

DIPLOMADOLGOZAT

Dióssi Balázs

Gödöllő

2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Műszaki Intézet

Gépészmérnök mesterképzési szak

Lemeztermék tervezése és gyártástechnológiája

Belső konzulens: Dr. Zsidai László
egyetemi tanár

Belső konzulens

intézete/tanszéke: Anyagtudományi és Gépipari
Folyamatok Tanszék

Külső konzulens: Rómer Dávid
Logisztikai vezető

Készítette: **Dióssi Balázs**

Gödöllő

2023

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés.....	5
2.	Szakirodalom elemző feldolgozása.....	7
2.1	Tervezés.....	7
2.1.1	Anyagválasztás.....	7
2.1.2	Geometriai tűrések	11
2.1.3	Geometriák	12
2.2	Lehetséges gyártási technológiák.....	15
2.2.1	Szubtraktív gyártási technológiák.....	15
2.2.2	Additív gyártási technológiák.....	16
2.2.3	Öntészet.....	17
2.3	Anyagszétválasztó eljárások.....	18
2.4	Élhajlítás	25
2.5	Költségszámítás	29
3.	Termék tervezés	32
3.1	Peremfeltételek	33
3.2	Anyagválasztás	33
3.3	SZD-01-00-01 tervezése.....	34
3.4	SZD-01-01-02 tervezése.....	36
3.5	Kész modell és módosítások.....	40
4.	Gyártás tervezés	42
4.1	Hajlítás.....	42
4.1.1	SZD_01_00_01_REV1 hajlítása.....	43
4.1.2	SZD_01_00_01_REV1 hajlítása.....	47
4.2	Lézervágás.....	49
4.2.1	SZD_01_00_01_REV1 TruTops CAD	50
4.2.2	SZD_01_00_01_REV1 TruTops Nest	52
4.2.3	SZD_01_00_01_REV1 TruTops Laser.....	54
4.3	Stancolás.....	58
4.3.1	SZD_01_00_02_REV1 TruTops CAD	59
4.3.2	SZD_01_00_02_REV1 TruTops Nest	59
4.3.3	SZD_01_00_02_REV1 TruTops Punch.....	60

4.4	Műveleti sorrendterv.....	66
4.4.1	SZD_01_00_01_REV1 műveleti sorrendterv	66
4.4.2	SZD_01_01_01_REV1 műveleti sorrendterv	66
4.4.3	SZD_01_00_02_REV1 műveleti sorrendterv	67
4.4.4	SZD_01_01_02_REV1 műveleti sorrendterv	67
4.4.5	SZD_01_00_00_REV1 műveleti sorrendterv	67
5.	Mintagyártás.....	68
6.	Árkalkuláció.....	73
7.	Következtetések és javaslatok.....	76
8.	Összefoglalás.....	77
9.	Summary	78
10.	Irodalomjegyzék.....	79
11.	Ábrajegyzék	81
12.	Mellékletek.....	84

1. Bevezetés

A fémlemez technológia meghatározó szerepet játszik modern világunk alakításában. A felhőkarcolók építésétől a bonyolult gépek gyártásáig a lemezalkatrészek számos iparág nélkülözhetetlen részévé váltak. A lemeztechnológia forradalmasította a gyártási folyamatokat a különböző iparágakban. Sokoldalúsága lehetővé teszi a termékek széles skálájának gyártását, beleértve az autóiipari alkatrészeket, készülékeket, repülőgép-alkatrészeket és elektronikai eszközöket. A lemezgyártási technikák által kínált precizitás és következetesség lehetővé teszi a gyártók számára, hogy összetett és testreszabott terveket hozzanak létre, kivételes pontossággal és hatékonysággal. A nyersanyagok bonyolult formákká és szerkezetekké alakításának képessége biztosítja a kiváló minőségű termékek előállítását, miközben csökkenti a hulladékot és optimalizálja az erőforrásokat.

A fémlemez technológia fejlődése elősegítette az áttöréseket különböző technológiai területeken. Az autóiiparban a könnyű fémlemez alkatrészek hozzájárulnak az üzemanyag-hatékonysághoz és a jobb teljesítményhez. Ezen túlmenően a lemezeket elektronikus burkolatok gyártása során is használják, biztosítva az elektromágneses árnyékolást és az érzékeny elektronikai eszközök védelmét. A fémlemez-technológia jelentős gazdasági hatással bír, ösztönzi a növekedést és a munkahelyteremtést. Azok az iparágak, amelyek a fémlemezgyártásra támaszkodnak, munkalehetőséget biztosítanak szakképzett munkásoknak, például lemeztechnikusoknak, hegesztőknek és fémgyártóknak. Ezenkívül a testre szabott és jó minőségű fémlemez alkatrészek hazai gyártásának lehetősége csökkenti az importtól való függőséget, hozzájárulva a helyi gyártáshoz és a gazdasági rugalmassághoz.

A műszerek és eszközök elengedhetetlen részét képezik mind a mindennapi életnek, mind pedig a szakmai és ipari területeknek. Az eszközök sokféle anyagból készülhetnek, azonban a lemez anyagokból készült műszerdobozok különösen fontos szerepet játszanak ezen a területen. Ezek a dobozok olyan anyagokból készülnek, mint az acél, alumínium vagy rozsdamentes acél. A lemez anyagokból készült dobozokat különböző vastagságokban és méretekben lehet gyártani, így az igényeknek megfelelően testre szabhatók. Ez lehetővé teszi a műszerek optimális elrendezését és védelmét. Az esztétikai megjelenés sem elhanyagolható szempont. A lemez anyagokból készült műszerdobozok modern és professzionális megjelenést kölcsönöznek a műszereknek. Ezenkívül az egyedi logók és címkék könnyen

elhelyezhető rajtuk, ami tovább növeli a vállalatok és szervezetek számára nyújtott promóciós lehetőségeket. Végezetül, a lemez anyagokból készült műszerdobozok hosszú élettartamuk miatt is kedvelt választások. A minőségi anyagok és a strapabírásuk garantálja, hogy hosszú ideig szolgáljanak, és ezzel minimalizálják a cserélendő eszközök költségeit.

Diplomamunkámhoz alapul munkahelyemet, a Dunakeszi telephelyű EMG-metall Kft-t fogom venni. A cég kis és közepes darabszámú alkatrészek tervezésével, gyártásával és szállításával foglalkozik. 1996-os alapítása óta folyamatosan vezették be a legújabb technológiákat, mára már korszerű gépparkkal rendelkezik, mely lehetővé teszi a különböző anyagú lemezek megmunkálását. A technológia részét képezi a lézervágás, stancolás, élhajlítás, sajtolás, hegesztés és a porfestés. 2021 óta az üzem tovább bővült forgácsoló gépekkel is, így már az esztergálás és marás is a technológiánk részét képezi. Több mint 3 éve dolgozom már a cégnél, ez idő alatt alkalmam volt közelről megismerkedni a lemezgyártással, a gépek használatával és a technológiával.

A diplomamunkám célja egy komplett lemezből készült műszerdoboz tervezése és gyártása az üzemben található eszközök felhasználásával. A műszerdoboz tervezésénél csak is a lemez oldalról fogom megközelíteni a problémát, úgy kezelem, mintha egy csapat tagja lennék és az elektronikával, beszerzéssel, marketinggel stb. a csoport többi tagja foglalkozna. Elkészítem a gyártáshoz szükséges modelleket és műszaki rajzokat, valamint kiválasztom a kereskedelemben kapható eszközöket, amik szükségesek az összeállításhoz. Ez követően a CAM szoftverekkel megcsinálom az alkatrészek lézer, stanc és élhajlító CNC programjait és összeállítom a műveleti sorrendtervet a gyártáshoz. Végül az üzemben le is gyártok egy kész terméket, hogy a valóságban is leteszteljem minden a terveknek megfelelően működik-e és a tapasztalatokat felhasználva elkészítem a szükséges árkalkulációt.

2. Szakirodalom elemző feldolgoása

Az alábbi fejezet célja, hogy áttekintsem és összefoglaljam a témámhoz fűződő szakirodalmakat, különös tekintettel azokra az információkra, amiket közvetlenül felhasználok a feladatom elvégzéséhez.

2.1 Tervezés

A lemezalkatrészek tervezése kulcsfontosságú lépés az ipari termékek fejlesztésében és gyártásában. Ezek az alkatrészek különböző formájúak és méretűek lehetnek, és számos funkciót láthatnak el egy gép vagy berendezés működése során. Például autókban a karosszériaelemek, az elektronikai eszközökben a házak és a házakban a tetőszerkezetek gyakran lemezalkatrészekből készülnek. A lemezalkatrészek tervezése komplex és kihívásokkal teli mérnöki feladat, amelynek során a tervezőknek számos szempontot kell figyelembe venniük.

2.1.1 Anyagválasztás

Az alábbi alfejezetben a Komaspéc anyagválasztási segédletét dolgozom fel. Forrás: Komaspéc (2023)

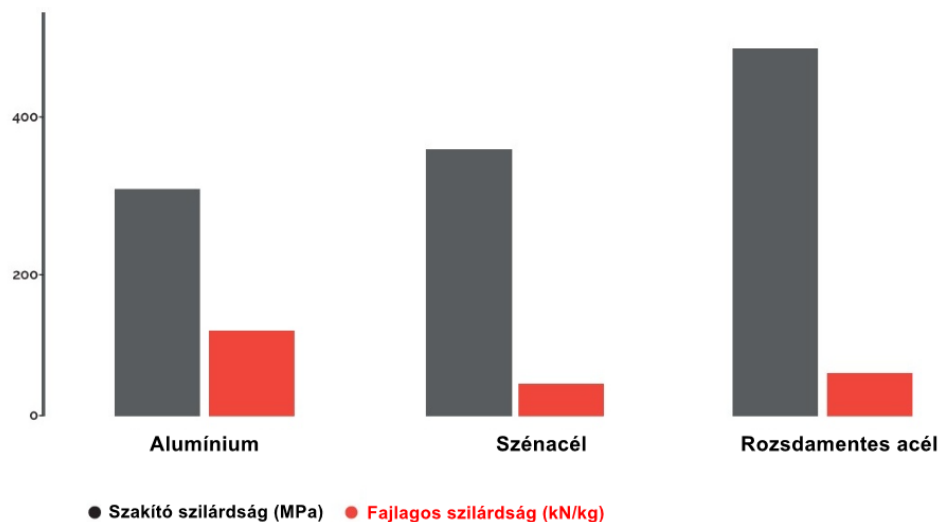
Lemeztermékek gyártásánál számos különböző anyag közül választhatunk. Nem minden fémlemez alkatrész egyforma. A végső alkalmazástól függően kell kiválasztani az anyagot gondosan ügyeljen arra, hogy megfeleljen a kívánt működésnek és a gyártási követelményeknek. A rossz anyag kiválasztása az alkatrész vagy termék meghibásodását, alacsony hozamot, magas költségeket vagy számos biztonsági aggályt. A legkritikusabb tényezők, amelyeket figyelembe kell venni a lemezalkatrészek anyagának kiválasztásakor: felhasználási mód, anyagtulajdonságok, gyárthatóság, költség.

Sokféle fémlemez létezik, amelyek mindegyike különböző tulajdonságokkal rendelkezik, amik alkalmassá teszik őket különböző alkalmazásokra. Mindegyiknek megvannak a maga előnyei és hátrányai, ezeket figyelembe kell venni a projekt anyagának kiválasztásakor. Annak érdekében, hogy lerövidítsem a vizsgálandó fémek listáját, csak az EMG-Metallnál használt lemez anyagokat fogom kielemezni, és példákat adni mindegyikük valós felhasználására.

- Szénacélok: messze a leggyakrabban használt anyag lemezgyártáshoz. A viszonylagos szilárdság, valamint a gyártás egyszerűsége és a rozsdamentes acélhoz vagy alumíniumhoz képest viszonylag alacsony költsége azt jelenti, hogy számos egyedi acél alkatrész, például építőipari vagy gépjármű karosszériaelemek készítésére használható. Előnyei, hogy olcsó, könnyű vele dolgozni, jó a hegeszthetősége, sokoldalú, súlyához képest erős és különféle felületkezeléssel lehet ellátni. Hátránya, hogy nem alkalmas polírozásra és rozsdásodik, ami további felületkezelést igényel.
- Rozsdamentes acél: egy krómot tartalmazó ötvözet, amely jó korrózióállóságot és jobb szilárdságot biztosít. Nem mágneses, ideális orvosi műszerekhez, kültéri alkalmazásokhoz és számos más olyan területen, ahol ezek az anyagok ki lehetnek téve korrozív vegyi anyagoknak, vagy viszonylag nagyobb keménységre van szükségük az enyhe acélhoz képest. Előnyei, hogy könnyű vele dolgozni, kiváló minőségű polírozásra alkalmas, tartós, könnyen tisztítható és sterilizálható, valamint korrózióálló. Hátrányai, hogy drágább, mint a szénacél és a hegesztése bonyolultabb lehet.
- Alumínium: számos pozitív tulajdonsága van, például nagy rozsdállósága. Tömege az acél tömegének egyharmada, és bizonyos körülmények között ugyanolyan erős is lehet. Más alkalmazásokban előfordulhat, hogy ez az anyag nem képes elviselni ugyanazt a feszültséget, mint az acél. Előnyei a magas szilárdság/tömeg arány (ideális a súlycsökkentést igénylő alkalmazásokhoz), korrózióálló, tartós, esztétikus kisebb polírozással. Hátrányai, hogy drágább, mint a szénacél, viszont lényegesen alacsonyabb a szakítószilárdsága és a folyáshatára.
- Galvanizált acél: A galvanizálás egy cinkréteget visz az acél felületéhez. Ez költséghatékony módja annak, hogy az anyagba beépített magas korrózióállóságot biztosítsunk, ami csökkenti a gyártás előtti rozsdásodás lehetőségét és a további felületkezelés szükségességét. Ez tökéletessé teszi olyan dolgokhoz, mint a kerítések és más, az időjárásnak kitett kültéri keretek. Előnyei a könnyű gyárthatósága, költséghatékonyasága, a korrózióvédelem és a tartóssága. Hátrányai, hogy az illesztések vagy vágások idővel korrodálódhatnak, ha a feldolgozás károsította a horganyzott védőréteget.

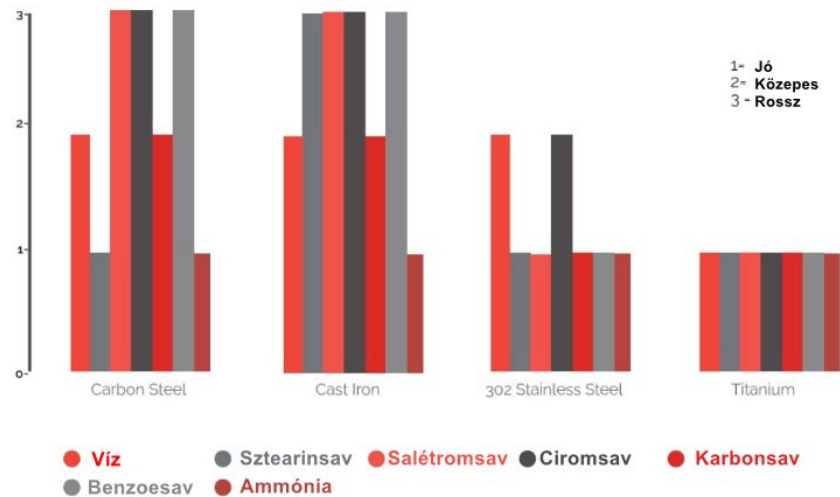
A mechanikai tulajdonságok és hatásuk megértése kritikus fontosságú a feladathoz legjobb nyersanyag kiválasztásához. A folyamat során figyelembe veendő legfontosabb mechanikai tényezők közül néhány:

- Az anyagszilárdság gyakran a legszélesebb körben használt mérőszám az anyag alkalmasságának meghatározására. Azt méri, hogy egy alkatrész mekkora terhelést tud elviselni, mielőtt az eredeti alakjából deformálódik. Kétféleképpen lehet megvizsgálni az anyag szilárdságát, és mindegyik eltérő eredményt adhat. Erő a költségek szerint: a fém burkolatok vagy tartályok nagy szilárdságot és alacsony költséget igényelnek. Erősség súly szerint: az anyagnak továbbra is erősnek kell lennie a repülőgépek építésénél, de az összsúly is elengedhetetlen. Érdekes módon az alumínium, a szénacél és a rozsdamentes acél összehasonlításában az alumíniumötvözet rendelkezik a legnagyobb fajlagos szilárdsággal, annak ellenére, hogy a legalacsonyabb szakítószilárdsága van (1. ábra).



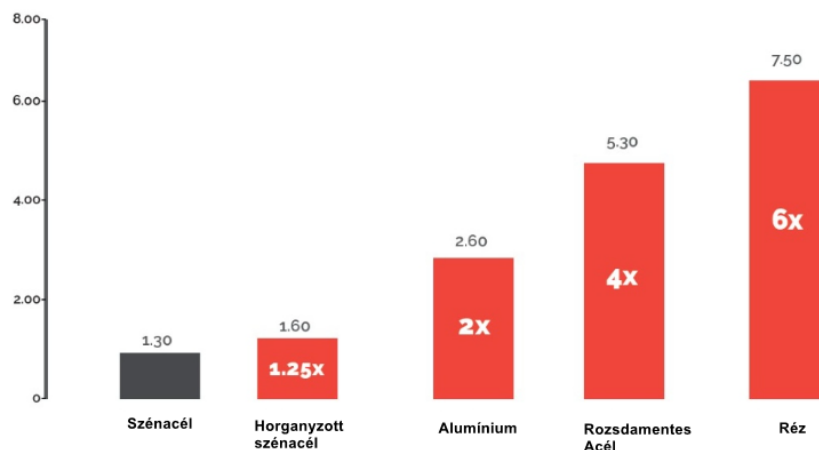
1. ábra Szakító és fajlagos szilárdság, forrás: Komaspac (2023)

- A korrózió vagy a rozsdás egy kémiai reakció az anyagban lévő vas és a környezetében lévő oxigén között, legyen szó levegőről vagy vízről. A jó korrózióállóság (fémek – agresszív folyadékokkal szembeni korrózióállóság) döntő tényező az anyagválasztásban; Meglepően rövid időn belül meggyengítheti az acélt, ha megfelelőek a feltételek. Az 2. ábrán néhány példa látható a korrózió mértékére különböző anyagok hatására.



2. ábra Korrózió mértéke különböző anyagok hatására, forrás: Komaspac (2023)

- A lemezalkatrészek gyártási költsége az alapanyaggal kezdődik. A drágább anyagok, például az alumínium, a rozsdamentes acél és a réz sok szempontból jobb, mint az olcsóbb anyagok, például az acélhoz és a horganyzott acél. Ezzel együtt jár az is, hogy drágábbak. Egyes esetekben az olcsóbb anyag is alkalmas lehet a munkára, alacsonyabb költségek mellett. Például az alumínium túl drága lehet egy könnyű és korrózióálló alkatrészhez, ezért a horganyzott acél lehet a jobb választás. Végző soron az anyagválasztás a projekt teljesítménykövetelményeitől és költségkorlátaitól függ. Az 3. ábra hozzávetőlegesen bemutatja, hogy mennyibe kerülnek az egyes anyagok. Láthatjuk, hogy míg az alumínium kilogrammonként kétszer olyan drága, mint az acél, addig a rozsdamentes acél közel ötször drágább.

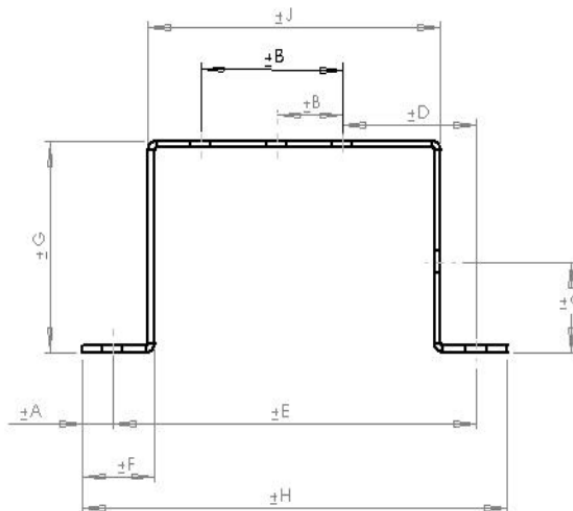


3. ábra Alapanyag költség / kg (USD), forrás: Komaspac (2023)

2.1.2 Geometriai tűrések

A geometriai tűrések fontos szerepet játszanak a tervezés és a gyártás területén, mivel segítenek biztosítani, hogy a készült alkatrészek megfeleljenek a tervezési követelményeknek és a funkcionalitásnak. Ezek olyan mértékegységek, amelyekkel szabályozzuk az alkatrészek méretét, alakját és pozícióját. Ezek az előírások biztosítják, hogy az összeszerelt termék pontosan működjön, és hogy az alkatrészek kompatibilisek legyenek egymással.

Egy gép sem képes tökéletesen tartani a névleges méreteket, az eltérő tűrések különböző technológiát is igényelnek. A forgácsolással összehasonlítva az élhajlítás egy „pontatlan” művelet, tized milliméter alatti tűrések nem tarthatók vele. Tervezésnél a tűréseket az ISO 2768-m szerint érdemes figyelembe venni (1. melléklet, 1. ábra). Hajlításonként a $\pm 0,2$ - $0,5$ mm tűrés már jól tartható. Fontos észben tartani, hogy ez több hajlításnál összeadódik, emiatt egy befoglaló méretnél, ahol a darabon 4-5 hajlítást is van, $\pm 0,2$ mm tűrés igen nehezen megvalósítható. Az 5. ábra jó képet ad arról, hogyan érdemes egy többször meghajlított darabnál a tűréseket megadni.



DIM	Tolerance		Description
	Millimeter	Inches	
A	0.12	0.005	Sheared edge to hole
B	0.12	0.005	2 holes on one surface
C	0.25	0.010	Formed edge to hole
D	0.38	0.015	Holes across 2 bends
E	0.5	0.020	Holes across 4 bends
F	0.25	0.010	Sheared edge to bends
G	0.25	0.010	Across 2 bends
H	0.64	0.025	Former part
J	0.25	0.010	Across 2 bends

4. ábra Tűrések meghatározása forrás: Hansen industries (2017)

Az A és a B méretek vágott méretek, élhajlítás nem befolyásolja őket, ezért a $\pm 0,1$ milliméter ideális. A C és az F méreteknél csak egy hajlítás szerepel ezért $\pm 0,2-0,3$ mm megfelelő lehet a hajlítás méretétől függően. Az F, G és J méreteknél ugyan két hajlítás van, de a kész méretet csak az egyik befolyásolja, ezért a $\pm 0,2-0,3$ mm ezeknél is használható. A D, E és H méreteket már több hajlítás is behatárolja, ezért itt már nagyobb tűréssel is kell számolnunk.

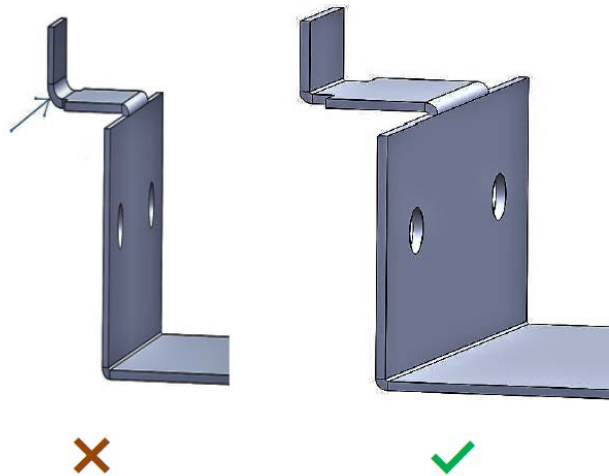
2.1.3 Geometriák

Az alábbi alfejezetben a Hansen industries lemeztervezési segédletét dolgozom fel.

Forrás: Hansen industries (2017)

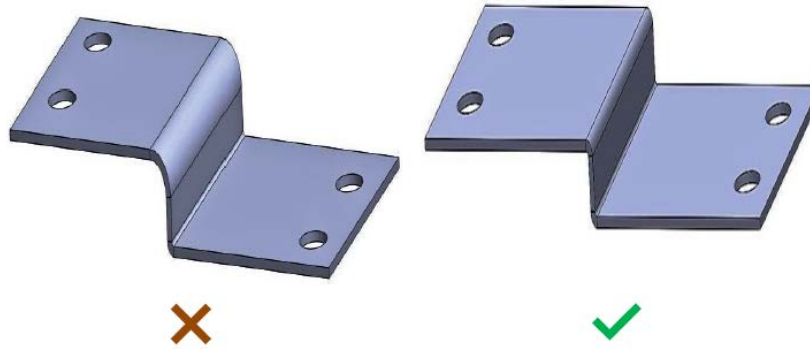
A lemezek vágása, élhajlítása, sajtolása valamilyen szerszámmal történik emiatt a kialakítható geometriákat ezek képességéhez kell igazítani. Egy lemeztermék tervezésénél számos olyan szempont van, amit, ha figyelmen kívül hagynak az alkatrészt nem lehet legyártani vagy fölöslegesen növeli a gyártási költségeket. Amennyiben valamilyen előírás vagy fontos feltétel nem indokolja érdemes az egyszerűsége törekedni.

Tökéletes példa egy olyan geometriára, ami gyártható, de csak fölösleges plusz költségek árán, a nem egységes hajlítási rádiuszok (5. ábra).



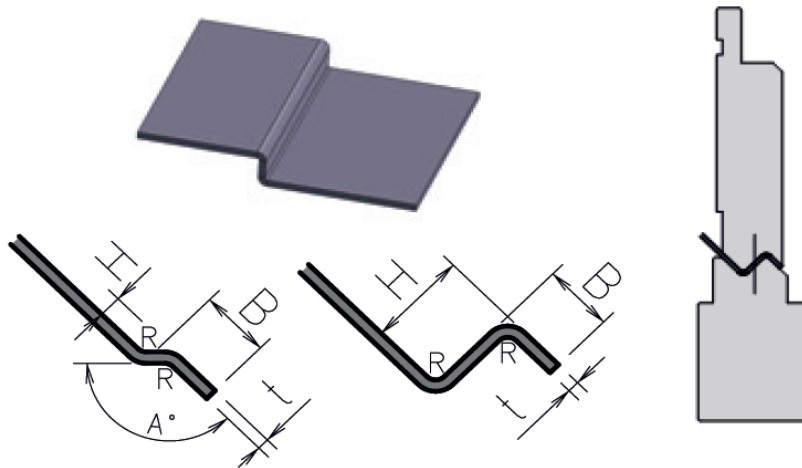
5. ábra Nem egységes hajlítási rádiuszok forrás: Hansen industries (2017)

A kialakuló rádiusz a bélyeg lekerekítésétől és a matrica szélességétől függ, ezért, ha különböznek egymástól, az több szerszámot jelent, ami növeli a felszerszámozási időt. Bonyolultabb a helyzet, ha ezek a hajlítások közel helyezkednek el egymáshoz (6. ábra).



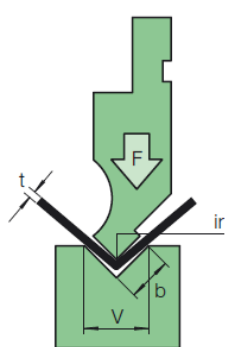
6. ábra Z hajlítás eltérő rádiusszal forrás: Hansen industries (2017)

Ilyen esetben Z hajlító szerszámra van szükség, ami egy lépésben készíti el a két hajlítást (7. ábra). Ezeknél a szerszámoknál a lekerekítések egységeseek, ezért egyedi szerszámra lenne szükség a feladat elvégzéséhez.



7. ábra Z hajlító forrás: Hansen industries (2017)

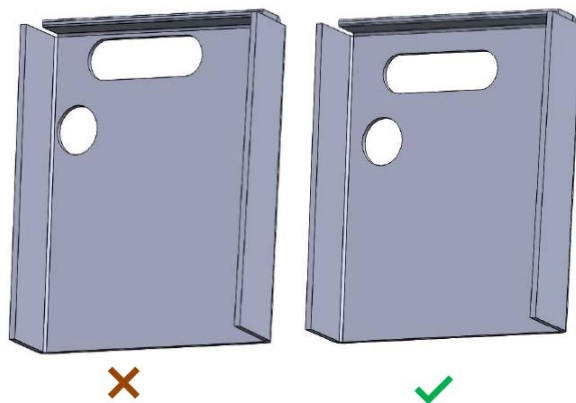
Tervezés folyamán a minimálisan felhajtható méretekkel is fontos számolni. Túl kicsi méret esetén a lemez befordulhat a matricába és így nem kapjuk meg a kívánt szöget. Ez a minimum méret szerszámokonként változik, a szerszámgyártók ezeket táblázatokban tüntetik fel, az anyagvastagságtól függően (8. ábra).



t	V	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	25	32	40	50	63	80	100	125		
	b	2,9	3,6	4,3	5,0	5,7	6,4	7,1	8,5	10,0	11,4	12,8	14,2	17,7	23,0	29,0	36,0	45,0	57,0	71,0	89,0		
	ir	0,7	0,8	1,0	1,2	1,3	1,5	1,7	2,0	2,3	2,7	3,0	3,3	4,0	5,0	6,7	8,0	10,0	13,0	16,0	20,0		
0,50		43	34	28																			
0,63		67	54	45	39	34																	
0,88			105	88	75	66	59	53															
1,00			136	113	97	85	76	68	57														
1,25				117	152	133	118	106	89	76													
1,50						191	170	153	128	109	96	85											
2,00								272	227	194	170	151	136	109									
2,50										304	266	236	213	170	133								
3,00											383	340	306	245	191	153							
3,50												463	417	333	260	208	167	132					
4,00														435	340	272	218	173					
4,50															430	344	275	219	172				
5,00	F														531	425	340	270	213				
6,00																512	490	389	306	245			
7,00																		529	417	333	267		
8,00																		691	544	435	348		

8. ábra Amada hajlítási táblázat forrás: Amada GmbH (2014)

A táblázatból kiolvasható, hogy például 1 mm vastag lemez hajlításánál használhatunk 6 mm, 7 mm, 8mm vagy 10 mm széles matricát, ezekben az esetekben a minimum felhajtási méret 4 mm, 5 mm, 5,5 mm vagy 7 mm lehet. Ugyanez a szabály érvényes a furatokra és az ablakokra is, nem szabad őket túl közel elhelyezni a hajlításhoz (9. ábra).

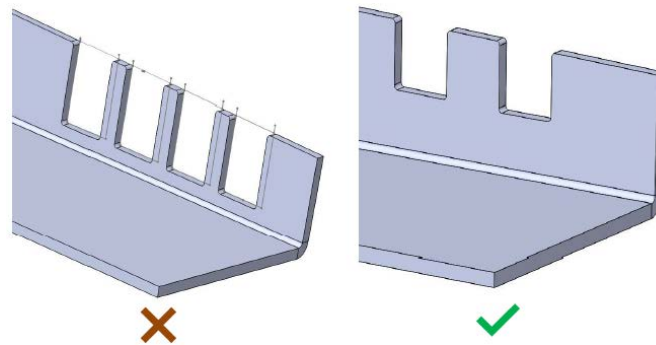


9. ábra Furat és ablak pozíciók forrás: Hansen industries (2017)

Az ablakokat ugyan úgy kell kezelni, mint a hajlított oldalakat, mivel itt egy hosszabb egyenes mentén nem fekszik fel az anyag megfelelően. Furatoknál kisebb távolság is elegendő lehet, mivel az alátámasztott részek könnyebben húzzák magukkal az anyagot. Érdeemes őket úgy

elhelyezni, hogy a furat széle a lemez szélétől a kétszeres anyagvastagság és a hajlítási sugár összege legyen.

A bevágásoknak, a füleknek és a furatoknak minimum lemezvastagság méretűnek kell lenniük. Ha ennél kisebb, az stancolásnál szerszámtöréssel járhat, lézeres vágásnál pedig pontatlansághoz és rossz minőségű vágáshoz. A fülek szélességének minimum az anyagvastagság kétszeresének kell lennie és a hosszuk nem lehet több mint ennek az ötszöröse, különben könnyen kihajolhatnak (10. ábra).



10. ábra Megfelelő kivágások és fülek forrás: Hansen industries (2017)

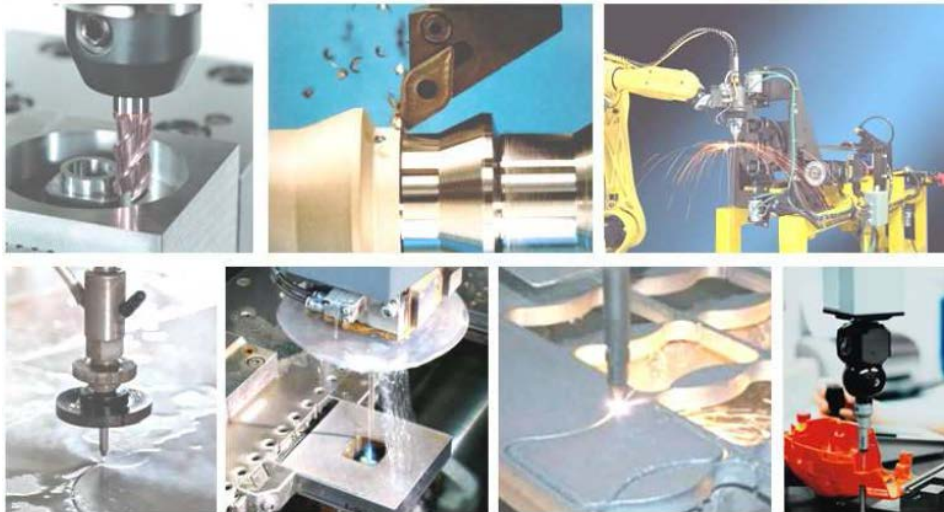
2.2 Lehetséges gyártási technológiák

A gyártási terület figyelemre méltó átalakuláson ment keresztül az alakító technológiák fejlődésének köszönhetően. A hagyományos módszerektől az élvonalbeli innovációkig ezek a technológiák forradalmasították a nyersanyagok bonyolult és funkcionális termékeké történő átalakítását. Ez a fejezet számos formáló gyártási technológiával foglalkozik, azon belül is a műszerdobozok gyártásához felhasználható modern technológiákat kiemelve. Ezeket az eljárásokat nagyobb csoportokra lehet bontani, amiket az alábbiakban külön is be fogok mutatni, külön figyelmet szentelve a lemeztechnológiának. A megmunkálási eljárások csoportosításakor alapvetően három csoportot tudunk képezni, ezek rendre: szubtraktív megmunkálás, additív megmunkálás, és az öntészet. Ezek mellett megjelenik még a lemeztechnológia is, az különböző vágási eljárásokkal, amiket nehéz ebbe a három kategóriába sorolni. Mivel a szakdolgozatom a lemezgyártáshoz kötődik, ezeket a témákat bővebben fogom kifejteni.

