18\%$ (1)
- A nikkell egyenértéke:
 - $Ni_e = 30 \cdot (C + N) + 0,5 \cdot Mn + Ni = 30 \cdot (0,030 + 0) + 0,5 \cdot 0 + 10 = 10,9\%$ (2)

A huzal kémiai összetétele:

$$C \leq 0,02 \%, S_i 0,5 \%, M_n 1,8 \%, C_r 20 \%, N_i 10 \%$$

- A króm egyenértéke:
 - $Cr_e = Cr + Mo + 1,5 \cdot Si + 2 \cdot Ti = 20 + 0 + 1,5 \cdot 0,5 + 0 = 20,75\%$ (3)
- A nikkell egyenértéke:
 - $Ni_e = 30 \cdot (C + N) + 0,5 \cdot Mn + Ni = 30 \cdot (0,02 + 0) + 0,5 \cdot 1,8 + 10 = 11,5\%$ (4)

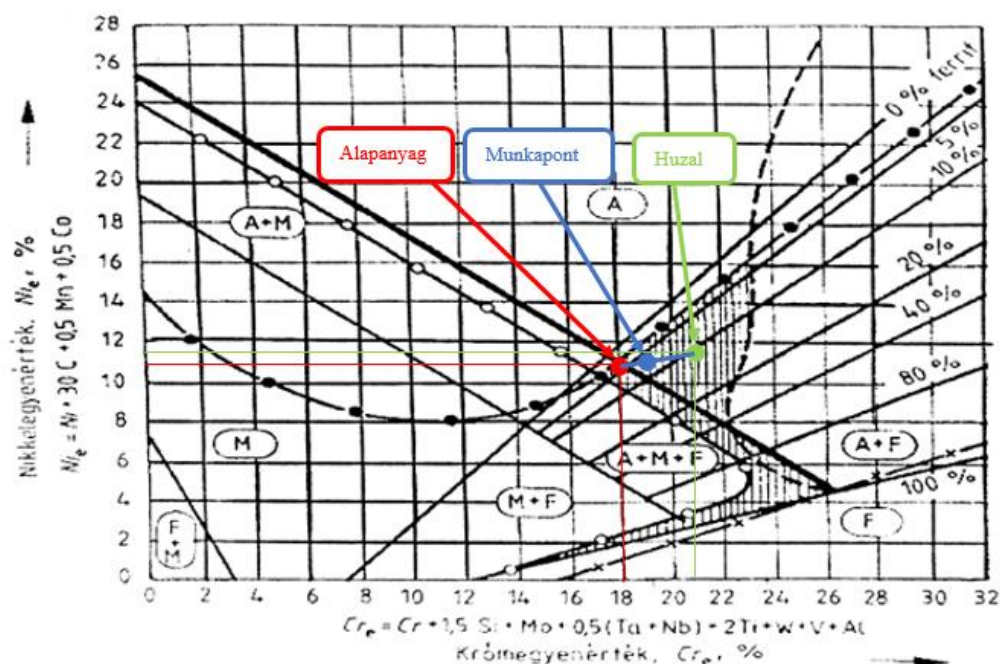
Jelen esetben az AWI-hegesztéshez választott hozaganyag megfelelőségét a Schaeffler és a DeLong-diagram alkalmazásával ellenőrzöm. A módszer lényege, hogy az alapanyag és hozag-

anyag kémiai összetételéből számított króm- Cr_e és nikkel- Ni_e egyenértékek, alapján meghatározom a munkapontot, amely előre jelzi a rozsdamentes acél varratfém várható mikro szerkezetét (ausztenit/ δ -ferrit arány), és ez által a hozaganyag technológiai alkalmasságát. [7]

A Schaeffler diagramban (5-12. ábra Schaeffer-digram szerkesztett) piros vonal metszéspontja jelöli alapanyagot és zöld vonal metszéspontja a huzalanyagot, a két pont közötti távolság 2/3 hegesztő-anyag, 1/3 alapanyag arányban a munkapontot mutatja. [7]

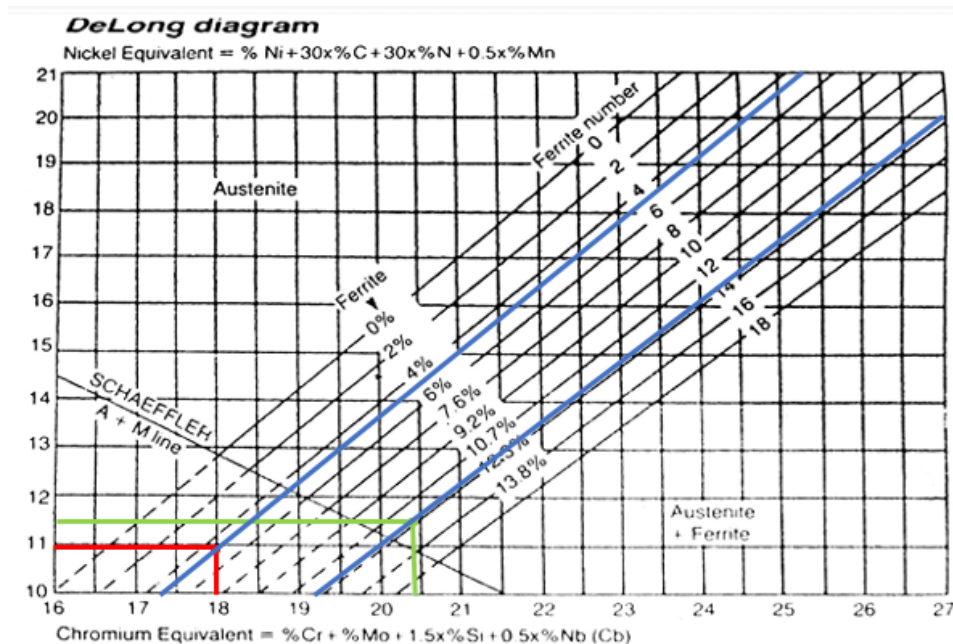
A választott alapanyag/hozzáadott huzal párosítás mellett a várható varratfém rozsdamentes ausztenites jellegű, kontrollált közepes δ -ferrittel, ami kedvező a melegrepedés-ellenállás szempontjából. [7]

5-12. ábra Schaeffer-digram szerkesztett [24]



A DeLong diagramban (5-13. ábra DeLong diagram szerkesztett) piros vonal metszéspontja jelöli alapanyagot és zöld vonal metszéspontja a huzalanyagot, a két pont közötti sáv megadja, hogy a megadott Cr_e , Ni_e a munkapont mellett várhatóan mennyi δ -ferrit lesz a varratban. A megfelelő tartomány az FN 5-15 ferritszám közé kell esnie, ilyenkor van kikerülve a melegrepedés. [7]

5-13. ábra DeLong diagram szerkesztett [24]



A hegesztett varrat AWI (védőgázos volfrámelektrodás ívhegesztés) eljárással készült, amelyhez szükséges huzal- és elektródaadatok a Z3 jelű sarokvarrathoz kerültek meghatározásra: [7]

- Wolframelektroda típusa, mérete WLA 15 Ø 2,4
- Hozaganyag mérete, típusa: I varratsor Ø1,6,
II varratsor Ø 2,4 ,
EN ISO 14343-A-W 19 9L
- Áramerősség: I varratsor 130-150 A,
- Feszültség: I varratsor 14,5-15,5 V,
- Hegesztési sebesség: v_{heg} 12-17 cm/min,
- Védőgáz mennyiség: 8-10 l/min.

A hegesztett varrat térfogatának és tömegének meghatározása lehetőséget biztosít a varratanyag-szükséglet, valamint a tömeg becslésére a gyártástervezés során. Ez különösen fontos az anyagköltség, a hegesztési idő és a hőbevitel kalkulációjához. A vizsgált kötés egy domború sarokvarrat, amely méretezhető és számítással meghatározható. [7]

$$V_v = \frac{0,5 \cdot a^2 \cdot \pi}{1000} \cdot 1000 \frac{cm^3}{m} \quad (5)$$

A számításhoz szükséges további értékek:

- z – a sarokvarrat effektív vastagsága 3 mm,
- a – sarokvarrat lába $a = \frac{z}{\sqrt{2}} = \frac{3}{\sqrt{2}} = 2,12 \text{ mm},$
- l – a varrat hossza 38 mm,
- ρ – hegesztőanyag sűrűsége 7,9-8,0 g/cm³,
- η_{dep} – befolytatás/deponálási hatásfok 0,85-0,95

Ezek alapján a sarokvarrat térfogata: [7]

$$V_v = \frac{0,5 \cdot a^2 \cdot \pi}{1000} \cdot 1000 = \frac{0,5 \cdot 2,12^2 \cdot \pi}{1000} \cdot 1000 = 14,13 \frac{\text{cm}^3}{\text{m}} \quad (6)$$

A hegesztendő varrat térfogata:

$$V_{v\text{heg}} = V_v \cdot l = 14,13 \cdot 0,038 = 0,537 \text{ cm}^3 \quad (7)$$

A hegesztendő varrat tömege:

$$m_{\text{varrat}} = V_{v\text{heg}} \cdot \rho = 0,537 \text{ cm}^3 \cdot 8,0 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 4,296 \text{ g} = 0,004 \text{ kg} \quad (8)$$

A huzal tömege:

$$m_{\text{huzal}} = \frac{m_{\text{varrat}}}{\eta_{\text{dep}}} = \frac{4,296}{0,85} = 5,37 \text{ g} \quad (9)$$

Az üvegszorító-cső elem rögzítése a hegesztési rajz alapján 2 pozícióban történik, így az alkatrész hegesztéséhez $m_{\text{huzal}}^{\text{össz}} = 2 \cdot 5,37 \text{ g} = 10,74 \text{ g}$.

A próba hegesztéshez szükséges darabszámok 40 darab, ehhez $m_{\text{teljes huzal}} = 40 \text{ darab} \cdot 10,74 \text{ g} = 429,6 \text{ g}$

Egy darab huzalt $\varnothing 2,4 \times 1000 \text{ mm}$, amelynek tömege 36 g, így ehhez a próbához 12 darab huzalra van szükség. [7]

$$Huzal_{2,4} = \frac{429,6}{36} = 11,9 \sim 12 \text{ darab} \quad (10)$$

Szükséges védőgáz mennyiség AWI sarokvarrathoz: [7]

$$m_{\text{AWI}} = 0,0133 \cdot t_{\text{hegfőidő}} \quad (11)$$

$$t_{\text{hegfőidő}} = \frac{1}{v_{\text{heg}}} \cdot n = \frac{1}{0,12 \frac{\text{m}}{\text{min}}} \cdot 1 = 8,33 \frac{\text{min}}{\text{m}} \quad (12)$$

Ahol:

n- a varratok száma

$$m_{AWI} = 0,0133 \cdot t_{heg.f\ddot{o}id\ddot{o}} = 0,0133 \frac{kg}{min} \cdot 8,33 \frac{min}{m} = 0,11 \frac{kg}{m} \quad (13)$$

$$t_{heg} = \frac{1}{v_{heg}} \cdot n \cdot l = \frac{1}{0,12 \frac{m}{min}} \cdot 1 \cdot 0,076 m = 0,63 min \quad (14)$$

Egy üvegszorító-cső hegesztéséhez szükséges gáz mennyiség: [7]

$$m_{g\ddot{a}z} = m_{AWI} \cdot t_{heg} = 0,11 \frac{kg}{m} \cdot 0,63 min = 0,069 kg \quad (15)$$

A 40 darab próba hegesztéshez szükséges gázmennyiség: [7]

$$m_{\ddot{o}ssz} = m_{g\ddot{a}z} \cdot 40 darab = 0,069 kg \cdot 40 darab = 2,73 kg \quad (16)$$

A 40 darab próbahegesztéshez szükséges idő: [7]

$$t_{heg\ddot{o}ssz} = t_{heg} \cdot 40 = 0,63 min \cdot 40 darab = 25 min \quad (17)$$

Szükséges energia mennyiség a próbahegesztésekhez a kiválasztott hegesztőgép és a varrat technológia alapján a következők. [7]

Hegesztőgép típusa:

- Fronius Magicwave 3000
 - Hegesztő áramerősség tartomány 3-300 A
 - Az energiafogyasztás tétlen állapotban 400 V esetén 50 W
 - Az áramforrás hatékonysága 250 A / 30,0 V esetén 83%
 - Feszültség 15,5 V

Egy üvegszorító-cső kapcsolat hegesztési energia mennyisége: [7]

$$E_m = \frac{15,5 V \cdot 150 A \cdot 0,416 h}{0,83 \cdot 1000} = 1,165 kWh \quad (18)$$

A 40 darab próba hegesztéshez szükséges energia mennyiség: [7]

$$E_{m.\ddot{o}ssz} = E_m \cdot 40 darab = 46,6 kWh \quad (19)$$

Az üresjárat energiája 40 darab próba hegesztéshez: [7]

$$E_{\ddot{u}} = t_{\ddot{u}} \cdot N_{\ddot{u}} \quad (20)$$

Ahol a :

$t_{\ddot{u}}$ - üresjárat időtartama teljes hegesztés alatt 15%

$N_{\ddot{u}}$ -üresjárat veszteség 50 W = 0,05 kW

$$t_{\ddot{u}} = 0,15 \cdot t_{heg.össz} = 0,15 \cdot 0,416 \text{ h} = 0,0624 \text{ h} \quad (21)$$

$$E_{\ddot{u}} = t_{\ddot{u}} \cdot N_{\ddot{u}} = 0,0624 \text{ h} \cdot 0,05 \text{ kW} = 0,03 \text{ kWh} \quad (22)$$

A teljes energia szükséglet:

$$E_A = E_{m.össz} + E_{\ddot{u}} = 46,6 \text{ kWh} + 0,03 \text{ kWh} = 46,63 \text{ kWh} \quad (23)$$

Összegezve a szükséges alapanyagok és energia 40 darab üvegszorító-cső hegesztéséhez 1. táblázat Összesítő táblázat segítségével mutatom be.

1. táblázat Összesítő táblázat hegesztési technológiához

(Forrás: saját munka)

Tétel	Fajlagos (1 db)	Összesen (40 db)	Megjegyzés
Huzal tömege	10.74 g	0.430 kg (~430 g) ~12 száll	36 g / száll (Ø2,4×1000 mm) alapján
Védőgáz tömege	0.069 kg	2.76 kg	8,0 L/min → ~0,0133 kg/min (20 °C) átszámítással
Hegesztési idő	0.63 perc	25.2 perc (~0.42 h)	$v_{heg} = 12 \text{ cm/min}$,
Villamos energia	1.165 kWh	46.6 kWh	$U = 15,5 \text{ V}$, $I = 150 \text{ A}$, $\eta = 0,83$; $t = 0,416 \text{ h/db}$

A próba hegesztések elvégzéséhez szükséges technológiai utasítás 5.számú melléklet tartalmazza.

5.5. Munkapróbák vizsgálata

Az elméleti varratszerkesztés során meghatároztam azt a varratszélességet, amely a minimális lemunkálás szempontjából szükséges. A gyakorlati elemzéshez a fent említett munkapróbák

közül a hegesztett kötés minőségének ellenőrzésére szolgáló mikroszkópos vizsgálat eredményeit használom fel. Négy darab munkapróbát fogok vizsgálni és elemezni, ezek alapján pedig meghatározom az átlagos varratszélességet.