2.2.1 Szubtraktív gyártási technológiák

Ennek során az anyagot eltávolítják egy tömör tömbből a kívánt forma létrehozásához. Számos technológia tartozik ebbe a kategóriába. CNC megmunkálás, aminél a számítógépes

numerikus vezérlő (CNC) gépek előre programozott utasításokat használnak a szerszámok mozgásának precíz vezérléséhez, lehetővé téve az anyagok, például fém, műanyag és fa pontos formázását. Történhet marással és esztergálással. Ezek a forgácsolás alapvető technikái, ahol a szerszámmal eltávolítják az anyagot a munkadarabból, hogy elérjék a kívánt formát. A marás lineáris, míg az esztergálás forgó mozgást foglal magában. Néhány példa a szubtraktív CNC megmunkálásra a 11. ábrán látható.



11. ábra Példák szubtraktív CNC megmunkálásra, forrás: Dr. Mikó B. (2015)

2.2.2 Additív gyártási technológiák

Az additív gyártás vagy a 3D nyomtatás rétegről rétegre építi fel az objektumokat, lehetővé téve az összetett geometriákat és a gyors prototípuskészítést. Néhány példa:

- Fused Deposition Modeling (FDM): Az FDM nyomtatók rétegről rétegre extrudálják az olvadt hőre lágyuló anyagokat, lehetővé téve funkcionális prototípusok és végfelhasználói alkatrészek létrehozását.
- Sztereolitográfia (SLA): Az SLA UV fényt használ a folyékony fotopolimer gyanta rétegről rétegre történő megszilárdításához, így nagy felbontású modelleket és bonyolult terveket készít.
- Szelektív lézeres szinterezés (SLS): Az SLS lézerral porított anyagokat, például nylont vagy fémet szilárd szerkezetté olvaszt, lehetővé téve tartós és összetett alkatrészek előállítását.

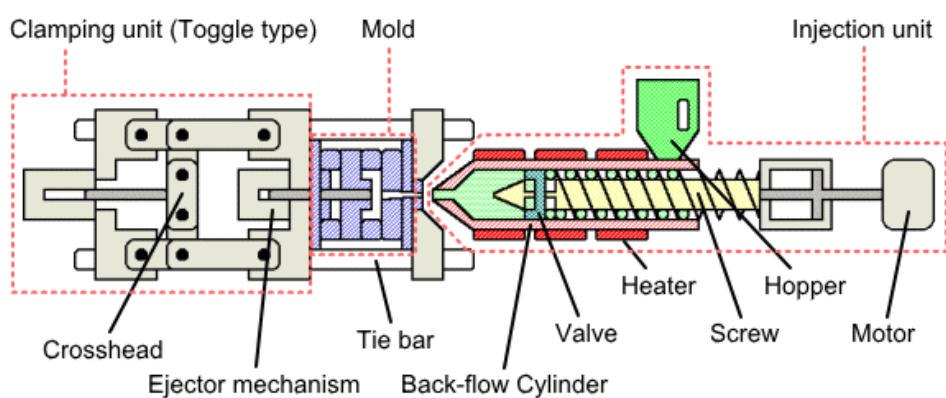
Néhány példa additív gyártási eljárásokra a 12. ábrán látható.



12. ábra Példák additív gyártási eljárásokra, forrás: Zsidai L., Mózes A. (2023)

2.2.3 Öntészet

A fröccsöntési technikák nyomás, hő vagy mindkettő alkalmazásával átalakítják az anyagokat, az olvadékot egy formaüregbe fecskendezik, lehetővé téve bonyolult és egységes műanyag alkatrészek tömeggyártását az autóipartól a fogyasztási cikkekig. Kompressziós fröccsöntésnél az előmelegített anyagokat öntőformába helyezik, ahol nyomást és hőt alkalmaznak, hogy az anyagot a kívánt formára alakítsák és kikeményítsék. Vákuumos formázásnál vékony műanyaglapokat hevítenek, és vákuumnyomás alkalmazásával formák felett alakítják ki, és olyan termékek készítésére használják, mint csomagolások, tálcák és a feliratok. A 13. ábrán egy fröccsöntő szerszám vázlata látható.

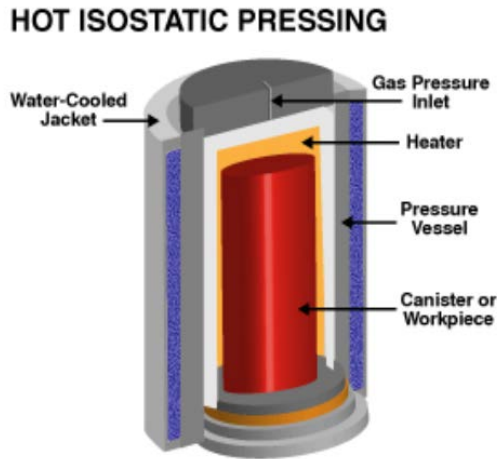


Copyright © Polyplastics Co., Ltd.

13. ábra Fröccsöntő szerszám, forrás Polyplastics honlapja

A porkohászat magába foglalja a porított anyagok tömörítését és szinterézését, így tárgyakat készítenek. Fémfröccsöntésnél (MIM) a finom fémporokat polimer kötőanyaggal keverik össze, hogy nyersanyagot hozzanak létre, amelyet ezután fröccsöntenek, mielőtt felmelegítenék a kötőanyag eltávolítására és a fémrészecskék szinterezésére. Meleg

izosztatikus préselésnél (HIP) (14. ábra): magas nyomást és hőmérsékletet használnak a porított anyagok tömörítésére, így nagy szilárdságú és egyenletes tulajdonságú alkatrészeket hoznak létre.



14. ábra Meleg izosztatikus préselés, forrás: MPIF honlapja

2.3 Anyagszétválasztó eljárások

Az alábbi fejezetben használt képletek forrása: Dr. Balogh A., Dr. Sárvári J., Dr. Schäffer J., Dr. Tisza M. (2003)

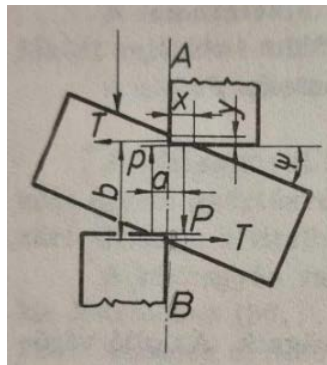
Mivel a szakdolgozatom a középsorozat gyártás kategóriába esik, ezért az alábbiakban főleg azokról a technológiákról ejtek szót, amelyek alkalmasak ehhez a darabszámhoz. Jellemzőik [Dr. Zsidai L. (2016)]:

- Automatizált, de kézi adagolású gépek, mdb tárolók függetlenítik a dolgozót
- Egyszerre több darabot gyártunk.
- A gyártmányok, munkadarabok és műveletek sorozatonként ismétlődnek.
- Az egyetemes szerszámgépek mellett nagy termelékenységű, revolver, mechanikus automata célberendezéseket, programvezérlésű gépeket is alkalmaznak (CNC).
- Az egyszerre munkába vett munkadarabok száma adja a sorozatnagyságot. A technológiai folyamat sorozatnagyságonként ismétlődik.

Az anyagszétválasztás folyamatáról beszélünk, amikor különböző eljárásokkal dolgozunk, például kivágással, körül vágással, darabolással, kicsípéssel, pontossági vágással

(után vágással és borotválással), finomvágással és kettévágással. Ezeket a műveleteket számos technológiai módszerrel lehet végrehajtani, amelyek különböző elveken alapulnak.

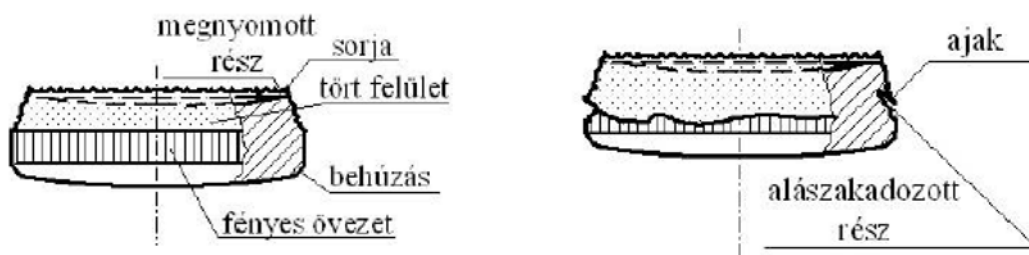
A mechanikai vágások között található olyan eljárások, mint az ollóval, fűrészeléssel és mechanikus daraboló gépekkel végzett munkák. Ilyenkor az anyagok szétválasztását speciális vágószerszámok segítik elő. Az alapanyag lehet lapos lemez vagy tekercsből származó termék is. A lemezvágó eljárások általában a nyírás módszerével történnek. Ebben az esetben az anyagszétválasztás folyamatát két egymáshoz képest elmozduló eszköz, nevezetesen a bélyeg és a vágólap végzi el, ahogy azt az 15. ábra szemlélteti.



15. ábra A nyíró vágás elvi vázlata

forrás: Dr. Tóth L. (1996)

A rajzon szemléltetve van a bélyeg által végrehajtott képlékeny alakváltozás közbeni behatolás, amikor a vágólap élénél keletkező repedés elérkezik a bélyeghez. Ezt követően a bélyeg tovább tolja a vágólapon a levágott darabot. A létrejött vágófelület sok információt hordoz arról, hogy a szerszámok közötti vágórész megfelelő volt-e. A 16. ábrán két példa is látható, az egyiknél optimális résmérettel, míg a másikon a megfelelőnél kisebb réssel.

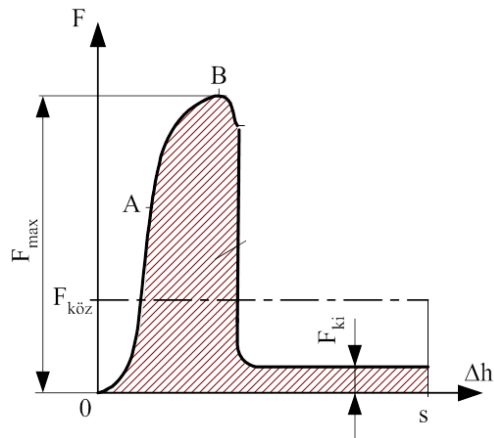


16. ábra Optimális és a szükségesnél kisebb vágórész

forrás: Dr. Balogh A., Dr. Sárvári J., Dr. Schäffer J., Dr. Tisza M. (2003)

A nyíróvágás közbeni erő kifejtést az út függvényében ábrázolni is lehet. A 17. ábrán az O-A szakaszon a felület megnyomódása és görbülése következik be, valamint a képlékeny

zónák egybeolvadása. Ezt követően, a B pontnál az erő eléri a maximális értéket, amit vágóerőként tekintünk. A C-D szakaszban a repedések összeérnek, és a törés megtörténik. Végül, a D-E szakaszon a kivágott darab áttolása zajlik.



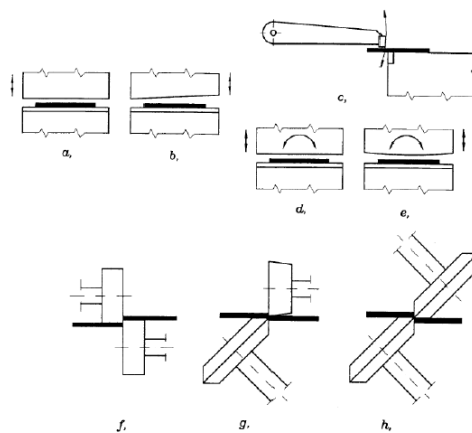
17. ábra Nyíróvágás erő-út karakterisztikája

forrás: Dr. Balogh A., Dr. Sárvári J., Dr. Schäffer J., Dr. Tisza M. (2003)

A vágóerőt az alábbi képlettel is meghatározhatjuk: 2. melléklet (2.1.1)

A vágás munkaszükséglete a diagram alatti terület, ami közelítőleg: 2. melléklet (2.1.2)

Az ollón végzett vágások általában a megfelelő teríték kialakításának kiinduló műveletei szoktak lenni. Ezek a műveletek alkalmasak különböző vastagságú és anyagú lemezek megmunkálására. A 18. ábrán példákat láthatunk ezekre a különböző szempontok szerint csoportosított vágásokra.



18. ábra Ollón végzett vágások eljárásai

forrás: Dr. Balogh A., Dr. Sárvári J., Dr. Schäffer J., Dr. Tisza M. (2003)

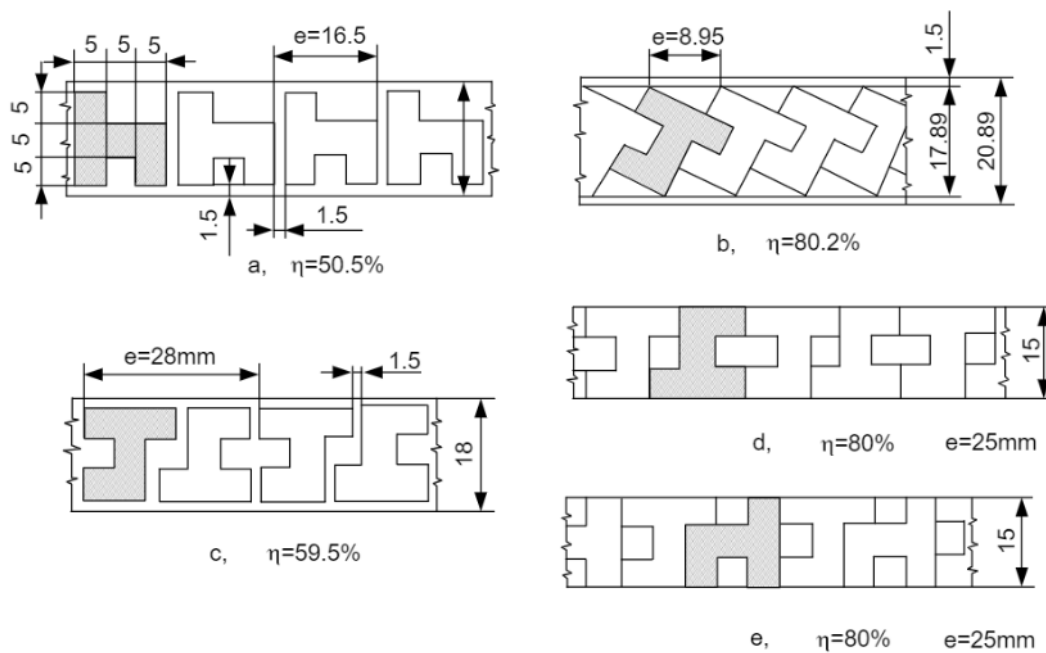
Él alakja szerint egyenes (a), ferde (b), íves (e). Szerszámmozgás szerint alternáló (c), billenő (d), gördülő (e), forgó (f, g, h). Körkéssel egyenesvonalú vágás (hasító olló) (f), körvonalú vágás (körolló) (g), görbevonalúvágás (h).

Gyakran előfordul, hogy lemeztermékeknél olyan mérettűréseket kell megtartani, amelyeket hagyományos gépekkel nehéz elérni. Ilyen esetekben érdemes az első vágás után egy után vágást is beiktatni, ezzel növelve a pontosságot és biztosítva, hogy a kívánt méretek és mérettűrések megfelelően legyenek megtartva.

Fontos megemlíteni a kivágásokat is. Ez a művelet általában valamilyen zárt kontúr mentén történik, sajtolószerszámot használva vagy más lemezvágó módszerrel, például lézer vágással. A kivágás gazdaságossága nagyban függ a lemez kihasználásától. A legoptimálisabb elrendezés meghatározásához lemeztervet használunk. A lemezterv lehet hulladékos, hulladékszegény vagy hulladékmentes. Az anyagkihasználás növelhető többsoros elrendezéssel. Érdemes kísérletezni a munkadarabok pozíciójával annak érdekében, hogy megtaláljuk a legjobb elrendezést. Az anyag kihasználtságot számítással lehet meghatározni.

2. melléklet (2.1.3). Forrás: Dr. Balogh A., Dr. Sárvári J., Dr. Schäffer J., Dr. Tisza M. (2003)

Az 19. ábrán néhány példa is látható, miként befolyásolja a munkadarabok kontúrjának elhelyezése az előgyártmány kihasználtságát.



19. ábra Különböző lemeztervek kihasználtsága

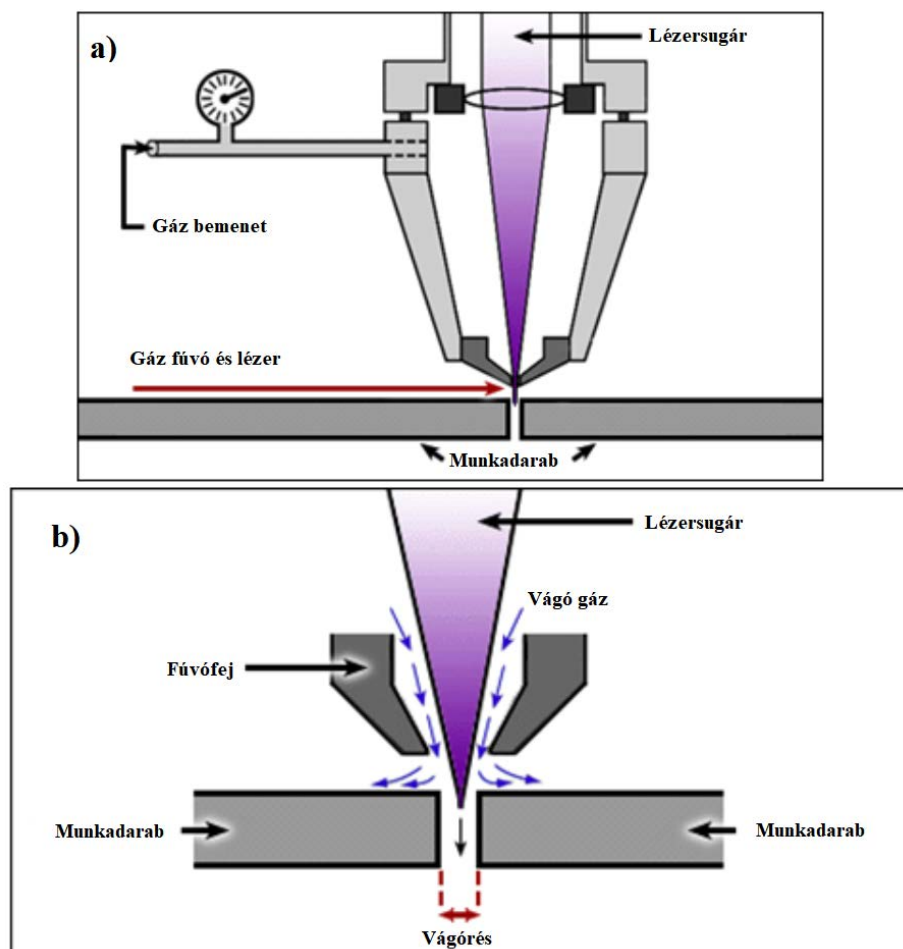
forrás: Dr. Balogh A., Dr. Sárvári J., Dr. Schäffer J., Dr. Tisza M. (2003)

Mindenképpen érdemes említeni, hogy a lemeztechnológiában a hagyományos mechanikus vágás mellett más lehetőségeink is vannak. Például a vízsugaras vágás, ahol nagy nyomású vízsugár használata történik, amely abrazív részecskéket is tartalmaz, és a művelet hőbevitel nélkül zajlik. Ennek előnye, hogy a lemez mechanikai tulajdonságai nem változnak. Másik lehetőség a lángvágás, amikor égőgáz-oxigén lángot használunk a fém felhevítésére a gyulladási hőmérséklet fölé. A plazmavágás és a lézervágás is olyan technikák, amelyek a fémlemez megolvasztásán alapulnak. Ezek a különböző vágási módszerek lehetővé teszik a lemezgyártók számára, hogy különböző anyagokat és vastagságokat dolgozzanak fel a legmegfelelőbb eljárásokkal, attól függően, hogy milyen eredményt szeretnének elérni, és milyen mechanikai tulajdonságokat szeretnének megőrizni a lemezen.

Az alkatrészgyártásban a lézer megjelenése óta jelentős fejlődés tapasztalható. A lézervágás egy termikus anyagsztésválasztási eljárás, ahol a szükséges hőenergiát egy fókuszált lézersugár állítja elő. Ennek hatására az eltérő anyagok megolvadnak és elpárolognak. Ezt a technológiát széles körben alkalmazzák a gyártásban, beleértve a vágást, hegesztést, forrasztást és gravírozást is. Bármilyen anyag felhasználható a megmunkáláshoz, legyen az acél, alumínium, nemesacél, vagy akár műanyag, üveg, fa vagy kerámia. A lézersugár csak kis területen melegíti fel az anyagot, így a gyártmány többi része minimális hőhatásnak van kitéve, ami csökkenti a vetemedést. A vágórés is rendkívül kicsi, csak néhány tized milliméterrel nagyobb, mint a lézersugár vastagsága. A lézeres vágás minősége általában kiváló, gyakran nincs szükség utólagos megmunkálásra, mivel a vágás során nem keletkezik sorja. Ezenkívül fontos előnye, hogy nincs szükség vágószerszámra, szerszámcsereére vagy élezésre.

A lézeres vágást általában három csoportra lehet osztani. Az egyik csoport a szublimációs vágás, amelyet általában olyan anyagoknál alkalmaznak, amelyeknek nincs olvadáspontjuk. Ebben az esetben a munkadarab anyaga közvetlenül a szilárd halmazállapotból gázhalmazállapotba alakul át, és a vágás során a gázképződést egy semleges vágógáz segíti elő. A második csoport az oxidációs vágás, ahol a nagy hőmérséklet és a nagy tisztaságú oxigén hatására az anyag felülete meggyullad. Ezt a módszert általában alacsony gyulladáspontú anyagoknál használják. A harmadik csoport az olvasztó vágás, amikor a lézersugárral az anyag megolvad, majd az olvadt anyagot egy semleges, nagy nyomású gáz segítségével eltávolítják. A lézervágás során általában oxigént vagy nitrogént használnak, az

oxigént normál acélokhoz, míg a nitrogént rozsdamentes acélokhoz és alumíniumokhoz. A vágás folyamatát jól szemlélteti a 20. ábra.

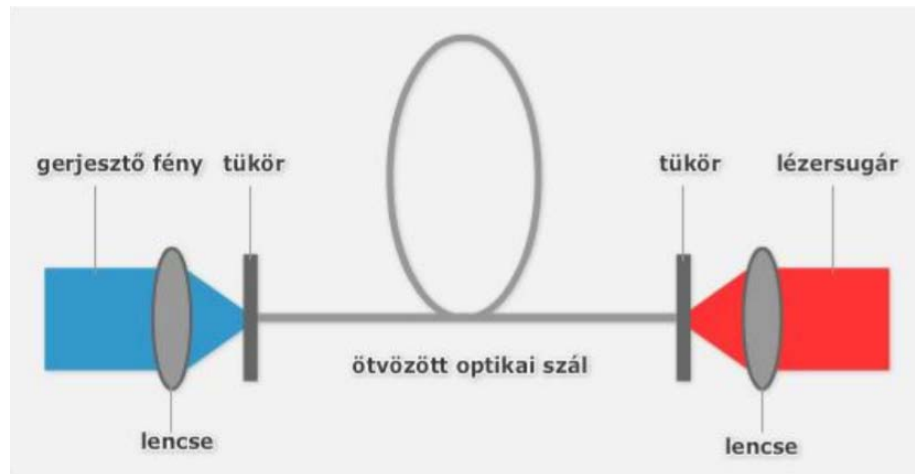


20. ábra A gázzal segített lézeres vágás: a) a lézervágó fej és az azt kiszolgáló gázrendszer
 b) a vágófej fúvókája a minta közelében.

forrás: Geretovszky Zs. (2011)

Az ipari környezetben a szén-dioxid lézerek a legelterjedtebbek. A gép belső részében található egy rezonátor, melyben általában szén-dioxid, nitrogén, hidrogén és hélium gázkeverék található. Ebben a gázkeverékben hozunk létre egy elektromos kisülést, ami eredményeként előáll a 10,6 μm hullámhosszúságú foton, amely a szén-dioxid lézer fényáramát alkotja. A fény az közegből félig áteresztő tükörön keresztül távozik. A létrejött lézersugarat tükrök és lencsék irányítják a megmunkálási terület felé. A lézersugár létrehozásához szükséges lencsék mérete eltérő lehet, attól függően, hogy milyen anyagot dolgozunk fel, és a lemez vastagságától is függ. A folyamatot tovább bonyolítja az a tény, hogy a közvetítő réz tükröket 27-28°C hőmérsékleten kell tartani, ami jelentős energiaköltségeket igényel.

A szilárdtest lézerek, különösen a fiber lézerek, kiemelkedő szerepet játszanak az iparban. Ezek a berendezések az ún. szállézerek vagy fiber lézerek, melyek aktív anyagként átmeneti vagy ritkaföldfém ionokat használnak, amelyeket egy szigetelő egykristály vagy amorf üveg mátrixba építenek be a működés érdekében. A kristályos mátrix általában oxid, fluorid, vanadát szerkezetű, míg az amorf mátrixok közül az ömlesztett kvarc és a foszfát-üveg a jellemző. A legelterjedtebb szilárdtest lézerek közé tartoznak az impulzusüzemű Nd:YAG és Nd:YVO₄ (vanadát) lézerek. Azonban a fiber lézerek sokkal hatékonyabban működnek a hagyományos Nd:YAG szilárdtest lézerekhez képest. Rendkívül hosszú élettartammal rendelkeznek, és megbízhatóbbak, mivel egyszerűbb szerkezetűek. Ennek következtében a fiber lézerek költsége is alacsonyabb.



21. ábra Fiber lézer felépítése, forrás: Kreisz I. (2011)

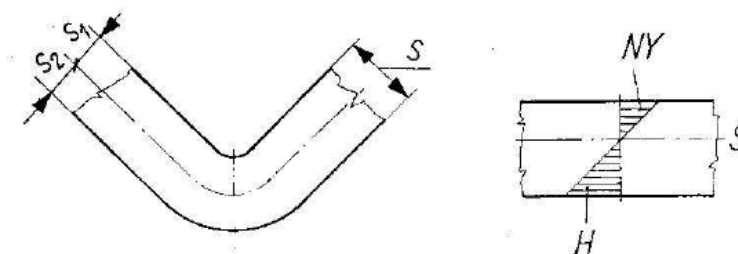
A szállézerek, ahogy a nevük is sugallja, egy vékony optikai szálban vezetik a lézersugarat. Ez a szál rendkívül nagy felülettel rendelkezik, ami nagy előnyt jelent a hűtés szempontjából. Ennek következtében nincs szükség tükrökre és lencsékre a lézersugár irányításához. A lézer gerjesztése diódákból származó fény segítségével történik. A fiber által kibocsátott lézersugár hullámhossza körülbelül 1 mikrométer, ami csak a CO₂ lézerek által előállított hullámhossz egy tizede. A lézervágás során az első lépés mindig az anyag átlukasztása, mivel időre van szüksége a sugárnak ahhoz, hogy áthatoljon az anyagon. Ez akár csak a másodperc töredéke is lehet egy 1,5 mm vastag lemez esetében. Az alumínium sajnos nehezíti a vágást, és általában kevesebb, mint a fele vastag alumínium lemezt lehet átvágni ugyanolyan gépbeállításokkal, mint a szénacélt. Ez mutatja, hogy a lézervágás során az anyag olvadáspontja és keménysége nem játszik döntő szerepet.

Mind a CO₂ lézerek, mind a fiber lézerek kiválóan teljesítenek saját területükön, és valóban számos tényezőtől függ, hogy melyik a jobb választás egy adott alkalmazás során. Fontos szempontok közé tartozik a lemez vastagsága, a vágás sebessége, az anyag típusa, és még sok más. Vékony lemezek esetén a fiber lézer általában hatékonyabb és gyorsabb, mint a CO₂ lézer, mivel alacsonyabb hullámhosszú sugárral dolgozik. Nagy vastagságú lemezek esetén a két típus közötti sebességbeli különbség kevésbé számottevő, de a CO₂ lézer jobb felületminőséget tud előállítani. Nagy fényvisszaverődésű anyagok, például alumínium esetén a fiber lézer általában előnyös, mivel könnyebben elnyelődik az anyagban a rövidebb hullámhossza miatt. CO₂ lézerek alkalmasak fa és műanyag vágására, míg a fiber lézerek is számos anyaggal jól működnek. Ezek a szempontok azt mutatják, hogy nincs egyetlen "jobb" választás, mindkét típusnak megvannak a saját előnyei és alkalmazási területei. A választás függ az adott feladattól, az anyagtól és az elvárásoktól.

2.4 Élhajlítás

Az élhajlítás egy képlékeny alakító művelet, melynek célja az előgyártmány geometriájának megváltoztatása. Lemezek, rudak, csövek, profilok megmunkálásánál alkalmazzuk.

Technológiai szempontból többféle hajlítási módszert különböztetünk meg, de mindegyik esetében szükség van hajlító bélyegre és hajlító matricára. Az eljárások között megtaláljuk a szabad hajlítást, a félsüllyesztékes hajlítást, a süllyesztékes hajlítást és a lengő hajlítást. Hajlítás közben a lemez szálai mind nyomásnak, mind húzásnak vannak kitéve. A lemezen ebben az időben egy semleges réteg alakul ki, amely megőrzi eredeti hosszát, mivel itt a feszültségek értéke nulla. A feszültségállapotot és a semleges szál helyzetét jól szemlélteti a 22. ábra.



22. ábra A lemez igénybevétele hajlításkor

forrás: Hack E., Jaszovszky S., Smóling K. (1976)

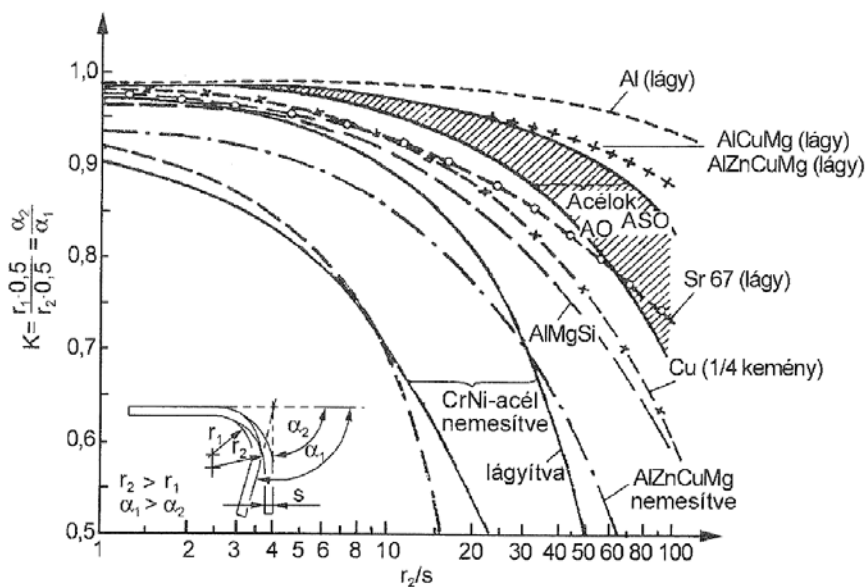
Az ábrán az "NY" a nyomó igénybevételeket jelöli, az "H" a húzó igénybevételeket, míg az "S" a semleges réteget ábrázolja. Az alakváltozás a művelet kezdetén még rugalmas, de miután egy bizonyos feszültség szintet elér, némi rugalmasságtól eltekintve maradandóvá válik. A semleges réteg elhelyezkedése a hajlítás és a bélyeg geometriájától függ. A semleges réteg helyzetét meg kell ismerni nemcsak a kiterített hossz meghatározásához, hanem a szerszámválasztáshoz is. Általában azt feltételezzük, hogy a semleges réteg a lemez vastagságának középvonalában található. Ha a lemez vastagsága és a hajlítási sugár hányadosa nagyobb, mint 5, akkor a semleges szál hajlítási sugara a következő képlet szerint számítható ki [Dr. Zsidai, Kakuk, Kári, Horváth, Szakál (2008)]: 2. melléklet (2.2.1)

Amennyiben ez a hányados kevesebb 5-nél, a semleges réteg helyzete is változik az alábbi módon [Dr. Zsidai, Kakuk, Kári, Horváth, Szakál (2008)]: 2. melléklet (2.2.2)

Ez az eltolódási tényező az r/s értékétől függ és az 1. melléklet 5. táblázatból meghatározható.

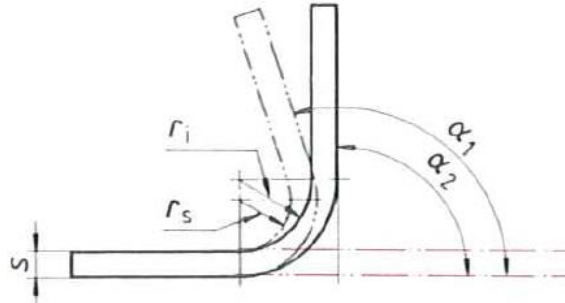
Az anyag csak a külső hajlítási sugár azon pontjáig hajlítható, amíg el nem éri a szakítószilárdság értékét. Ezért van egy minimális hajlítási sugár korlátja. Gyakorlatban ezt egyszerűen meghatározhatjuk a következő képlettel [Dr. Zsidai, Kakuk, Kári, Horváth, Szakál (2008)]: 2. melléklet (2.2.3)

Az élhajlítás során figyelembe kell venni az anyag visszarugózását is, mivel a hajlító erő megszűnése után a keletkező feszültségek visszatérítő nyomatékot okoznak. Ehhez a visszarugózási tényező ismeretére van szükség, amit az 23. ábráról leolvashatunk:



23. ábra A visszarugózási tényező meghatározása,
forrás: Dr. Zsidai, Kakuk, Kári, Horváth, Szakál (2008)

A diagram leolvasása után már meghatározhatjuk a szükséges hajlítási szöget, az alábbi egyenlettel és a 24. ábrával: 2. melléklet (2.2.4)

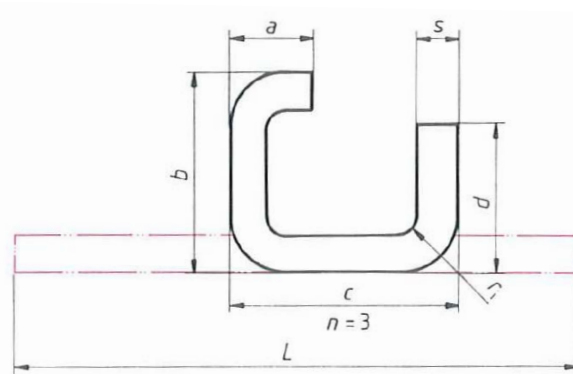


24. ábra Visszarugózás hajlításnál

forrás: Frischherz- Kotsch- Itchner- Gundelfinger- Haffner- Dax (1997)

A visszarugózás mértéke számos tényezőtől függhet, így még az azonos szerszámokkal végzett hajlításoknál is eltérhetnek a hajlított darabok méretei. A visszarugózás csökkentése érdekében alkalmazhatunk utánnyomást.

A lemezhajlítás tervezése során a kiinduló teríték mérete fontos szempont. Ezt a méretet úgy kell meghatározni, hogy figyelembe vegyük, hogy a művelet során a semleges szál hossza nem változik.