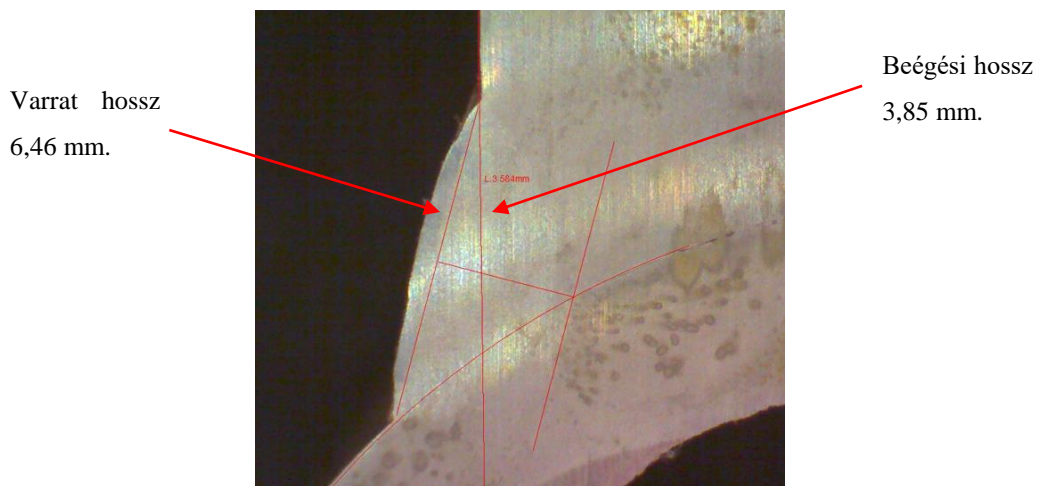
- I munkapróbán mért varrat szélesség 6,92 mm (5-14. ábra I számú munkapróba).

5-14. ábra I számú munkapróba [1]



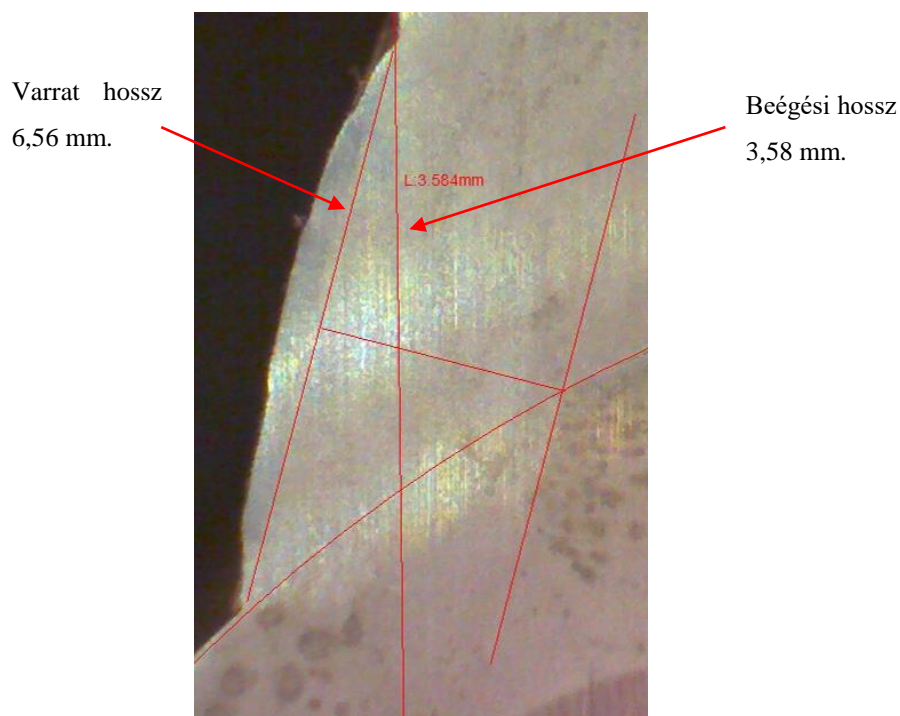
- II munkapróbán mért varrat szélesség 6,46 mm (5-15. ábra. II számú munkapróba).

5-15. ábra. II számú munkapróba [1]



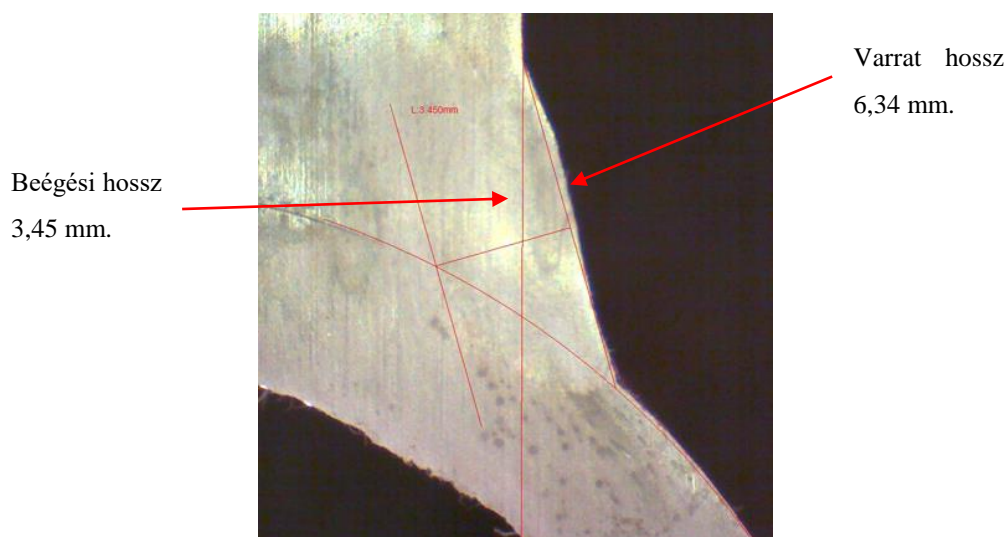
- III munkapróbán mért varrat szélesség 6,56 mm (5-16. ábra. III- számú munkapróba).

5-16. ábra. III- számú munkapróba [1]



- IV munkapróbán mért varrat szélesség 6,34 mm (5-17. ábra. IV- számú munkapróba)

5-17. ábra. IV- számú munkapróba [1]



Az így kapott eredmények alapján a varrat átlagszélessége:

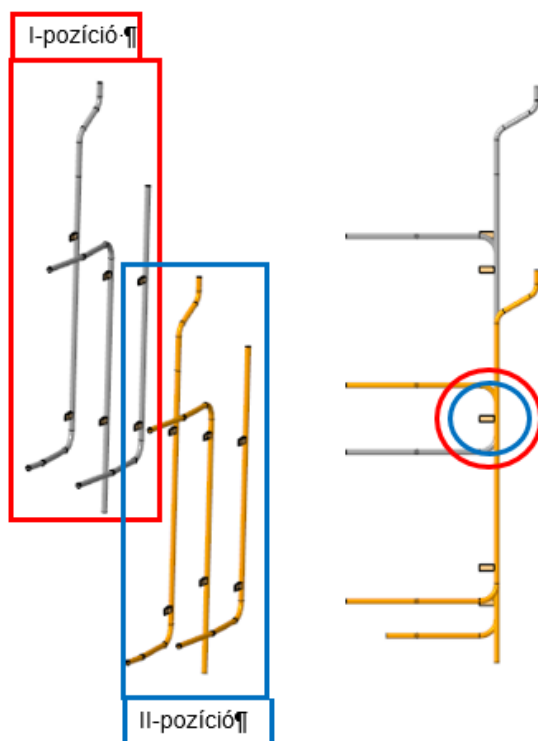
$$\text{Átlag szélesség} = \frac{6,92+6,46+6,56+6,34}{4} = 6,57 \text{ mm} \quad (24)$$

5.6. Munkadarabok dimenzió elemzése.

Az I és II pozícióban kapott eredmények alapján, szükséges van a megállapításra, hogy a lemunkálás összevonása közös munkatérbe lehetséges-e.

A kapott pozícióeredményeket felhasználva ismételten elvégeztem a dimenzióösszevonási vizsgálatot, amely alapján megállapítottam, hogy a varrat lemunkálása azonos munkatérben, egy pozícióban megvalósítható. (5-18. ábra. Azonos munkatérbe kényszerítés.).

5-18. ábra. Azonos munkatérbe kényszerítés. [1]



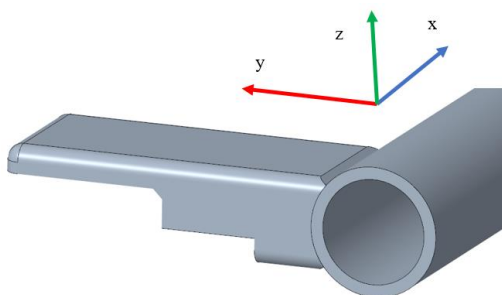
5.7. Befogási felületek meghatározása.

A befogási felületeken keresztül történik a munkadarab rögzítése és pozícionálása. A jelen esetben a hegesztési varrat lemunkálásának a felülete a cél ami a koordináta rendszer szerint z irányú. A hatpontos megtámasztás elvet alkalmazva, amely szilárd test térbeli helyzetének 6 szabadsági fokát kell lekötnie:

- három elmozdulást: x,y,z irányban
- három forgás: x,y,z tengely körül.

A (5-19. ábra. Kapaszkodó koordinátái.) látható munkadarab koordináta rendszerét figyelembe véve a cső keresztmetszet rögzítésével az yz irányú elmozdulás, x,z tengely irányú forgási is leköthető.

5-19. ábra. Kapaszkodó koordinátái. [1]



Az x irányú elmozdulást az y síkra való merőleges megtámasztással (ütközővel) tudjuk lekötni, még az y tengely körüli forgást a z sík megtámasztásával (leszorításával) tudjuk lekötni.

5.8. Szabvány szerinti méret tűrések meghatározása.

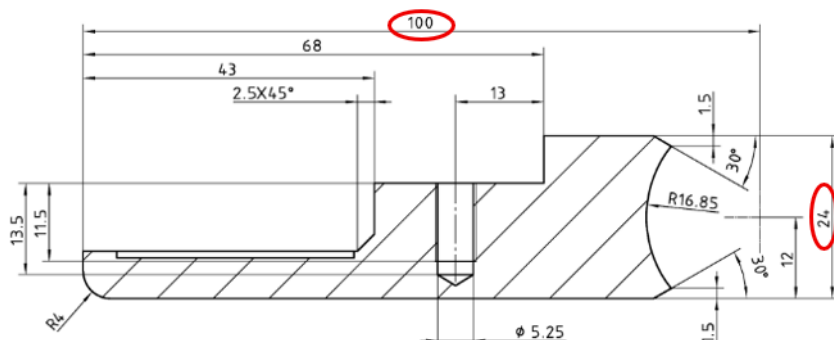
A munkadarabok helyes és ismételhető pozicionálása véget kulcsfontosságú lépés a tűrések vizsgálata, mivel a nominál méretre tervezve előfordulhat hogy a befogás túl szoros vagy nem fér bele a megfogó készülékbe.

A cső előgyártmányra vonatkozó tűrés szabvány az EN 10216-5 T1 a 8.8.4.1 pontban a 12 táblázat szerint értelmezhető, ami alapján az $\text{Ø}33,7 \times 3,2 \rightarrow \pm 0,6$ mm vagy 15% tűréshatárokkal gyártott.

A forgácsolt alkatrész 40x25 mm-es rúd elő gyártmányból készül, teljes felülete megmunkálásra kerül, így a jelöletlen tűréseit az ISO 2768-mK szabvány szerint kell értelmezni (5-20. ábra. Üvegszorító főbb méretei).

A műszakirajz alapján a forgácsolt méreteken nincs jelölve tűrés, így a szabvány alapján:

5-20. ábra. Üvegcszorító főbb méretei [1]



- 100 mm hosszúságú méret tűrése $\pm 0,3$ mm.
- 24 mm magassági méret tűrése $\pm 0,2$ mm.

5.9. Munkadarab rögzítése.

A pozicionálási elv és a munkadarab tűréseinek figyelembevételével az első a cső rögzítése, aminek a legoptimálisabb módja a prizma belsejében való rögzítés. A prizma belső keresztmetszete általában 90°-os V-alakú horony, így a cső a prizma két lejtős oldalán fekszik fel önmagát központosítva. Jelen esetben célszerű lenne, hogy automatikusan elmozduljon a cső, ezért felülről is prizmával szorítom le a csövet. Evvel a rögzítéssel a yz irányú elmozdulást és xz forgást kötném le. A rögzítés előnyei az önközpontosítás, egyszerű és gyors befogás, jó hozzáférhetőség, a tűrésekből adódó átmérő különbségekhez jól alkalmazkodik. A prizma szorítását mechanikus gyorszorítással tervezem, a biztonságos és gyors rögzítés véget.

A hegesztett varrat szerkesztett elvi vázlatán jól látható (5-11. ábra Szerkesztett rajz), hogy a lemunkálás síkja nem merőleges a z síkra 8° fokos szögeltérés tapasztalható. A munkadarab forgácsolt elemét szükséges alátámasztani, egy ék alakú alátámasztással, így a lemunkálódó felület síkja és a z irányú merőlegesség beállítható.

A x irányú elmozdulást a munkadarab hegesztési síkjára merőleges felületen, mind két oldalon ütköző lemezzel az ék alakú alátámasztásra rögzítve alkalmaznám. A hegesztett szerkezet dimenzióját és típusait figyelembe véve a csővégütköztetés x irányban bizonytalan és bonyolult behelyezést eredményezne.

A y tengely körüli elforgást egy mechanikus gyorszorító a forgácsolt alkatrész z síkjának leszorításával alkalmazom.

5.10. Befogó készülék tervezése.

A befogókészülékkel szemben támasztott egyik alapvető követelmény, az hogy annak alkatrészei házon belüli gyártással legyenek előállíthatók, ezzel biztosítva a költséghatékony és rugalmas gyártást. További elvárás, hogy a tájolást és pozicionálást segítő elemek a gép karbantartása vagy esetleges meghibásodása esetén is mozgathatók legyenek, anélkül hogy a készüléket megbontanák vagy átszerelnék. Ez elősegíti a gyors beavatkozást és a leállási idők minimalizálását.

A tervezési folyamat megkezdése előtt elengedhetetlen a megmunkálógép kiválasztása, amelyet a dimenzióanalízis során kapott geometriai és pozícióadatok alapján kell meghatározni. Ez biztosítja, hogy a készülék megfelelően illeszkedjen a munkatérhez, és a megmunkálás a szükséges pontossággal valósuljon meg.

Ez által választott szerszámgép egy nagyteherbírású, precíziós marógép, típusa WFM-700. Robosztus felépítéssel, dönthető vízszintes és függőleges tengelyekkel rendelkezik (5-21. ábra. WFM-700 szerszámgép.).

Fő műszaki adatai:

- Asztal méret 700x400 mm
- x/y/z úthossz : 405/350/400 mm
- fordulatszám 40-2000 rpm
- főmotor: 3 kW
- kézi és automata előtolás midhárom tengelyen
- T-hornyok száma 6, szélessége 14 mm, T-hornyok közötti távolság 63 mm

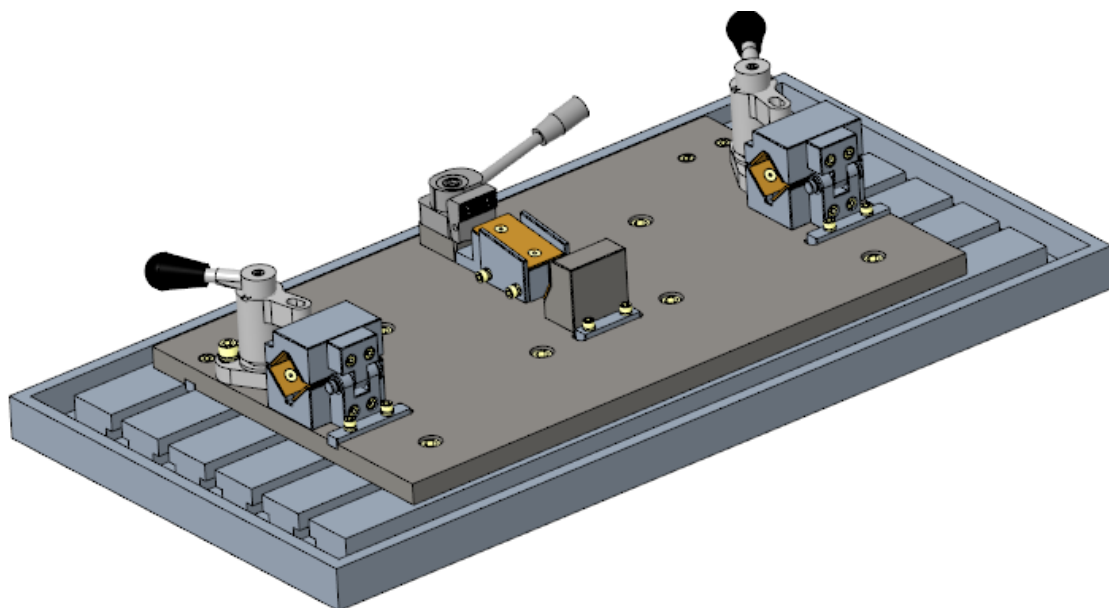
5-21. ábra. WFM-700 szerszámgép. [1]



5.11. Készülék modellezés

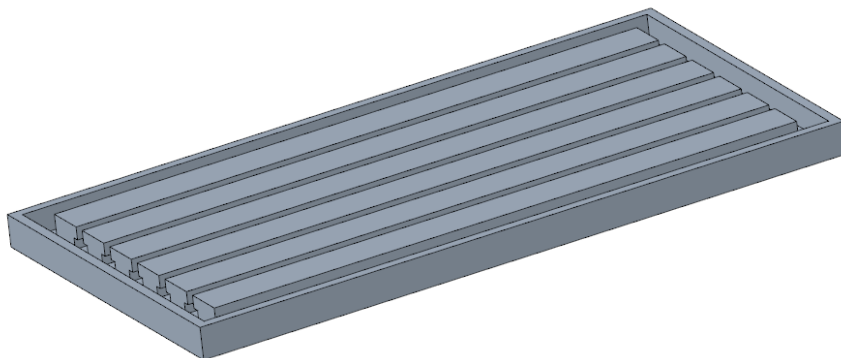
Az összeállítás során figyelembe vettem a munkadarabok dimenziójának összevont méretét és azok pozícióit (5-22. ábra. Összeállított készülék.). A tervezéshez használt 3D szoftver a CREO parametric 7.0. A készülék 2D összeállítási és alkatrészek rajza a 1.számú mellékletben található.

5-22. ábra. Összeállított készülék.



Első lépésként a marógép vízszintes asztalát modellezem (5-23. ábra. Marógép munkaasztal modell.), amelyre egy alaplemez kerül fölrögzítésre a tájoló, pozícionáló és szorító elemekkel.

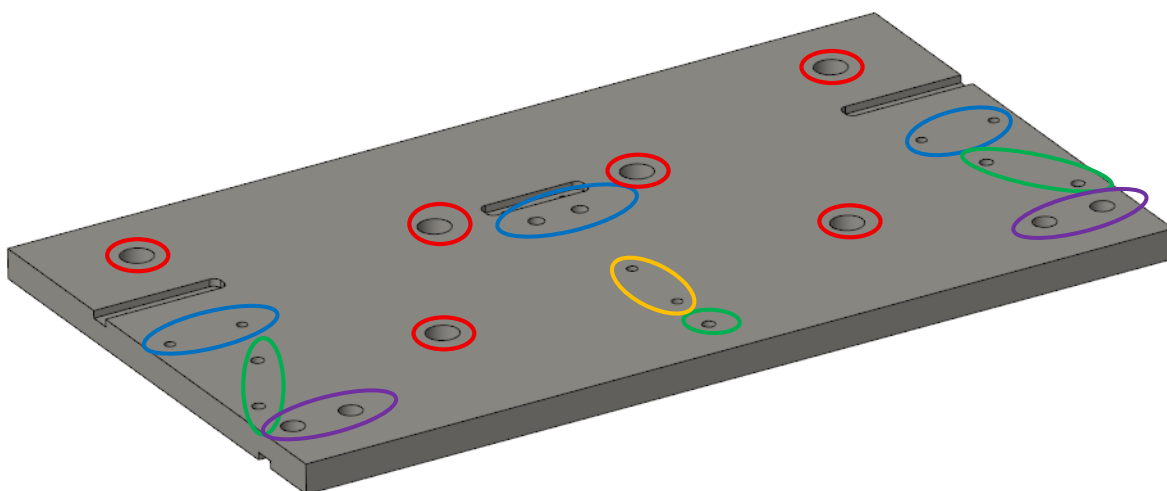
5-23. ábra. Marógép munkaasztal modell.







5.11.1. A készülék felépítése:


Az alaplemez 20 mm vastag 350x600 mm befoglaló mérettel, S235J2 alapanyagból készül (5-24. ábra. Készülék alaplemez.). Alaplemezre előre meghatározott furatokon keresztül, rögzülnek a prizmák és szorító elemek.

5-24. ábra. Készülék alaplemez.



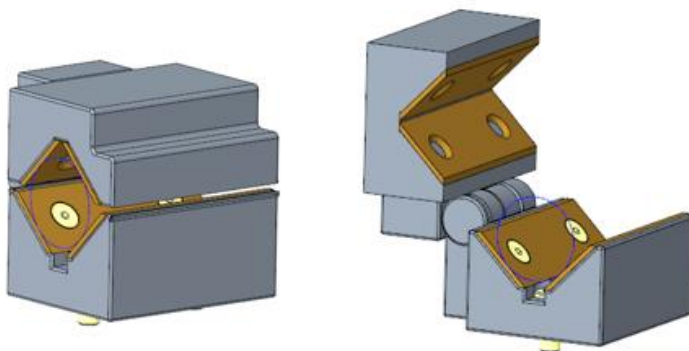
-  -Lila körrel jelölt furatok a tájoló betétek rögzítésére van kialakítva.
-  -Piros körrel jelölt furatok a prizmák rögzítésére van kialakítva.
-  -Kék körrel jelölt furatok a prizmák rögzítésére van kialakítva.

 -Zöld körrel jelölt furatok a 30°-ban elforgatható gyorszorító és oldalszorító elemek rögzítésére szolgál.

 - A sárga körrel jelölt furat az üvegszorító alátámasztást és pozicionálást szolgáló elem rögzítésére szolgál.

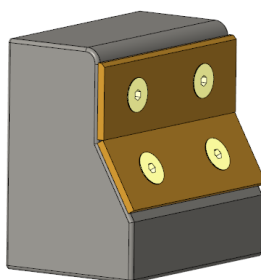
Szorító és tájoló prizmák tervezésénél figyelembe vettem (5-25. ábra. Prizmás szorító), hogy az munkadarab felülete már előcsiszolással rendelkezik, így a további karcolások, mély hornyok elkerülése szükséges, ezért rézbetétekkel tervezem a felfekvő felületeket szerelni. A felső prizmarész nyitása zsanér mechanizmus elvén működik ami egy Ø10 acéltengely biztosít. Az alaplaphoz való rögzítése csavarkötéssel

5-25. ábra. Prizmás szorító



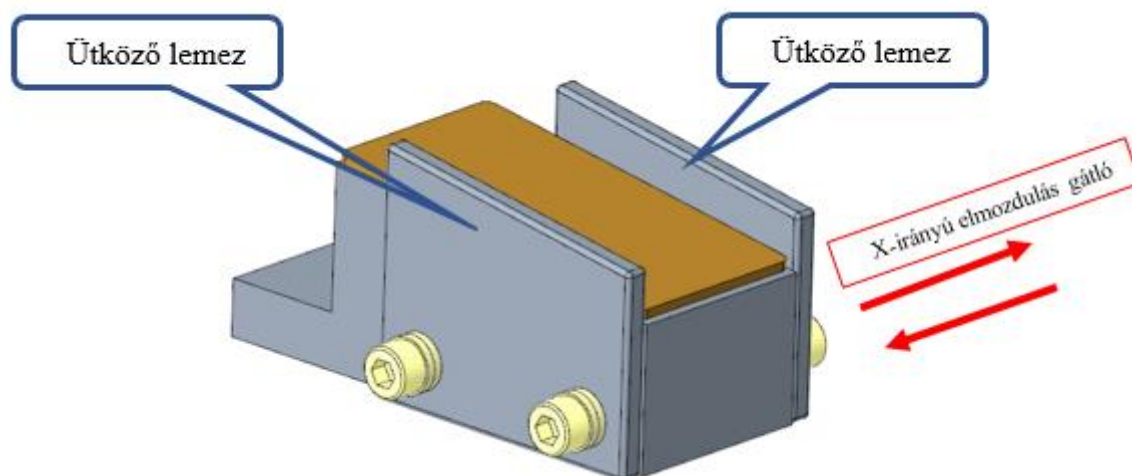
A két prizmás szorító közé és az üvegszorító rögzítő elemel szemben szükség volt egy ütköző elemet terveznem (5-26. ábra Ütköző lemez csőtámasztáshoz). Az elem szerepe a cső elmozdulásának megakadályozása az oldalszorításból származó erővel szemben. Alaplaphoz való rögzítése csavarkötéssel.

5-26. ábra Ütköző lemez csőtámasztáshoz



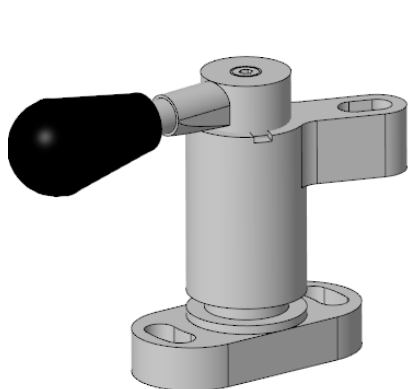
Az üvegszorító megfelelő szögbe való állításához tervezet alátámasztást is rézbetétel és az x irányú elmozdulást megakadályozó lemezzel terveztem, amely mindkét oldalon M6x25 hengeresfejű belső kulcs nyílású csavarral rögzítem. (5-27. ábra. Üvegszorító alátámasztás).

5-27. ábra. Üvegszorító alátámasztás

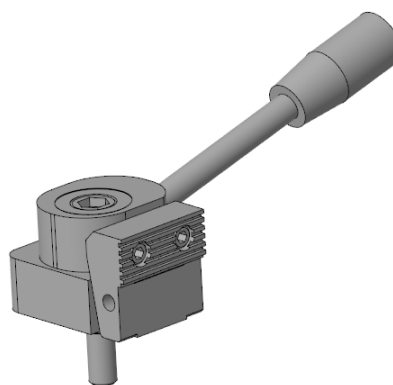


A tervezésnél az általam választott leszorítók kereskedelmi tételek (5-28. ábra. Szorító elemek). Azért választottam előre gyártott kész elemeket, mert, ezek rendelkeznek megfelelő műszaki leírással és tesztekkel. A kiválasztás során a közepes szorító erővel rendelkező elemeket választottam.

5-28. ábra. Szorító elemek



K0926_1300



K0035_010040

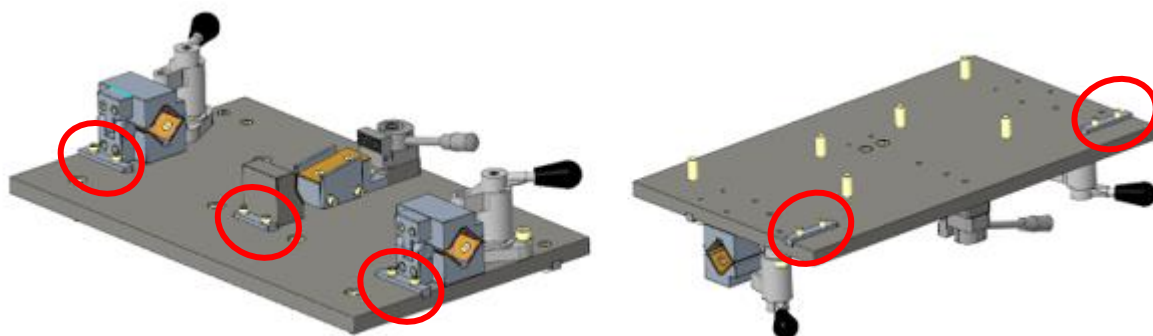
1

Szorítók műszaki paraméterei:

- A K0926_1300 lengő szorító 30° szögben állítható, szorító lökete 1,9 mm, maximális szorító erő 3500 N, ehhez az értéknek az elérésehez 300 N kézi erőre van szükség, műszaki adatlap 2.sz.mellékletben. A felső prizma leszorítására terveztem.
- K0035_010040 A lenyomó- oldal szorító egy olyan gyorszorító elem, amellyel a munkadarabok a forgatható pofák révén a spirális excenteren keresztül egyidejűleg rányomhatók a rögzített ütközőkre és egy támaszra. Maximális szorító ereje 7200 N, szorító lökete 7 mm. Műszaki adatlap 3.sz.mellékletben.

Az alaplemez és prizmák tájolásához betét lemezeket alkalmazok (5-29. ábra Betétlemezek szerelt), ezáltal a készülék le-föl szerelése a marógépre pontosabban és gyorsabban kivitelezhető. A prizmák rögzítése ezáltal egysíkba esnek nincs szükség a beállításhoz precíziós mérésre.

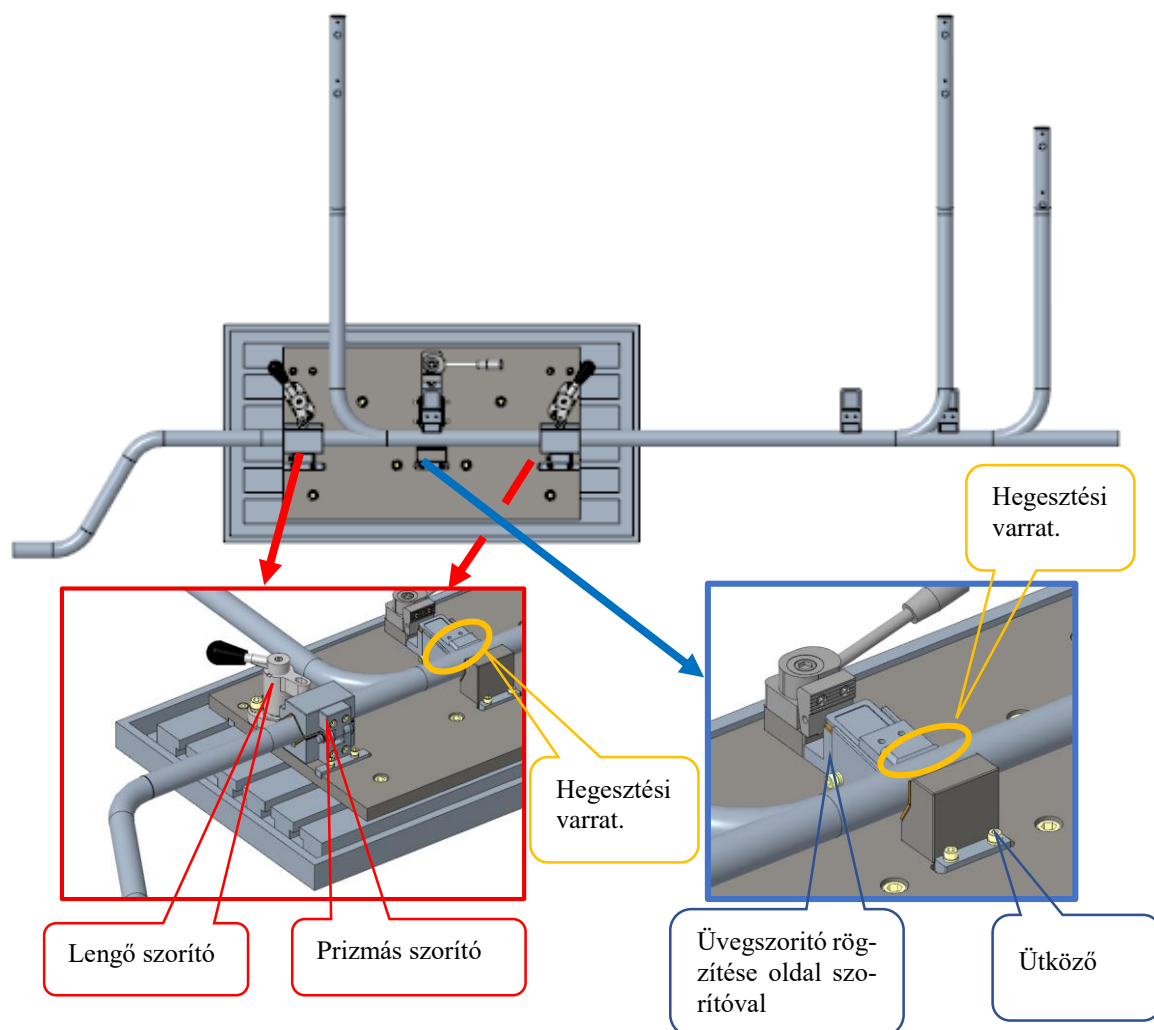
5-29. ábra Betétlemezek szerelt



5.11.2. Készülék ellenőrzése pozíciókkal.

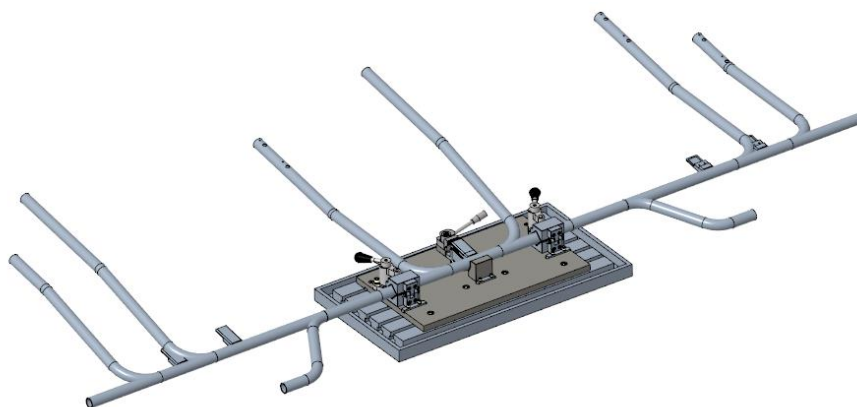
A 4.2 pontban meghatározott I-II pozíciókat a már elkészült készülék összeállításban a 3D tervező szoftverrel, segítségével ellenőriztem, amely során megállapítottam, hogy jól illeszkedik a felfekvő felületekre (5-30. ábra. Készülék ellenőrzés).