25. ábra A teríték meghatározása

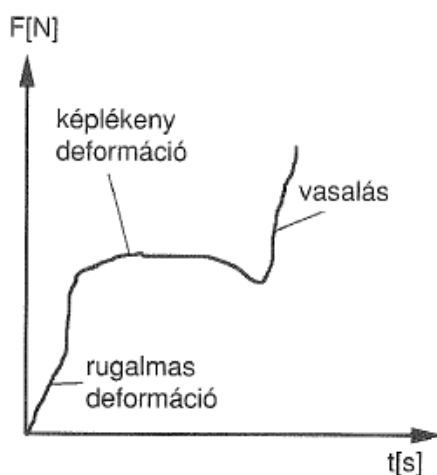
forrás: Frischherz- Kotsch- Itchner- Gundelfinger- Haffner- Dax (1997)

A semleges szál hossza az alábbi képlet és a 25. ábra segítségével meghatározható, 90°-os hajlítások esetén: 2. melléklet (2.2.4)

A hajlítás elvégzéséhez fontos ismernünk az ehhez szükséges erőt is. Ennek megállapításához a munkadarab méreteit, anyagát és a hajlító matrica méretét kell tudnunk. Ezek ismeretében

a hajlító erő meghatározható az alábbi képlettel [Hack E., Jaszovszky S., Smóling K. (1976)]: 2. melléklet (2.2.6)

A képletben szereplő C tényező magába foglalja a művelet elvégzése során fellépő súrlódást, valamint a lemez felfekvő pontjainak távolságának változását. Ez a változás magyarázza a hajlító erő állandó változását is. Ezt a változást jól szemlélteti a 26. ábra is.



26. ábra A hajlítóerő változása

forrás: Hack E., Jaszovszky S., Smóling K. (1976)

A kezdeti szakaszban, amíg a rugalmas deformáció tart, az érték folyamatosan emelkedik. Ezt követően a képlékeny deformáció szakaszában közel állandó, végül a vasalás hatására meredeken megugrik. A szerszámgyártók a katalógusaikban gyakran táblázatban szemléltetik a szükséges nyomóerőt, a feljebb elsorolt adatok függvényében. Erre egy példa a 9. ábra, melyen az Amada egy ilyen táblázata látható, acéllemezhez.

A hajlító erő ismeretével meg tudjuk határozni a hajlítás munkaszükségletét is [Dr. Zsidai, Kakuk, Kári, Horváth, Szakál (2008)]: 2. melléklet (2.2.7)

A munkaszükséglet meghatározása után a szükséges teljesítményt is ki tudjuk számolni: 2. melléklet (2.2.8)

Fontos tényező a hajlítógépek felszerszámozásánál is. A matricák és a bélyegek különböző alakokban és méretekben választhatók, ami függ a lemez vastagságától, a hajlítás szögétől, a hajlítási sugártól és a kész munkadarab alakjától is.

Matrica választásánál egyik szempont a lemez vastagsága. Ez az, ami meg fogja határozni a matrica nyílásának a szélességét. Az 2. táblázat szemlélteti az összetartozó méreteket:

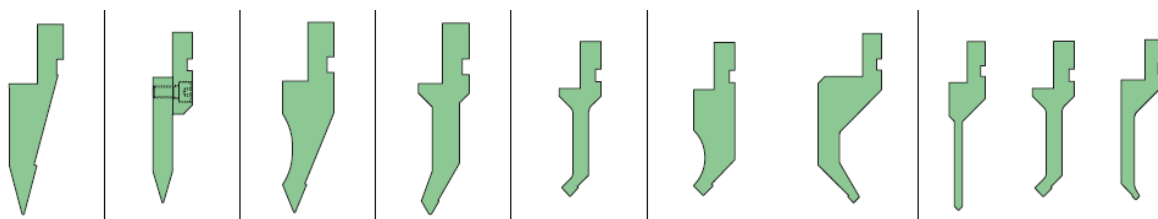
1. táblázat Matrica nyitás méretek

Amada GmbH (2014):

Lemezvastagság (l)	0,5-2,5	3,0-8,0	9,0-10	12<
Nyitás méret (V)	6 x t	8 x t	10 x t	12x t

A táblázatból jól látszik, hogy például egy 2mm vastag lemez hajlításához 12mm nyitású szerszámra lesz szükség. Másik fontos szempont a szerszám V alakjának a szöge. A szabványos méretek: 30°, 45°, 60°, 80°, 84°, 85°, 88°, 90°. Szerszámválasztásnál figyelembe kell benni az anyag visszarugózását is, ezért kisebb szöget kell választanunk, mint ami a kész méretünk. Derékszögű hajlítást például 88°-os matricával szokás végezni.

Bélyeg választásnál a szerszám csúcsának szögénél hasonlóan járunk el, mint a matricánál. Szempont még a szerszám csúcsának a lekerekítése is, aminek kisebbnek kell lennie, mint a munkadarab belső sugarának. Itt már a szerszám formájából is nagyobb választék van, néhány példát ezekből a 27. ábra szemléltet:



27. ábra Bélyegek, forrás: Amada GmbH (2014)

Kiválasztásukkor mérlegelni kell, hajlítás közben miként változik a lemez geometriája, fog-e ütközni a szerszámmal.

2.5 Költségszámítás

Az alfejezetben felhasznált szakirodalmak: P. Dewhurst; G. Boothroyd (1988), K. Annamalai, C. D.Naiju, S. Karthik, M. Mohan Prashanth (2013) és Dr. Mikó B. (2015)

A gyártási költségbecslésnek az a szerepe, hogy meghatározza, mennyibe fog kerülni egy adott termék előállítás, és ennek függvényében a gyártás időtartamát is felbecsüli. Tervezési folyamat során gyakran van szükségünk különböző mélységű becsült költség- és időadatokra. Az árajánlatok elkészítésekor elengedhetetlen az önköltségszámítás vagy becslés, hogy meghatározhassuk a megfelelő árat a termék vagy szolgáltatás nyújtására. Még akkor is, ha mi vagyunk a megrendelők és árajánlatot kérünk, érdemes saját költségbecslést végeznünk annak érdekében, hogy megértsük a kapott árajánlatok reális volta. Túl magas árajánlat esetén

fontos okokat keresni, például magas nyereségarány, nem megfelelő követelmények vagy gyártástechnológia. Az alacsony árajánlat elfogadását is kerülni kell, mert kockázatos lehet a gyártás minőségének vagy határidőinek betartásával kapcsolatban.

A költségbecslés során számos kihívás és probléma merül fel. Először is, gyakran előfordul, hogy a termék tervezési részletei nem ismertek, különösen a projekt korai szakaszában, mivel ezek még nem készültek el. Második probléma az adatok pontossága. A pontosság csak a megvalósított gyártás utáni utókalkulációk alapján értékelhető, és a kiinduló adatok pontosítása növelheti a pontosságot. Minél részletesebb a tervezés, legyen az konstrukciós vagy technológiai, annál pontosabb lehet a végeredmény. Ugyanakkor harmadik probléma az, hogy nincs elegendő idő és erőforrás a részletes tervezésre. Például az árajánlat készítése során nehéz lenne részletes technológiai terveket készíteni, mivel, ha nem rendelik meg a gyártandó alkatrészt, akkor az erőforrások feleslegesen kerülnének a részletes tervek előállításába.

A gyártási költségek és idők becsléséhez négy különböző módszer alakult ki, melyek összhangban vannak a korábban említett technológiai tervezési elvekkel és módszerekkel.

- Az első az intuícióra, illetve tapasztalatra hagyatkozó módszer, melyet a továbbiakban nevezünk intuitív kalkulációnak. Alkalmazásához sok tapasztalat, a tervezési-gyártási környezet pontos ismerete szükséges. Egy kezdő szakember csak nagy eltéréssel képes meghatározni egy gyártmány árát, a kalkulációban akár 50%-os eltérés is mutatkozhat.
- A második módszer alkalmazása esetén, melyet nevezünk analóg kalkulációnak, összehasonlítjuk az aktuális terméket olyanokkal, amelyeket korábban gyártottunk. Feltéve, hogy elegendő korábbi példa áll rendelkezésünkre, a módszer megbízhatóbb és következetesebb, mint az első. A módszer alkalmazása során a kalkulációt végző személynek a korábbi munkák részleteiről mélyebb ismeretekkel kell rendelkeznie, illetve jelentős méretű papír alapú vagy elektronikus adatbázist kell kezelni. A hatékony alkalmazáshoz elengedhetetlen a korábbi tervek osztályozása, és folyamatos karban tartása. A módszer nehezen alkalmazható, ha új típusú alkatrészt kell gyártani. A módszer pontossága becslések szerint $\pm 35\%$.
- A parametrikus kalkulációs módszer alkalmazása során a termék konstrukciós paraméterei és a gyártási idő és költségadatok között teremtünk függvénykapcsolatot.

Leggyakrabban a tömeg, illetve a főbb méretek képezik a számítás alapját, de léteznek bonyolultabb összefüggések is. A módszer csak durva becslésre alkalmas.

- A negyedik, analitikus kalkulációs módszer az alkatrész gyártási folyamatát elemeire bontja és az egyes komponensekre határozza meg a gyártási költséget és időt. A módszer alkalmazása során a kalkulációt végző személynek megfelelő technológusi tudással kell rendelkeznie, felismerve a fontos részleteket. Bár a módszer időigényes, egy jó szakember akár $\pm 5\%$ pontossággal, míg egy kevésbé tapasztalt is $\pm 15\%$ -on belül képes kalkulációt készíteni.

A kalkuláció minőségét mind a négy fenti módszer esetén a kalkulációt készítő személy felkészültsége és tapasztalata alapvetően meghatározza.

3. Termék tervezés

A fejezet célja, hogy a szakirodalom elemző feldolgozás fejezetben elhangzottak alapján, megtervezem a diplomamunkámban bemutatott terméket. A következő alfejezetekben meg fogom határozni a tervezéshez szükséges peremfeltételeket, amik kiindulási alapot fognak nyújtani, felhasználva a lemeztervezéssel kapcsolatos ismereteimet lépcsőről lépésre meghatározom a szükséges alakzatokat és méreteket, elkészítem a 3D modelleket és műszaki rajzokat, valamint összegyűjtöm a kereskedelemben kapható alkatrészeket és kötőelemeket.

A termék egy összeállításból, valamint két fő alkatrészből fog állni és az alábbi rajzszerűségeket látom el őket:

HDMI átalakító- SZD_01_00_00

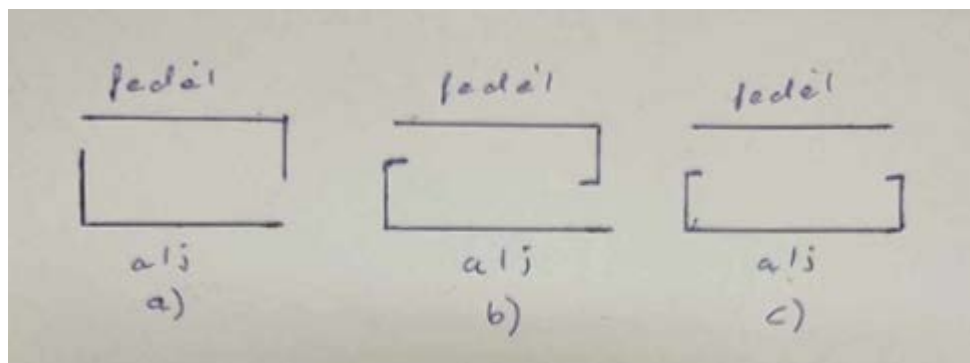
HDMI átalakító festett fedél- SZD_01_01_01

HDMI átalakító fedél- SZD_01_00_01

HDMI átalakító festett alj- SZD_01_01_02

HDMI átalakító alj- SZD_01_00_02

A konstrukciónál több lehetőséget is felvettem, amiket az 28. ábra szemlélet.

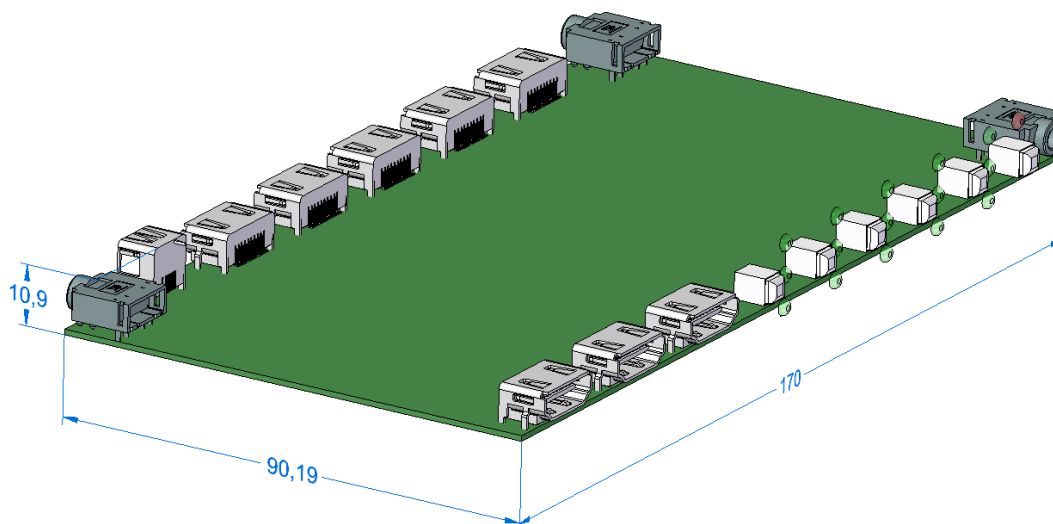


28. ábra Konstrukciós ötletek, forrás: saját kép

Mindhárom lehetőségnek megvan a maga előnye és hátránya. Az a) opció anyagfelhasználás szempontjából a legmegfelelőbb, viszont a szerelésnél nehezebb az összeillesztés, a kevesebb érintkező felület miatt. A b) opció a legalkalmasabb szerelés szempontjából, az alkatrészek illesztésének szempontjából és a nyomtatott áramkör behelyezése szempontjából is. A c) opció előnye, hogy így az összes csatlakozó kivágása egy alkatrészre esik, ami egyszerűsíti a gyártást és csökkenti a költségeket, a fedél és az alj szerelését is könnyűvé teszi, viszont a nyomtatott áramkör behelyezése kicsit nehezebb.

3.1 Peremfeltételek

1. A műszerdoboz befoglaló méreteinek ideálisnak kell lennie, hogy a belső alkatrészeknek és a nyomtatott áramkörnek elegendő hely legyen, de túl sok helyet se foglaljon. Ezeknek a térkitöltését a 29. ábra mutatja



29. ábra A nyomtatott áramkör méretei

forrás: saját kép

2. Az előlapon 3 darab HDMI csatlakozó, 6 darab nyomógomb 16 darab LED és 1 darab 3,5 mm-es jack aljzat kell, hogy legyen.
3. A hátlapon 5 darab HDMI csatlakozónak, 1 darab tápcsatlakozónak, 1 darab 3,5 mm-es jack aljzatnak és 1 S/PDIF csatlakozónak kell lennie.
4. A nyomtatott áramkört 4 darab távtartóval kell rögzíteni a doboz aljához.
5. A doboznak elektromosan vezető anyagból kell készülnie.
6. Az illeszkedő felületeknek festékmentesnek kell lennie.
7. A rendelési darabszám évi 2400 darab, ami havi 200 darabonként kerül lehívásra.

3.2 Anyagválasztás

Napjainkban számos különböző eljárás létezik műszerdobozok burkolatának gyártására. A szükséges technológiát nagyban befolyásolja az alkatrészek alapanyaga, darabszáma és a felhasználása. Igen elterjedtek a különböző polimerekből gyártott alkatrészek, amik kedvező alapanyag árak mellett nagy mennyiségben is könnyen gyárthatóak, de kisebb darabszám vagy egyedi gyártás esetén a 3D nyomtatás is felmerülhet opcióként. Esetünkben a korábban

felsorolt feltételek miatt, mindenképpen fémes alapanyagra van szükségünk. Az alakadás ilyenkor sokféle technológiával történhet, például öntészeti úton, kovácsolással vagy forgácsolással is. Mivel a műszerdoboz felhasználásakor nem kell számolnunk komolyabb külső erőhatásokkal, valamilyen vékonyfalú alkatrész tökéletesen megfelel a célnak, amit lemezmegmunkáló technológiákkal egyszerűen elő lehet állítani.

A fémeken belül is tovább kell szűkítenünk az alapanyag választást. Mivel az alkatrészeken maradnak festetlen felületek, olyan alapanyagra van szükség, ami nem korrodálódik. Ideális választás lehet valamilyen rozsdamentes acél, mivel semmilyen további felületkezelést nem igényel. Szénacéloknál már ez az előny nem áll fent, viszont felületkezeléssel korrózióállóvá lehet tenni. Műszerdoboz gyártáshoz az alumínium is megfelelő lehet, de ez szintén valamilyen felületkezelésre szorul.

Mindhárom alapanyag megfelel az elvárásoknak, esetünkben a beszerzési ár az, ami döntő lesz. Összehasonlításhoz a <https://vasaruhaz.hu/> oldalán található árakat fogom felhasználni. 2023.10.18-án a bruttó árak 1 mm vastag lemeztáblák esetén az 1. melléklet 6. táblázatában láthatóak. Ár szempontjából a horganyzott lemez a legjobb választás. A natúr alkatrész utólagos bevonatolása drágább, mint a horganyzott tábla megvásárlása. A rozsdamentes táblánál lényegesen olcsóbb, az alumíniumnál is, ami még további felületkezelést igényelne.

3.3 SZD-01-00-01 tervezése

A 3D modellek és műszaki rajzok elkészítéséhez a Solid Edge 2022 lemezalkatrész tervezőjét használom. Az anyagtáblázatoknál az 30. ábra alapján kiválasztom az előgyártmány anyagát, vastagságát és a hajlítás folyamán kialakuló rádiust, valamint a semleges szál tényezőt, amiknek majd a teríték meghatározásánál lesz szerepe. A kicsípés szélességét 1mm-nek határozom meg, de ez a későbbiekben még változhat a vágási technológiától és a szerszámtól függően.

A modellezésnél a peremfeltételeknél meghatározott befoglaló méretekből indulok ki. Az alapot egy 180x96 mm méretű téglalap alkotja, amiből a két rövidebb él mentén kihúzom a 25 mm-es lehajtásokat. Mivel a lehajtások közé kerül majd a doboz alsó része, ezért a műszaki rajzon a 180mm méretet +0,3 -0 tűrésekkel látom el megfelelő illeszkedés érdekében. A négy darab sarokra R1 lekerekítéseket helyezek, hogy ne legyen éles a munkadarab. A doboz aljához 4 darab DIN 965 süllyesztett fejű keresztornyos csavarral lesz szerelve. A furatokat 6

mm-re helyezem el a lemez széleitől. A furat paramétereinek meghatározásánál a DIN 74 A 3 (m) szabványt veszem alapul (31. ábra, A teljes táblázat: 1. melléklet 2. ábra).

Tulajdonságok

Anyagvastagság:	1,00 mm	Kicsipés mélység:	0,00 mm
Hajlítási sugár:	1,00 mm	Kicsipés szélesség:	1,00 mm

Hajlítási képlet

Szabványos képlet (a képletet lásd a Súgóban)

Semleges szál tényező: .33

Semleges szál tényezők használata Excel fájlból

30. ábra Lemezsablon beállítások, forrás: saját kép



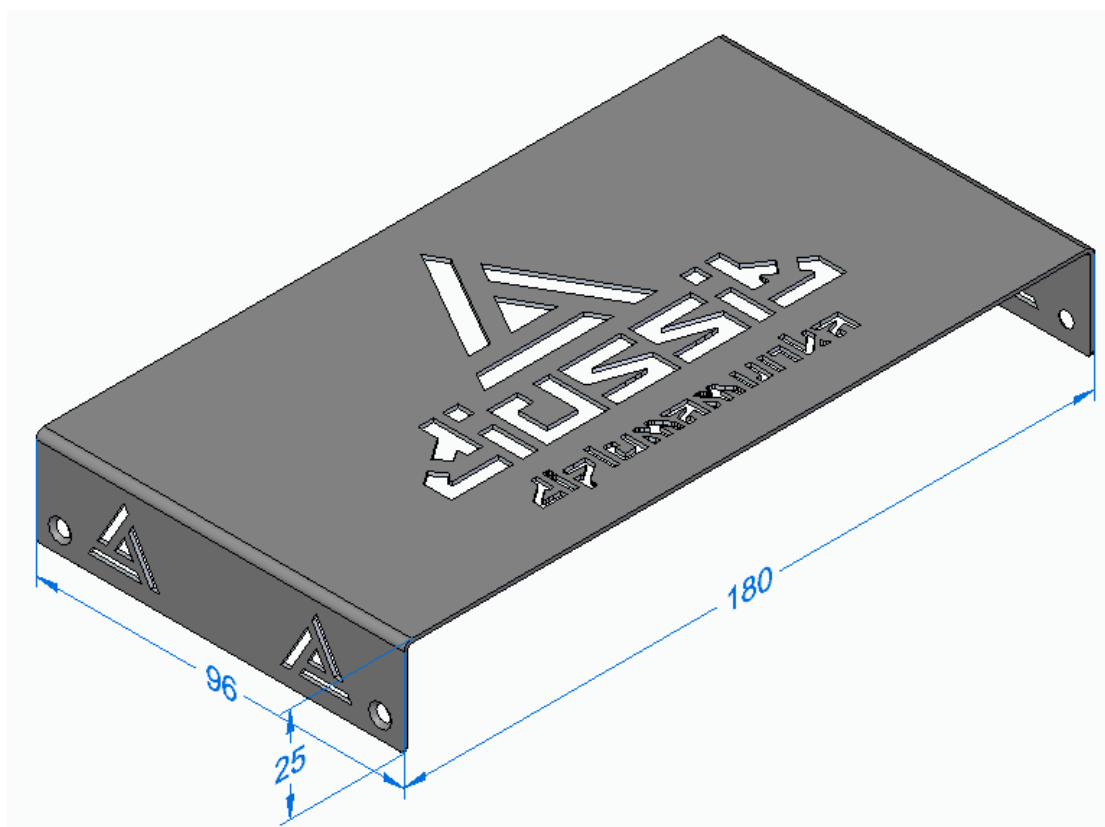
31. ábra DIN 74, forrás: Frischherz- Kotsch- Itchner- Gundelfinger- Haffner- Dax (1997)

A süllyesztés ez alapján 90°-os a felső részénél 6 mm-es átmérővel. A d_1 méret a táblázat szerint 3,2 mm, de a lemezvastagság miatt 4 mm átmérőjű alapfuratot használok. Az alkatrész tetején és lehajlított oldalain a saját tervezésű logómat, ami esztétikai és szellőzési funkciót is egyaránt ellát. Ennek elkészítéséhez először kiválasztottam a megfelelő betűtípust, amivel megírtam a szöveget, ezután pedig egy JPEG-dxf konverter segítségével 2D modellt készítettem belőle, Solid Edge-ben pedig hozzászerkesztettem a szimbólumot. A betűkön ezután további változásokat végeztem a gyárthatóság érdekében. Itt már meg kell határoznom a vágási technológiát, mivel a szerszámmal történő vágás erősen befolyásolná a kivágható geometriákat, a meglévő szerszámok geometriája és a gép szerszámtárának kapacitása miatt is. A bonyolult alakzatok miatt mindenképpen érdemes lézervágást alkalmazni a darabon. Figyelek arra, hogy a betűk kieső darabjai megfelelően be legyenek

kötte és se túl kicsi, se túl nagy ablakok ne legyenek, amik problémát okozhatnak a vágásnál, vagy lehetővé tennék, hogy valaki könnyen benyúlhasson a doboz belsejébe. Az alkatrész műhelyrajza a 3. mellékletben található.

Végezetül az alkatrész RAL 9005 fekete finom struktúra festékréteget kap a külső felületein. Mivel a belső oldal nem látható, ezért itt festékfoltok megengedettek. A peremfeltételnek megfelelően az érintkező felületek festékmentesek, ezért ezeknek a maszkolása szükséges. Az ehhez szükséges műszaki rajzot a 4. melléklet tartalmazza.

A kész modellt a 32. ábra szemlélteti. A további méretek a rajzon az ISO 2768-m szerint gyártandók, így tűrésezetlenség maradnak.



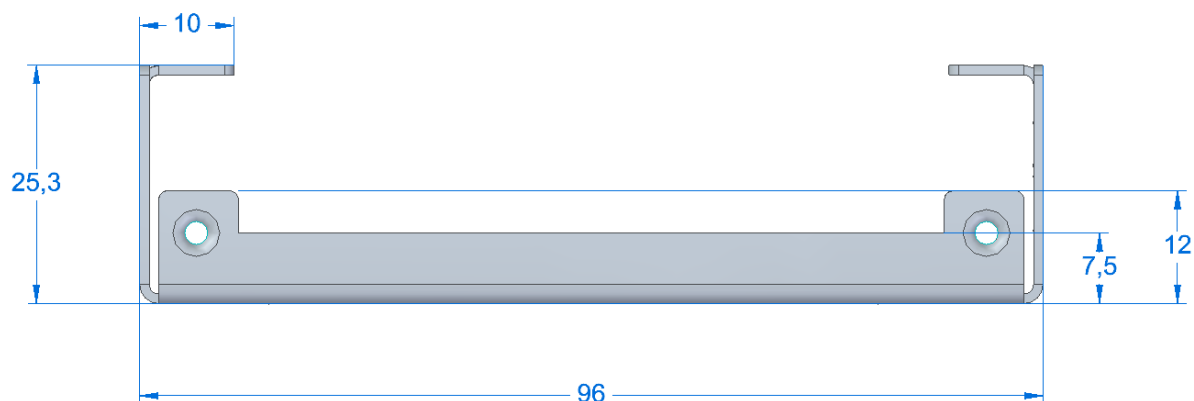
32. ábra SZD-01-00-01 modell, forrás: saját kép

3.4 SZD-01-01-02 tervezése

Mivel ennél az alkatrésznél nincs változás se az alapanyagban, se az anyagvastagságban, továbbra is az 1. ábrán beállított paramétereket használom. Alapul egy 177,6x96mm méretű

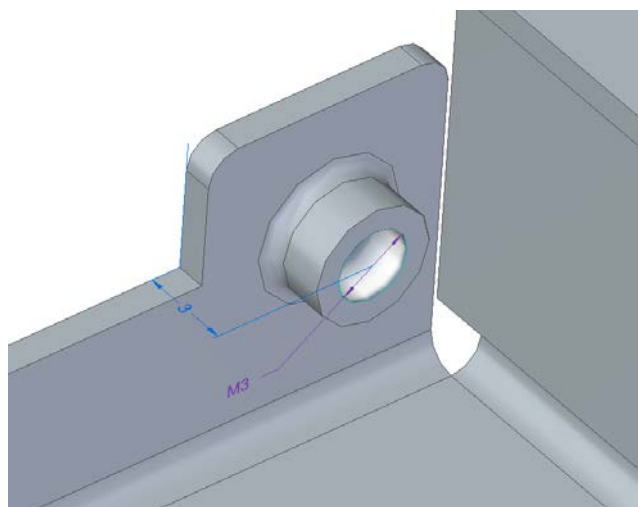
téglalapot készítettem. A 96mm megegyezik ezáltal a doboz teteje és alja teljesen fedésben van, a szélességi méretben viszont 2,4mm különbséget hagytam, ami magába foglalja a 2x1mm anyagvastagságot és még 0,2mm szerelési rést. Ezt a méretet a rajzon +0 -0,3 tűréssel látom el, így biztosítva lesz szerelésnél a könnyű illesztés.

A doboz alj 6 hajlításból áll, amit a 33. ábra szemléltet.



33. ábra SZD-01-01-02 hajlítási méretek, forrás: saját kép

A 25,3mm magasság garantálja a peremfeltételeknél feltüntetett szükséges magasságot, a 10mm-es hajlítás pedig segít a dobozok összeillesztésénél. Mivel a szerelés a rövid oldalon történik M3 csavarokkal ezért itt menetre van szükség. Erre több megoldás is lehetséges, menetvágás közvetlenül az alkatrészbe, szemhúzott menet formázása, besajtolható anya stb. Mivel vékony lemezt használunk és szeretnénk a kötőelemek számát minimalizálni, a szemhúzott anya tűnik az ideális választásnak (34. ábra).

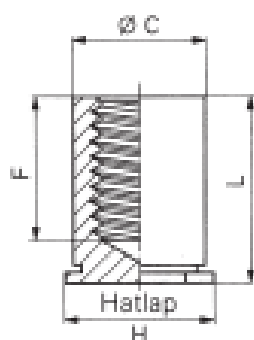


34. ábra Szemhúzott menet, forrás: saját kép

Ennek a méretét lemezvastagsággal együtt 3mm-re rajzolom, de a tényleges méret technológia és szerszám függő lesz.

Mivel a doboz kis talpakon fog állni, amik szintén M3 csavarral lesznek rögzítve, hasonló szemhúzott meneteket helyezek el a lemez alján is. Ezzel együtt összesen 8 darab szemhúzással kell majd számolni (36. ábra).

A nyáklemez szereléséhez további menetekre lesz szükség a doboz alján, de itt már nagyobb magasságra és pontosságra van szükség, mint amit szemhúzással meg lehet valósítani, ezért kénytelen vagyok kötőelemeket használni. Ennek a távtartónak a kiválasztásához a Biotech PEM katalógusát használom fel (35. ábra, a hozzá tartozó táblázat: 1. melléklet 3. ábra).

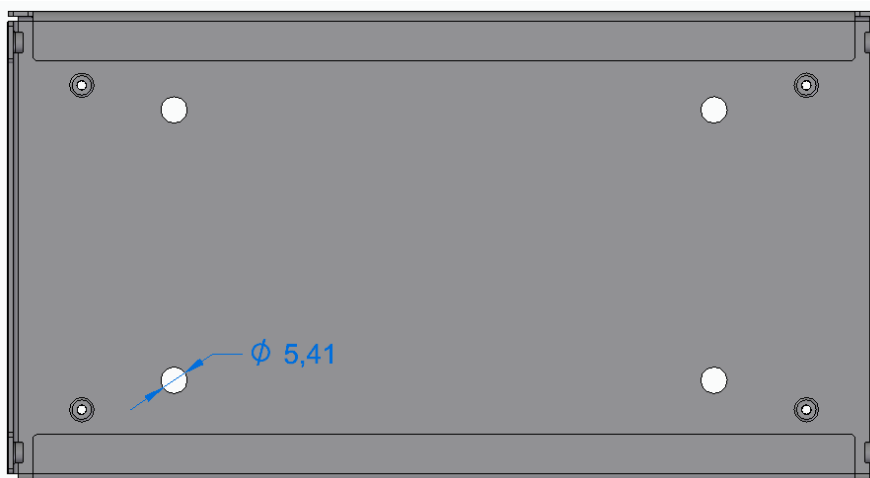


35. ábra Besajtolható menetes távtartó fémlemezhez,

forrás: Biotech (2009)

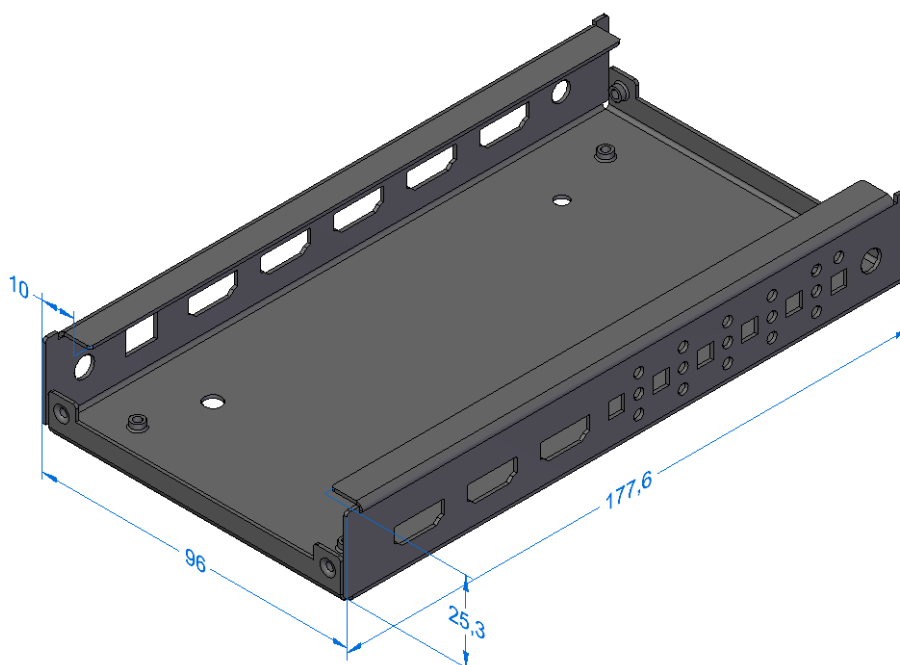
Mindenképpen a zsákfuratos BSO típusra lesz itt szükség a doboz aljának esztétikája miatt. Ennek 3 különböző fajtája van, a BSO ami betétedzett szénacél horganyozva, a BSOA ami bevonat nélküli alumínium és BSOS ami rozsdamentes acél. Esetünkben a sima BSO-3,5M3-6 az ideális választás. Az BSO-M3-6 is megfelelő lehetne, de annak 1,19mm-el kisebb

a külső átmérője és emiatt a nyomtatott áramkör kisebb felületen fekszik fel rá. Ennek megfelelően el is helyezem a lemez alján a 5,41mm furatokat, amit a katalógus előír.



36. ábra Húzott szemek és távtartó alapfuratok pozíciója, forrás: saját kép

Végül elhelyezem a peremfeltételekben meghatározott csatlakozók, ledek és kapcsolók furatait és kivágásait. A pozicionálásuknál ügyelek arra, hogy megfelelő távolságra helyezkedjenek el egymástól valamint a doboz aljától a szerelhetőséget figyelembe véve, valamint, hogy az elrendezésük esztétikus legyen. Az alkatrész műhelyrajza az 5. mellékleten, a kész modell az 37. ábrán látható.

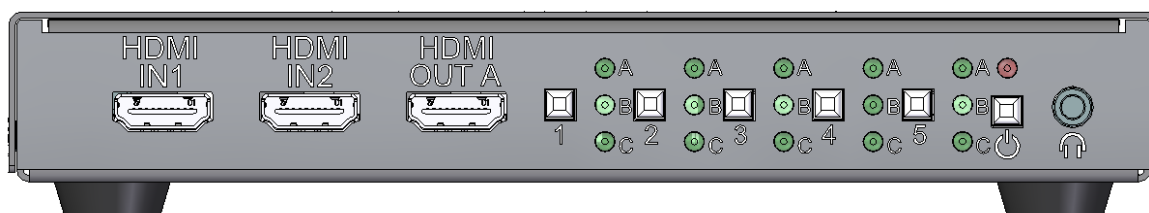


37. ábra SZD-01-01-02 kész modell, forrás: saját kép

A peremfeltételeknek megfelelően szükség van még az alkatrész festésére is. A sajtoláshoz és festéshez szükséges összeállítási rajzot a 6. melléklet tartalmazza.

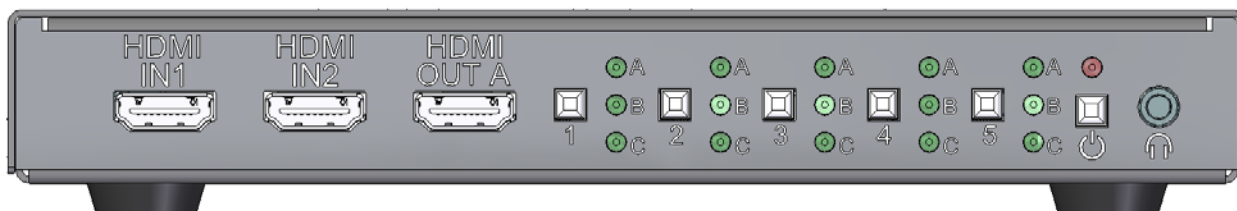
3.5 Kész modell és módosítások

Miután a két alkatrészrel elkészülök létrehozom az összeszerelési modellt, ami már tartalmazza a kötőelemeket és a festést is. Ezen a ponton fel is fedeztem egy hibát, ami korábban a modellezés folyamán nem merült fel. Az SZD-01-01-02 alkatrésznel ugyan próbáltam figyelni a kivágások megfelelő távolságára, de nem számoltam a feliratozással, ami további helyet igényel. Ebből kifolyólag az alkatrész elülső része eléggé zsúfolttá vált. Ez az 38. ábrán is jól látható.



38. ábra Modellezési hiba, forrás: saját kép

Annak érdekében, hogy ezt javítani tudjam, mindkét alkatrész szélességét 10mm-el megnöveltem, ezáltal a ledek távolabb kerültek a nyomógomboktól. A különbség jól látható a 39. ábrán, így már esztétikusabb látványt nyújt az előlap.

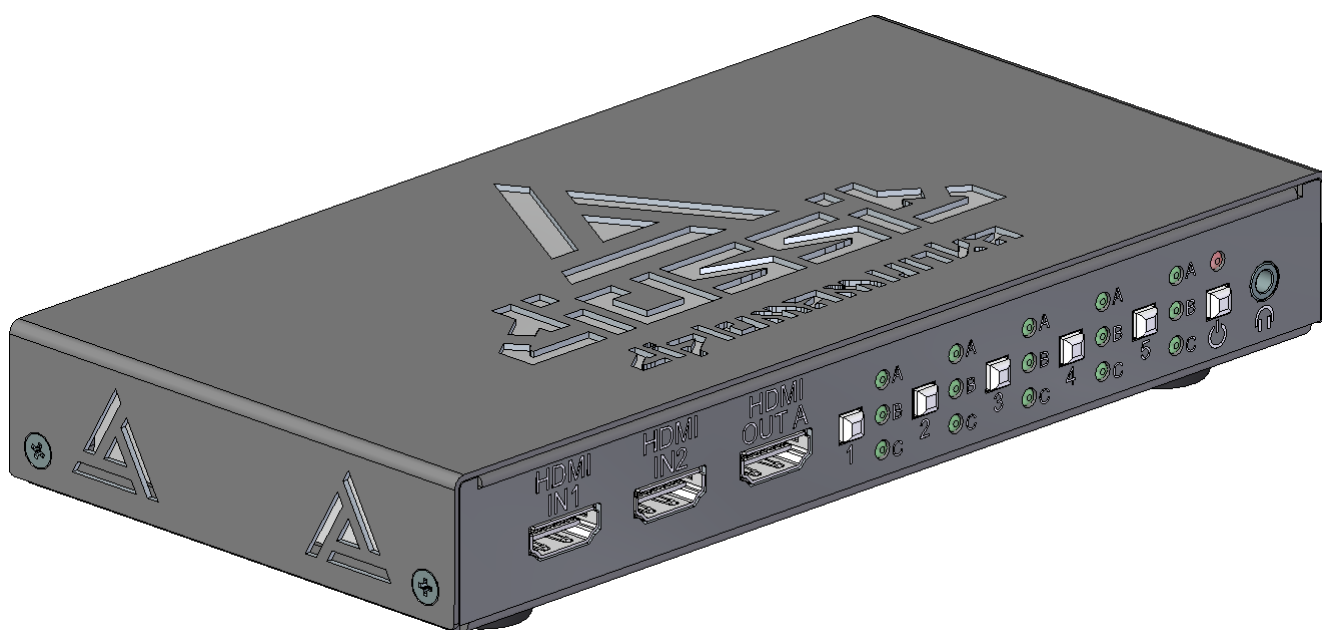


39. ábra Módosított modell, forrás: saját kép

Ezen felül végrehajtottam még egy módosítást. Az SZD_01_00_02 alkatrészen a szemhúzott füleknél 75mm távolságot hagytam. Ezzel önmagában nem lenne probléma, viszont kivágó gépen az alakformázás miatt A PU 76,5 gumitalpas szerszámot kell használnom, hogy ne vasalja ki. Ugyan szerelt állapotban ez egy nem látható él, gép idő és vágási minőség szempontjából is jobb, hogy egy leütéssel el tudom végezni a vágást, ezért a méretet 76,5mm-re módosítom a modellen.

Az átláthatóság érdekében változtatok a rajzszámozáson, A fő összeállítás nevét SZD_01_00_00_REV1-re, az alkatrészek rajzszámát pedig SZD_01_00_01_REV1-re és SZD_01_00_02_REV1-re módosítom, a továbbiakban is így hivatkozom majd rájuk.

Az összeállítási modell alapos átvizsgálása után már nem találtam több hibát, ami problémát okozhatna a funkcióban vagy a gyártásban, így a tervezést késznek tekintem, ha a mintagyártás folyamán bármi probléma felmerül, azt utólag módosítom. A kész 3D modell az 40. ábrán látható, a hozzá tartozó műszaki rajzot a 7. melléklet tartalmazza.



40. ábra SZD_01_00_00_REV1 3D modell, forrás: saját kép

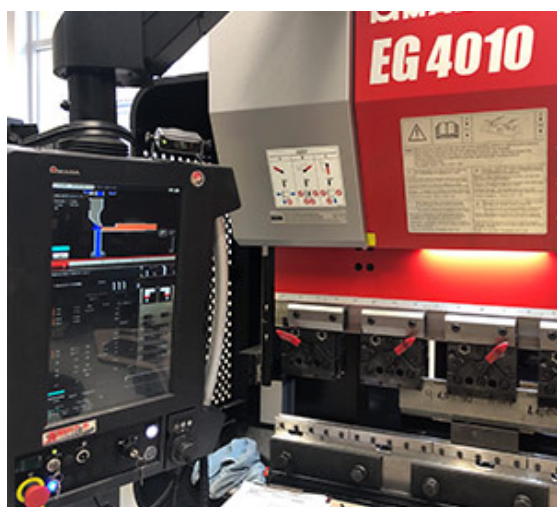
4. Gyártás tervezés

A következő fejezet célja, hogy a szakirodalomban összegyűjtött és a saját CNC programozással kapcsolatos ismeretanyag alapján meghatározzam a korábbi fejezetben megtervezett alkatrészek és összeállítás gyártását.

4.1 Hajlítás

Ugyan a technológiai sorrendben a lemezvágás az élhajlítás előtt történik, de először ezt a lépést kell átgondolni ahhoz, hogy ki tudjuk vágni a megfelelő előgyártmányt. Nem mindegy, milyen szerszámokkal fogjuk végezni a hajlítást, hiszen a matrica szélessége és a bélyeg lekerekítése hatással van a kialakuló hajlítási rádiusra. Ezek akár több tized milliméterrel is megváltoztathatják a teríték méretét és könnyen tűrésmezőn kívülre eshetünk.

Hajlításnál több olyan tényező van, amit mindenképpen figyelembe kell vennünk. Az eső a teríték méretei. Az Amada HFP 50-20 és Amada EG4010 CNC élhajlítón is el tudjuk végezni a műveletet, amik a 41. ábrán és a 42. ábrán láthatók. Az az 1. mellékletben össze is foglaltam ezeknek a fő paramétereit.



41. ábra Amada EG4010 CNC élhajlító



42. ábra Amada HFP 50-20

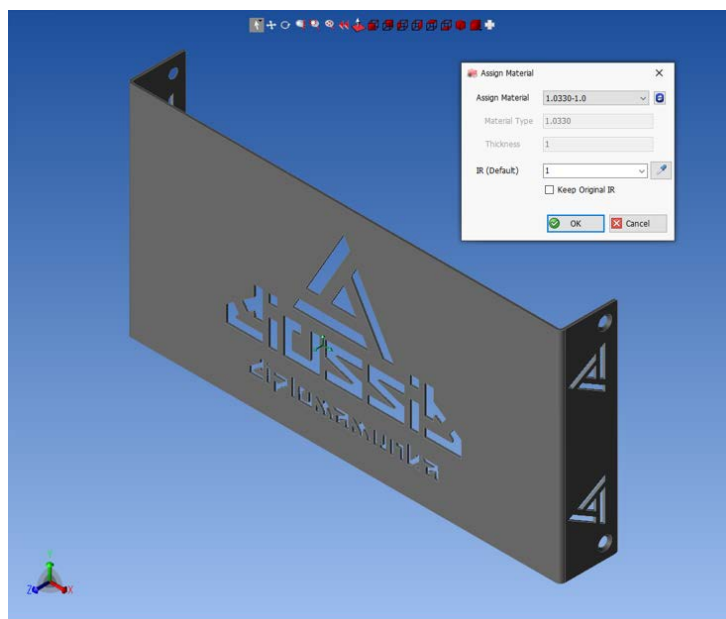
forrás: EMG-Metall Kft.

Ugyan a kis gyártmány miatt joggal feltételezhetjük, hogy az EG-4010 gép bőven elegendő hajlítási hosszal rendelkezik, de figyelembe kell benni a szerszámok számát is. Bonyolult alkatrészeknél, ahol számos különböző méretben kell szerszámokat összerakni, könnyen

előfordulhat, hogy kis teríték mellett is szükséges a nagyobb gép, mert ezzel kevesebb beállással is készre lehet hajlítani a darabot.

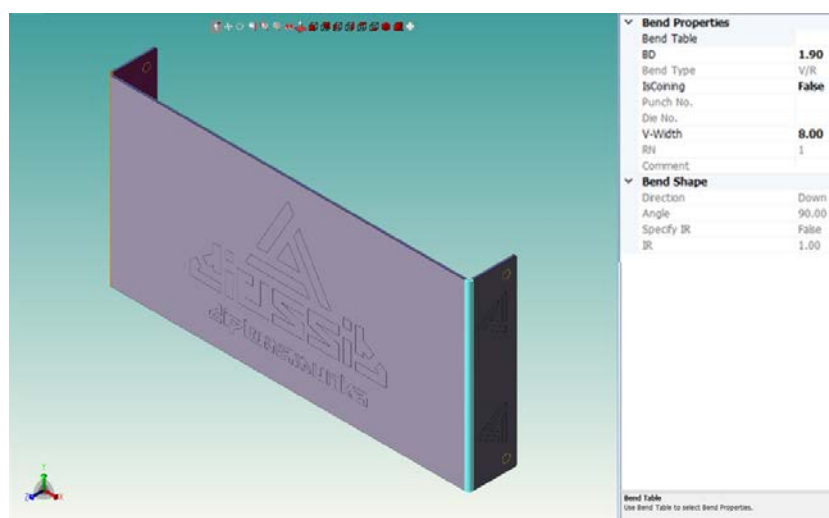
4.1.1 SZD_01_00_01_REV1 hajlítása

Az élhajlítás CNC programját az Amada Production designer CAM szoftverjével készítem el. Első lépésként betöltöm az alkatrész cad filejét, anyagot rendelek hozzá és beállítom a kívánt hajlítási rádiuszt (43. ábra).

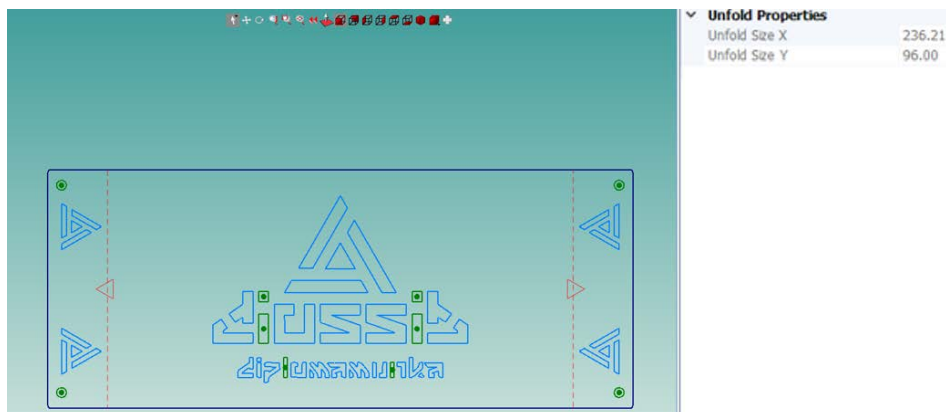


43. ábra 3D modell betöltése, forrás: saját kép

Következő lépésként meghatározom a hajlításhoz használandó matrica méretét (44. ábra), hogy ezáltal a program meghatározza nekem a rövidülést és a kiterített méretet (45. ábra)

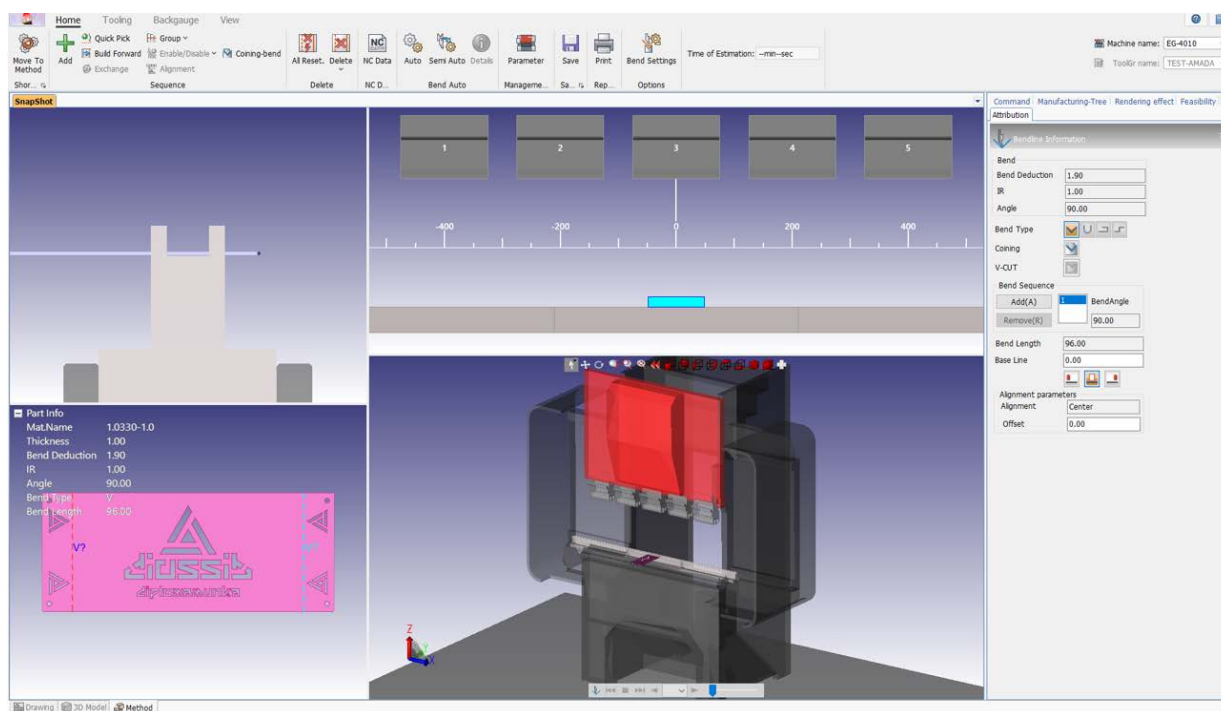


44. ábra Matrica meghatározása, forrás: saját kép



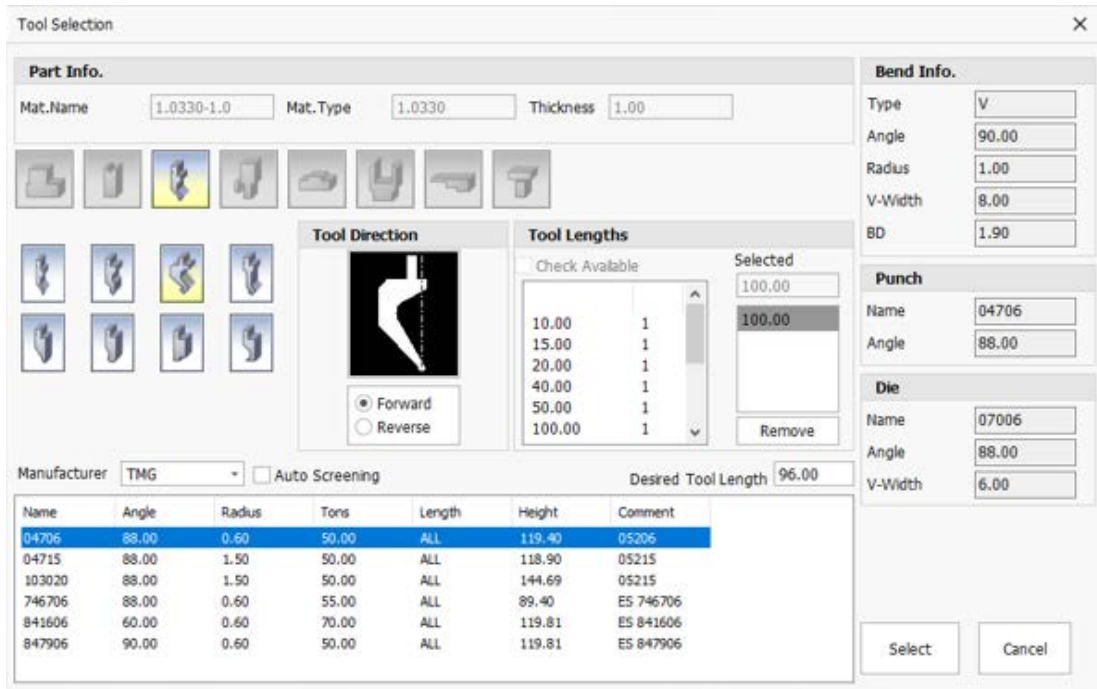
45. ábra 1.1.1 SZD_01_00_02_REV1 teríték, forrás: saját kép

Most, hogy a kiinduló paraméterek megvannak, el tudom kezdeni a CNC programozást. Kezdsnek kiválasztom a megmunkálógépet, ami a kisebb méretű Amada EG-4010 éhjalító. Az 46. ábrán a kezelőfelület látható. A bal felső sarokban az aktuális hajlítás oldalnézete, a bal alsó sarokban a teríték és a hajlítási vonalak, közép felül a szerszámok elrendezése, középen alul a gép, a szerszámok és a munkadarab 3D nézetben, jobb oldalt pedig egy menüsáv az aktuális paraméterekkel és információkkal.



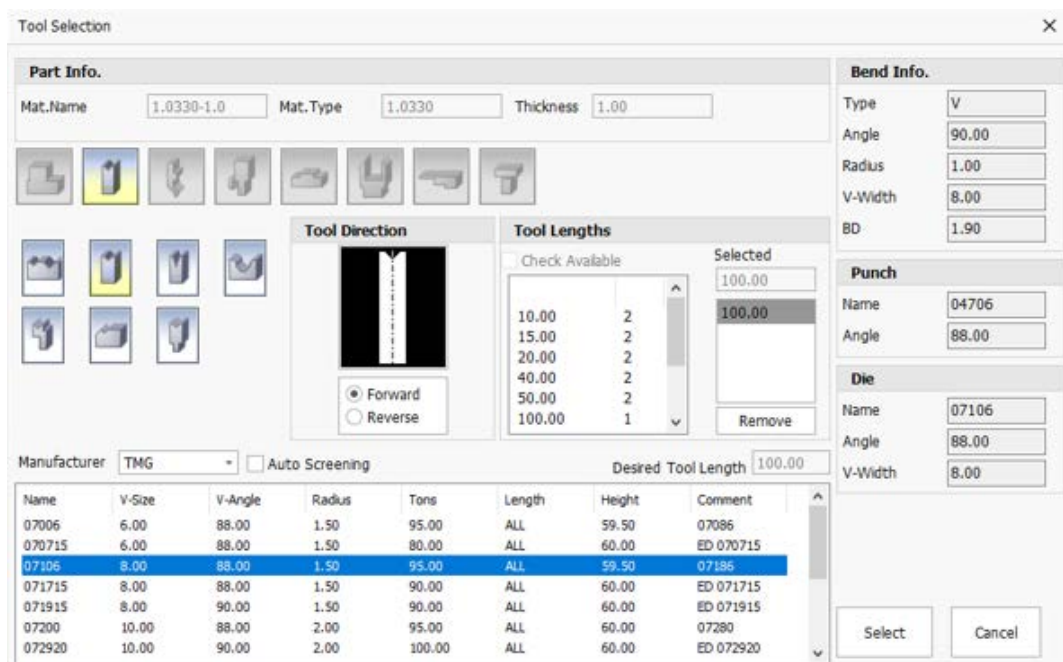
46. ábra Szoftver kezelőfelület, forrás: saját kép

Első lépésként meghatározom a hajlítási sorrendet. Ennél az alkatrésznel ez nem okoz különösebb problémát, nem számít melyikkel kezdek a kettő közül. Ezt követően jön a szerszámválasztás (47. ábra, 48. ábra).



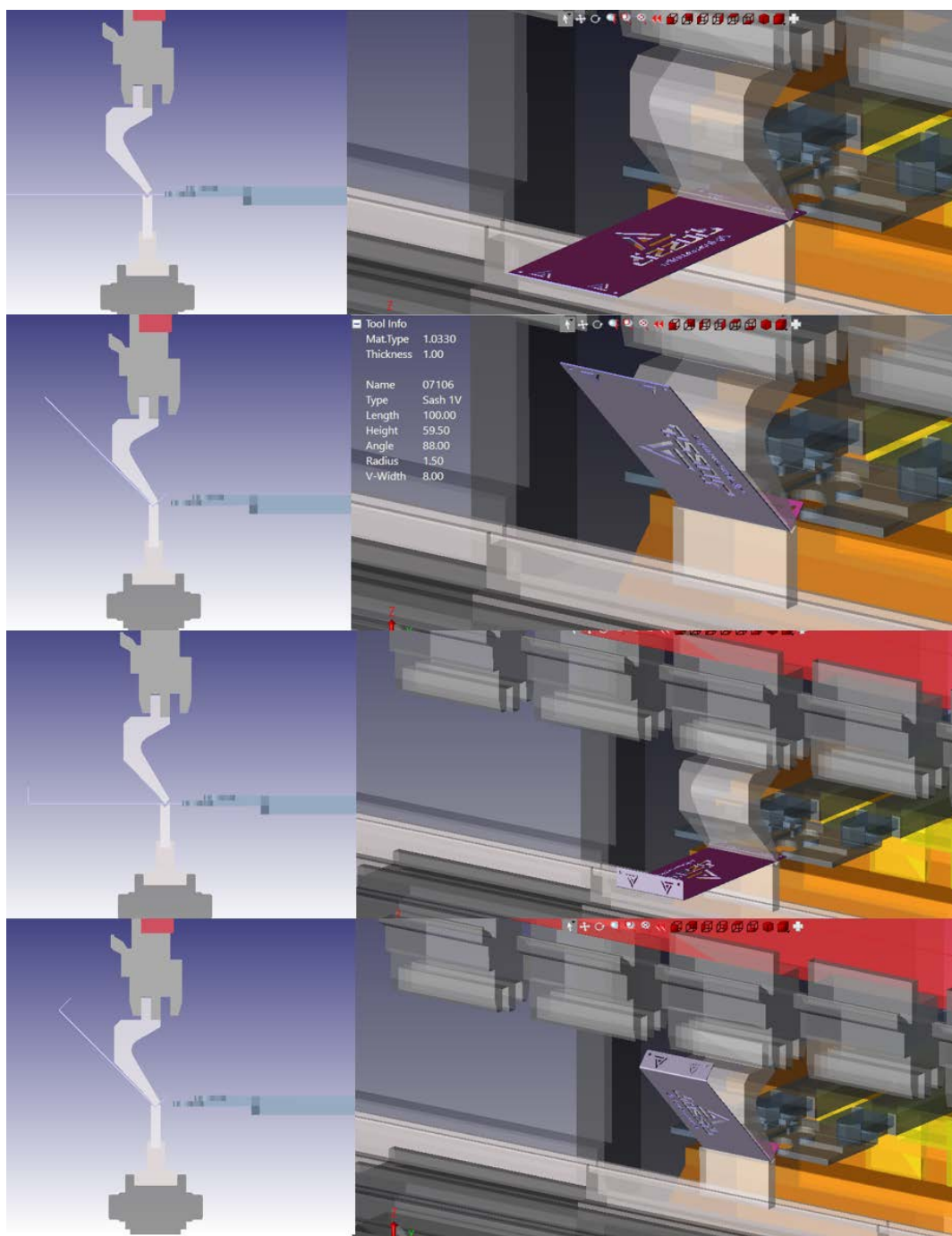
47. ábra Bélyeg választás, forrás: saját kép

A hajlításhoz szinte bármilyen alakú szerszám megfelel, az egyetlen tényező a lekerekítése, amit érdemes 0,6-0,8 mm-re választani a teríték miatt. A hajlítási vonal 96 mm hosszú ezért legalább 100 mm széles szerszám fog kelleni. Ezeket összegezve a 04706-os könyökös szerszám ideális választás lehet, de ha ez valamilyen okból nem elérhető, mással is könnyen lehet helyettesíteni.



48. ábra Matrica választás, forrás: saját kép

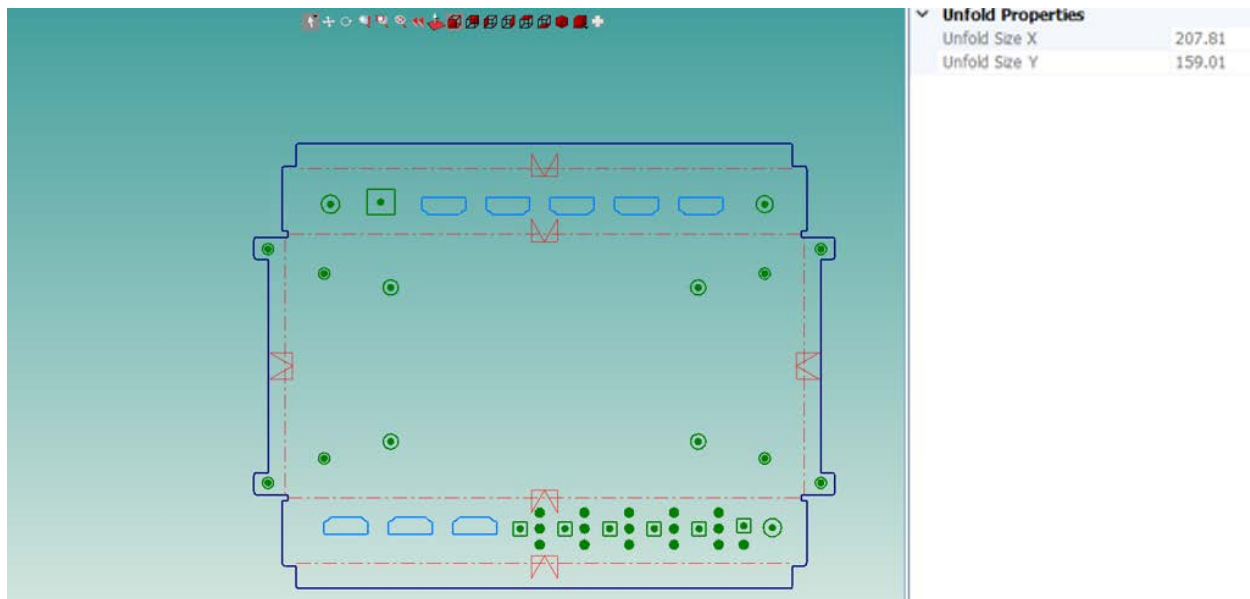
A matrica választásánál az egyetlen kritérium a V8 méret, ami kellő képen be is korlátozza a lehetőségeket, csak kettő darab ilyen típus van. Az egyik a 071715-ös számú kikönnnyített szerszám, ezt olyankor érdemes használni, ha például egy hajlítás vagy besajtolható anya útban lenne. A 07106 egy standard szerszám, a feladathoz tökéletes. Ebből is egy 100 mm szélesre van szükség. Az 49. ábrán a szimuláció látható, a darab hajlításánál nincs szerszám ütközés vagy bármi egyéb probléma. A CNC program beállítási lapját a 8. melléklet tartalmazza.



49. ábra SZD_01_00_01_REV1 hajlítása, forrás: saját kép

4.1.2 SZD_01_00_01_REV1 hajlítása

A SZD_01_00_01_REV2 hajlítása már kicsit összetettebb. A C alakú hajlítás már járhat szerszámütközéssel, a két oldalsó felhajítás is útban lehet, ezért nem mindegy a szerszámszélesség és a húzott szem is közel helyezkedik a hajlításhoz. A korábbi alkatrészhez hasonlóan most is megtörténik az anyagválasztás, a gépválasztás és a matrica kiválasztása, hogy megkapjam a teríték pontos méreteit 50. ábra.



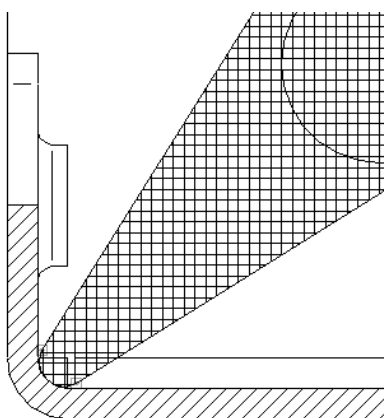
50. ábra 1.1.1 SZD_01_00_01_REV2 teríték, forrás: saját kép

A hajlítási sorrendet úgy próbálom meghatározni, hogy a legkevesebb szerszám kelljen hozzá. A munkadarabon hat hajlítás található, kettő a szemhúzott füleknél és négy a csatlakozók oldalán. Érdekes a rövidebb oldalakkal kezdeni, mivel a terítéken nincsenek kinyúlások, amik útban lennének, ezt hosszabb szerszámmal is meg lehet hajlítani, mint a hajlítási vonal. Ezt követően jöhetnek a hosszabb oldalak, ahol pedig kívülről befelé haladok. A hajlítási sorrend az 51. ábrán látható.



51. ábra Hajlítási sorrend, forrás: saját kép

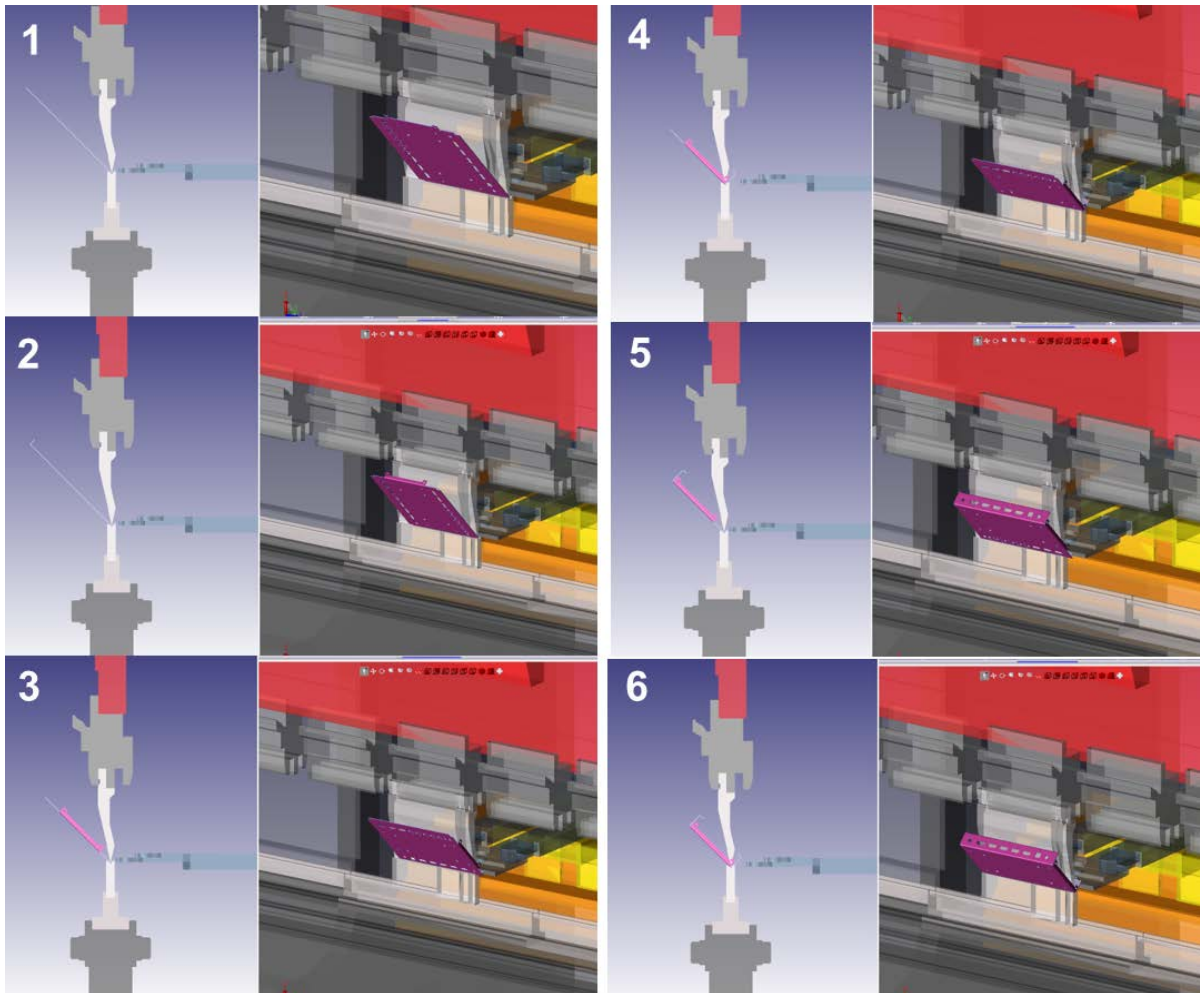
A szerszám kiválasztása itt már kicsit nehezebb a húzott szem miatt. A másik alkatrésznél használt szerszám 88 fokos és viszonylag nagy méretű, emiatt ütközne a szemmel. Egy 26 fokos szerszám viszont megfelelő lenne, az 52. ábrán jól látható, hogy így már lenne elég hely a hajlításhoz és a túlnyomáshoz is a visszarugózás miatt.



52. ábra Hajlítás 26 fokos szerszámmal, forrás: saját kép

Ennek megfelelően a szerszámlistából kis is választom a 26 fokos 831206 számú szerszámot. A leghosszabb hajlítási él 183,6 mm, de ennél kisebb méret kell nekünk, hogy véletlenül se ütközzünk az oldalsó felhajtásokkal és a szemekkel. 150 mm, 20 mm és 10 mm-es darabokból 180 mm-t ki tudok rakni, ami ideális is. A matrica itt is ugyanúgy V8 mint az előző alkatrésznél.

Végül ennél is elvégzem a szimulációt és ellenőrzöm minden rendben van-e, nincs e sehol szerszámütközés (53. ábra). Mindent rendben találok azért mentem a programot. A gépbeállítási lap a 9. mellékletben található.