5-30. ábra. Készülék ellenőrzés



Az összevont I-II pozíciók (hegesztett termékek) a szerelt készülékben ellenőrizve modell térben.

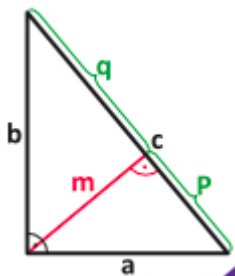
5-31. ábra. összes pozíció ellenőrzése.



5.12. Forgácsoló szerszám kiválasztása

A forgácsoló szerszám kiválasztásához, szükség van megállapítani a marási szélességet és mélységet. Az 5.3 pontban végzet vizsgálat alapján két szélességet állapítottam meg, az elméleti varrat szélesség ami a minimum érték 4,7 mm és a gyakorlati szélesség a munkapróbák alapján 6,57 mm. Esetemben ez egy sarok varrat ami egy derékszögű háromszögként is értelmezhető. A derékszögű háromszögben az átfogóra állított magasság hossza egyenlő az átfogó két részének mértani közepével (5-32. ábraábra. Derékszögű háromszög magassága.).

5-32. ábraábra. Derékszögű háromszög magassága.



A két esethez kiszámítjuk az átfogóra bocsátott magasságot, feltételezve, hogy a háromszög derékszögű, és a magasság talppontja az átfogót két szakaszra osztja, a kapott magasság különbségek adják, az elméleti és gyakorlati varrat lemunkáláshoz a forgácsolási mélységet.

$$m = \sqrt{q \cdot p} \quad (25)$$

Az átfogó mérete adott, így magasság mértani közepe a két szakasznak. Az átfogót két egyenlő részre osztva a magasság:

$$m = \sqrt{\left(\frac{c}{2} \cdot \frac{c}{2}\right)} = \frac{c}{2} \quad (26)$$

Ebből következik, hogy a :

- Elméleti magasság 4,7 mm

$$m_{elméleti} = \frac{c}{2} = \frac{4,7}{2} = 2,35 \text{ mm} \quad (27)$$

- A gyakorlati magasság 6,57 mm.

$$m_{gyakorlati} = \frac{c}{2} = \frac{6,57}{2} = 3,285 \text{ mm} \quad (28)$$

- Különbség a két magasság között.

$$\Delta_m = m_{gyakorlati} - m_{elméleti} = 3,285 - 2,35 = 0,935 \text{ mm} \quad (29)$$

A derékszögű háromszög átfogójára bocsátott magasság hossza alapján a két eset között 0,935 mm különbség van, ez adja a fogás mélységet.

A varrat szélessége és a magasság különbség alapján, arra a megállapításra jutottam, hogy a legmegfelelőbb szerszám egy Ø7 maró 0,2 mm él letöréssel lenne. A kialakult varrat rozsdamentes ausztenites jellegű, kontrollált közepes δ -ferrittel, melynek szilárdsági tulajdonsága azonos az alapanyaggal. Szerszám meghatározása szempontjából fontos volt a gyors elérhetőség, megfelelő minőség.

A cégünk forgácsoló szerszám beszállítója a Szerszámtechnika, így az általuk rendelkezésemre bocsátott WIDIA katalógusból választottam szerszámot, aminek típusa VariMill-XTREME-Series 4X0E, ez egy szabványos átmérővel rendelkező 4 élű szerszám, PVD-bevonatú keményfém minőséggel, amely nagy kopásállóságot és hőelvezetést biztosít. A marás próbákat és számításokat ezzel a szerszámmal tervezem elvégezni később ha szükséges a Szerszámtechnika vállalja az egyedi átmérőre alakítást ha szükséges. A forgácsoló szerszám adatlapja a 4.számú mellékletben.

Szerszám adatok:

- | | |
|--|---------------------------|
| • megmunkálási eljárás korrekciós tényezője | $c_1=1$ |
| • hűtés kenés korrekciós tényezője (emulzió) | $c_2=0,9$ |
| • Maró átmérő | $D=7 \text{ mm}$ |
| • Sarok letörés | $L=0,2 \text{ mm}$ |
| • Foganként előtolás | $f_z=0,04 \text{ mm/fog}$ |
| • Forgácsolási sebesség | $v_c=90 \text{ m/min}$ |

A szerszám kis átmérője és letört sarka ideális a hegesztési varrat lemunkálásához, főként nehezen hozzáférhető helyeken.

A rozsdamentes acél megmunkálása során fellépő hőterhelés és munkakeményedés csökkentésére emulziós hűtés alkalmazások.

A kiválasztott szerszám és paraméterek figyelembe veszik a gép maximális képességeit, így a gép élettartama és a munkadarab minősége is optimalizálható.

5.13. Forgácsolási paraméterek beállítása maró géphez.

A kiválasztott hagyományos marógépen az előtolás mértéke és a fordulatszám beállítása mechanikus áttételeken vagy fokozatkapcsolókon keresztül történik, nem pedig folyamatosan szabályozható vezérléssel. Emiatt csak előre meghatározott, gyárilag kialakított fokozatok állnak rendelkezésre, és a kezelő ezek közül választhat. Ez azt jelenti, hogy a forgácsoló szerszámhoz ideálisan illeszkedő fordulatszám vagy előtolás gyakran nem állítható be pontosan, csak hozzávetőlegesen közelíthető meg a legközelebbi választható értékkel.

A WFM-700 szerszámgépen beállítható optimális fordulat szám 2000 fordulat/perc, így az ehhez tartozó forgácsolási sebesség.

$$v_c = \frac{D \cdot \pi \cdot n}{1000} = \frac{7 \cdot \pi \cdot 2000}{1000} = 43,98 \frac{m}{min} \quad (30)$$

Ahol:

- n a maró fordulatszáma
- V_c a forgácsolási sebesség
- D a marószerszám átmérője

A szerszámgép fordulatához tartozó elméleti előtolás mértéke:

$$v_f = f_z \cdot z \cdot n = 0,04 \cdot 4 \cdot 2000 = 320 \frac{mm}{min} \quad (31)$$

Ahol:

- v_f a előtolási sebesség
- z a marószerszám fogszáma
- f_z fogankénti előtolás

A szerszámgépen a legközelebbi beállítható előtolás mértéke $v_f = 280 \frac{mm}{min}$.

5.14. Forgácsolási erő számítása

A forgácsolási erő F_c kiszámítására általánosan használt képlet:

$$F_c = k_c \cdot A \quad (32)$$

Ahol:

- F_c – forgácsolási erő [N]
- k_c – fajlagos forgácsolási erő [N/mm²]
- A – forgácsolási keresztmetszet = a_p (fogásmélység) $\times f_z \times z$ (fogankénti előtolás \times fogak száma)

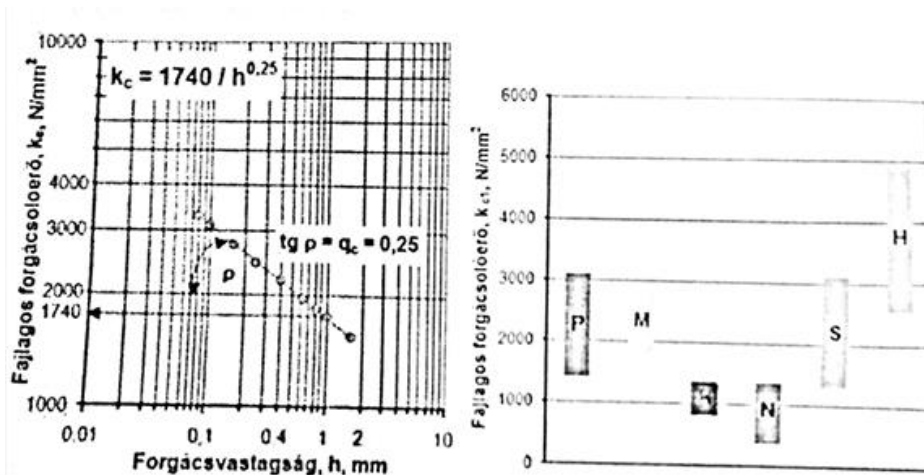
Forgácsolási keresztmetszet:

$$A = a_p \cdot f_z \cdot z = 0,935 \text{ mm} \cdot 0,04 \text{ mm}/f_{og} \cdot 4 = 0,149 \text{ mm}^2 \quad (33)$$

Ahol:

- $f_z=0,04$ mm/fog- előtolás foganként
- $z=2$ - fogak száma:
- $a_p=0,935$ mm – fogásmélység, a varrat magasság különbségek alapján:
- $k_c \approx 2300$ N/mm² - fajlagos forgácsolási erő rozsdamentes acélra a (5-33. ábra. fajlagos forgácsolóerő értéke) alapján.

5-33. ábra. fajlagos forgácsolóerő értéke [15]



Ezek alapján a forgácsolási erő F_c : [15]

$$F_c = k_c \cdot A = 2300 \text{ N}/\text{mm} \cdot 0,149 \text{ mm}^2 = 342,7 \text{ N} \quad (34)$$

Szükséges nyomaték M_c : [15]

$$M_c = \frac{F_c \cdot d}{2000} = \frac{342,7 \cdot 7}{2000} = 1,199 \text{ Nm} \quad (35)$$

Szükséges teljesítmény P_c : [15]

$$P_c = \frac{M_c \cdot n}{9550} = \frac{1,199 \cdot 2000}{9550} = 0,25 \text{ kW} \quad (36)$$

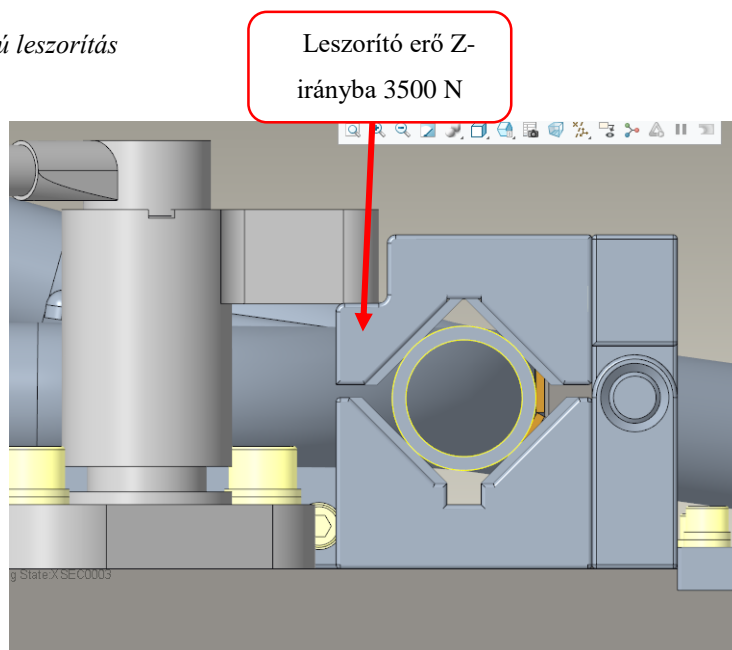
A szerszámgép teljesítménye 3kW a számított érték 0,25kW, ez alapján a szerszámgép megfelel a forgácsolásra.

5.15. Munkadarab rögzítésére szolgáló szorítók és prizmák vizsgálata.

A befogórendszer elemei jelentős mechanikai terhelésnek vannak kitéve. A forgácsolási erők (tangenciális, radiális és axiális) a munkadarabon keresztül a befogókra hatnak, ezért azoknak nemcsak erőseknek, de rezgéscsillapítónak is kell lenniük. A túl gyenge rögzítés vibrációhoz, szerszámtöréshez vagy munkadarab-kidobódáshoz vezethet. Éppen ezért a tervezés során figyelembe vettem az anyagminőséget, a geometriai kialakítást és a várható igénybevételt.

Az C-5748-marókészülékhez két prizmás szorítót alkalmaztam a z_y irányú elmozdulás lekötésére. Az ehhez használt, kereskedelmi forgalomban kapható K0926_1300 típusjelű szorító z irányban maximális 3500 N szorítóerő kifejtésére képes, amely a (5-34. ábra. Z-irányú leszorítás) ábrán szemlélteték.

5-34. ábra. Z-irányú leszorítás



A megfelelőség vizsgálatán túl felmerült, hogy a prizma rézbetétjén keresztüli érintkezés okoz-e kimutatható felületi deformációt a csövön. A tervezés során szempont volt számomra, hogy olyan szorítókészüléket válasszak, amelynek alkatrészei házon belül gyárthatók. Mivel a vállalatnál több egyedi készülék is üzemel, kiindulási alapként egy, felépítésében hasonló prizmás szorítót vettem alapul, amely jelenleg is használatban van, és hasonló szorítóerő mellett semmilyen felületi deformációt nem okoz a csövön és megfelelően rögzíti a munkadarabot. A gyakorlati tapasztalatok alapján megállapítom, hogy a választott szorítási megoldás alkalmas a cső biztonságos rögzítésére.

5-35. ábra. Gyártásban üzemelő prizmás szorító



Az üvegszorító rögzítésénél kiemelt szempont volt a gyors működtetés és a kis beépítési helyigény. Ennek érdekében lengőszorítót alkalmaztam, amely maximum 7200 N leszorító erő kifejtésére képes; ez elegendő a támaszhoz történő biztonságos beszorításhoz.

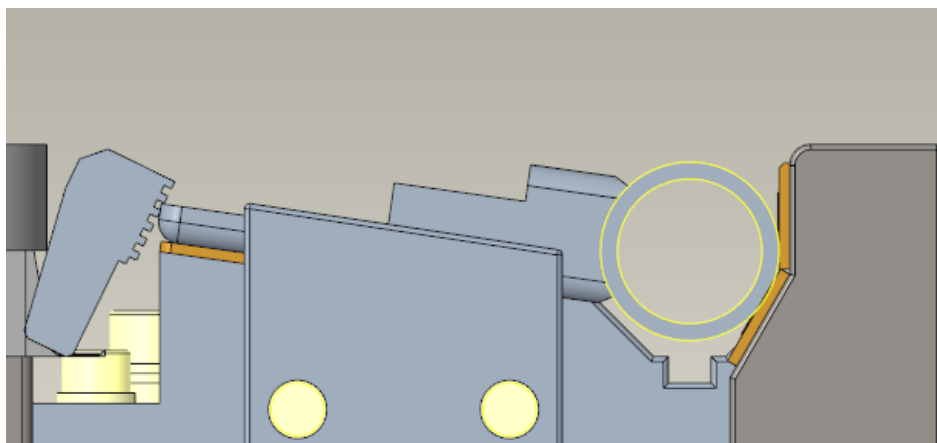
A berendezés fő eleme egy lengő (szorító)kar, amely csapágyazott csuklón fordul el a házhoz képest; a kar végén cserélhető, lágy szorítópofa található.