53. ábra SZD_01_00_02_REV1 hajlítása, forrás: saját kép

Annak érdekében, hogy könnyítsem a gyártást még visszatérek a korábbi alkatrészhez egy módosítást végezni. Az ott használt kanalas szerszámot kicserélem az ennél is használt 26 fokosra, ezáltal, ha egy időben hajlítják a kettőt, nincs szükség szerszámozásra, csökken az átfutási idő.

4.2 Lézervágás

A feladatra a cég gépparkjában két gép is megfelel, a TruLaser 3030 Fiber lézergép (54. ábra) és a TRUMPF TruLaser 3030 ágylézer (55. ábra).



54. ábra TruLaser 3030 Fiber lézergép, 55. ábra TRUMPF TruLaser 3030 ágylézer,
forrás: EMG-Metall Kft.

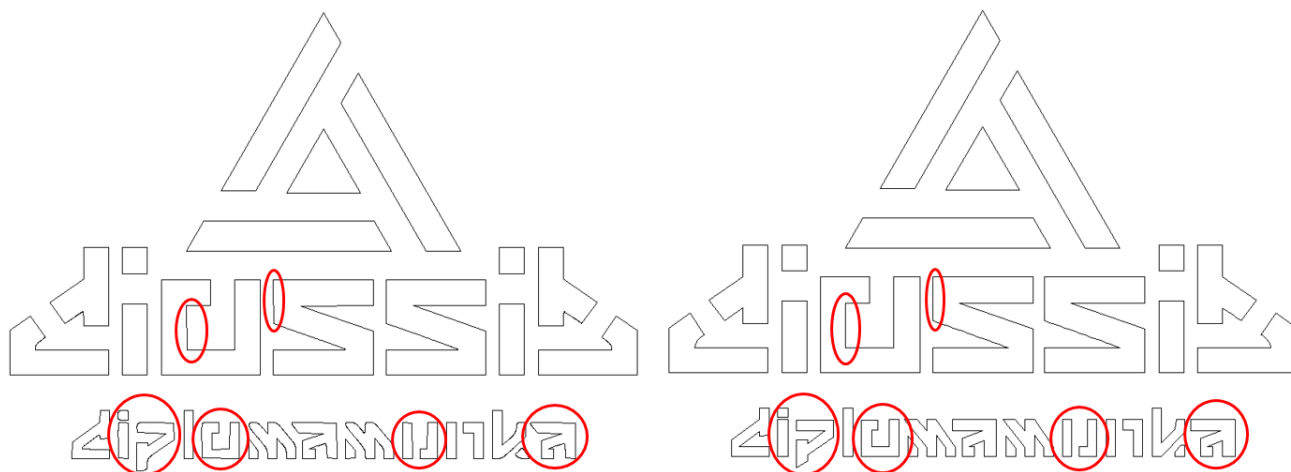
A gépek pontos paramétereit az alábbi táblázatokban összegzem: 1. melléklet 2. táblázat, 1. melléklet 3. táblázat.

A feladat elvégzésére mind a két gép alkalmas lehet, az 1 milliméteres lemez mindkét gép esetén bőven belül van a maximális határon, a munkaterük pedig megegyezik, így, ha az anyagkihozatal lényegesen jobb nagyobb táblaméret esetén, az sem okoz problémát. Igen lényeges eltérés viszont az, hogy a TruLaser 3030 fiber rendelkezik elszívó rendszerrel. Horgonyzott lemeznél a bevonatréteg a vágási vonal mentén elgőzölődik, ami belélegezve káros hatású lehet. Emiatt mindenképpen érdemes ezt a gépet választani.

4.2.1 SZD_01_00_01_REV1 TruTops CAD

A CNC program elkészítéséhez a Trumpf TruTops nevű CAM szoftverjét használom. Első lépésként a CAD munkafelületet fogom használni. Itt lehetőségem van még módosításokat végezni a terítéken mielőtt megkezdem a programozást. Módosíthatok a teríték méretein, az alakelemek méretein, vonalakat tehetek inaktívvá törlés nélkül, vagy akár gravírozásokat is elhelyezhetek.

A tervezés fejezetben már említettem, hogy egy JPEG-dxf konverter segítségével készítettem el a logó 2D modelljét. Ez a feladatot lényegesen egyszerűbbé tette, viszont megvan az a hátránya, hogy az alakzatok nem szabályos vonalakkból, hanem sok száz kis splineből épülnek fel. Ez nem csak a programozási időt növeli, de a későbbiekben lassítja a gépkezelőnek a program betöltését is és a vágás kinézetét is ronthatja. A szoftver képes a splineok letisztítására, ilyenkor a simítás durvaságának beállításától függően próbálja az elemeket szabályos egyenesekkel és körívvel helyettesíteni. Ez már önmagában is nagy különbséget jelent, ezzel a kezdeti 506 vonalelemet 342-ra tudtam csökkenteni. Ezt követően manuálisan folytatom a tisztítást, eltávolítom a fölösleges íveket és ahol vannak szakadási pontok vagy törések, azokat helyre állítom. Ezzel 306-ra tudom csökkenteni a vonalelemek számát és egy esztétikusabb külsőt tudtam kölcsönözni az alkatrésznek, szabályosabb és egységesebb betűkkel. A különbség az 56. ábrán látható, bal oldalon a tisztítás előtti, jobb oldalon pedig a tisztítás utáni logóval.



56. ábra Tisztított logó

Végül elvégzem a teríték méretének pontos beállítását, hogy az megegyezzen a hajlítás fejezetben meghatározott kiterített méretekkel. A kész teríték az 57. ábrán látható.



57. ábra SZD_01_00_01_REV1 teríték, forrás: saját kép

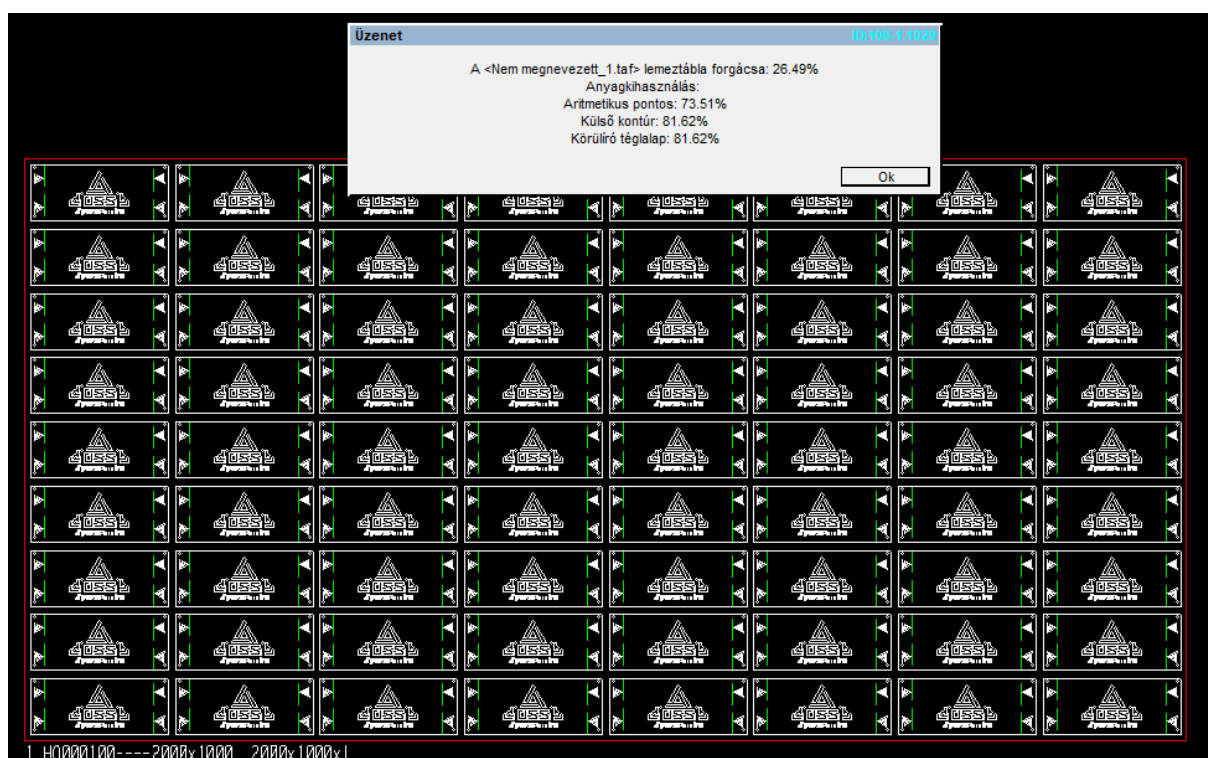
4.2.2 SZD_01_00_01_REV1 TruTops Nest

Miután elkészültem a terítékkal a következő lépés a lemeztábla vágási tervének elkészítése. Erre a szoftver Nest alkalmazását használom, itt tudom beállítani a tábla alapanyagát, méretét, valamint az alkatrészek szöghelyzetét, darabszámát és egymáshoz képesti elhelyezkedését. A kiosztást kétféle méretben is meg fogom csinálni, 2000x1000 és 2500x1250 méretben, hogy lássam, melyiknél jobb az anyagkihozatal.

Számos dologra kell figyelni a lemezterv elkészítésénél. A legfontosabb tényező az előgyártmány anyaga és mérete. Szálcsiszolt és polírozott lemeznél mindig a szép felület kerül fentre, mivel a lézervágással kialakult sorja a tábla alján jelenik meg. Szálcsiszolt anyagnál a szöghelyzetre is ügyelni kell, mivel a daraboknak egyformának kell lennie és a megrendelő általában meg is határozza milyen irányúnak kell lennie a darabon, ezért csak 180°-os forgatásokra van lehetőség. Vastagabb anyagoknál a hengerlési irány is számíthat, mivel ettől függően máshogy formálódhat az anyag élhajlításnál. Ez félkemény alumíniumnál különösen jelentős, itt érdemes úgy elhelyezni a darabokat, hogy a hengerlési irány merőleges legyen a hajlítási vonallal, különben könnyen elrepedhet vagy el is törhet az anyag. Szénacélnál és rozsdamentes acélnál is érdemes erre ügyelni, ugyan a repedés veszélye kevésbé áll fent, de élhajlításnál befolyásolni tudja az anyag rövidülését és a levegőben hajlítással kialakuló szögeket. Másik fontos tényező a munkadarabok távolsága egymástól és a lemeztábla szélétől. A lézer fúvókájának a feje 10mm átmérőjű azért érdemes a tábla szélén 10mm távolságot tartani. Ennek biztonsági oka is van, nehogy belemenjen az ütközőkbe, emellett egy tartást is

ad a táblának, hogy ne vetemedjen ezzel csökkentve a vágás pontosságát. A darabok távosságánál is érdemes tartani ezt a 10mm-t hasonló okokból, de bizonyos esetekben érdemes eltérni tőle. Ha hosszú de keskeny darabokat vágunk érdemes akár 15-20 milliméter hidakra is felmenni, a hőtől kialakuló deformálódás miatt a munkadarab könnyen ívessé alakulhat egyenes helyett. Kisebb daraboknál viszont érdemes lehet visszavenni a távosságokból. Apró néhány centis daraboknál könnyen 50% fölötti hulladék kiosztást lehet kapni ilyen széles hidakkal. Ez a távosság ilyenkor erősen vastagság és geometria függő, de akár 5mm távosságra is le lehet menni, bizonyos esetekben akár ez alá is.

Első lépésként kiválasztom a lemezvastagságot az anyagot és a táblaméretet. kezdésnek 2000x1000x1mm horganyzott lemezre fogom készíteni a lemeztervet. Most már el tudom kezdeni elhelyezni a darabokat a táblán. A munkadarabok befoglaló mérete 236,18x96mm. Mivel a rácsok távossága, amikre a tábla felfekszik 60mm, fektetve helyezem el a darabokat, hogy ne álljon fent a billenés veszélye. A darab egyszerű geometriája miatt nincs sok lehetőség a darabok összeforgatására, így csak egy féle képen tudom lerakni őket. Összesen 72 darab fér rá a táblára és 26,49% forgács keletkezik, ami az 58. ábrán látható.



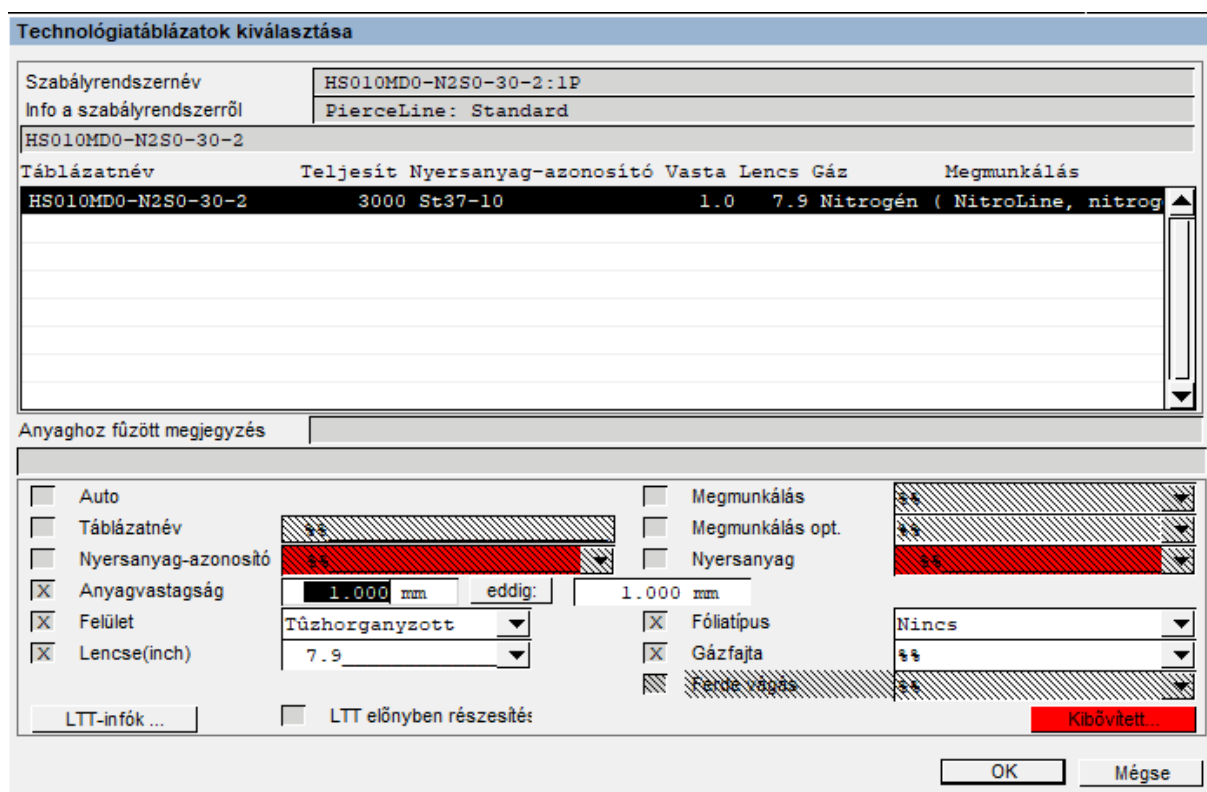
58. ábra Táblakiosztás 2000x1000 méretre, forrás: saját kép

Ugyanezzel a módszerrel elkészítem a kiosztást 2500x1250 táblaméretre is, ebben az esetben 110 darab alkatrész fér el és 28,12% a forgács. Mivel nincs jelentős eltérés a két kiosztás

között, a 2000x1000 táblaméretet választom, ez egyszerűbben kezelhető. A lemeztábla jobb oldali szélén még marad 20mm felhasználatlan terület. Annak érdekében, hogy a vágás után a maradék rács könnyebben kezelhető legyen, 3 oszloponként eltolom a darabokat 10mm-el. Emiatt a későbbi programozásnál lesz elég helyem ezekre a részekre függőleges lemeztábla vágásokat tenni, és kisebb maradékanyagokat kell majd csak lepakolni.

4.2.3 SZD_01_00_01_REV1 TruTops Laser

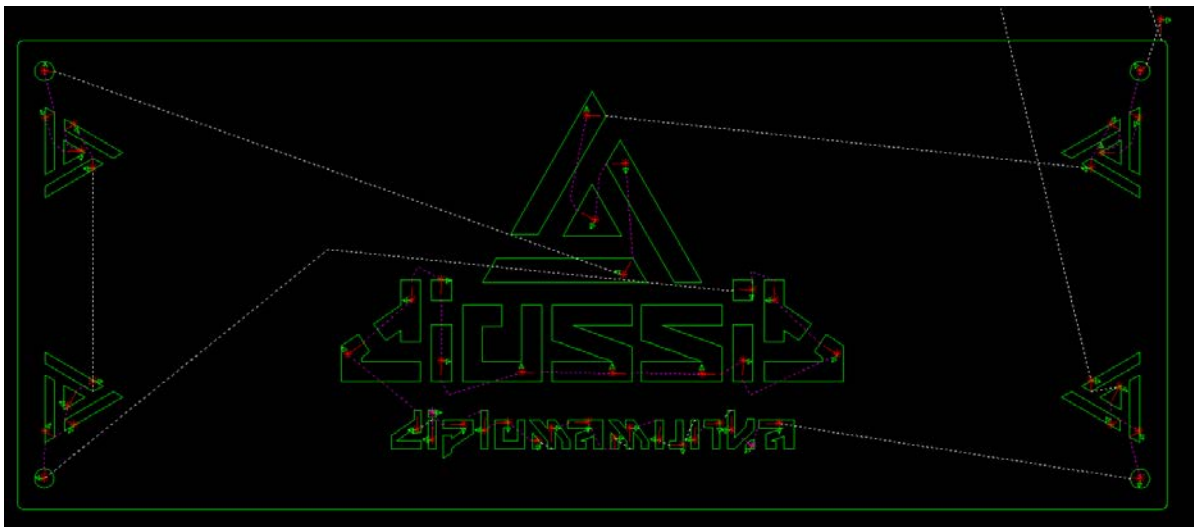
Most, hogy már megvan a kész lemezterv, elkezdhetem a CNC program elkészítését a TruTops Laser felületén. Kezdsnek kiválasztom a megmunkáló gépet, ami esetünkben a TruLaser 3030 Fiber és meghatározom a vágási technológiát (59. ábra)



59. ábra Megmunkálási technológia kiválasztása, forrás: saját kép

1mm vastag tűzhorganyzott lemezhez csupán egy féle vágási technológia tartozik, ez a gyártó által kikísérletezett ideális vágási paramétereket tartalmazza. Korábban próbálkoztam már kísérleteket végezni más paraméterekkel, de a gyári beállításnál nem sikerült jobb minőségű vágást elérnem, így arra a következtetésre jutottam, hogy nem érdemes ezeken módosítani. Amennyiben szükséges gőzölést is be tudok állítani, ez fóliás tábláknál hasznos, segítségével a fólia kevésbé ég rá a táblára és utólag könnyebb eltávolítani, de esetünkben erre most nincs szükség.

A következő lépés az alkatrészekben a bekezdési pontok és a belső kontúrok sorrendjének meghatározása. Ezeknek a megadásánál próbálok ügyelni arra, hogy először a kisebb darabokat vágjam ki. Ennek oka az, hogy ezek könnyebben kieshetnek, kevesebb az esélye annak, hogy ütközhessen velük a fúvóka, ha befordulnak. Emellett az útvonalakat is próbálom úgy beállítani, hogy elkerüljem azt, hogy már kivágott ablak fölött elhaladjak. A munkadarab megmunkálása az 60. ábrán látható.



60. ábra Munkadarab megmunkálás, forrás: saját kép

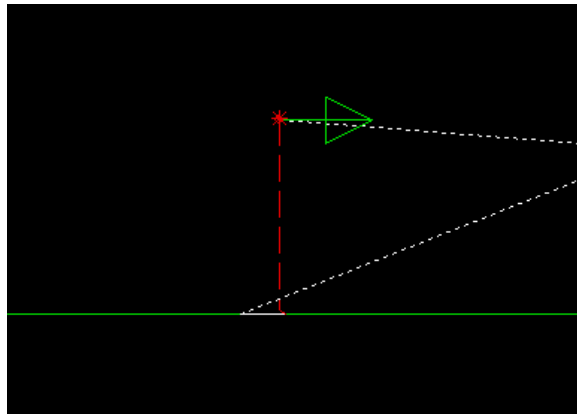
Annak, hogy a vágások miért a kontúrunkon kívül kezdődnek el a piros pontoknál és nem azon, igen fontos oka van. Ennek szemléltetése érdekében 15mm vastag szénacélból kivágtam egy kis darabot, hogy elnagyolva látni lehessen a problémát (61. ábra).



61. ábra Bekezdési kráter, forrás: saját kép

A képen jól látszik, hogy a bekezdés pontjában, mivel először a lézernek át kell lyukasztania az anyagot, egy nagyobb kráter keletkezik, körülötte pedig fröccsenés nyomok vannak. Ha ez a vágási kontúr lenne, az rontaná a termék megjelenését, az eltávolítása pedig utómunkával járna.

Számos lehetőségünk van még, amit el tudunk végezni a munkadarabon, hogy ezzel javítsuk a vágást vagy a munkadarab megjelenését. Kisebb daraboknál szükség lehet microjointok használatára (62. ábra). Ezek kis megszakítások a kontúrokon, amik bekötik a munkadarabot a táblába, ezzel meggátolva a kiesésüket vagy a befordulásukat.



62. ábra MicroJoint, forrás: saját kép

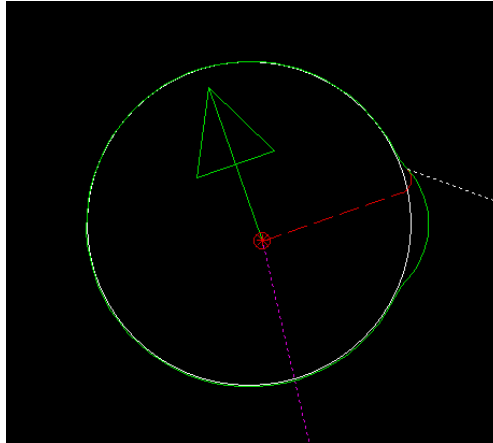
Amennyiben lehetséges érdemes ezeket elkerülni, mert eltávolításuk utómunkát igényel. Esetünkben szerencsére nincsen rá szükség, mivel a munkadarab elég nagy méretben és tömegben is, hogy ne mozduljon el.

Egy másik lehetséges beállítás, amit érdemes lehet alkalmazni, a körkorrekciók. A vágás bekezdési pontjainál apró kis „orrok” jelennek meg (63. ábra).



63. ábra Körök kivágásánál megjelenő orr, forrás: saját kép

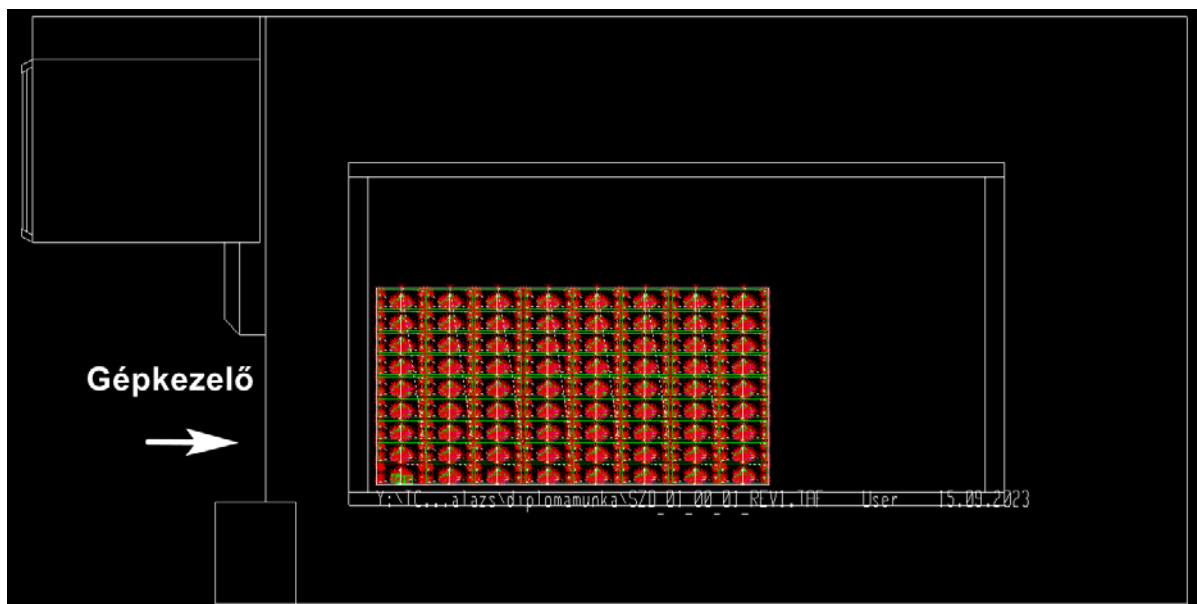
Amennyiben a furatba valamilyen besajtolható alkatrész kerül, aminek az átmérője csak 0,1-0,2mm-el kisebb, mint a furaté, ezek nehezíthetik a behelyezését. Erre a megoldás az lehet, ha a bekezdésnél egy apró kis mélyedést helyezek el a kontúron, ezáltal az orr beljebb lesz, mint a kör átmérője (64. ábra).



64. ábra Körkorrekció, forrás: saját kép

Esetünkben most erre sincsen szükség, mindössze 4 furat található az alkatrészben, ezeknek az átmérője pedig elég nagy ahhoz, hogy a csavarokat könnyen át lehessen dugni rajtuk.

A következő lépés a munkadarabok vágási sorrendjének meghatározása. Az 65. ábrán egy felülnézeti kép látható a gépről, a tábláról és a gépkezelőről.



65. ábra Gép felülnézet, forrás: saját kép

Annak érdekében, hogy az első kivágott darabot a gépkezelő ki tudja kényelmesen venni méréshez, a vágás a bal alsó sarokból indul és innen halad végig oszloponként. Korábban, amikor elhelyeztem a bekezdési pontokat, a külső kontúr bekezdését a jobb felső sarokba raktam. Ennek köszönhetően, amikor egy oszlop vágása befejeződik, a fúvóka nem fog keresztezni egy már kivágott munkadarabot sem, ezzel csökkentve az ütközés veszélyét, amennyiben egy darab elmodult.

Végezetül beállítom a korábbi alfejezetben már említett lemeztábla vágásokat minden harmadik oszlop után és legenerálom az NC programot és a beállítási tervet, ami segítségével a gépkezelő el fogja tudni végezni a feladatot. A beállítási terv a 10. mellékletben található.

4.3 Stancolás

A gazdaságos gyártás érdekében ennek az alkatrésznek a gyártása kivágó-lyukasztó gépen történik. Ennek több oka is van, a gépköltség kevesebb, a számos geometria miatt, a gépidő rövidebb, nincsen bonyolult geometria, amit ne lehetne szerszámmal vágni és a szemhúzott menetek a gépen is elkészíthetőek, így csökken az utómegmunkálás. Az üzem területén egyetlen olyan gép található, ami képes elvégezni ezt a feladatot, a Trumpf által gyártott TruPunch 5000 (56. ábra), aminek a technikai leírása az alábbi táblázatban látható: 1. melléklet 4. táblázat.

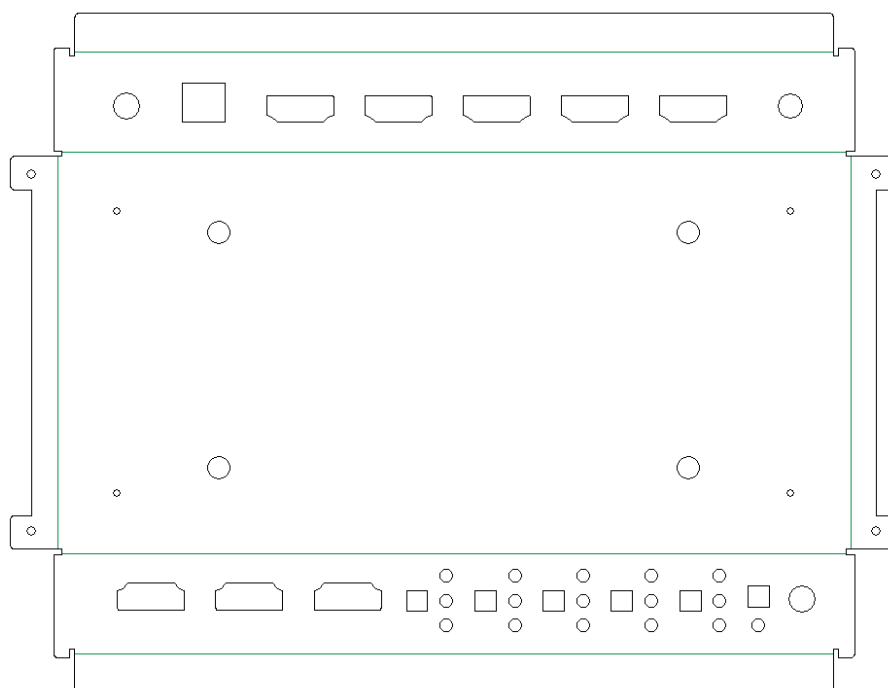


66. ábra TruPunch 5000, forrás: EMG-Metall Kft.

A táblázatból látható, hogy a gép alkalmas 1 mm vastag szénacél megmunkálására, 2000x1000 és 2500x1250 táblaméretben is.

4.3.1 SZD_01_00_02_REV1 TruTops CAD

A korábbiakhoz hasonlóan itt is elvégzem a szükséges módosításokat az alkatrészen. Mivel itt már szabályos geometriai alakzatok vannak, a splineok száma nem jelentős, nincs szükség a tisztításukra. Korábban a modellezésnél a hajlítások becsípésehez az alapértelmezett 1mm szélességet használtam. Mivel ezeket a gépen a 8.0x 1.2mm méretű téglalap alakú szerszámokkal fogom kivágni, a terítékben kitágítom őket. A teríték méreteit módosítom a hajlító szerszámnak megfelelő rövidüléssel. A kész teríték file az 67. ábrán látható.

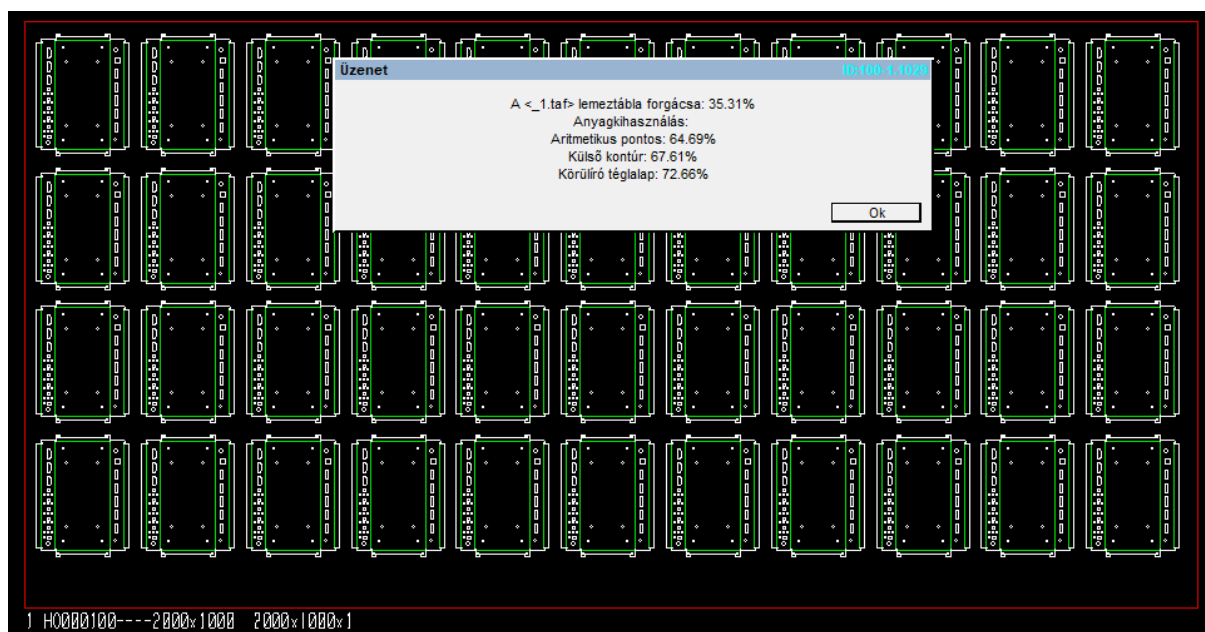


67. ábra SZD_01_00_02_REV1 teríték, forrás: saját kép

4.3.2 SZD_01_00_02_REV1 TruTops Nest

Az elkészült teríték felhasználásával most már elkészíthetem a tábla kiosztást. Stancon a munkadarabok távolsága eltér a lézerhez képest. A lézernél kialakuló vágási rés mindössze néhány tized milliméter ezért elegendő a 10 mm távolság, de stancon a kivágó szerszámnak van valamennyi szélessége, amit bele kell kalkulálni. Mivel a külső kontúr vágása az 5 mm széles trapéz szerszámmal történik, a munkadarab távolságokat 20 mm-re állítom be. Ezen túl számolni kell a lemeztábla megfogó pofák biztonsági zónájával is, ami 80 mm a tábla aljától.

Elvégzem a lemeztábla kiosztást 2000x1000 és 2500x1250 mm táblaméretekre is. A geometria egymásba forgatásra nincs lehetőség, viszont most igyekszem a darabokat állítva elhelyezni. Ennek oka, hogy a munkadarabok leszedése gépi kidobással fog történni, és így könnyebben le tudnak billenni az asztalról. A gépi kidobásnak köszönhetően csökkenni fog a gépidő, hiszen a gépkezelőnek nem kell minden kész darab után megállítania a gépet, hogy kézzel leszedje és mikro jointokra sincs szükség a bent tartáshoz, amit később el kellene távolítani. Szerencsére az állított pozícióval jobb is az anyagkihozatal, ezért ez nem okoz veszteséget. A táblakiosztás az 68. ábrán látható.



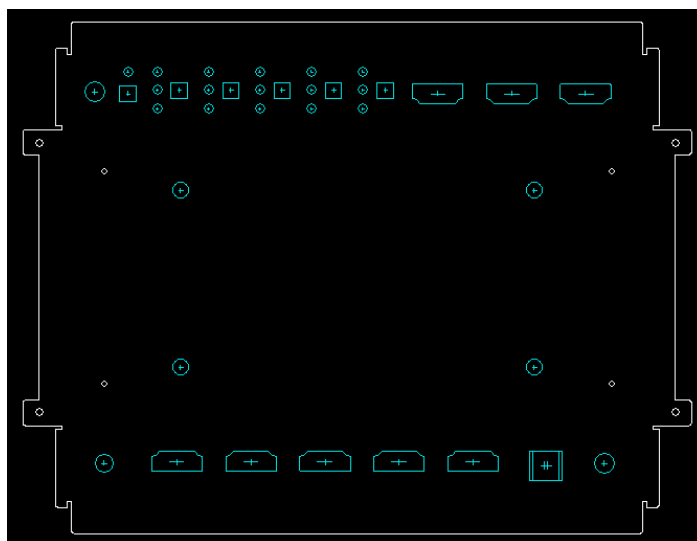
68. ábra Trumatic 2000x1000 kiosztás, forrás: saját kép

A két kiosztás között minimális az eltérés, a kisebbiknél 35,31% a nagyobbiknál pedig 34,13% a forgács. Ez anyagkihozatalban csak 1% eltérést jelent, emiatt a 2000x1000 mm méretet választom. A másik alkatrésznél is ezt a méretet használtam, így nem szükséges két különböző anyagot rendelni hozzá, emellett a gép nem rendelkezik gépi kiszolgálással, kézzel kell felrakni a lemezt, a kisebb méret pedig könnyebben kezelhető.