A geometria alapján a szerkezet lengő–leszorító kombinált ciklust végez: nyitáskor a kar kiemelkedik és elfordul, záráskor visszaleng, majd merőleges leszorító erőt fejt ki.

Záráskor a cső–hegesztett üvegrögzítő egység a kar pofája és a V-alakú, rézbetétes ütköző közé szorul. A folyamat során a leszorító erő mellett oldalirányú komponens is keletkezik, amely a csövet a merev támasz felé tolja, miközben a kar lefelé mozdul, ezt (5-36. ábra. Lengőszorítás alkalmazása) ábrán szemléltettem.

Helyzetbiztosítás: a munkadarab axiálisan és radiálisan is rögzül, elfordulása megakadályozott. Az így kialakított z irányú vezetés megfelelő az alkalmazáshoz.

5-36. ábra. Lengőszorítás alkalmazása



6. Gazdasági adatok elemzése

Gazdaságossági szempontból a készülékek alkalmazása hosszú távon megtérülő beruházásnak tekinthető. Bár kezdeti beszerzési és fejlesztési költségeik magasabbak lehetnek, hosszú élettartamuk, megbízható üzemeltetésük és alacsony karbantartási igényük miatt a befektetés idővel kifizetődő. Az ilyen készülékek igény szerint tervezhetők adott gyártási folyamatokra, ugyanakkor bővíthetőségüknek és moduláris kialakításuknak köszönhetően komplexebb feladatok elvégzésére is alkalmassá tehetők.

Jelen költségszámításban az általam tervezett készülék létjogosultságát, a megmunkálási idő csökkenésével kívánom bizonyítani. Ehhez két viszonyítási alapra van szükség az egyik a mostani kézi megmunkálás ideje a másik pedig az általam tervezett befogó készülékben való megmunkálási idő.

A cégnél a megmunkálási technológiákat és ehhez tartozó időket technológiai osztály határozza meg, a megmunkálási költségeket a megjelölt technológiához, rezsióra díjakat és a fenntartási költségeket a gazdasági osztály végzi. Ebből a két adatból a jelenlegi kézi csiszolás megmunkált kapaszkodó hegesztési varratainak a gazdasági mutatói az (2. táblázat Viszonyítási költségek) láthatók. Ez az adat szolgál a későbbiekben a viszonyítási alapnak.

2. táblázat Viszonyítási költségek

(Forrás: Saját munka)

<i>Megnevezés</i>	<i>Megrendelt termék [Darab]</i>	<i>Üvegszorító mennyiségek [Darab]</i>	<i>Megmunkálási [h/darab]</i>	<i>Megmunkálási költség [Ft/h]</i>	<i>Teljes költség Bruttó [Ft]</i>
<i>K-567-P6</i>	<i>259</i>	<i>518</i>	<i>0,33</i>	<i>15 000</i>	<i>2 564 100</i>
<i>K-567-P7</i>	<i>1 511</i>	<i>3 022</i>	<i>0,33</i>	<i>15 000</i>	<i>14 958 900</i>
<i>K-567-P8</i>	<i>1 511</i>	<i>3 022</i>	<i>0,33</i>	<i>15 000</i>	<i>14 958 900</i>
Összesen					32 481 900

A befogó készülékben való megmunkálás költségének számításához szükségünk van a marás gép időre és a technikai időkre. A technikai idők a készülékben való rögzítés és kivétel, szemrevételezés, rögzítési pontok tisztításából tevődik össze. A területen dolgozó szakemberekkel konzultálva ezt 3,5 percben azaz 0,058 órában határoztuk meg.

A marás gép idő az alábbi képlettel alapítható meg:

$$t_g = \frac{L+l_r+l_t}{v_f} = \frac{38+10+10}{280} = 0,2 \text{ min} = 0,0035 \text{ h} \quad (37)$$

Ahol:

- t_g a gép idő
- L a lemunkálandó varrat hossz
- l_r a hosszirányú ráfutás
- l_t a hosszirányú túlfutás
- v_f a előtolási sebesség

Az összesített gyártási idő egy oldali varrat lemunkálásához:

$$t_{\text{össz}} = t_g + t_{\text{tech}} = 0,2 + 3,5 = 3,7 \text{ min} = 0,061 \text{ h} \quad (38)$$

A kapott eredmény alapján meghatározható a készülékben való megmunkálás költsége. Az összesített gyártási idő egy varrat lemunkálásnak az ideje, viszont az üvegszorító mind két oldalán azonos műveletet kell elvégezni, így egy üvegszorító teljes megmunkálási ideje kerekítéssel 8 perc, ennek költség számítása a (3. táblázat. Készülékben való megmunkálás költségek.).

3. táblázat. Készülékben való megmunkálás költségek.

(Forrás: Saját munka)

Megnevezés	Megrendelt termék [Darab]	Üvegszorító mennyiségek [Darab]	Megmunkálási [h/darab]	Megmunkálási költség [Ft/h]	Teljes költség Bruttó [Ft]
K-567-P6	259	518	0,14	15 000	1 087 800
K-567-P7	1 511	3 022	0,14	15 000	6 346 200
K-567-P8	1 511	3 022	0,14	15 000	6 346 200
Összesen					13 780 200

A készülék beruházási költsége amely többszörösen megtérül a három éves gyártási ciklus alatt (4. táblázat. Készülék beruházási költség.)

4. táblázat. Készülék beruházási költség.

(Forrás: Saját munka)

<i>Megnevezés</i>	<i>Teljes költség Bruttó [Ft]</i>
<i>Acélműanyag alaplap, prizma</i>	<i>120 000</i>
<i>Marás, fúrás, köszörülés</i>	<i>440 000</i>
<i>Kereskedelmi alkatrészek</i>	<i>160 000</i>
<i>Szerelés, próbabeállítás</i>	<i>30 000</i>
<i>Összesen</i>	<i>750 000</i>

A dolgozatban szereplő gazdasági elemzés célja annak igazolása volt, hogy az újonnan tervezett befogókészülék használatával jelentős költség- és időmegtakarítás érhető el a meglévő kézi megmunkálási technológiához képest. A számítások alapját az üvegszorítók hegesztési varrainak megmunkálása képezte három terméktípuson (K-567-P6, K-567-P7, K-567-P8).

Megmunkálás típusa	Összes költség bruttó (Ft)
Kézi csiszolás	32 481 900 Ft
Készülékkel végzett marás	13 780 200 Ft
Készülék beruházás	750 000 Ft
Megtakarítás	17 951 700 Ft

A befogókészülék alkalmazásával tehát több mint **18 millió forint** költségcsökkenés érhető el az adott darabszám mellett. A kézi technológiában a megmunkálási idő darabonként 20 perc, míg a készülék használatával csupán 8,45 perc lett – ez **58%-os időmegtakarítást** jelent.

A dolgozatban bemutatott gazdasági összehasonlítás alapján a rozsdamentes acélkapaszkodók jelentős költség- és időmegtakarítást tesz lehetővé a hagyományos kézi csiszolással szemben (5. táblázat. Költségek összehasonlítása.). A tényleges megrendelés három különböző típusú termékre összesen 3 éven belül teljesítendő, nagy darabszámban történő gyártásra vonatkozik.

5. táblázat. Költségek összehasonlítása.

(Forrás: Saját munka)

<i>Szempont</i>	<i>Kézi csiszolás</i>	<i>Befogókészülék, marógép</i>
<i>Összes költség 3 évre</i>	<i>32 481 900 Ft</i>	<i>13 780 200 Ft</i>
<i>Egy darab megmunkálási ideje</i>	<i>20 perc</i>	<i>8,45 perc</i>
<i>Selejt arány</i>	<i>Magas (szaktudás hiánya)</i>	<i>Alacsony (ismételhetőség miatt)</i>
<i>Gépberuházás</i>	<i>Nem szükséges</i>	<i>Használt marógép, készülék alkalmazva</i>
<i>Gép karbantartási költségek</i>	<i>Nincs</i>	<i>Közepes (használt gép)</i>
<i>Szakemberigény</i>	<i>Tapasztalt, nehezen pótolható</i>	<i>Kevesebb betanítás is elegendő</i>

Beruházási oldalról a készülék nem igényel új marógép vásárlást használt gép elegendő, amely jelentősen csökkenti a beruházási költséget. A gép ugyan igényel karbantartást, de ezek előre tervezhetők és kezelhetők.

Üzemeltetési oldalról a kézi csiszolás emberi tényezőtől erősen függ, és egyre nehezebb megfelelő szakembert találni, ami hosszú távon komoly kapacitás- és minőségi kockázatot jelent. Emellett a kézi munka sokkal inkább időigényes, és nagyobb fizikai megterheléssel is jár.

Selejt arány a kézi eljárásban tapasztalt selejt arány és az új termék esztétikai követelményei miatt az utómunka, újra gyártás vagy vevői reklamáció költségei is magasabbak lehetnek, míg a gépi megmunkálás ezt minimalizálja.

A befogókészülék és a marógép alkalmazása – még használt géppel is – hosszú távon gazdaságosabb és megbízhatóbb alternatívát jelent. A beruházás három éven belül bőségesen megtérül, miközben biztosított a minőség, a termelékenység és a személyi függőség csökkenése. A megoldás hozzájárul a Jármű Zrt. versenyképességének és gyártási megbízhatóságának növeléséhez.

7. Összefoglalás

A dolgozat célja egy olyan befogó készülék tervezése volt, amely alkalmas rozsdamentes acél kapaszkodók hegesztési varratainak lemunkálására egyetemes marógépen. A Jármű Zrt. számára készült fejlesztés célkitűzései között szerepelt a megmunkálási idő csökkentése, az egyseges minőség biztosítása, valamint a gyártás automatizálhatóságának és gazdaságosságának javítása. A dolgozat a célkitűzések eléréséhez szükséges műszaki háttér, technológiai elvek és készüléktervezési módszerek részletes bemutatásával és alkalmazásával járult hozzá egy konkrét, használható megoldás kidolgozásához.

A megvalósított befogó készülék alapelve a 3-2-1 pozicionálási elvre épült, amely hat szabadságfokból zárja ki a munkadarab elmozdulását, így biztosítva annak stabil, ismételhető elhelyezését a megmunkálás során. A rögzítés V-prizmás kialakítással történik, amely különösen alkalmas kör keresztmetszetű csövek pontos és önközpontosító befogására. A készülék lehetőséget biztosít több pozícióban történő varrat lemunkálásra anélkül, hogy a munkadarabot ki kellene venni, ezáltal jelentősen csökken a beállítási és megmunkálási idő.

A tervezés során figyelembe vették a gyártandó alkatrészek anyagát, a hegesztési technológiát, a kívánt felületi minőséget, valamint a gyártás során felmerülő egyéb technológiai tényezőket. A forgácsolási folyamat optimalizálása mellett a készülék ergonomikus és biztonságos használhatósága is kiemelt szempont volt. A készülék tervezése CAD-rendszerrel történt, a rajzok és műszaki dokumentációk alapján pedig akár sorozatgyártásra is alkalmas lehet.

A gazdasági értékelés megmutatta, hogy az új készülék bevezetésével a kézi csiszoláshoz képest jelentős idő- és költségmegtakarítás érhető el, miközben javul a minőség, csökken a hibarány, és könnyebben teljesíthetők a vevői esztétikai elvárások.

Összességében elmondható, hogy a dolgozatban bemutatott befogó készülék maradéktalanul teljesíti a bevezetésben megfogalmazott célokat: elősegíti a gyártási folyamat korszerűsítését, növeli a termelékenységet és hozzájárul a magas minőségű, esztétikus végtermékek előállításához a Jármű Zrt. gyártási rendszerében.

8. Summary

The aim of this thesis was to design a clamping device suitable for the machining of stainless steel grab rails on a universal milling machine. The objectives of the development for the Jarmu Zrt. included reducing machining time, ensuring consistent quality, and improving the automation and economy of production. The thesis contributed to the development of a concrete, usable solution by presenting and applying in detail the technical background, technological principles and equipment design methods required to achieve the objectives.

The basic principle of the implemented clamping device is based on the 3-2-1 positioning principle, which eliminates the displacement of the workpiece from six degrees of freedom, thus ensuring its stable, repeatable positioning during machining. The clamping is achieved by a V-prism design, which is particularly suitable for accurate and self-centering clamping of circular tubes. The device allows for multi-position seam machining without the need to remove the workpiece, thus significantly reducing set-up and machining time.

The design took into account the materials of the parts to be produced, the welding technology, the desired surface quality and other technological factors that would be involved in the production process. In addition to optimising the machining process, ergonomic and safe usability of the equipment was a key consideration. The device was designed using a CAD system and, on the basis of the drawings and technical documentation, could be suitable for series production.

An economic evaluation showed that the new device would result in significant time and cost savings compared to manual grinding, while improving quality, reducing defect rates and meeting customer aesthetic requirements more easily.

Overall, the gripping device presented in this thesis fully meets the objectives set out in the introduction: it helps to streamline the production process, increases productivity and contributes to the production of high quality, aesthetically pleasing end products in the production system of the Jármű Zrt.

NYILATKOZAT

Alulírott VIG ZSOLT ISTVÁN, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, SZENT ISTVÁN Campus, GÉPÉSZMÉRNÖK szak nappali/levelező* tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön az Egyetem honlapjára és hogy a digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető Tanszéken/Intézetben, illetve az Egyetem központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: 2025 év 10 hó 29 nap



Hallgató

NYILATKOZAT

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozom arról, hogy a Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom*.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: Gödöllő 2025. év október hó 30. nap



Belső konzulens

*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!

Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

1. Általános adatok

Hallgató neve:	VIG ZSOLT ISTVÁN
Neptun-kódja:	XXZYFU
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	<input checked="" type="checkbox"/> BSc/BA <input type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb:
Tantárgy neve/kódja*:	SZAKDOLGOZAT
A munka címe:	VASÚTI KOCSIKBAN TALÁLHATÓ KAPASZKODÓK HEGESZTÉSI VARRATAINAK LEMUNKÁLÁSÁRA ALKALMAS KÉSZÜLÉK TERVEZÉSE EGYETEMES MARÓGÉPRE.

* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)

A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Amennyiben ezt jelölte, a további táblázatok kitöltése nem szükséges.)

B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

I. TÁBLÁZAT: Asszisztensi vagy kisebb mértékű felhasználás (pl. fordítás, nyelvi korrektúra, ötletelés stb.)

(Ezen felhasználások esetében a konkrét promptok és válaszok csatolása nem szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve és verziója	Érintett rész (ha nem a szöveg egészére vonatkozik)
Fordítás, nyelvi-korrektúra	ChatGPT 4 Plus	-

II. TÁBLÁZAT: Jelentős tartalmi hozzájárulás (pl. egy teljes ábra vagy egy hosszabb szövegrész generálása)

(Ezekben az esetekben a felhasznált kulcsfontosságú promptok és az MI által adott nyers válaszok dokumentálása és a munka mellékletében való csatolása szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott eszköz verziója, elérhetősége	MI-neve,	Az érintett fejezet / ábra / táblázat pontos sorszáma	A prompt-naplót tartalmazó melléklet bejegyzésének sorszáma

3/A. Oktató által előírt kiegészítő szabályok (ha vannak)

Amennyiben az adott tantárgy oktatója vagy témavezetője az MI-eszközök használatára vonatkozóan külön szabályokat vagy elvárásokat határozott meg, kérjük, az alábbi mezőben foglalja össze ezeket:

Pl. az MI használatának tilalma bizonyos feladattípusokra; csak konkrét eszköz használata engedélyezett; eltérő hivatkozási elvárások; dokumentációs forma stb.

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

.....

.....

.....

.....

4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:

Kijelentem, hogy az MI által esetlegesen generált tartalmakat minden esetben kritikailag felülvizsgáltam, szerkesztettem és a munkába illesztettem. A leadott munka minden eleméért, annak eredetiségéért és tudományos helytállóságáért teljes körű felelősséget vállalok. Tudomásul veszem, hogy a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem a benyújtott munkát mesterséges intelligencia detektorral ellenőrizheti, és eljárást kezdeményezhet, amennyiben a nyilatkozatom valótlan vagy hiányos.

Kelt: BUDAPEST, 2025. 10 ... hó 29 ... nap

.....


Hallgató aláírása

.....


Konzulens/Témavezető aláírása

9. Irodalomjegyzék

- [1] Járműszerelvény gyártó ZRT., *Belső információ*, Budapest, 2025.
- [2] I. Baránszky-Job, *Hegesztési kézikönyv*, Budapest: Műszaki könyvkiadó, 1985.
- [3] Dr. Palotás B, „Hegesztési technológia 1,” [Online]. Available: https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2010-0013_hegesztes_technologia_1/hi_1_bevezetes.html.
- [4] A. Turi, Dr, *Az acélhegesztés fizikai-kémiai folyamatai*, Budapest : Műszaki könyvkiadó, 1986.
- [5] L. Szabó, *Forgácsolás, hegesztés*, Miskolc: Miskolci egyetem, 2000.
- [6] G. Beer, I. Pálincás és L. Pellényi, *Mezőgazdasági gépek gyártása*, Műszaki Könyvkiadó, 1988.
- [7] A. Kári-Horváth és T. Pataki, *Szerszámok és készülékek*, Gödöllő: Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar, 2017.
- [8] Terdik J és Zeller L, „Szerszámkészítő mestervizsgára felkészítő jegyzet,” Magyar Kereskedelmi és Iparkamara, 2014.
- [9] Rábel György, *Készülékszerkesztés*, Budapest: Műszaki Könyvkiadó, 1968.
- [10] K. Á, Percze J, Rábel Gy és Sasi Nagy I, *Készüléktervezés*, Budapest: Műszaki Könyvkiadó, 1973.
- [11] G. Fledrich, A. Kári-Horváth, G. Kakuk, I. Pálincás és L. Zsida, *Gépgyártástechnológia*, A. Kári-Horváth, Szerk., Gödöllő: Szent István Egyetem, 2013.
- [12] K. Kun, J. Nagy és Liska János, „Készüléktervezés,” Neumann János Egyetem, Kecskemét, 2019.
- [13] Dudás I, *Gépgyártástechnológia*, Budapest: Műszaki könyvkiadó, 2011.

-
- [14] K. Gy, K.-H. A, Szakál Z és Zsida L, Forgácsoló eljárások tervezése, Budapest: Nemzeti szakképzési és felnőttképzési intézet, 2008.
- [15] B. Miko, S. Sipos, P. Hervay és P. Zentay, Forgácsolás technológia alapjai, B. Miko, Szerk., Budapest: Óbudai Egyetem, 2015.
- [16] Kalász István, Hűtő-kenő folyadékok alkalmazása a forgácsolásnál, Budapest, 1962.
- [17] K.-H. A, „A forgácsolásnál alkalmazott minimálkenés (MMS) hatásmechanizmusa,” *GlobeEdit*, p. 187, 2016.
- [18] Valasek, I és Kári-Horváth A, „The action mechanism of minimum lubrication and the increase of its efficiency,” *TRIBOLOGIE UND SCHMIERUNGSTECHNIK*, %1. szám58, pp. 34-47, 2011.
- [19] Rakic R és Rakic Z, „Tribological aspects of the choice of metalworking fluid in cutting process,,” *Journal of Materials Processing Technology*, pp. 25-31, 10 June 2002.
- [20] A. Kári-Horváth és Dr. Valasek I, „Demand of Energy for Chip Removal,” *Materials science forum*, pp. 489-497, 2010.
- [21] Kipp M.E és Riddle L.B, „Guide to the Development of Advanced Metalworking lubricants,” *Proceedings of the Eighth International Colloquium*, p. 18, 1992.
- [22] Kári-Horváth A és Valasek I, „Minimálkenés jelentősége a forgácsolásban,” *TECHMONITOR 1* , pp. 22-24, 2011.
- [23] Adof F, Günter K, Klaus G, Werner H és Wilhelm D, Fémtechnológiai táblázatok, Budapest: B+V Lap- és Könyvkiadó.
- [24] D. Márton Tibor, Technológia és készülékek, Budapest: Műszaki Könyvkiadó, 1992.
- [25] Ambrusné Alady Márta, Galla Jánosné és Sipos Sándor, A gyártástechnológia alapjai I., Budapest: Óbudai Egyetem, 2010.
- [26] K. Bakondi és Á. Kardos, A gépgyártás technológiája I. - Forgácsolás, Budapest: Tankönyvkiadó, 1972.

-
- [27] B. Mikó, Forgácsolástechnológia alapjai, Bázisok és készülékek, Óbudai Egyetem.
- [28] Fenyvessy T, Fuchs R és Plósz A, Műszaki táblázatok, Budapest: Nemzeti szakképzési és felnőttképzési intézet.
- [29] K. Gy, K.-H. A, S. Z és D. L, Gyártástervezés, Budapest: Nemzeti Szakképzési és felnőttképzési intézet, 2008.
- [30] Lechner E, Forgácsoló készülékek szerkesztésének elemei, Budapest: Tankönyvkiadó, 1971.
- [31] Kári-Horváth A, Dr. Pellényi L, Szabó L és Dr. Zsidai L, Gépgyártástechnológia példatár és segédlet, Gödöllő: Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar, 2006.
- [32] Szilágyi L, Munkadarab befogó készülékek, Budapest: Műszaki Könyvkiadó, 1967.

10.Mellékletek

1.sz.- C-5748-készülék összeállítási rajz és alkatrész rajzok.

2.sz- K0926_Datasheet_31832_Leng_szor_t_k_mini_--hu

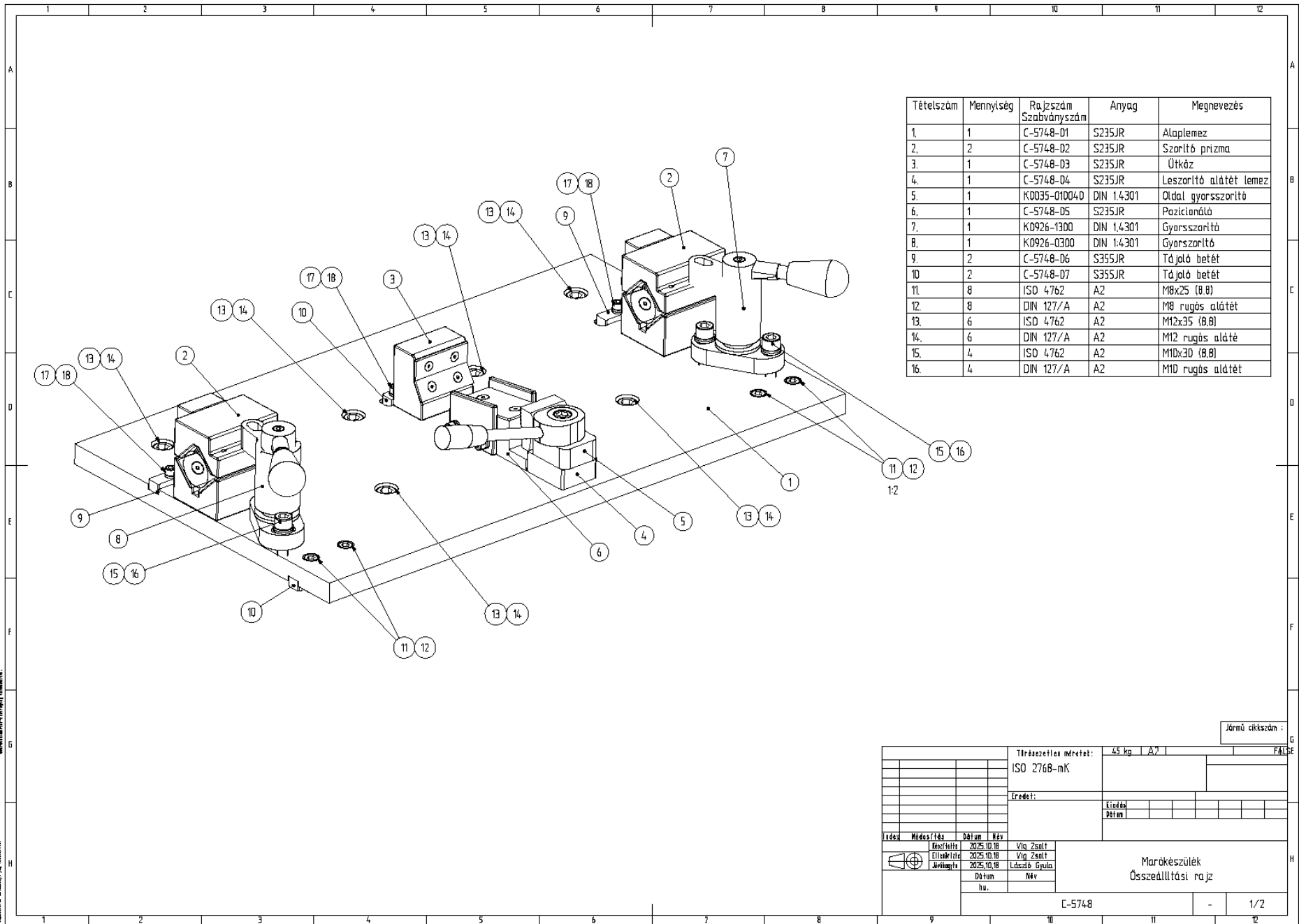
3.sz-K0035_Datasheet_138_Oldalszor_t_k--hu

4.sz- WIDIA- VariMill-XTREME-Series 4X0E- adatlap

5.sz- AWI ívhegesztés technológia utasítás.

6.sz. Thermanit JE-308 L-hegesztő huzal adatlap

C-5748-Készülék összeállítási rajz.



Tételszám	Mennyiség	Rajzsám Szabványszám	Anyag	Megnevezés
1.	1	C-5748-01	S235JR	Alaplemez
2.	2	C-5748-02	S235JR	Szorító prizma
3.	1	C-5748-03	S235JR	Ütköz
4.	1	C-5748-04	S235JR	Leszorító alátét lemez
5.	1	K0035-010040	DIN 1.4301	Oldal gyorszorító
6.	1	C-5748-05	S235JR	Pozicionáló
7.	1	K0926-1300	DIN 1.4301	Gyorszorító
8.	1	K0926-0300	DIN 1.4301	Gyorszorító
9.	2	C-5748-06	S355JR	Tároló betét
10.	2	C-5748-07	S355JR	Tároló betét
11.	8	ISO 4762	A2	M8x25 (B.B)
12.	8	DIN 127/A	A2	M8 rugós alátét
13.	6	ISO 4762	A2	M12x35 (B.B)
14.	6	DIN 127/A	A2	M12 rugós alátét
15.	4	ISO 4762	A2	M10x30 (B.B)
16.	4	DIN 127/A	A2	M10 rugós alátét

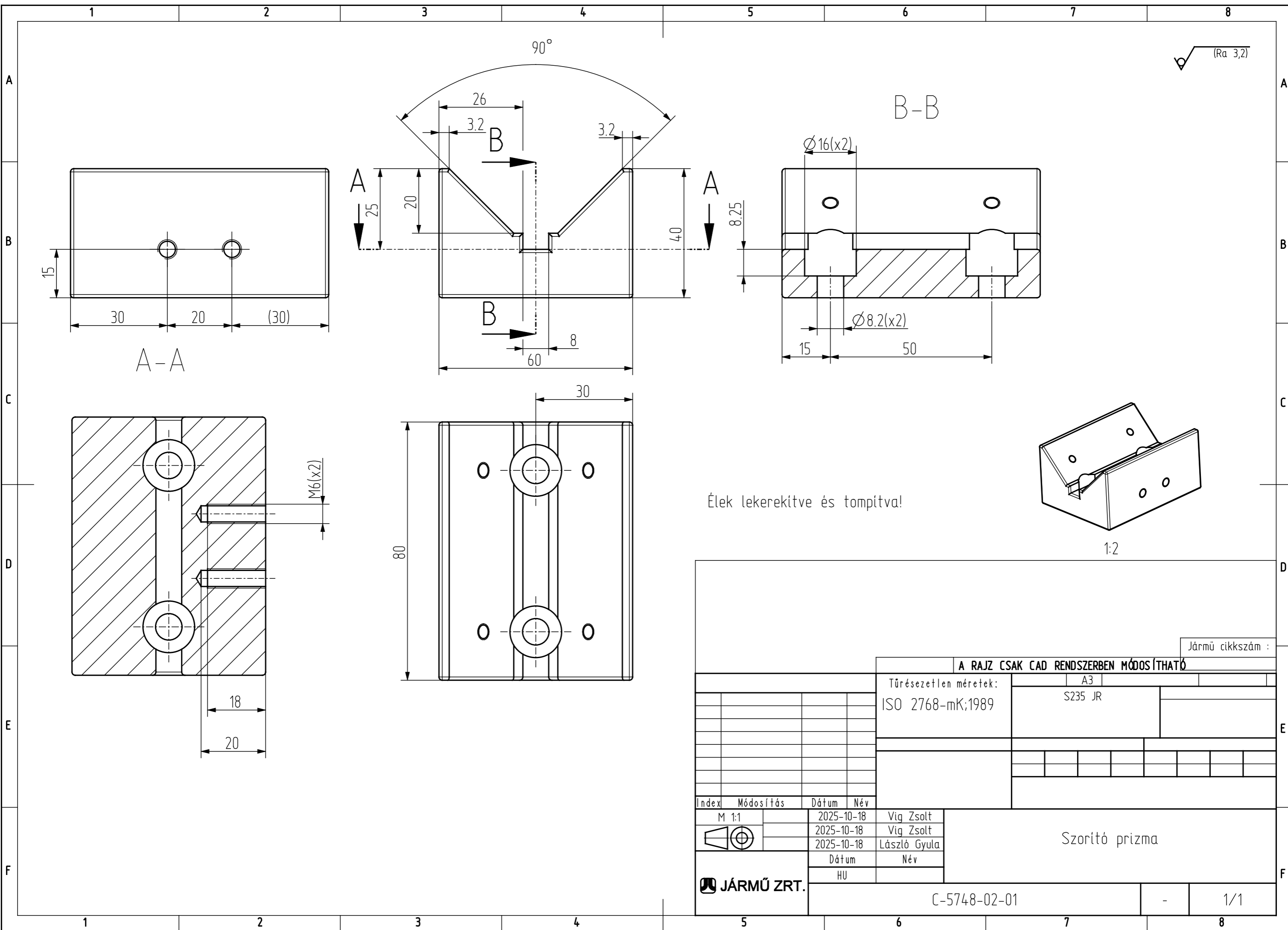
Helyi gyártású és azonosítatlan alkatrészek esetén a gyártó cég nevével és a gyártási dátummal ellátott alkatrészeket kell használni. A gyártó cég nevével és a gyártási dátummal ellátott alkatrészeket kell használni. A gyártó cég nevével és a gyártási dátummal ellátott alkatrészeket kell használni.

A rajz készítését megelőzően a gyártó cégnek meg kell adnia a gyártási dátummal ellátott alkatrészeket. A gyártó cég nevével és a gyártási dátummal ellátott alkatrészeket kell használni. A gyártó cég nevével és a gyártási dátummal ellátott alkatrészeket kell használni.

Jármű cikkszám: _____

Típusjelölés méretei: 45 kg A ₂		FÁBSE																															
ISO 2768-mK																																	
Eredeti:																																	
Készítés dátum		Készítés dátum																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Időpont</th> <th>Módosítás</th> <th>Dátum</th> <th>Név</th> <th>Vig. Zsolt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>Készítette</td> <td>2025.10.18</td> <td>Vig. Zsolt</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Ellenőrizte</td> <td>2025.10.18</td> <td>Vig. Zsolt</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Jóváhagyta</td> <td>2025.10.18</td> <td>László Gyula</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Dátum</td> <td>Név</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>hu.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Időpont	Módosítás	Dátum	Név	Vig. Zsolt		Készítette	2025.10.18	Vig. Zsolt			Ellenőrizte	2025.10.18	Vig. Zsolt			Jóváhagyta	2025.10.18	László Gyula			Dátum	Név				hu.			
Időpont	Módosítás	Dátum	Név	Vig. Zsolt																													
	Készítette	2025.10.18	Vig. Zsolt																														
	Ellenőrizte	2025.10.18	Vig. Zsolt																														
	Jóváhagyta	2025.10.18	László Gyula																														
	Dátum	Név																															
	hu.																																
Marokkészülék Összeállítási rajz																																	
C-5748		-	1/2																														

Ez a rajz a JÁRMŰ ZRT. szellemi tulajdona, előzetes írásbeli engedély nélkül másra nem fordítható. A rajz készítését és módosítását kizárólag a JÁRMŰ ZRT. munkatársai végezhetik. A rajz készítését és módosítását kizárólag a JÁRMŰ ZRT. munkatársai végezhetik. A rajz készítését és módosítását kizárólag a JÁRMŰ ZRT. munkatársai végezhetik.