4.3.3 SZD_01_00_02_REV1 TruTops Punch

Ahogy az ebben az alfejezetben látni fogjuk, a stanc programozása lényegesen összetettebb, mint a lézéré. A lézernél nincs szerszám, emiatt szinte bármilyen alakzatot ki lehet vágni vele. Mechanikus vágásnál ezzel szemben nem csak kivágott alakokkal kell számolni, hanem többek között a szerszámtár méretével, az ütések számával, a szerszámok szélességével és a kieső darabok elszállításával is.

Első lépésként a belső kontúrok kiosztását végzem el, ez az 69. ábrán jól áttekinthető.



69. ábra Belső ablakok kivágása, forrás: saját kép

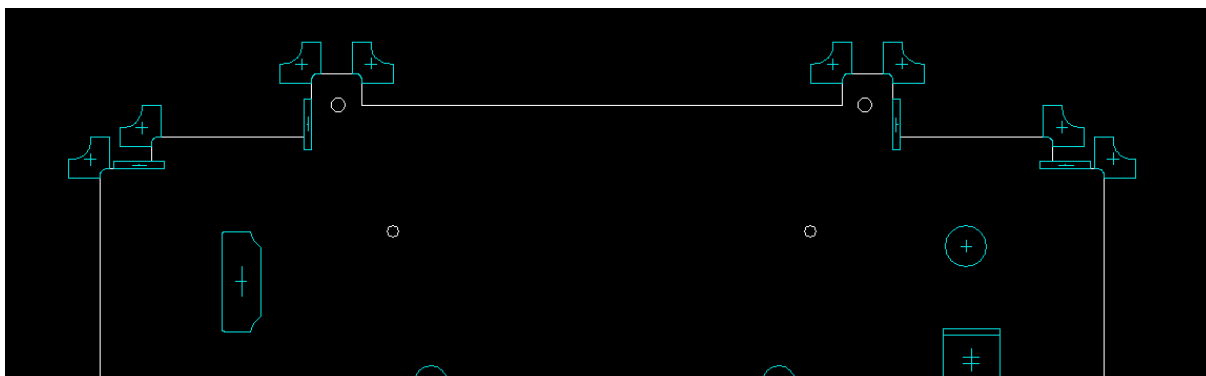
A kézzel jelölt vonalak a már megmunkált kontúrok. A HDMI csatlakozók vágása a külön erre a célra vett kivágó szerszámmal történik, aminek a méretei tökéletesen megegyeznek a modellen használt geometriáéval. A baloldali 4 kapcsoló helyét 5 mm méretű négyzetes szerszámmal alakítom ki. A környezetében található ledek furatai 3,2 mm-esek, ezekhez választom a szerszámot is. A bal alsó és jobb felső jack csatlakozó lyukasztásához 6,5 mm átmérőjű szerszámot használok, a jobb alsó tápcsatlakozóhoz pedig 6 mm-eset. Ehhez a két szerszámhoz multitool is rendelkezésre áll, ezzel nemcsak csökkenteni tudom a szerszámtár kihasználtságát, de a felszerszámozási és szerszámváltási időt is lecsökkenthetem. Ez a két szerszám egy 10-es multitoolban van benne, tehát 8 másik hasonló kialakítású szerszámmal együtt lehet használni egy kazetta elfoglalásával (70. ábra).



70. ábra MultiTool, forrás Trumpf GmbH

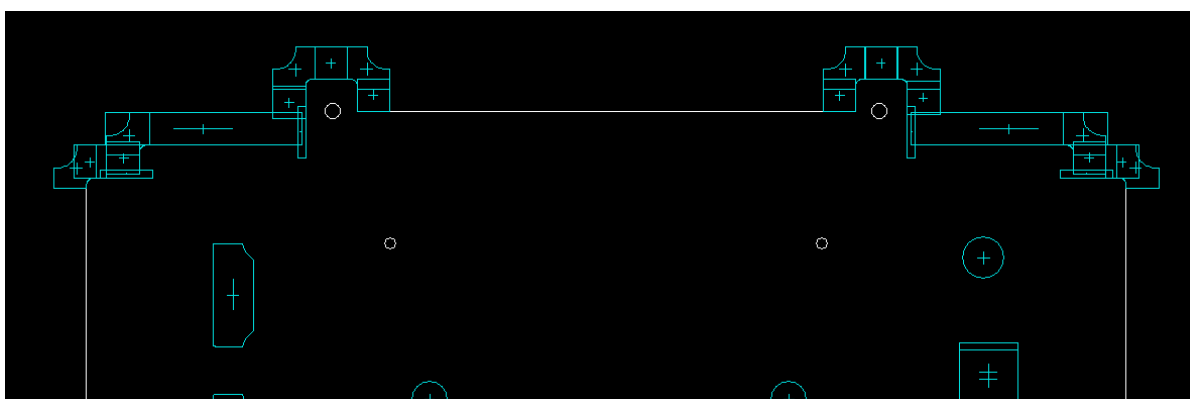
Az egyetlen alakzat, amihez nincs megfelelő szerszám, az az S/PDIF kábel 10x9 mm méretű téglalap kivágása. Ennél egy 9 mm méretű négyzet szerszámot használok és két leütéssel alakítom ki az ablakot.

Következő lépésként a külső kontúrokat kezdem megmunkálni. Először a nyolc darab hajlítási kicsípést és a 16 darab lekerekítést alakítom ki a 8,0x1,2 mm méretű téglalap szerszámmal és az R3-R1 rádiuszcsípővel. (71. ábra).



71. ábra Kicsípések és lekerekítések, forrás: saját kép

Látható, hogy sok helyen a leütések között maradtak rövid megmunkálatlan szakaszok. Mivel ezek nem igényelnek nagy szerszámot, a már felhasznált 5 mm-es négyzet szerszámmal bontom ki őket, hogy ne növeljem a szerszámfelhasználást. Jobb és bal oldalt még maradt egy hosszabb vízszintes szakasz, aminél ezt a szerszámot nem tudom alkalmazni. Ide egy 30,0x5,0 méretű téglalap alakú szerszámot használok, hogy egy ütéssel teljes hosszában meg tudjam munkálni (72. ábra).



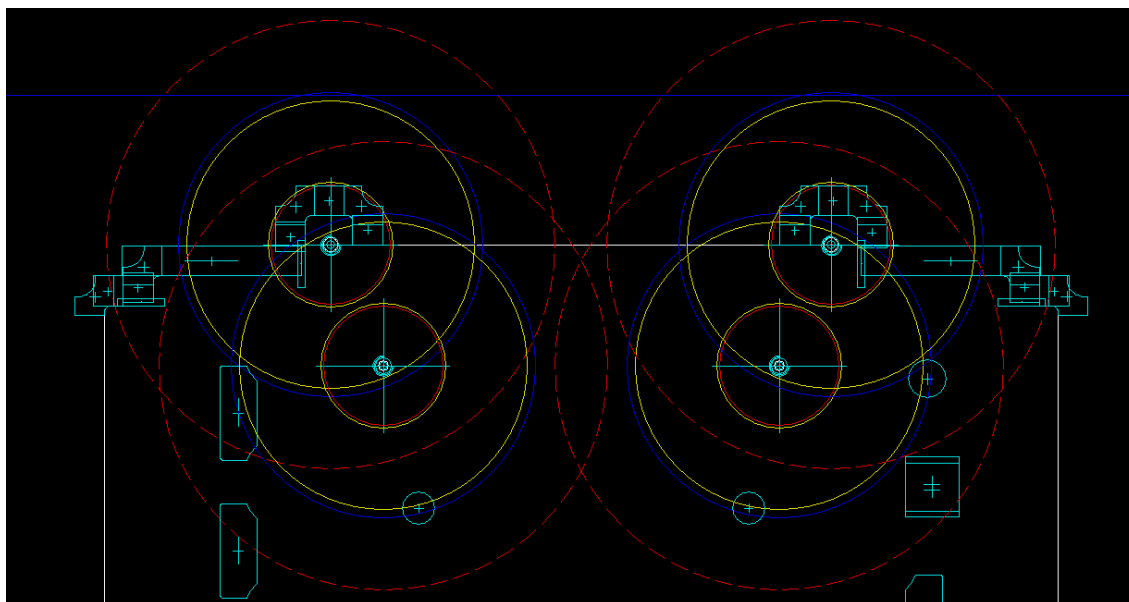
72. ábra Rövidebb kontúrok megmunkálása, forrás: saját kép

Most már rá tudok térni a szemhúzott menetek kialakítására. Ehhez három darab szerszámmra lesz szükségem, először egy előlyukasztóra, utána egy szemhúzóra és végül egy menetelőre (73. ábra).



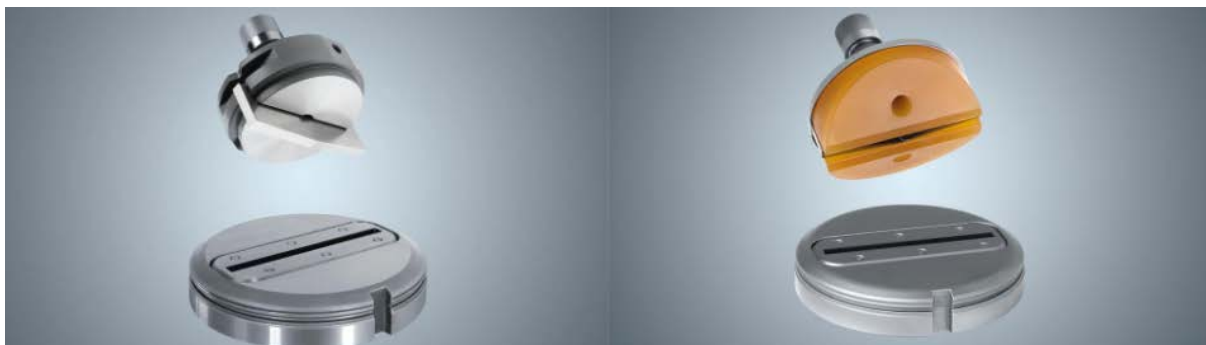
73. ábra Szemhúzott menet formázása, forrás: Trumpf GmbH

A szerszámválasztásnál a gyártó által ajánlott paramétereket használom, az előlyukasztás átmérője 1,5 mm. A szoftver a formázások helyén körökkel jelzi a zónákat, ahova hagyományos szerszámmal már nem üthetek le, mert a ráncgátlójuk megsértheti a darabot (74. ábra).



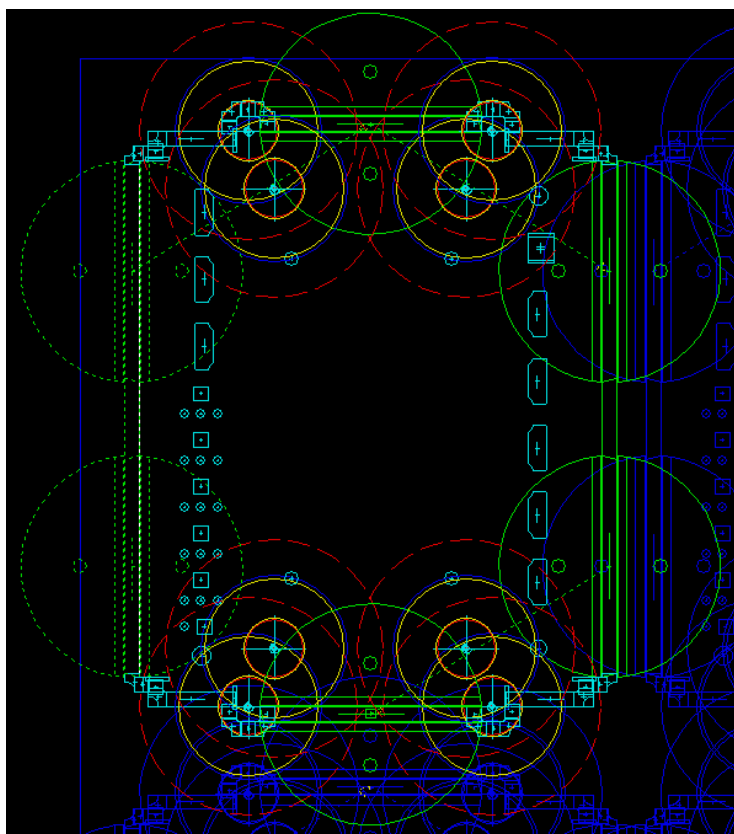
74. ábra Formázás miatti tiltott zónák, forrás: saját kép

A kontúr többi részének megmunkálásához egy direkt a formázásokhoz közeli megmunkálásokra kialakított szerszámot fogok használni. Az 75. ábrán jól látható a különbség a hagyományos bélyeg és ennek a kialakítása között.



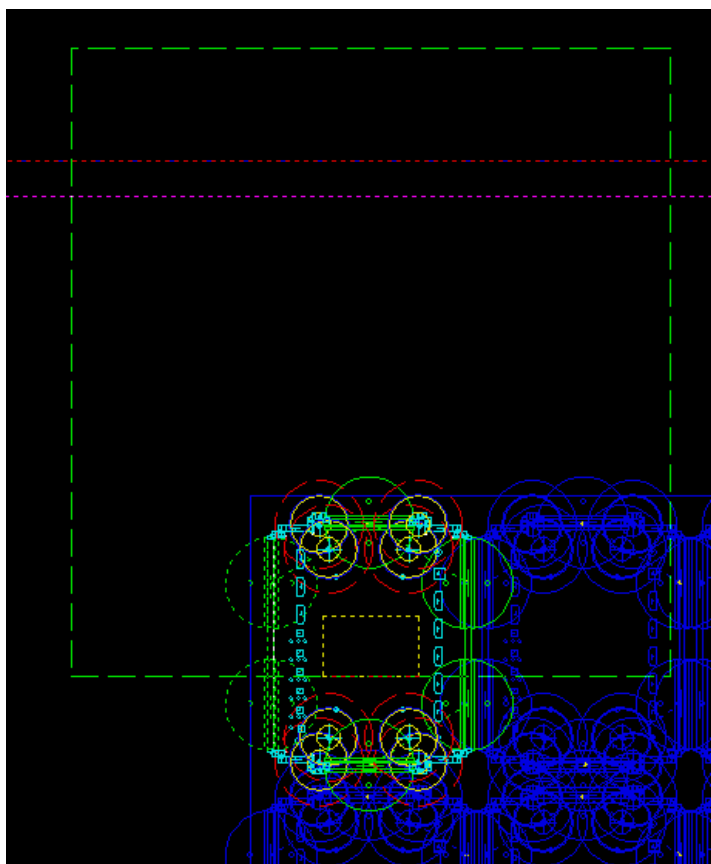
75. ábra Hagyományos és formázáshoz közeli szerszámkialakítás, forrás: Trumpf GmbH

Esetünkben ez egy 76,2x5 mm méretű trapéz alakú szerszám. Ennek a megmunkálásait egy kényszersorrenddel összekötöm ezzel biztosítva, hogy a külső kontúrt munkadarabonként fogja vágni a program, különben, mivel a szoftver törekszik a legrövidebb szerszám útvonalra, előfordulhat, hogy a kivágás befejezése előtt megkezd egy másik munkadarabot. Ez a kényszersorrendet és a hozzá tartozó szerszámot a szoftver zöld színnel jelöli (76. ábra).



76. ábra Készre munkált darab, forrás: saját kép

Hátra van még a munkadarab elszállításának beállítása. Gépi kidobásnál a program egy zöld szaggatott vonallal rajzolt téglalappal jelöli a kidobó ablak helyét (77. ábra).



77. ábra Munkadarab gépi eltávolítása, forrás: saját kép

A munkadarab mérete elég nagy, a súlypontja az ablak fölött helyezkedik el ezért magától is le tud billenni az asztról, nem igényel külön meglökést a szerszámmal.

Az utolsó lépés már csak a szerszámsorrend és a vágási sorrend meghatározása. A felszerszámozás sorrendjénél is ugyan azt a logikát követem, mint a szerszámválasztásnál, először a belső kontúrokat vágom ki, utána a rövidebb külső kontúrokat, ezt követően jönnek a formázások és végül a hosszú külső kontúrok. A multitoolokkal végzett vágásokat egymás utánra rakom be, hogy ne kelljen köztük szerszámot váltani. A szerszámtár kialakítása az xxx. ábrán látható.

A vágási sorrendnél a bal felső saragnál kezdek, ennél külön beállítom, hogy az első munkadarabot munkálja készre és csak utána kezdje el a többit vágni, így lehetőség van annak az átmérésére. Ezt követően a program soronként fog végig menni és az összes darabot egyszerre elkészíteni, ezzel is csökkentve a szerszámváltásokat. A tábla megfogókat a 4,11 és 18 szerszámhelyekre helyezem be, hogy stabilan fogják a táblát. A gépbeállítási terv a 11. mellékletben található.

4.4 Műveleti sorrendterv

A műveleti sorrendtervezés az a folyamat, amely során részletes tervet hozunk létre egy adott feladat, folyamat vagy projekt különböző lépéseinek végrehajtására. Azokat az eljárásokat és irányelveket tartalmazza, amelyek meghatározzák, hogy a munkát mikor, hogyan, milyen sorrendben, és milyen eszközökkel végezzük el. A műveleti sorrendtervezés kritikus fontosságú az effektív és hatékony munkavégzés, valamint a minőségi eredmények eléréséhez. A korábbi alfejezeteket átgondolva, egészen egyértelműen meghatározható az ideális technológiai sorrend a termék elkészítéséhez, a továbbiakban ezt fogom meghatározni. A kész munkalapok a 12. mellékletben találhatóak.

4.4.1 SZD_01_00_01_REV1 műveleti sorrendterv

1. Lézervágás

Az első lépés értelemszerűen a lézervágás, amíg nincs meg a kész teríték nem tudunk további műveleteket elvégezni a darabon.

2. Süllyesztés

Lézervágást követően szükséges lehet sorjázni a munkadarabot, de a süllyesztést előbbre hozom. Ennek oka, hogy ez a művelet is kialakíthat egy kevés sorját, ezáltal egyszerre eltávolítható mind a kettő, nincs szükség rá, hogy kétszer elvégezzük ugyanazt a műveletet.

3. Sorjázás

A munkadarab sorjázása még terítékben a legegyszerűbb és így a sorja az élhajlításnál sem okoz pontatlanságot. Mivel ügyelni kell a horganyrétegre, kizárólag gépi sorjázás megengedett.

4. Élhajlítás

5. Meo

Szűrőpróbaszerűen minden 10. darab ellenőrzése. Tűrt méretek tolómérővel, süllyesztés csavarral, horganyréteg szemrevételezéssel.

4.4.2 SZD_01_01_01_REV1 műveleti sorrendterv

1. Felület levédés

Érintkező felületek kiragasztása magas hőállóságú maszkoló szalaggal, rajz szerint.

2. Porfestés

Korábbtól eltérő szín esetén a festőkabint tisztítása. Akasztás két kampóval a pályarendszerre. Mosás, szárítás, zsírtalanítás, ioncserélt vizes öblítés, festés, beégetés. Festék csak a külső felületeken, belül festékfoltok megengedettek. RAL 9005 finomstruktúr.

3. Meo

Szűrőpróbaszerűen minden 5. darab ellenőrzése. Festékréteg szemrevételezése

4.4.3 SZD_01_00_02_REV1 műveleti sorrendterv

1. Stancolás

Az első lépés értelemszerűen itt is a stancolás, amíg nincs meg a kész teríték nem tudunk további műveleteket elvégezni a darabon.

2. Sorjázás

3. Élhajlítás

4. Meo

Szűrőpróbaszerűen minden 10. darab ellenőrzése. Tűrt méretek tolómérővel, M3 menet csavarral, horganyréteg szemrevételezéssel.

4.4.4 SZD_01_01_02_REV1 műveleti sorrendterv

1. Sajtolás

2. Felület levédés

3. Porfestés

4. Meo

4.4.5 SZD_01_00_00_REV1 műveleti sorrendterv

1. Szerelés

Rajz szerint a SZD_01_01_01_REV1 és SZD_01_01_02_REV1 készre szerelése DIN 965 M3x6 ZI, DIN7985 M3x6 ZI csavarokkal és gumilábakkal.

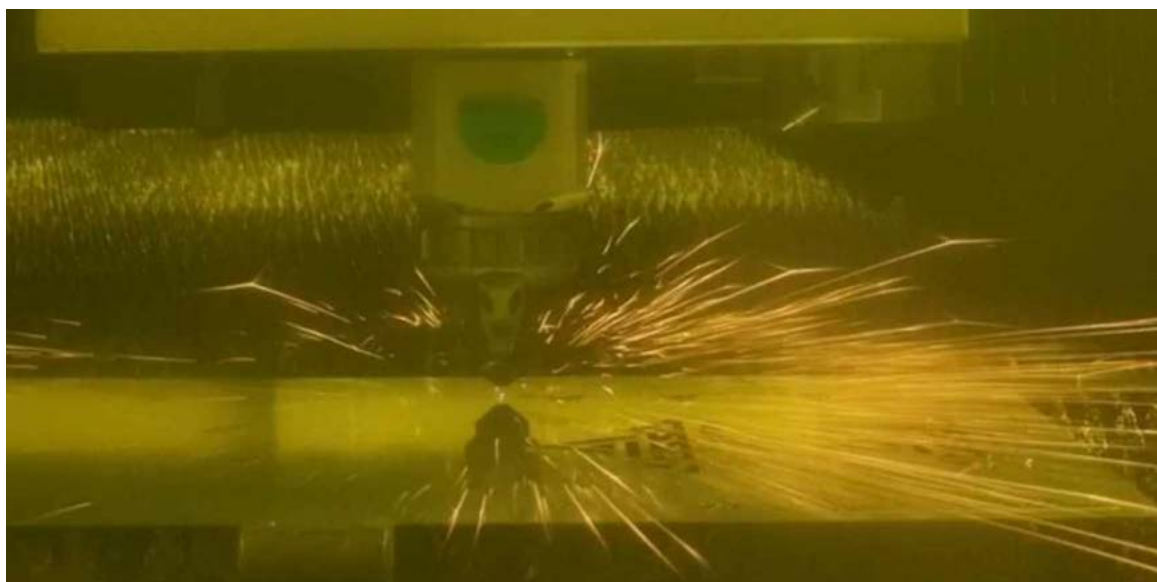
2. Meo

Szűrőpróbaszerűen minden 5. darab ellenőrzése.

5. Mintagyártás

A fejezet célja, hogy mindazt, ami idáig elhangzott a diplomamunkámban a valóságban is leteszteljem és elkészítsek egy mintadarabot a komplett műszerdobozból. Ez nem csak abban fog segíteni, hogy megbizonyosodjak a korábbi tervezések helyességéről, de az eredmények alapján, ha szükséges, még további módosításokat tudok végezni és az árkalkulációhoz is pontosabb időkkel tudok majd számolni. Mivel teljesen új termékről van szó és a gyártás közben hibák is előfordulhatnak, három darab gyártását fogom elindítani a mintához.

A lézervágás problémamentesen történt, a betűk és az ablakok könnyen kiestek, nem gátolták a fúvókát a mozgásban. A gépidő megegyezett a programmal ezért ez módosítást nem igényel. A 78. ábrán egy fotó látható a lézervágásról.



78. ábra Lézervágás fotó, forrás: saját kép

Észrevételek:

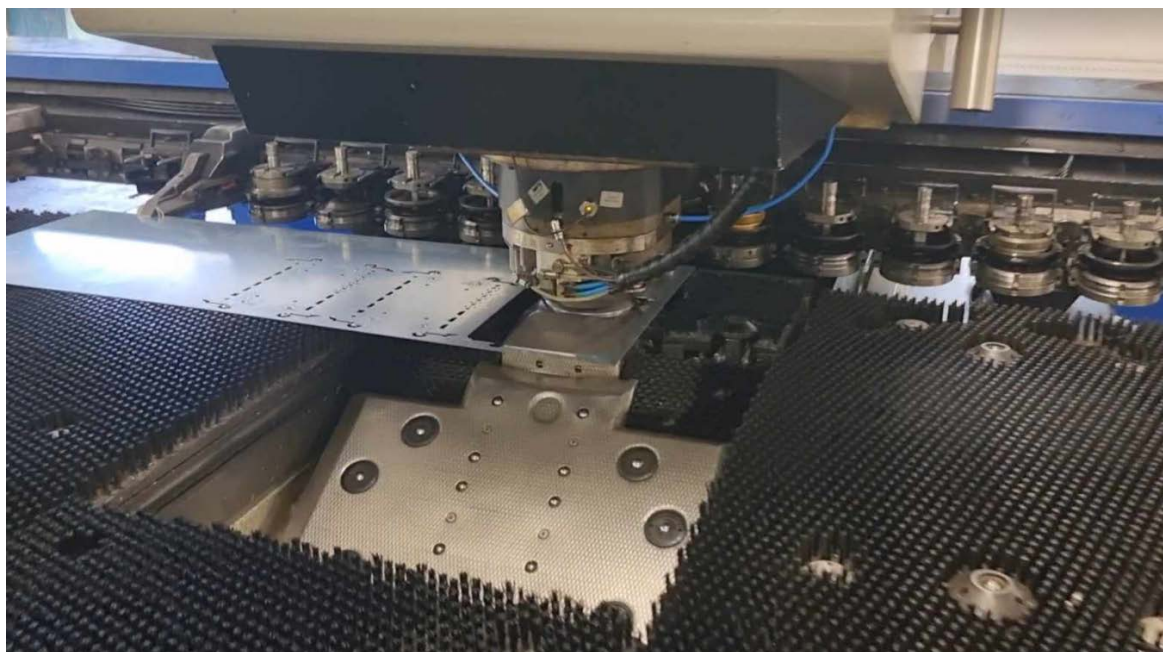
- A vágás enyhe sorjával járt, ezért óvatos gépi sorjázást még igényel a süllyesztés után úgy, hogy a horgany réteg ne sérüljön.
- A betűknél néhány pont elég hegyes maradt, ami problémát okozhat. A programban ezt módosítani kell majd kis lekerekítésekkel.

A 79. ábrán egy fotó látható a kivágott terítékről.



79. ábra Lézervágott fedél, forrás: saját kép

A stancolás szintén problémamentes volt, a vágás a gépidőnek megfelelően történ, a darabok is kiesten a csapóajtón, meglökésre nem volt szükség. A színhúzott menetek is megfelelőek, az alakjuk szabályos, M3-as csavart könnyen bele lehet tekerni. A 80. ábrán egy fotó látható a stancolásról, a gépi kidobás pillanatában.



80. ábra Stancolás fotó, forrás: saját kép

Észrevételek:

- A vágás enyhe sorjával járt, ezért óvatos gépi sorjázást még igényel úgy, hogy a horgany réteg ne sérüljön.

A 81. ábrán egy fotó látható a kivágott terítékről.



81. ábra Stancolt alj, forrás: saját kép

A sorjázás előtt még elvégeztem a SZD_01_00_01_REV1 alkatrész süllyesztését. A csavar megfelelően síkba is került a lemezzel. A sorjázásnál kizárólag gépi sorjázás jöhet szóba, így állítani lehet a kefe mélyégét és sebességét is, hogy ne távolítsa el a horganyréteget (82. ábra).



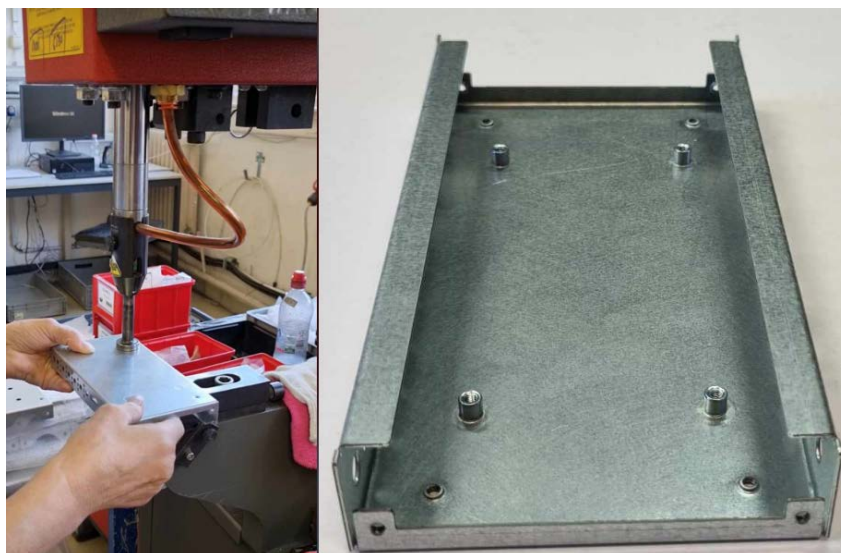
82. ábra Gépi sorjázás fotók, forrás: saját kép

Az élhajlítás mindkét alkatrész esetében a program és a szimulációk szerint történt. A szerszám enyhe kopottsága és a lemez visszarúgása miatt a szög némi korrekciót igényelt, emellett az első beálló darabnál a hajlítás túrésen kívülre esett, de a korrekciók után sikerült tartani az összes méretet így a darabok megfelelően illeszkednek egymáshoz (83. ábra).



83. ábra Élhajlítás fotók, forrás: saját kép

A sajtolásnál a furatok könnyen megközelíthetőek voltak a prészszerzőkkel (84. ábra). 3200 font nyomóerő mellett a távtartók feje tökéletesen síkba került a doboz aljával, nem hagytak kitüremkedést.



84. ábra Sajtolás fotók, forrás: saját kép

Az utolsó lépés már csak a festetlen felületek kitakarása és a porfestés. Az alkatrészek külön a 85. ábrán és a 86. ábrán láthatóak, az összeillesztett kész termék pedig a 87. ábrán.



85. ábra Festett fedél fotó, forrás: saját kép



86. ábra Festett alj fotó, forrás: saját kép



87. ábra Festett doboz fotó, forrás: saját kép

A porfestésen minden megfelel a rajzi előírásoknak, a festékréteg kívül egyenletes és hibamentes. A felső felületeken festésfoltok találhatóak, de ez nem probléma, a rajz szerint megengedettek. A kitakarások is megfelelőek voltak és ennek köszönhetően a doboz továbbra is könnyen összeilleszthető, mivel nem került festékréteg az érintkező felületekre.

6. Árkalkuláció

Az árkalkulációnál a szakirodalomban már említett analitikus kalkulációs módszert alkalmazom, mivel ez adja a legpontosabb képet a végeredményről és minden szükséges információ rendelkezésemre áll az elvégzéséhez. A számolások elvégzéséhez excel táblázatokat készítek, szétbontva a terméket alszerelésekre. A végösszeget egy kész termékre határozom meg, de a számolásnál belekalkulálom, hogy 200 darabonként kerül lehívásra, így a beállási díjak eloszlanak és lényegesen kedvezőbb végösszeget kapunk, mint egy darab esetén. A műveleteket percben határoztam meg, ezeknek az egységára és a pontos ideje látható a táblázatokban. A kereskedelemben kapható elemek darabárral kerültek beírásra, a porfestés pedig a felszín alapján. A feliratok szitázását külső cég végzi, ezért annál csak az egy darabra jutó összeget tüntettem fel.

2. táblázat SZD-01-00-01-REV1 költsége

SZD-01-00-01-REV1			
Anyag	Egységár	Mennyiség	Ár
Tűzihorganyzott lemez 2000x1000	11840	71	166,7606

Művelet	Egység	Egységár	Beállítás	Mennyiség		Ár
Fiber	Perc	700	5	0,83	Forint	598,5
Süllyesztés	Perc	150	10	1,2	Forint	187,5
Sorjázás	Perc	100	2	0,6	Forint	61
Hajlítás	Perc	200	10	0,4	Forint	90
MEO	Perc	150	0	1,5	Forint	225
					ÖSSZESEN:	1328,761

3. táblázat SZD-01-01-01-REV1 költsége

SZD-01-01-01-REV1						
Felület levédés	Perc	120	0	3	Forint	360
Porfestés	dm ²	35	0	5,88	dm2	205,8
MEO	Perc	150	0	1,5	Forint	225
					ÖSSZESEN:	790,8
					VÉGÖSSZEG:	2119,561

4. táblázat SZD-01-00-02-REV1 költsége

SZD-01-00-02-REV1						
Anyag			Egységár	Mennyiség		Ár
Tűzhorganyzott lemez 2000x1000			11840	44		269,0909
Művelet	Egység	Egységár	Beállítás	Mennyiség		Ár
Trumatic	Perc	345	40	0,62	Forint	282,9
Sorjázás	Perc	100	2	0,6	Forint	61
Hajlítás	Perc	200	10	1,2	Forint	250
MEO	Perc	150	0	1,5	Forint	225
					ÖSSZESEN:	1087,991

5. táblázat SZD-01-01-02-REV1 költsége

SZD-01-01-02-REV1						
Sajtolás	Perc	160	10	1,3	Forint	216
Felület levédés	Perc	120	0	3	Forint	360
Porfestés	dm ²	35	0	5,88	dm ²	205,8
Szitázás						750
MEO	Perc	150	0	1,5	Forint	225
Cikk						
BSO-3.5M3-6		70		4		280
					ÖSSZESEN:	2036,8
					VÉGÖSSZEG:	3124,791

6. táblázat SZD-01-00-00-REV1 költsége és végösszeg

SZD-01-00-00-REV1						
Szerel	Perc	150	10	3	Forint	457,5
MEO	Perc	150	0	1,5	Forint	225
Cikk						
Csavarozható gumiláb		75		4	Forint	300
Sf. Kereszthornyú csavar		6		4	Forint	24
Df. Kereszthornyú csavar		10		4	Forint	40
					ÖSSZESEN:	1046,5
					Termék végösszeg:	5259,282
					200 Termék esetén:	1051857

7. Következtetések és javaslatok

Ahogy azt a mintagyártással előállított kész darab is tanúsítja, a diplomamunkámban felsorolt összes tervezési, programozási és gyártási lépés megállja a helyét a valóságban is és alkalmas középszériás lemeztermék előállítására. Ez viszont nem jelenti azt, hogy minden lépés tökéletes volt és nincs szükség további változtatásokra, hiszen mindig van lehetőség fejlesztésre és újításokra.

A minagyártásnak köszönhetően előjöttek olyan hibák, amikre tervezés közben még nem gondoltam és amiket a tényleges gyártás előtt érdemes még javítani. A kivágott betűk geometriái miatt hegyes sarkok alakultak ki, amik problémások lehetnek a felhasználás közben, emiatt ezeket mindenképpen javítani kell. Gondot jelenthet még felhasználástól függően az termék porosodása is, amennyiben nem zárt helyen van szükség lehet még egy porfogó rács beszerelése is a fedélre, a logó alá. Ez persze növelné a gyártás költségét és egy plusz lépéssel járna, mivel ennek az elhelyezése legkönnyebben fellőhető hegesztő csapokkal történhetne meg.