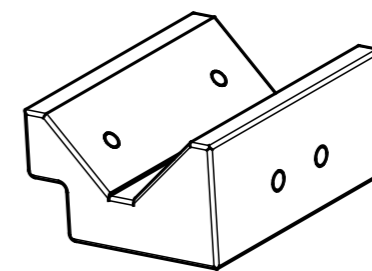
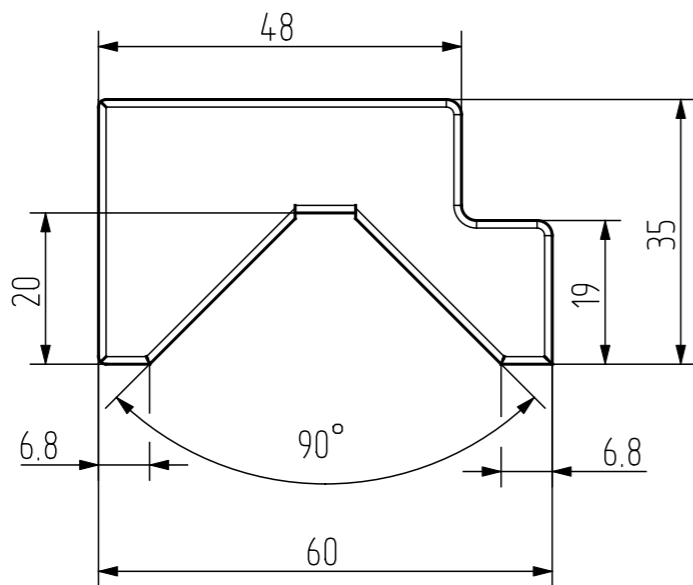
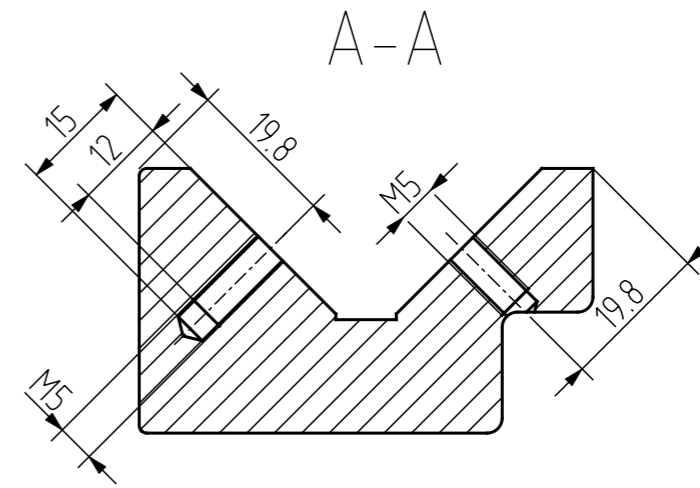
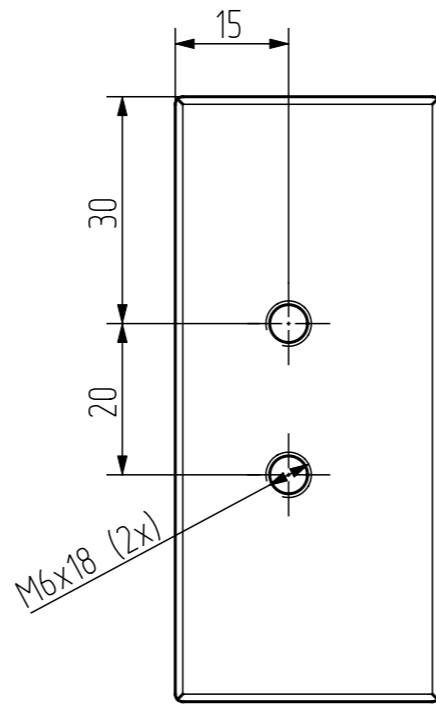
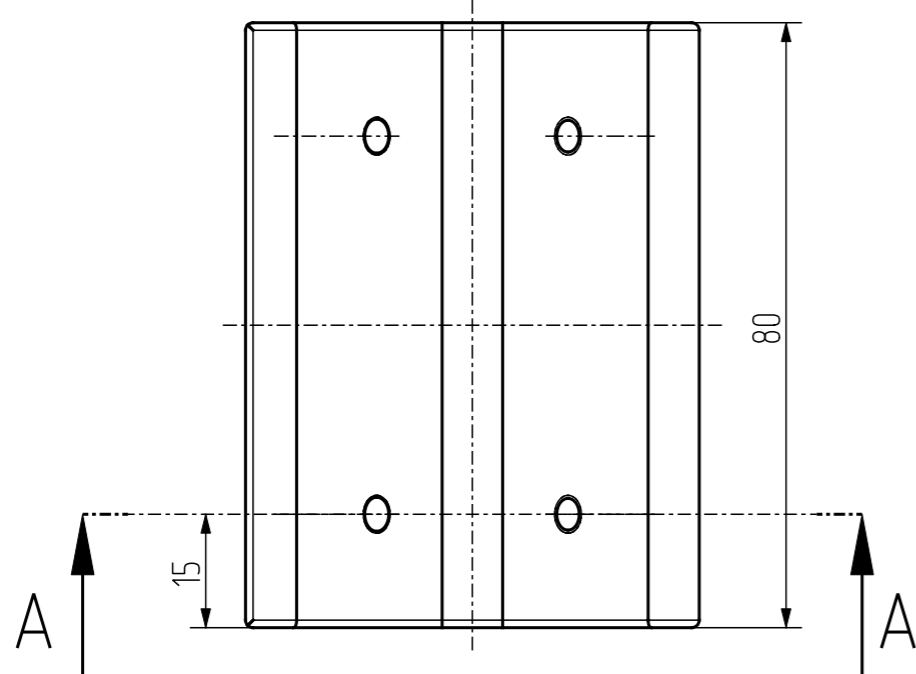


Élek lekerekítve és tompítva!

Index	Módosítás	Dátum	Név
M 1:1		2025-10-18	Vig Zsolt
		2025-10-18	Vig Zsolt
		2025-10-18	László Gyula
		Dátum	Név
		HU	

Jármű cikkszám :	
A RAJZ CSAK CAD RENDSZERBEN MÓDOSÍTHATÓ	
Tűrésezetlen méretek:	A3
ISO 2768-mK;1989	S235 JR
Szorító prizma	
C-5748-02-01	
-	1/1

Ez a rajz a JÁRMŰ ZRT. szellemi tulajdona, előzetes írásbeli engedély nélkül másra nem fordítható. A rajz készítését és módosítását kizárólag a JÁRMŰ ZRT. munkatársai végezhetik. A rajz készítését és módosítását kizárólag a JÁRMŰ ZRT. munkatársai végezhetik. A rajz készítését és módosítását kizárólag a JÁRMŰ ZRT. munkatársai végezhetik.



Élek lekerekítve és tompítva!

1:2

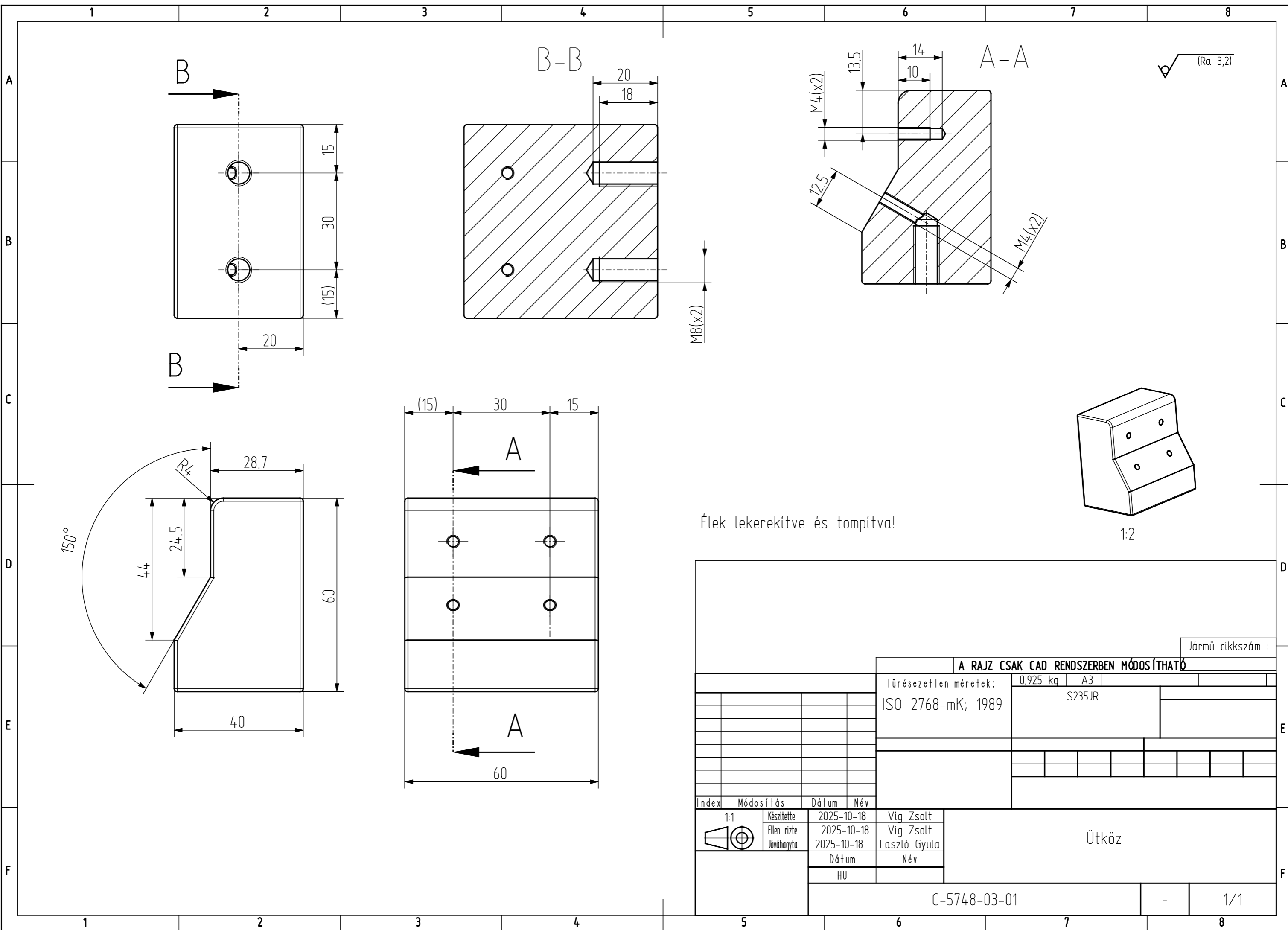
Jármű cikkszám: _____

				Tűrésezetlen méretek:		A3		FALSE			
				ISO 2768-mK:1989		S235 JR					
				Eredet:							
				Kiadás							
				Dátum							
Index	Módosítás	Dátum	Név								
	Készítette	2025.10.18	Vig Zsolt	Szorító prizma felső							
	Ellenőrizte	2025.10.18	Vig Zsolt								
	Jóváhagyta	2025.10.18	László Gyula								
				Dátum	Név						
				hu.							
JÁRMŰ ZRT.				C-5748-02-02				-		1/1	

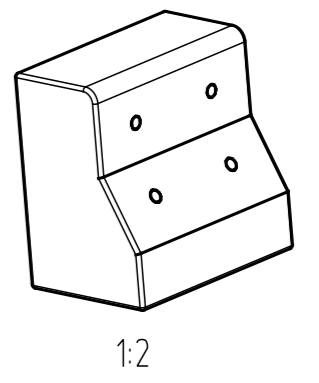
$\sqrt{\text{Ra } 3,2}$

Diese Zeichnung ist das ausdrückliche geistige Eigentum der Jánosi Zrt. Weitergabe sowie Vervielfältigung dieser Unterlagen, Vervielfältigung und Weiterleitung ihres Inhaltes nicht gestattet, soweit nicht ausdrücklich angegeben. Alle Rechte für den Fall der Patenterteilung der Gebrauchsmuster-Eintragung vorbehalten.

Ez a rajz a Jánosi Zrt. szellemi tulajdona, másolatok készítése, terjesztése, továbbítása, valamint a rajz tartalmának felhasználása tilos, kivéve a külön írásbeli engedéllyel rendelkező eseteket. A jogszellemi jogok fenntartottak. Minden jog fenntartva.



Élek lekerekítve és tompítva!



				Jármű cikkszám :			
A RAJZ CSAK CAD RENDSZERBEN MÓDOSÍTHATÓ							
Tűrésezetlen méretek:		0.925 kg	A3				
ISO 2768-mK; 1989		S235JR					
Index	Módosítás	Dátum	Név				
1:1	Készítette	2025-10-18	Víg Zsolt	Ütköz			
	Ellenrizte	2025-10-18	Víg Zsolt				
	Jóváhagyta	2025-10-18	Laszló Gyula				
		Dátum	Név				
		HU					
C-5748-03-01						-	1/1

Lengő szorítók, mini

Termékleírás / Termékillustrációk



Leírás

Anyag:

Nemesíthető acél.
Fogantyú, műanyag.

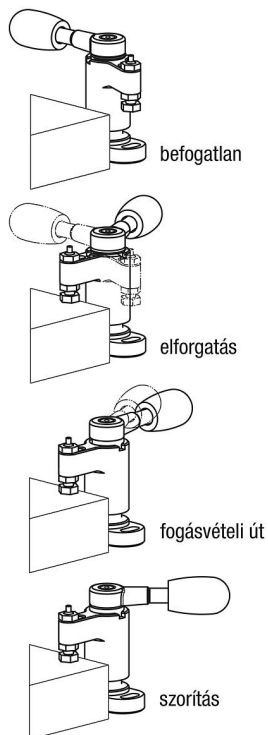
Kivitel:

nemesített és barnított vagy nikkelezett.

További információk:

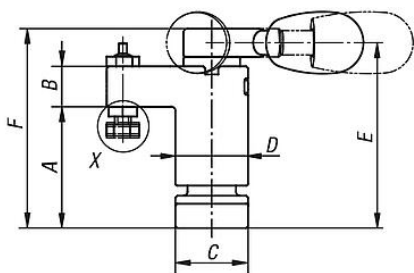
A lengőszorítókat főként ott használják, ahol a befogási pontoknak szabadnak kell lenniük a munkadarabok behelyezése és elvétele érdekében.

* Megengedett kézi erő a fogantyúhoz.

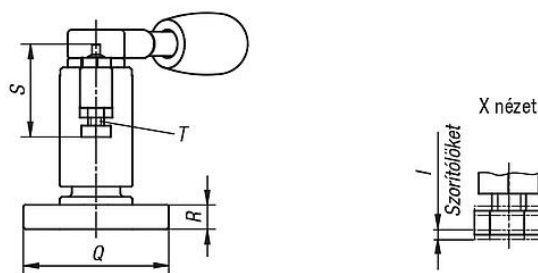


Lengő szorítók, mini

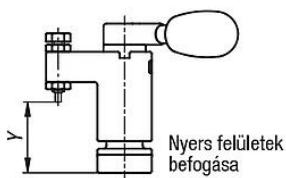
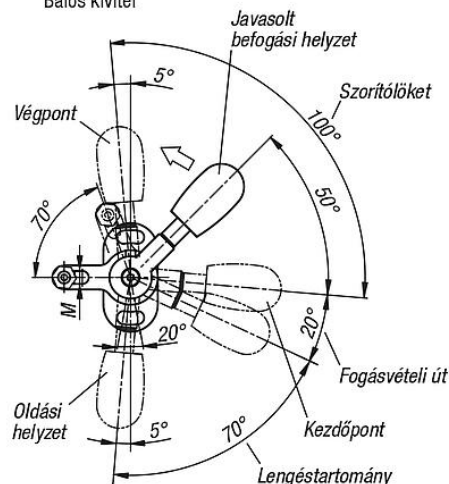
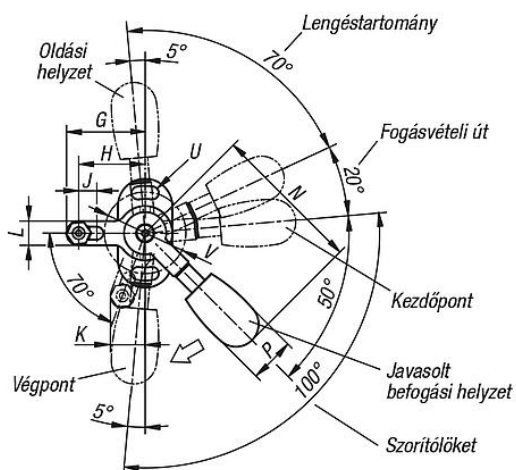
Rajzok



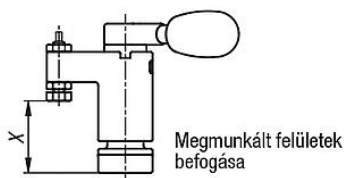
Jobbos kivitel



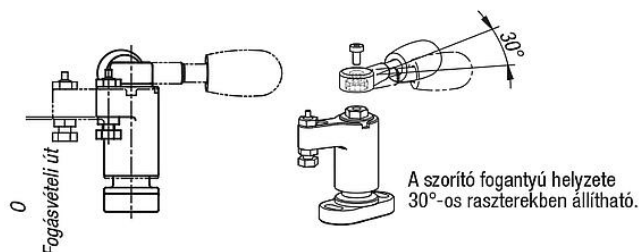
Balos kivitel



Nyers felületek befogása



Megmunkált felületek befogása



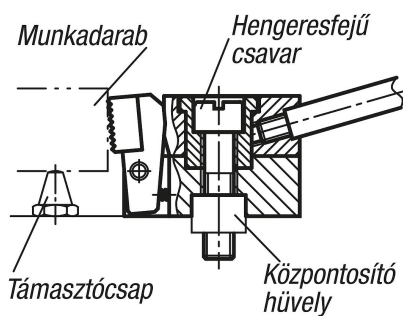
Termékáttekintés

Lengő szorítók, mini

Rendelési szám	Kivitel 1	Alaptest felülete	A	B	C	D	E	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
K0926.0100	balra	barnított	30	10	18	18	45,8	26	22	1	6	11,5	8	4,3	50	0,8	15	36	6
K0926.01001	balra	nikkelezett	30	10	18	18	45,8	26	22	1	6	11,5	8	4,3	50	0,8	15	36	6
K0926.0150	balra	barnított	40	14	23	23	61,3	35	30	1,4	8	15,3	10	5,3	63	1,1	20	45	8
K0926.01501	balra	nikkelezett	40	14	23	23	61,3	35	30	1,4	8	15,3	10	5,3	63	1,1	20	45	8
K0926.0200	balra	barnított	50	18	30	30	76,5	45	37	1,5	8	20,7	16	8,4	80	1,4	26	65	12
K0926.02001	balra	nikkelezett	50	18	30	30	76,5	45	37	1,5	8	20,7	16	8,4	80	1,4	26	65	12
K0926.0300	balra	barnított	60	22	40	40	93	55	45	1,9	8	25,4	20	10,4	100	1,7	33	85	15
K0926.03001	balra	nikkelezett	60	22	40	40	93	55	45	1,9	8	25,4	20	10,4	100	1,7	33	85	15
K0926.1100	jobbra	barnított	30	10	18	18	45,8	26	22	1	6	11,5	8	4,3	50	0,8	15	36	6
K0926.11001	jobbra	nikkelezett	30	10	18	18	45,8	26	22	1	6	11,5	8	4,3	50	0,8	15	36	6
K0926.1150	jobbra	barnított	40	14	23	23	61,3	35	30	1,4	8	15,3	10	5,3	63	1,1	20	45	8
K0926.11501	jobbra	nikkelezett	40	14	23	23	61,3	35	30	1,4	8	15,3	10	5,3	63	1,1	20	45	8
K0926.1200	jobbra	barnított	50	18	30	30	76,5	45	37	1,5	8	20,7	16	8,4	80	1,4	26	65	12
K0926.12001	jobbra	nikkelezett	50	18	30	30	76,5	45	37	1,5	8	20,7	16	8,4	80	1,4	26	65	12
K0926.1300	jobbra	barnított	60	22	40	40	93	55	45	1,9	8	25,4	20	10,4	100	1,7	33	85	15
K0926.13001	jobbra	nikkelezett	60	22	40	40	93	55	45	1,9	8	25,4	20	10,4	100	1,7	33	85	15

Oldalszorítók

Termékleírás / Termékillustrációk



Leírás

Anyag:

Acél.

Kivitel:

betétedzésű és barnított.

További információk:

A lenyomószorító egy olyan gyorszorító elem, amellyel a munkadarabok a forgatható pofák révén a spirális excenteren keresztül egyidejűleg rányomhatók a rögzített ütközőkre és egy támaszra.

A lenyomószorító a központosító persely (lásd az ábrát) révén pozicionálható és befogható egy moduláris raszteres rendszeren.

A K0035.006010, K0035.006015, K0035.006030 és K0035.006035 kivitelek 2 kör keresztmetszetű keményfém betéttel rendelkeznek.

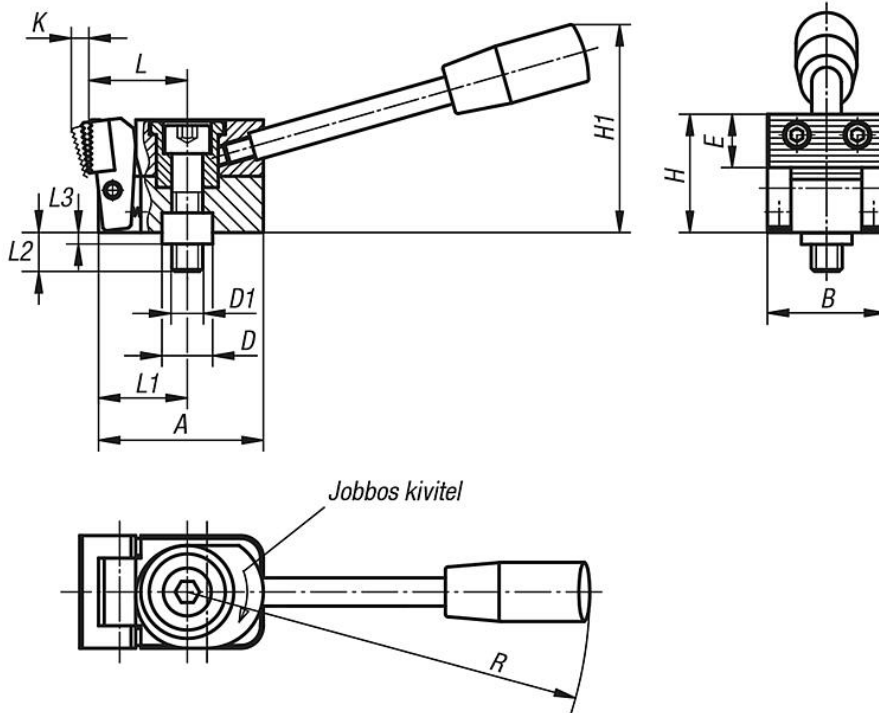
Szorítóerő:

K0035.006... = 3800 N

K0035.010... = 7200 N

Oldalszorítók

Rajzok

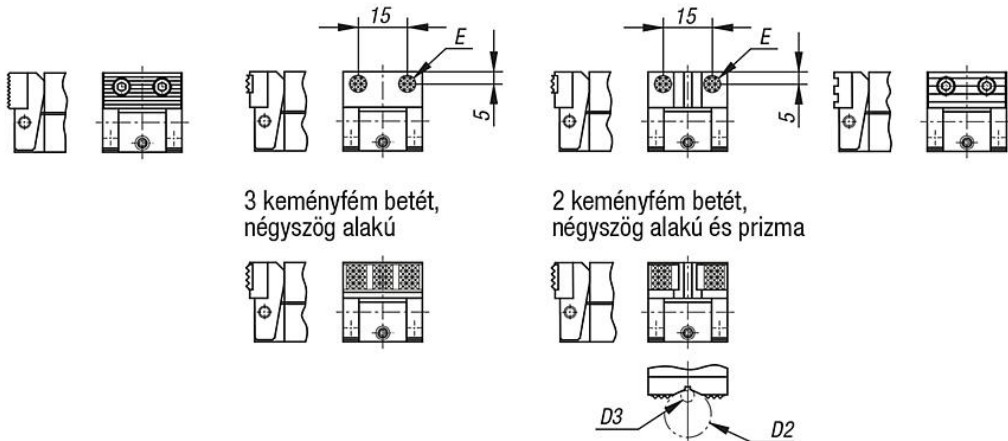


A alak, szorítópofo, acél, bordázott

B alak, szorítópofo: 2 keményfém betéttel, kör keresztmetszetű

C alak, szorítópofo: 2 keményfém betéttel, kör keresztmetszetű és prizma

D alak, szorítópofo, POM, bordázott



3 keményfém betét, négyzög alakú

2 keményfém betét, négyzög alakú és prizma

Termékáttekintés

Oldalszorítók

Rendelési szám	Alak	Kivitel 1	A	B	D	D1	D2 max.	D3 min.	E	H	H1	K	L	L1	L2	L3	R	F= Szorítóerő N
K0035.006005	A	jobbra	38,5	25	12	M6	-	-	11	25	45	4	22	20	17	4	110	3800
K0035.010005	A	jobbra	58,5	40	18	M10	-	-	18	40	74	6	35	31,5	27	6	143	7200
K0035.006025	A	balra	38,5	25	12	M6	-	-	11	25	45	4	22	20	17	4	110	3800
K0035.010025	A	balra	58,5	40	18	M10	-	-	18	40	74	6	35	31,5	27	6	143	7200

Oldalszorítók

Termékáttekintés

Rendelési szám	Alak	Kivétel 1	A	B	D	D1	D2 max.	D3 min.	E	H	H1	K	L	L1	L2	L3	R	F= Szorítóerő N
K0035.006010	B	jobbra	38,5	25	12	M6	-	-	∅8	24	45	3,5	22	20	17	4	110	3800
K0035.010010	B	jobbra	58,5	40	18	M10	-	-	12,7	39	74	5,5	37	31,5	27	6	143	7200
K0035.006030	B	balra	38,5	25	12	M6	-	-	∅8	24	45	3,5	22	20	17	4	110	3800
K0035.010030	B	balra	58,5	40	18	M10	-	-	12,7	39	74	5,5	37	31,5	27	6	143	7200
K0035.006015	C	jobbra	38,5	25	12	M6	9,5	2,5	∅8	24	45	3,5	22	20	17	4	110	3800
K0035.010015	C	jobbra	58,5	40	18	M10	27	4,5	12,7	39	74	5,5	37	31,5	27	6	143	7200
K0035.006035	C	balra	38,5	25	12	M6	9,5	2,5	∅8	24	45	3,5	22	20	17	4	110	3800
K0035.010035	C	balra	58,5	40	18	M10	27	4,5	12,7	39	74	5,5	37	31,5	27	6	143	7200
K0035.006020	D	jobbra	38,5	25	12	M6	-	-	11	25	45	4,5	22	20	17	4	110	3800
K0035.010020	D	jobbra	58,5	40	18	M10	-	-	18	40	74	7	34,5	31,5	27	6	143	7200
K0035.006040	D	balra	38,5	25	12	M6	-	-	11	25	45	4,5	22	20	17	4	110	3800
K0035.010040	D	balra	58,5	40	18	M10	-	-	18	40	74	7	34,5	31,5	27	6	143	7200

MATE, Műszaki Intézet, Anyagtudományi és Gépipari folyamatok Tanszék	Hegesztési terv: AWI ívhegesztés	Hegesztési terv száma:267	Gyártmány megnevezése: Üvegszorító-cső hegesztés	Gyártmány jele: K-567-P6	Rajzsám: K-567-P6	Lapszám: 1/1
--	----------------------------------	------------------------------	---	-----------------------------	----------------------	--------------

Vázlat:

Alapanyagok: méretek: állapot:		Hegesztő gép: Fronius Magicwave 3000	
Technológiai vizsgálat (MSZ 6442)	Gyártásellenőrző vizsgálat (MSZ 6442)	Gyártmány ellenőrzési utasítás	
	Sarokvarrat Keménységvizsgálat Csiszolatvizsgálat	1. Szemrevételezés 100%-ban 2. Mikroszkópikus vizsgálat csiszolaton.	
Hegesztendő alkatrész		Munkavédelmi előírások: Az érvényben lévő szabványok szerint.	
Rajzsám	Leszabás módja		
	Forgácsolás		

Sor-szám	Művelet megnevezése:	Élkiképzés	Gyök-hézag	Készülékek, rögzítés	Fűző varrat méret mm/m és db	Hegesztő anyagok és mérete	Technológiai paraméterek					Varrat mérete mm	Varrat minősége	Heg. helyzet	Elő ill. utó-hőkezelés	Megjegyzés:
							I (A)	U (V)	V _{heg} (m/min)	V _{huz} (m/min)	gáz (l/min)					
1.	Rögzít 1-es jelű varratnál	V-60°	0 mm	Rögzítő-forgató készülékben												
2.	1.sz varratot hegeszt	V-60°	0 mm			W 19 9 L Ø2,4 mm	150	15,5	0,12	-	8	3x38	III.	PA Vízszintes		korrózióálló drótkéfével
3.	Tisztít															
4.	Rögzít 2-es jelű varratnál	V-60°	0 mm	Rögzítő-forgató készülékben												
5.	2.sz varratot hegeszt	V-60°	0 mm			W 19 9 L Ø2,4 mm	150	15,5	0,12	-	8	3x38	III.	PA Vízszintes		korrózióálló drótkéfével
6.	Tisztít															
Készítette: Vig Zsolt István		Kelt: 2025.10.10	Ellenőrizte: László Gyula		Kelt: 2025.10.18	Javítások	Javítások		Javítások					Kelt: 2025.10.10	Érvényes 40 db-ra	

Classifications

EN ISO 14343-A	AWS A5.9 / SFA-5.9
W 19 9 L	ER308L

Characteristics and typical fields of application

TIG rod W 19 9 L / ER308L for joining and surfacing applications with matching and similar austenitic steels and cast steel grades. Good corrosion resistance. High weld metal toughness down to -196°C .
Application temperature max. 350°C .

Base materials

1.4301 X5CrNi18-10, 1.4306 X2CrNi19-11, 1.4307 X2CrNi18-9, 1.4311 X2CrNi18-9, 1.4312 GX10CrNi18-8, 1.4541 X6CrNiTi18-10, 1.4546 X5CrNiNb18-10, 1.4550 X6CrNiNb18-10
UNS S30400, S30403, S30453, S32100, S34700
AISI 304, 304L, 304LN, 302, 321, 347

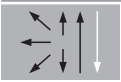
Typical analysis

	C	Si	Mn	Cr	Ni
wt.-%	≤ 0.02	0.5	1.8	20	10.0

Mechanical properties of all-weld metal - typical values (min. values)

Condition	Yield strength $R_{p0.2}$	Tensile strength R_m	Elongation A ($L_0=5d_0$)	Impact energy ISO-V KV J	
	MPa	MPa	%	20°C	-269°C
u	400 (≥ 320)	550 (≥ 510)	38 (≥ 30)	150 (≥ 100)	75 (≥ 32)
u untreated, as-welded – shielding gas Ar					

Operating data

	Polarity	DC -	Dimension mm
	Shielding gas (EN ISO 14175)	I1	1.0 × 1000
	Rod marking	W 19 9L / ER308L	1.2 × 1000
			1.6 × 1000
			2.0 × 1000
			2.4 × 1000
			3.2 × 1000
		4.0 × 1000	

Approvals

TÜV (09451), DB (43.13.19), DNV, ABS, CE