Másik kérdés a szerelhetőség is. A tervezés elején a 3. fejezetben felvázoltam három különböző konstrukciós lehetőséget. Ebből a c) verzió tűnt a legmegfelelőbbnek, de ez még tesztelést igényelhet. Amennyiben a doboz kialakítása túlságosan megnehezíti a nyomtatott áramkör beszerelését, a b) verzió még egy járható út lehet, de ez megint csak megnövekedett gyártási költségekkel járhat.

Ahogy azt az árkalkulációból is láthatjuk, a stancon készült vágás lényegesen olcsóbb, mint a lézer. Amennyiben szükség van az ár további csökkentésére, járható út lehet, hogy mind a két alkatrészt szerszámkivágással készítjük el. Ugyan emiatt a termék megjelenése sokat változna, de festéssel és alakzatok kiperforálásával továbbra is meg lehetne valósítani az esztétikus megjelenést.

Ezek a változtatások mind könnyen megvalósíthatók, emiatt, ha a minták tesztelése indokolja, akár az összeset lehet alkalmazni.

8. Összefoglalás

Az munkám bemutatja egy lemezből készült műszerdoboz alkatrészeinek tervezésének folyamatát, figyelembe véve a választott gyártási technológia sajátosságait. Először összegyűjtöttem a peremfeltételeket, amik megfelelő kiindulási alapot nyújtottak a tervezéshez. Ezt követően el tudtam végezni az anyagválasztást, aminél az alapfeltételeken túl már figyelembe vettem a gazdaságosságot is. Az alkatrészek tervezésénél több lehetőséget is fontolóra vettem, végül kiválasztottam azt, ami gyártás szempontjából a legkedvezőbbnek tűnt és el is készítettem hozzá a szükséges 3D modelleket és műszaki rajzokat.

A rajzi dokumentációk segítségével már neki tudtam állni a gyártást is megtervezni. Ehhez első lépésként elkészítettem az összes megmunkáló gép CNC programját, ami szükséges az előállításához. Ez magába foglalta egy CNC élhajlító gép, egy CNC lézer vágó gép és egy CNC stancoló gép programozását. Elvégeztem minden olyan feladatot, ami ehhez szükséges lehet, a gépválasztás után megterveztem az optimális lemeztábla kiosztásokat, kiválasztottam a szükséges szerszámokat, azok elrendezését, sorrendjét és útvonalát.

Elkészítettem a műveleti sorrendtervet, annak érdekében, hogy a lépések megfelelően kövessék egymást és ne legyenek fölösleges elemek vagy problémák. Minden műveleti lépést elláttam az utasításokkal, amik kellenek a gyártáshoz és el is készítettem a szükséges munkalapokat, amik tartalmazzák ezeket az információkat.

Annak érdekében, hogy a valóságban is szemre tudjam venni a folyamatokat és lássam a lehetséges hibákat, az EMG-Metall üzemében le is gyártottam egy mintadarabot, ami nagy segítségemre volt nem csak az utólagos optimalizálásokban, de abban is, hogy következtetéseket vonhassak le a jövőbeli tervezésekhez.

Végezetül elkészítettem a költségszámításokat, amik nem csak a végösszeget mutatják, de kielemeztem az összes részfolyamatot ezzel is segítve a jövőbeli tervezéseket, látva a technológiák közötti árkülönbséget.

9. Summary

My work presents the process of designing components of an instrument box made from sheet metal, taking into account the peculiarities of the chosen manufacturing technology. First, I gathered the boundary conditions, which provided a suitable starting point for the design. Afterward, I could proceed with material selection, considering not only the basic requirements but also economic factors. When designing the components, I considered multiple options, ultimately selecting the one that seemed most favorable for manufacturing. I also created the necessary 3D models and technical drawings for it.

With the help of the engineering documentation, I could plan the manufacturing process. As a first step, I prepared CNC programs for all machining machines required for production, including a CNC sheet metal bending machine, a CNC laser cutting machine, and a CNC stamping machine. I completed all the tasks necessary for this, including optimizing the layout of sheet metal, selecting the required tools, arranging them, defining the order and path of operations. I created a sequence of operations plan to ensure that the steps follow each other correctly and avoid unnecessary elements or problems. I provided instructions for each operational step needed for manufacturing and prepared the necessary worksheets containing this information.

In order to visually inspect the processes and identify possible errors in reality, I manufactured a sample piece at the EMG-Metall facility. This was a significant help not only in subsequent optimizations but also in drawing conclusions for future designs.

Finally, I conducted cost calculations, which not only show the total cost but also analyze each subprocess, aiding future designs by highlighting price differences between technologies.

10. Irodalomjegyzék

1. Amada GmbH (2014): Abkantwerkzeuge, Germany,
2. Amada honlapja. Letöltés dátuma: 2023.10.18. Forrás: <https://www.amada.eu/de-en/>
3. Biotek (2009) Besajtolható rögzítőelemek
4. [Caadex \(\) A lézervágás technológiája. Miért a lézervágás? Letöltés dátuma: 2023.10.18. Forrás: https://www.caadex.com/single-post/2019/04/23/a-lézervágás-technológiája-miért-a-lézervágás](https://www.caadex.com/single-post/2019/04/23/a-lézervágás-technológiája-miért-a-lézervágás)
5. [cnc.hu honlapja, Letöltés dátuma: 2023.09.10. Forrás: https://www.cnc.hu/2014/08/fiber-vagy-szendioxid-lezer/](https://www.cnc.hu/2014/08/fiber-vagy-szendioxid-lezer/)
6. D. Manfredi (2017)
https://www.academia.edu/78833648/Overview_on_Additive_Manufacturing_Technologies
7. Dr. Balogh A., Dr. Sárvári J., Dr. Schäffer J., Dr. Tisza M. (2003) Mechanikai Technológiák, Miskolc, Miskolci Egyetemi Kiadó.
8. Dr. Mikó B. (2015) Forgácsolás technológia számítógépes tervezése, Budapest, Óbudai Egyetem.
9. Dr. Tóth L. (1996) Szerkezeti anyagok technológiája II., Budapest, Műegyetemi kiadó
10. Dr. Zsidai L(2016) Integrált gyártórendszerek FMS/CÍM/LEAN, SZIE , Gödöllő
11. Dr. Zsidai L., Mózes A. (2023) Polimerek nyomtatása, Gödöllő, MATE-SZIC-MI.
12. Dr. Zsidai, Kakuk, Kári, Horváth, Szakál (2008) Előgyártmány és képlékeny alakítási tervezési gyakorlat, Budapest, Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet.
13. [EMG-Metall Kft. honlapja. Letöltés dátuma: 2023.10.18. Forrás: https://www.emgmetall.hu/technologia](https://www.emgmetall.hu/technologia)
14. [F. Powell \(2018\) Subtractive Manufacturing 101. Letöltés dátuma: 2023.10.18. Forrás: https://www.thomasnet.com/insights/an-overview-of-subtractive-manufacturing/](https://www.thomasnet.com/insights/an-overview-of-subtractive-manufacturing/)
15. Frischherz- Kotsch- Itschner- Gundelfinger- Haffner- Dax (1997) FÉMTECHNOLÓGIAI TÁBLÁZATOK, Budapest, B+V Könyv- és Lapkiadó Kft.
16. Geretovszky Zs. (2011) Bevezetés a lézeres anyagmegmunkálásba, Szeged, SZTE JGYPK.
17. Hack E., Jaszovszky S., Smóling K. (1976) Szerszámtervezés, Budapest, Műszaki Könyvkiadó.
18. Hansen industries (2017) Sheet Metal Guidelines-2871 OLAFSEN AVENUE, RICHMOND.B.C, CANADA
19. K. Annamalai, C. D.Naiju, S. Karthik, M. Mohan Prashanth (2013) Early Cost Estimate of Product During Design Stage Using Design for Manufacturing and Assembly (DFMA) Principles, Trans Tech Publications, Switzerland
20. Komaspéc (2023) Choosing a Material for Sheet Metal Parts. Komaspéc honlapja. Letöltés dátuma: 2023.10.18. Forrás: <https://www.komaspéc.com/about-us/blog/sheet-metal-parts-material-considerations/>
21. Kovács F. (2012) LÉZERVÁGÁS A TÁRGYTERVEZÉSBEN, Budapest, Óbudai Egyetem RS Könnyűipari és Környezetmérnöki Kar Terméktervező Intézet.
22. Kreis I. (2011) Lézersugárforrások, Edutus Főiskola.
23. [MPIF honlapja, Introduction to Powder Metallurgy Letöltés dátuma: 2023.10.18. Forrás: https://www.mpif.org/IntrotoPM.aspx](https://www.mpif.org/IntrotoPM.aspx)
24. Oehler, Kaiser (1971) Vágó-, sajtoló- és húzószerszámok, Budapest, Műszaki könyvkiadó.
25. P. Dewhurst; G. Boothroyd (1988) Early cost estimating in product design 7/3. kötet. [H.n.] SME,

26. P. Dewhurst; G. Boothroyd (1988), K. Annamalai, C. D.Naiju, S. Karthik, M. Mohan Prashanth (2013) és Dr. Mikó B. (2015)
27. [Polyplastics honlapja](https://www.polyplastics.com/en/support/mold/outline/), Letöltés dátuma: 2023.10.20. Forrás: <https://www.polyplastics.com/en/support/mold/outline/>
28. R. Linke (2017) Additive manufacturing, explained, Letöltés dátuma: 2023.10.18. Forrás: <https://mitsloan.mit.edu/ideas-made-to-matter/additive-manufacturing-explained>
29. [regtalk \(2022\) ISO 2768 – \[with PDF\] General Geometrical Tolerance Standards and Technical Drawings](https://regtalk.pro/groups/compliance/forum/topic/iso-2768-general-geometrical-tolerance-standards-and-technical-drawings/), Letöltés dátuma: 2023.10.18. Forrás: <https://regtalk.pro/groups/compliance/forum/topic/iso-2768-general-geometrical-tolerance-standards-and-technical-drawings/>
30. [Trumpf GmbH honlapja](https://www.trumpf.com/hu_HU/megoldasok/alkalmazasok/lezervagas/), Letöltés dátuma: 2023.10.18. Forrás: https://www.trumpf.com/hu_HU/megoldasok/alkalmazasok/lezervagas/

11. Ábrajegyzék

1. ábra Szakító és fajlagos szilárdság, forrás: Komaspec (2023).....	9
2. ábra Korrozio mértéke különböző anyagok hatására, forrás: Komaspec (2023).....	10
3. ábra Alapanyag költség / kg (USD), forrás: Komaspec (2023).....	10
4. ábra Tűrések meghatározása forrás: Hansen industries (2017).....	11
5. ábra Nem egységes hajlítási rádiuszok forrás: Hansen industries (2017).....	12
6. ábra Z hajlítás eltérő rádiusszal forrás: Hansen industries (2017).....	13
7. ábra Z hajlító forrás: Hansen industries (2017).....	13
8. ábra Amada hajlítási táblázat forrás: Amada GmbH (2014).....	14
9. ábra Furat és ablak pozíciók forrás: Hansen industries (2017).....	14
10. ábra Megfelelő kivágások és fülek forrás: Hansen industries (2017).....	15
11. ábra Példák szubtraktív CNC megmunkálásra, forrás: Dr. Mikó B. (2015).....	16
12. ábra Példák additív gyártási eljárásokra, forrás: Zsidai L., Mózes A. (2023).....	17
13. ábra Fröccsöntő szerszám, forrás Polyplastics honlapja.....	17
14. ábra Meleg izosztikus préselés, forrás: MPIF honlapja.....	18
15. ábra A nyíró vágás elvi vázlata forrás: Dr. Tóth L. (1996).....	19
16. ábra Optimális és a szükségesnél kisebb vágórés forrás: Dr. Balogh A., Dr. Sárvári J., Dr. Schäffer J., Dr. Tisza M. (2003).....	19
17. ábra Nyíróvágás erő-út karakterisztikája forrás: Dr. Balogh A., Dr. Sárvári J., Dr. Schäffer J., Dr. Tisza M. (2003).....	20
18. ábra Ollón végzett vágások eljárásai forrás: Dr. Balogh A., Dr. Sárvári J., Dr. Schäffer J., Dr. Tisza M. (2003).....	20
19. ábra Különböző lemeztervek kihasználtsága forrás: Dr. Balogh A., Dr. Sárvári J., Dr. Schäffer J., Dr. Tisza M. (2003).....	21
20. ábra A gázzal segített lézeres vágás: a) a lézervágó fej és az azt kiszolgáló gázrendszer.	23
21. ábra Fiber lézer felépítése, forrás: Kreis I. (2011).....	24
22. ábra A lemez igénybevétele hajlításkor forrás: Hack E., Jaszovszky S., Smóling K. (1976).....	25
23. ábra A visszarugózási tényező meghatározása, forrás: Dr. Zsidai, Kakuk, Kári, Horváth, Szakál (2008).....	26
24. ábra Visszarugózás hajlításkor forrás: Frischherz- Kotsch- Itschner- Gundelfinger- Haffner-Dax (1997).....	27

25. ábra A teríték meghatározása forrás: Frischherz- Kotsch- Itchner- Gundelfinger- Haffner-Dax (1997).....	27
26. ábra A hajlítóerő változása forrás: Hack E., Jaszovszky S., Smóling K. (1976)	28
27. ábra Bélyegek, forrás: Amada GmbH (2014)	29
28. ábra Konstruktív ötletek, forrás: saját kép	32
29. ábra A nyomtatott áramkör méretei forrás: saját kép	33
30. ábra Lemezsablon beállítások, forrás: saját kép	35
31. ábra DIN 74, forrás: Frischherz- Kotsch- Itchner- Gundelfinger- Haffner- Dax (1997)..	35
32. ábra SZD-01-00-01 modell, forrás: saját kép	36
33. ábra SZD-01-01-02 hajlítási méretek, forrás: saját kép	37
34. ábra Szemhúzott menet, forrás: saját kép	37
35. ábra Besajtolható menetes távtartó fémlemezhez, forrás: Biotek (2009).....	38
36. ábra Húzott szemek és távtartó alapfuratok pozíciója, forrás: saját kép	39
37. ábra SZD-01-01-02 kész modell, forrás: saját kép	39
38. ábra Modellezési hiba, forrás: saját kép	40
39. ábra Módosított modell, forrás: saját kép	40
40. ábra SZD_01_00_00_REV1 3D modell, forrás: saját kép	41
41. ábra Amada EG4010 CNC élhajlító.....	42
42. ábra Amada HFP 50-20 forrás: EMG-Metall Kft.	42
43. ábra 3D modell betöltése, forrás: saját kép	43
44. ábra Matrica meghatározása, forrás: saját kép	43
45. ábra 1.1.1 SZD_01_00_02_REV1 teríték, forrás: saját kép	44
46. ábra Szoftver kezelőfelület, forrás: saját kép	44
47. ábra Bélyeg választás, forrás: saját kép.....	45
48. ábra Matrica választás, forrás: saját kép.....	45
49. ábra SZD_01_00_01_REV1 hajlítása, forrás: saját kép.....	46
50. ábra 1.1.1 SZD_01_00_01_REV2 teríték, forrás: saját kép.....	47
51. ábra Hajlítási sorrend, forrás: saját kép.....	48
52. ábra Hajlítás 26 fokos szerszámmal, forrás: saját kép	48
53. ábra SZD_01_00_02_REV1 hajlítása, forrás: saját kép.....	49
54. ábra TruLaser 3030 Fiber lézergép,	50
55. ábra TRUMPF TruLaser 3030 ágylész, forrás: EMG-Metall Kft.	50
56. ábra Tisztított logó	51

57. ábra SZD_01_00_01_REV1 teríték, forrás: saját kép.....	52
58. ábra Táblakiosztás 2000x1000 méretre, forrás: saját kép	53
59. ábra Megmunkálási technológia kiválasztása, forrás: saját kép.....	54
60. ábra Munkadarab megmunkálás, forrás: saját kép	55
61. ábra Bekezdési kráter, forrás: saját kép.....	55
62. ábra MicroJoint, forrás: saját kép	56
63. ábra Körök kivágásánál megjelenő orr, forrás: saját kép	56
64. ábra Körkorrekció, forrás: saját kép	57
65. ábra Gép felülnézet, forrás: saját kép	57
66. ábra TruPunch 5000, forrás: EMG-Metall Kft.....	58
67. ábra SZD_01_00_02_REV1 teríték, forrás: saját kép.....	59
68. ábra Trumatic 2000x1000 kiosztás, forrás: saját kép.....	60
69. ábra Belső ablakok kivágása, forrás: saját kép.....	61
70. ábra MultiTool, forrás Trumpf GmbH	61
71. ábra Kicsípések és lekerekítések, forrás: saját kép	62
72. ábra Rövidebb kontúrok megmunkálása, forrás: saját kép	62
73. ábra Szemhúzott menet formázása, forrás: Trumpf GmbH	63
74. ábra Formázás miatti tiltott zónák, forrás: saját kép	63
75. ábra Hagyományos és formázáshoz közeli szerszámkialakítás, forrás: Trumpf GmbH....	64
76. ábra Készre munkált darab, forrás: saját kép	64
77. ábra Munkadarab gépi eltávolítása, forrás: saját kép	65
78. ábra Lézervágás fotó, forrás: saját kép.....	68
79. ábra Lézervágott fedél, forrás: saját kép	69
80. ábra Stancolás fotó, forrás: saját kép.....	69
81. ábra Stancolt alj, forrás: saját kép	70
82. ábra Gépi sorjázás fotók, forrás: saját kép	70
83. ábra Élhajlítás fotók, forrás: saját kép	71
84. ábra Sajtolás fotók, forrás: saját kép	71
85. ábra Festett fedél fotó, forrás: saját kép	72
86. ábra Festett alj fotó, forrás: saját kép	72
87. ábra Festett doboz fotó, forrás: saját kép.....	72

1. Melléklet

Permissible deviations in mm for ranges in nominal lengths	Tolerance class designation (description)			
	f (fine)	m (medium)	c (coarse)	v (very coarse)
0.5 up to 3	±0.05	±0.1	±0.2	-
over 3 up to 6	±0.05	±0.1	±0.3	±0.5
over 6 up to 30	±0.1	±0.2	±0.5	±1.0
over 30 up to 120	±0.15	±0.3	±0.8	±1.5
over 120 up to 400	±0.2	±0.5	±1.2	±2.5
over 400 up to 1000	±0.3	±0.8	±2.0	±4.0
over 1000 up to 2000	±0.5	±1.2	±3.0	±6.0
over 2000 up to 4000	-	±2.0	±4.0	±8.0

1. ábra ISO 2768, forrás: regtalk (2022)

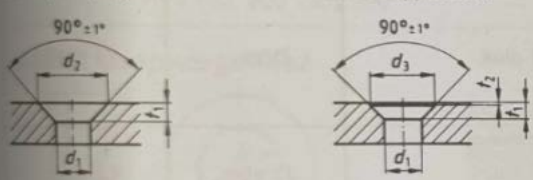
Süllyesztékek süllyesztett fejű csavarokhoz **DIN 74**

A alak: az MSZ EN ISO 2009 szerinti hornyos és az MSZ EN ISO 7046 szerinti keresztornyos süllyesztett fejű csavarokhoz, az MSZ EN ISO 2010 szerinti hornyos és az MSZ EN ISO 7047 szerinti keresztornyos lencsefejű csavarokhoz

B alak: a DIN 7991 szerinti belső kulcsnyílású süllyesztett fejű csavarokhoz

C alak: a DIN 7972, 7973, 7982 és 7983 szerinti süllyesztett fejű csavarokhoz

Közepes (m) kivitel **Finom (f) kivitel**



A alakú, közepes kivitelű, 4 mm menetátmérőhöz való süllyeszték jelölése:
Süllyeszték DIN 74—A m 4

B alakú, finom kivitelű, 4 mm menetátmérőhöz való süllyeszték jelölése:
Süllyeszték DIN 74—B f 4

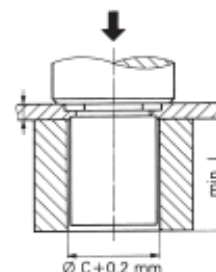
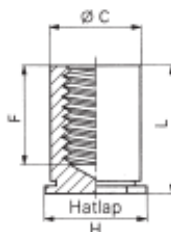
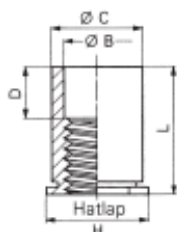
Méretek mm-ben		A alak							B alak							
Menetátmérő		3	3,5	4	5	6	8	10	4	5	6	8	10	12	14	16
m kivitel	d_1 H13	3,4	3,9	4,5	5,5	6,6	9	11	4,5	5,5	6,6	9	11	14	16	18
	d_2 H13	6,5	7,6	8,6	10,4	12,4	16,4	20,4	9	11	13	17,2	21,5	26	29	32
	t_1	1,6	1,9	2,1	2,5	2,9	3,7	4,7	2,3	2,8	3,2	4,1	5,3	6	6,5	7
f kivitel	d_1 H12	3,2	3,7	4,3	5,3	6,4	8,4	10,5	4,3	5,3	6,4	8,4	10,5	13	15	17
	d_3 H12	6	7	8	10	11,5	15	19	8,3	10,4	12,4	16,5	20,5	25	28	31
	t_1	1,7	2	2,2	2,6	3	4	5	2,4	2,9	3,3	4,4	5,5	6,5	7	7,5
	t_2	0,25	0,3	0,3	0,2	0,45	0,7	0,7	0,3		0,4	0,5				

Átmenőfuratok az MSZ EN 20 273 szerint

2. ábra DIN 74, forrás: Frischherz- Kotsch- Itschner- Gundelfinger- Haffner- Dax (1997)

Besajtolható menetes távtartó fémlemezhez

SO, SOA, SOS átmenő furatos távtartó
BSO, BSOA, BSOS zsákfuratos távtartó



Menet méret	Típus			Hosszúság kód "L" + 0,05 -0,13											Min. lemez vastagság	Furat méret lemezben +0,08	ø B ± 0,13	ø C -0,13	H Nom	Min. furatközép lemezszél távolság	
	Acél horganyozva	Rozsdamentes	Alumínium	3	4	6	8	10	12	14	16	18	-	-							-
M3	SO-M3	SOS-M3	SOA-M3	3	4	6	8	10	12	14	16	18	-	-	-	1,02	4,22	3,2	4,2	4,8	6
3,5M3	SO-3,5M3	SOS-3,5M3	SOA-3,5M3	3	4	6	8	10	12	14	16	18	-	-	-	1,02	5,41	3,2	5,39	6,4	6,8
M3,5	SO-M3,5	SOS-M3,5	SOA-M3,5	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	1,02	5,41	3,9	5,39	6,4	6,8
M4	SO-M4	SOS-M4	SOA-M4	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	1,27	7,14	4,8	7,12	7,9	8
M5	SO-M5	SOS-M5	SOA-M5	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	1,27	7,14	5,35	7,12	7,9	8
D ±0,25				Nincs			4	8	11												

Menet méret	Típus			Hosszúság kód "L" + 0,05 -0,13											Min. lemez vastagság	Furat méret lemezben +0,08	C -0,13	H Nom.	Min. furatközép lemezszél távolság
	Acél horganyozva	Rozsdamentes	Alumínium	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25						
M3	BSO-M3	BSOS-M3	BSOA-M3	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	1,02	4,22	4,2	4,8	6	
3,5M3	BSO-3,5M3	BSOS-3,5M3	BSOA-3,5M3	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	1,02	5,41	5,39	6,4	6,8	
M3,5	BSO-M3,5	BSOS-M3,5	BSOA-M3,5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	1,02	5,41	5,39	6,4	6,8	
M4	BSO-M4	BSOS-M4	BSOA-M4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	1,27	7,14	7,12	7,9	8	
M5	BSO-M5	BSOS-M5	BSOA-M5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	1,27	7,14	7,12	7,9	8	
F. Min.				3,2	4	5	6,5	9,5					9,5						

Anyag: SO, BSO: betétedzett szénacél horganyozva (ZI), maximum HRB 80 keménységű lemezhez

SOA, BSOA: alumínium(7075-T6), bevonat nélkül, maximum HRB 50 keménységű lemezhez

SOS, BSOS: rozsdamentes acél (AISI 303) passzíválva, maximum HRB 70 keménységű lemezhez

Figyelem! A 12mm hosszú távtartó 2mm lemezről 10mm-t fog kiállni besajtolás után.

Rendelési példa:

M3 menetes távtartó 12mm hosszú, zsákfurattal, rozsdamentes acélból: **BSOS-M3-12**

M3 menetes távtartó 12mm hosszú, zsákfurattal, horganyzott acélból: **BSO-M3-12ZI**

3. ábra Besajtolható menetes távtartó fémlemezhez,
forrás: forrás: Biotek (2009)

1. táblázat HFP-5020 és EG-4110 paramétereit
 forrás: Amada honlapja

	HFP-5020	EG-4010
Nyomóerő	500 kN	400 kN
Vezérlés	Hydraulic press brake	Hydraulic press brake
Hajlítási hossz	2090 mm	1050 mm
Keretek közötti távolság	1665 mm	710 mm
Löket	200 mm	150 mm
Nyitási magasság	470 mm	420 mm
Hajlító sebesség	10 mm/s	25 mm/s
Megközelítési sebesség	100 mm/s	220 mm/s
Visszatérési sebesség	100 mm/s	220 mm/s
Vezérlés	AMNC	AMNC
Hossz	3458 mm	1770 mm
Szélesség	2450 mm	1980 mm
Magasság	2450 mm	2371 mm
Súly	4850 kg	2700 kg

2. táblázat TruLaser 3030 paramétereit,
forrás: Trumpf GmbH

MÉRETEK		LÉZERSPECIFIKUS ADATOK - TRUFLOW 5000	
HOSSZ	9300 mm	MAX. LÉZERTELJESÍTMÉNY	5000 W
SZÉLESSÉG	4700 mm	MAX. LEMEZVASTAGSÁG SZERKEZETI ACÉL ESETÉN	25 mm
MAGASSÁG	2200 mm	MAX. LEMEZVASTAGSÁG NEMESACÉL ESETÉN	20 mm
MAXIMÁLIS SEBESSÉG		MAX. LEMEZVASTAGSÁG ALUMÍNIUM ESETÉN	12,7 mm
SZIMULTÁN	140 m/min	LÉZERSPECIFIKUS ADATOK - TRUFLOW 6000	
MUNKATERÜLET		MAX. LÉZERTELJESÍTMÉNY	6000 W
X TENGELY	3000 mm	MAX. LEMEZVASTAGSÁG SZERKEZETI ACÉL ESETÉN	25 mm
Y TENGELY	1500 mm	MAX. LEMEZVASTAGSÁG NEMESACÉL ESETÉN	25 mm
MAX. MUNKADARABSÚLY	900 kg	MAX. LEMEZVASTAGSÁG ALUMÍNIUM ESETÉN	16 mm
LÉZERSPECIFIKUS ADATOK - TRUFLOW 2700		FOGYASZTÁSI ÉRTÉKEK	
MAX. LEMEZVASTAGSÁG SZERKEZETI ACÉL ESETÉN	20 mm	KÖZEPES TELJESÍTMÉNYFELVÉTEL A TERMELÉSBEN. - TRUFLOW 3200	29 kW
MAX. LEMEZVASTAGSÁG NEMESACÉL ESETÉN	12,7 mm	KÖZEPES TELJESÍTMÉNYFELVÉTEL A TERMELÉSBEN. - TRUFLOW 4000	31 kW
MAX. LEMEZVASTAGSÁG ALUMÍNIUM ESETÉN	8 mm	KÖZEPES TELJESÍTMÉNYFELVÉTEL A TERMELÉSBEN. - TRUFLOW 5000	35 kW
LÉZERSPECIFIKUS ADATOK - TRUFLOW 4000		KÖZEPES TELJESÍTMÉNYFELVÉTEL A TERMELÉSBEN. - TRUFLOW 6000	38 kW
MAX. LÉZERTELJESÍTMÉNY	4000 W		
MAX. LEMEZVASTAGSÁG SZERKEZETI ACÉL ESETÉN	20 mm		
MAX. LEMEZVASTAGSÁG NEMESACÉL ESETÉN	15 mm		
MAX. LEMEZVASTAGSÁG ALUMÍNIUM ESETÉN	10 mm		

3. táblázat TRUMPF TRULASER 3030 FIBER gép paramétereit,
forrás: Trumpf GmbH

MÉRETEK		MAX. LÉZERTELJESÍTMÉNY	4000 W
HOSSZ	8800 mm	MAX. LEMEZVASTAGSÁG SZERKEZETI ACÉL ESETÉN	25 mm
SZÉLESSÉG	6010 mm	MAX. LEMEZVASTAGSÁG NEMESACÉL ESETÉN	20 mm
MAGASSÁG	2400 mm	MAX. LEMEZVASTAGSÁG ALUMÍNIUM ESETÉN	20 mm
MAXIMÁLIS SEBESSÉG		MAX. LEMEZVASTAGSÁG RÉZ ESETÉN	8 mm
SZIMULTÁN	140 m/min	MAX. LEMEZVASTAGSÁG SÁRGARÉZ ESETÉN	8 mm
MUNKATERÜLET		LÉZERSPECIFIKUS ADATOK - TRUDISK 6001	
X TENGELY	3000 mm	MAX. LÉZERTELJESÍTMÉNY	6000 W
Y TENGELY	1500 mm	MAX. LEMEZVASTAGSÁG SZERKEZETI ACÉL ESETÉN	25 mm
MAX. MUNKADARABSÚLY	900 kg	MAX. LEMEZVASTAGSÁG NEMESACÉL ESETÉN	25 mm
LÉZERSPECIFIKUS ADATOK - TRUDISK 3001		MAX. LEMEZVASTAGSÁG ALUMÍNIUM ESETÉN	25 mm
MAX. LÉZERTELJESÍTMÉNY	3000 W	MAX. LEMEZVASTAGSÁG RÉZ ESETÉN	10 mm
MAX. LEMEZVASTAGSÁG SZERKEZETI ACÉL ESETÉN	20 mm	MAX. LEMEZVASTAGSÁG SÁRGARÉZ ESETÉN	10 mm
MAX. LEMEZVASTAGSÁG NEMESACÉL ESETÉN	15 mm	FOGYASZTÁSI ÉRTÉKEK	
MAX. LEMEZVASTAGSÁG ALUMÍNIUM ESETÉN	15 mm	KÖZEPES TELJESÍTMÉNYFELVÉTEL A TERMELÉSBEN. - TRUDISK 3001	13 kW
MAX. LEMEZVASTAGSÁG RÉZ ESETÉN	6 mm	KÖZEPES TELJESÍTMÉNYFELVÉTEL A TERMELÉSBEN. - TRUDISK 4001	14 kW
MAX. LEMEZVASTAGSÁG SÁRGARÉZ ESETÉN	6 mm	KÖZEPES TELJESÍTMÉNYFELVÉTEL A TERMELÉSBEN. - TRUDISK 6001	18 kW
LÉZERSPECIFIKUS ADATOK - TRUDISK 4001			

4. táblázat TruPunch 5000 gépadatok,
forrás: Trumpf GmbH

Méreték	
Szélesség	6540 mm
Mélység	7395mm
Magasság	2072mm
Maximális löketek száma	
Ütés (E=1mm)	1600 1/min
Jelölés	3000 1/min
Munkaterület	
X irány	2500 mm
Y irány	1250 mm
Max lemezvastagság	8 mm
Max munkadarab tömeg	200 kg
Max ütési erő	220 kN
Szerszámok	
Multi tool szerszámcsere	0.3 s
Szerszámkazetták száma	8 db
Munkadarab eltávolítás	
Maximális alkatrészméret	500 mm x 500 mm

5. táblázat Az eltolási tényező értékei
forrás: Dr. Zsidai, Kakuk, Kári, Horváth, Szakál (2008)

r/s	n	r/s	n
0,1	0,23	0,7	0,4
0,2	0,29	0,8	0,41
0,3	0,32	1	0,42
0,4	0,35	2	0,45
0,5	0,37	4	0,47
0,6	0,38	>5	0,5

6. táblázat Lemeztábla árak, forrás: <https://vasaruhaz.hu/>

Anyag	Táblaméret	Bruttó ár (Forint)
Hidegen hengerelt vaslemez	2000x1000	10.400
Hidegen hengerelt vaslemez	2500x1250	16.100
Horganyzott vaslemez	2000x1000	11.840
Horganyzott vaslemez	2500x1250	18.430
Alumínium lemez	2000x1000	16.700
Alumínium lemez	2500x1250	25.970
Rozsdamentes lemez	2000x1000	36.500
Rozsdamentes lemez	2500x1250	52.900

2. Melléklet: Képletgyűjtemény

$$F_v = c_v L s \tau_b (2.1.1)$$

ahol:

$A_{nyírt} = L * s$: a nyírt keresztmetszet [mm²],

L: a vágási vonal hossza [mm],

s: a lemezvastagság [mm],

τ_b : a vágott anyag nyírószilárdsága [MPa],

$c_v=1,1 - 1,3$: vágóerő korrekciós tényező.

$$W = c_w F_v s (2.1.2)$$

ahol

$c_w=0,3-0,7$ a vágóerő-út diagram kitöltési tényező, anyagminőségtől és vágóréstől függő érték.

$$\eta_{sz} = \frac{n * A_{md}}{A_e} (2.1.3)$$

ahol: n: a lemezből kivágható munkadarabok száma;

A_h: az egy munkadarab külső körvonala által határolt terület [mm²];

A_ö: az n számú darabhoz felhasznált lemez összterülete [mm²].

$$r_s = r + \frac{s}{2} (2.2.1)$$

ahol: r: a hajlítás belső sugara [mm],

s: a lemezvastagság [mm],

r_s : a semleges szál hajlítási sugara [mm].

$$r_s = r + \frac{s}{2} * n (2.2.2)$$

ahol: r: a hajlítás belső sugara [mm],

s: a lemezvastagság [mm],

r_s : a semleges szál hajlítási sugara [mm],

n: az eltolódási tényező.

$$r_{bmin} = c * s (2.2.3)$$

ahol: r_{bmin} : a hajlítás minimális belső sugara [mm],

s: a lemezvastagság [mm],

c: tapasztalati tényező, melynek értéke 0,6-0,8 mm.

$$k = \alpha_1 / \alpha_2 \quad (2.2.4)$$

ahol: k: a visszarugózási tényező,

α_1 : a hajlítás szöge [°],

c: a hajlítás a visszarugózás után [°].

$$L = a + b + c + d - n * v \quad (2.2.4)$$

ahol: a,b,c,d: külső méretek [mm],

n: a hajlítások száma,

v: a képlékeny alakítás miatti rövidülés.

A v értéke egy újabb képlet segítségével meghatározható:

$$v = 0,43 * r_b + 1,49 * s \quad (2.2.5)$$

ahol: r_b : a hajlítás belső sugara [mm],

s: a lemezvastagság [mm].

$$F_b = \frac{C \sigma_B b s^2}{V} \quad (2.2.6)$$

ahol: b: a munkadarab szélessége [mm],

s: a lemezvastagság [mm],

V: a matrica felső nyílásra [mm],

σ_B : a lemez anyagának szakítószilárdsága [N/mm²],

C: tapasztalati tényező, ami a süllyeszték méretének és a lemezvastagságnak a viszonyától függ. Gyakorlati tapasztalatok alapján C=1,3...1,7.

$$W = \frac{F h}{1000} \quad (2.2.7)$$

ahol: W: a munkaszükséglet [J],

F: a hajlítóerő [N],

h: a hajlítás alatt megtett út hossza [mm].

$$P = \frac{f W n}{\eta} \quad (2.2.8)$$

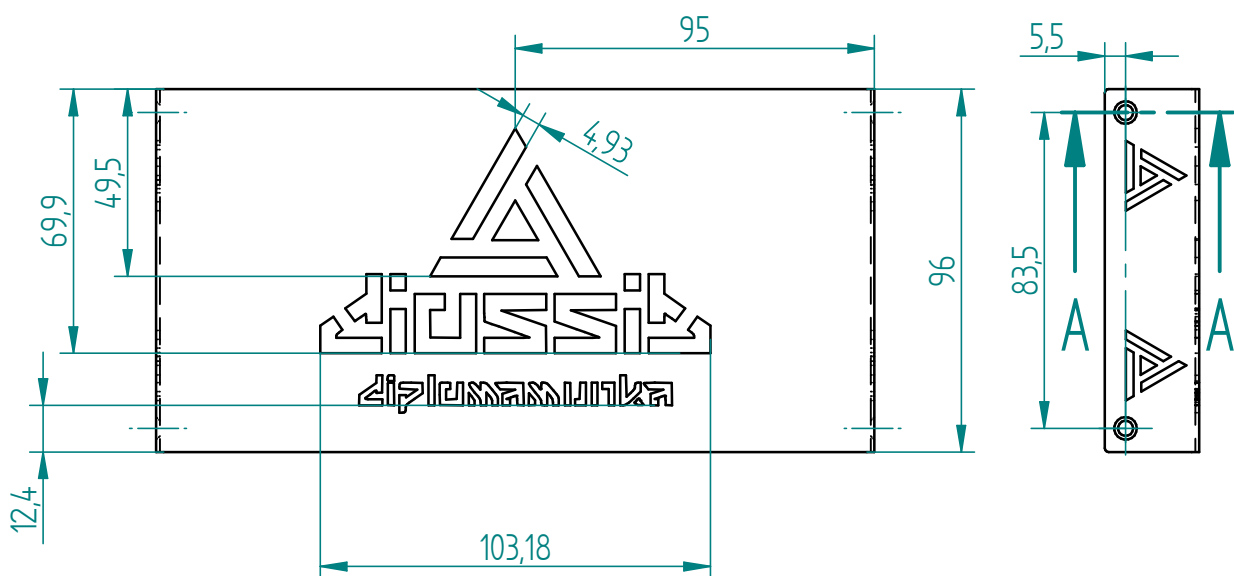
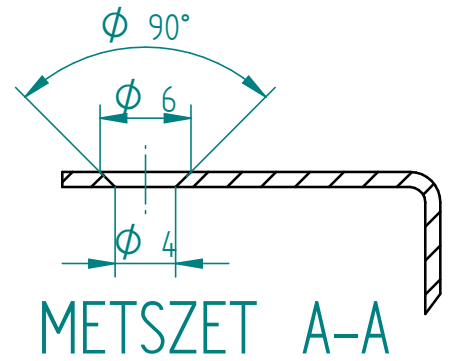
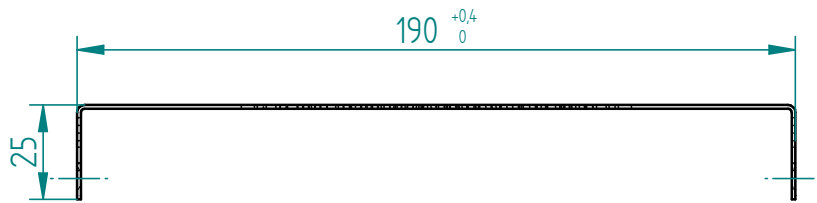
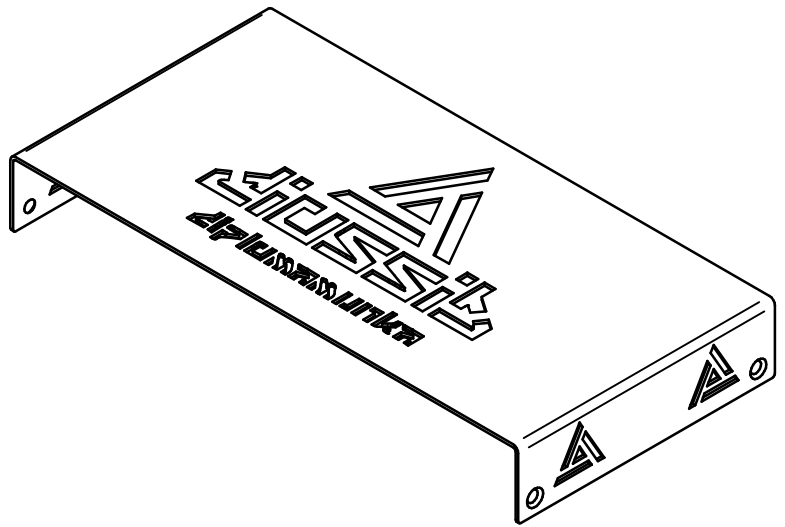
ahol: P: a teljesítmény [W],

f: a gép vezetékeinek holtjátéka miatti tényező (1,1...1,4),

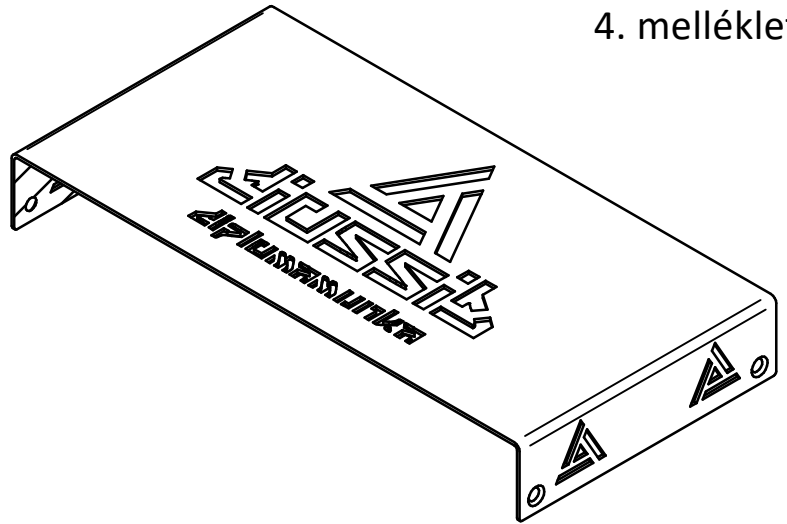
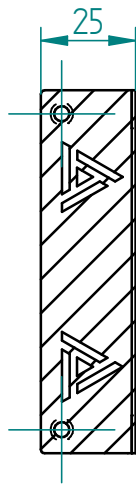
W: a munkaszükséglet [J],

n : a gép percenkénti löketség száma,

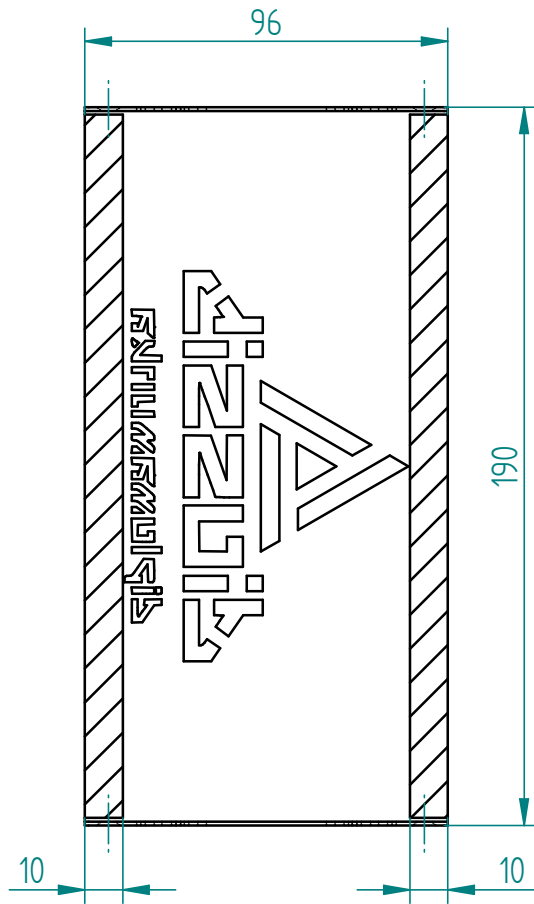
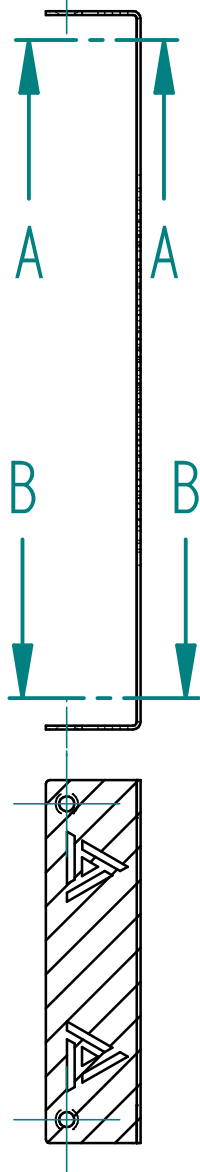
η : a gép hatásfoka.



Anyag:	DX 510+Z275	Lemezvast.:	1,00 mm	Arány:	1:2	Lap:	A4	Mód:	REV1
Tervező:	Dióssi Balázs	Megnevezés: HDMI átalakító fedél				Rajzszám: SZD_01_00_01_REV1			
Készült:	2023. 10. 25.								
Ellenőrizte:									
Jóváhagyás:									



METSZET A-A

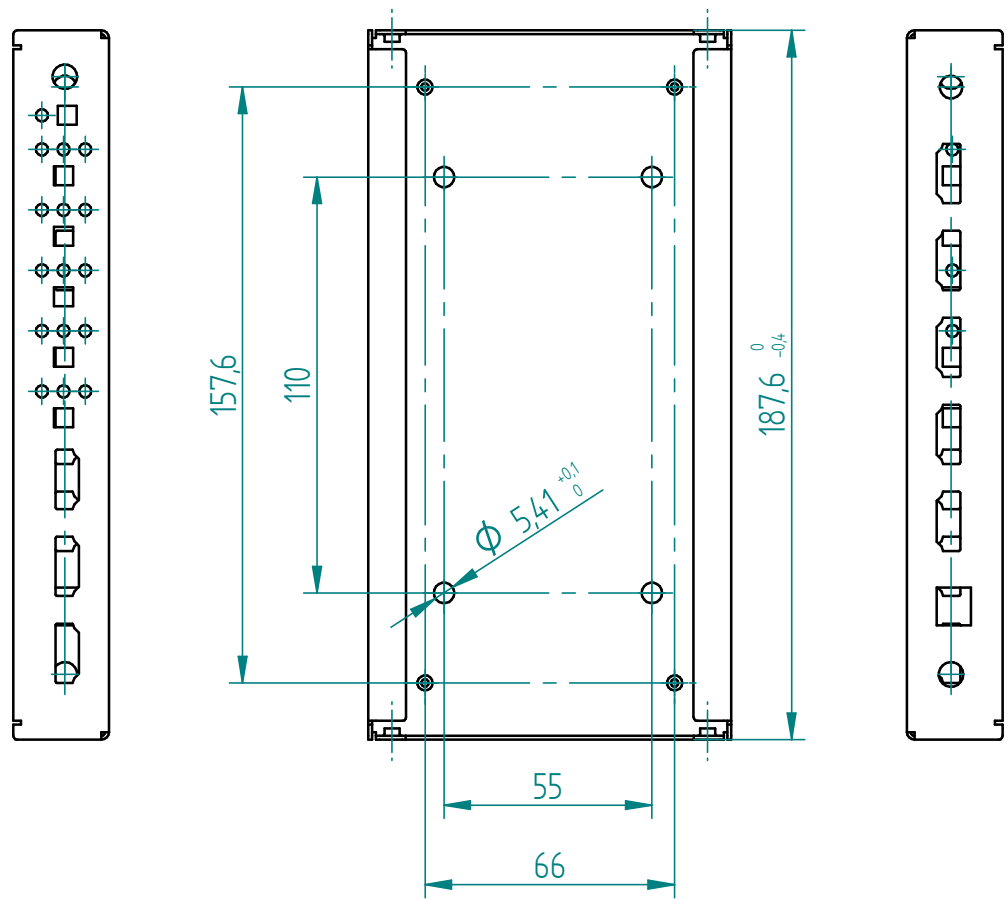
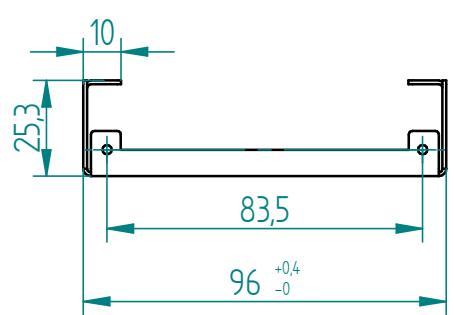
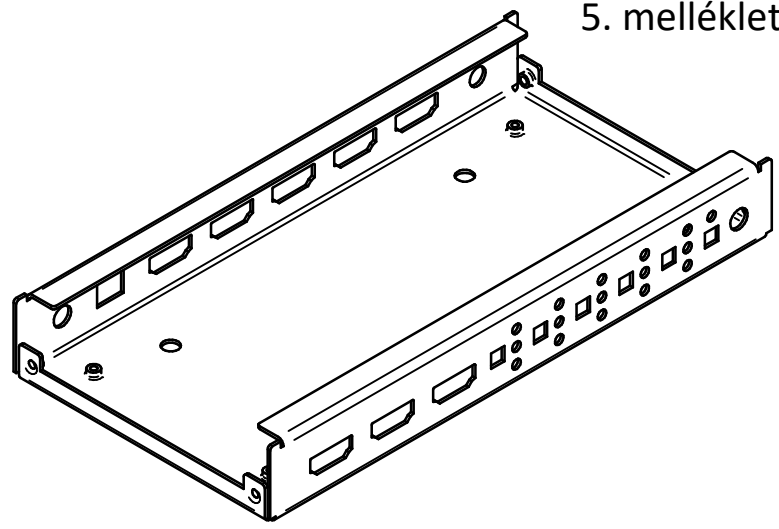



METSZET B-B

Felületkezelés: RAL9005 fekete finomstruktúr
 Maszkolás: A sraffozott felületek festékmentesek
 a belső oldalon festékfoltok megengedettek

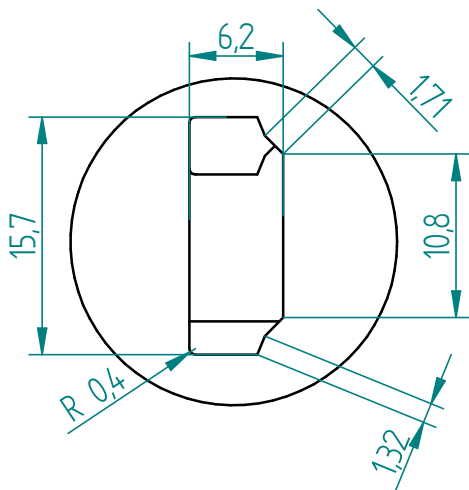
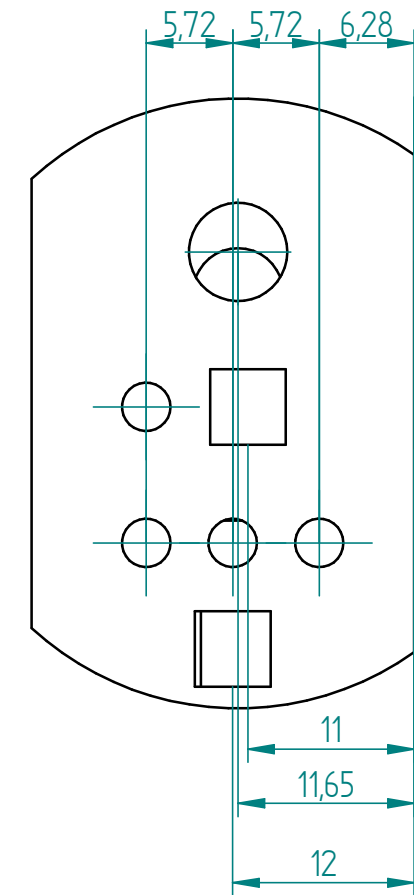


Anyag:	DX 510+Z275	Lemezvast.:	1,00 mm	Arány:	1:2	Lap:	A4	Mód:	REV1
Tervező:	Dióssi Balázs	Megnevezés:			Rajkszám:				
Készült:	2023. 10. 25.								
Ellenőrizte:									
Jóváhagyás:		HDMI átalakító			festett fedél				
					SZD_01_01_01_REV1				

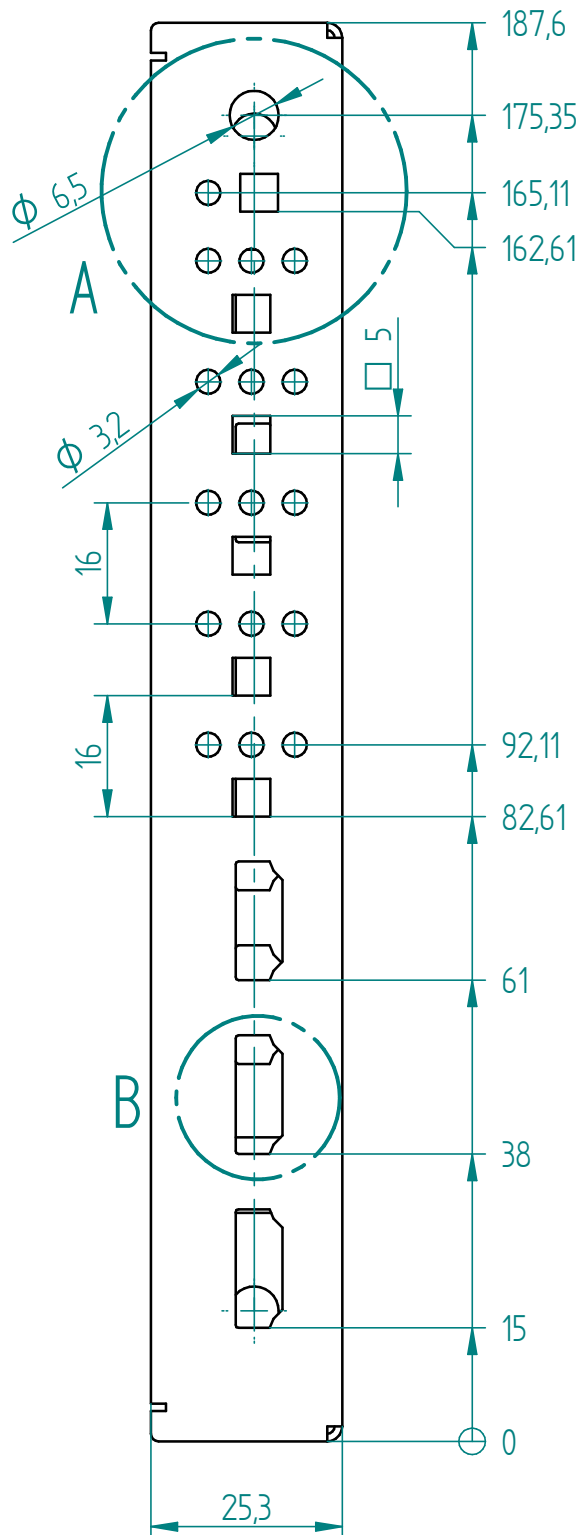


	Anyag:	DX 510+Z275	Lemezvast.:	1,0 mm	Arány:	1:2	Lap:	A4	Mód:	REV1	
	Tervező:	Dióssy Balázs				Megnevezés:		Rajkszám:			
	Készült:	2023. 10. 25.		HDMI átalakító alj							
	Ellenőrizte:										
	Jóváhagyás:										

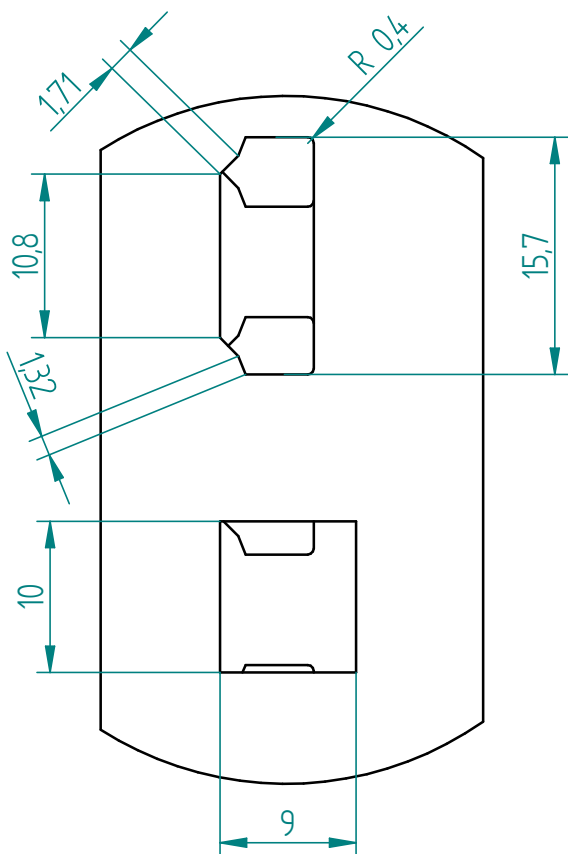
RÉSZLET A



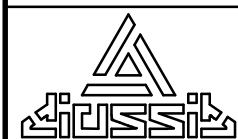
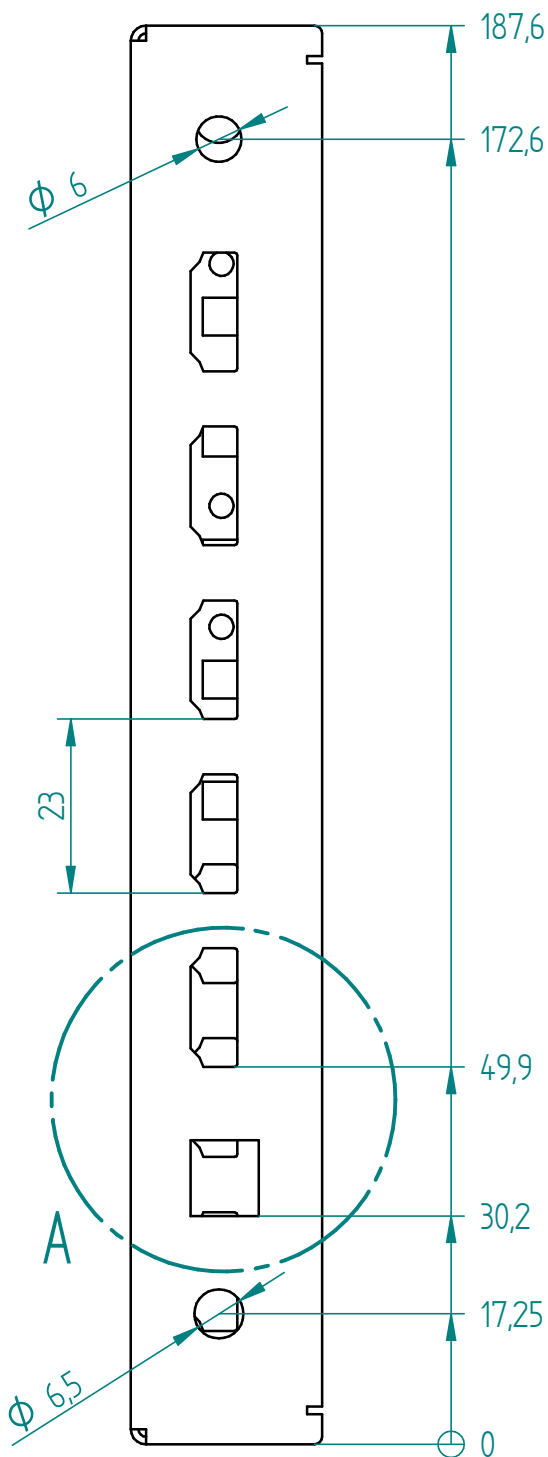
RÉSZLET B



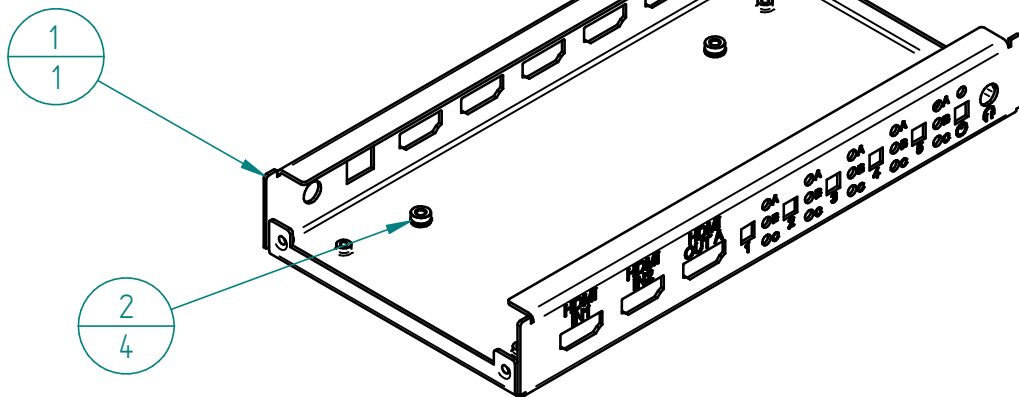
Anyag:	DX 510+Z275	Lemezvast.:	1,0 mm	Arány:	1:2	Lap:	A4	Mód:	REV1
Tervező:	Dióssi Balázs	Megnevezés:				Rajkszám:			
Készült:	2023. 10. 25.	HDMI átalakító alj				SZD_01_00_02_REV1			
Ellenőrizte:									
Jóváhagyás:									



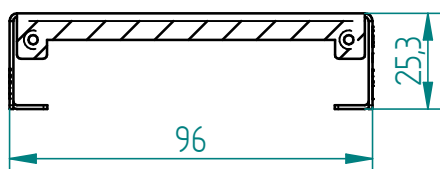
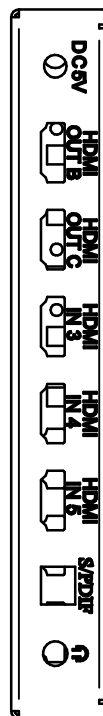
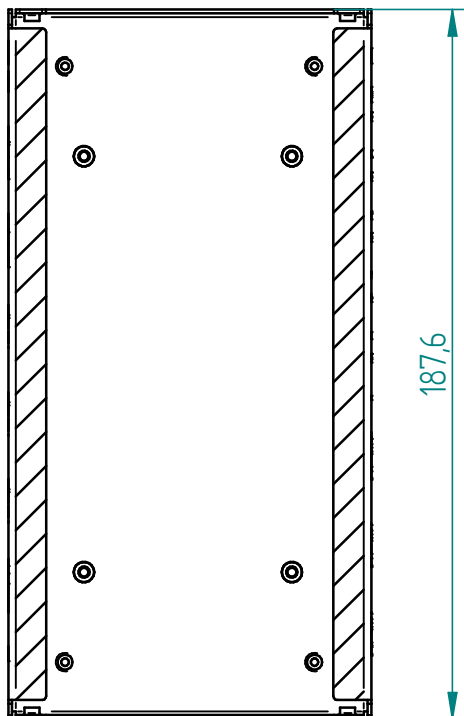
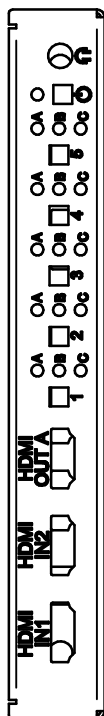
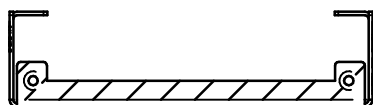
RÉSZLET A



Anyag:	DX 510+Z275	Lemezvast.:	1,0 mm	Arány:	1:2	Lap:	A4	Mód:	REV1
Tervező:	Dióssy Balázs	Megnevezés:				Rajzszám:			
Készült:	2023. 10. 25.								
Ellenőrizte:									
Jóváhagyás:		HDMI átalakító alj				SZD_01_00_02_REV1			



2
4



Felületkezelés: RAL9005 fekete finomstruktúr
 Maszkolás: A sraffozott felületek festékmentesek
 A belső oldalon festékfoltok megengedettek
 Feliratok színe RAL 9010

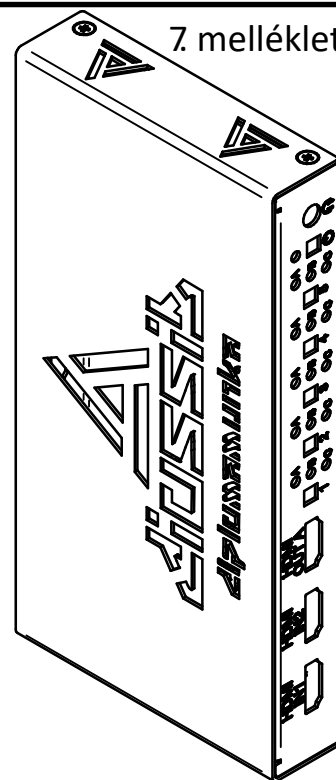
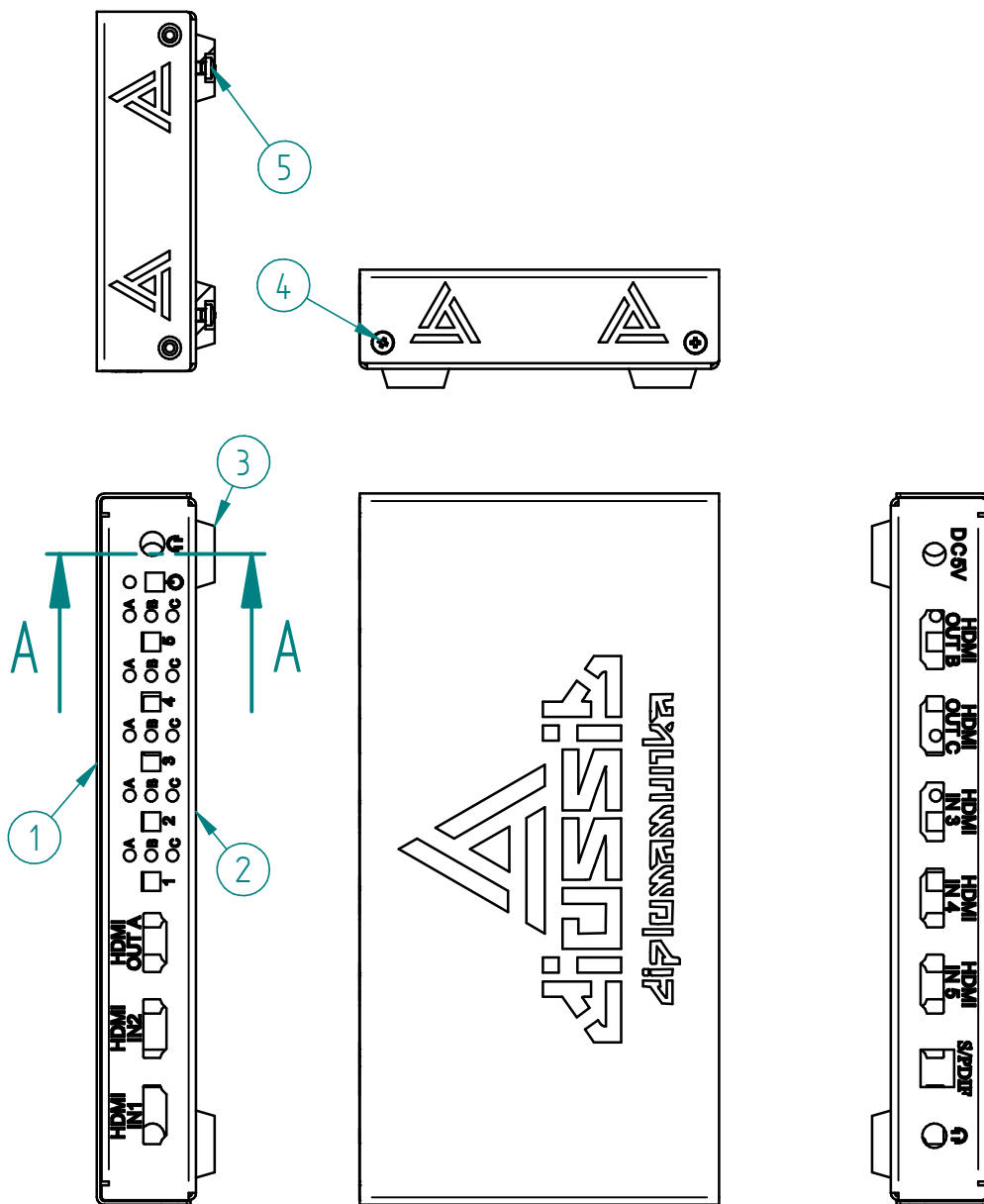
T.SZ.	DB	Rajzszám	Megnevezés	Anyag
1	1	SZD_01_00_02_REV1	HDMI átalakító alj	DX 510+Z275
2	4	BSO-3.5M3-6ZI	Zsákfuratos távtartó	Betétedzett szénacél horganyozva



Anyag:	Lemezvast.:	Arány:	1:2	Lap:	A4	Mód:	REV1
Tervező:	Dióssy Balázs	Megnevezés:		Rajzszám:			
Készült:	2023. 10. 25.	HDMI átalakító festett alj		SZD_01_01_02_REV1			
Ellenőrizte:							
Jóváhagyás:							

METSZET A-A

7. melléklet



T.SZ.	DB	RAJZSZÁM	Megnevezés	Anyag
1	1	SZD_01_01_01_REV1	HDMI átalakító festett fedél	DX 510+Z275
2	1	SZD_01_01_02_REV1	HDMI átalakító festett alj	DX 510+Z275
3	4	GUMITALP	Gumitalp	Gumi
4	4	DIN 965 M3X6 ZI	Sf. keresztornyú csavar	Betétedzett szénacél horganyozva
5	4	DIN 7985 M3X5 ZI	D fejű keresztornyú csavar	Betétedzett szénacél horganyozva

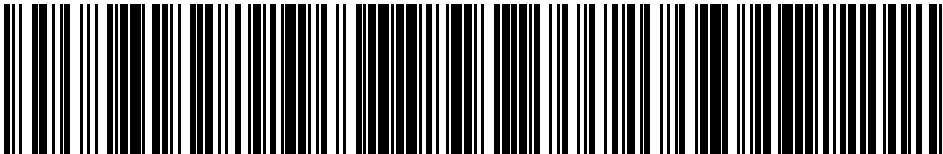


Anyag:	Lemezvast.:	Arány:	1:2	Lap:	A4	Mód:	REV1
Tervező:	Diósi Balázs	Megnevezés:		Rajzszám:			
Készült:	2023. 10. 25.	HDMI átalakító		SZD_01_00_00_REV1			
Ellenőrizte:							
Jóváhagyás:							

Bending Setup Sheet

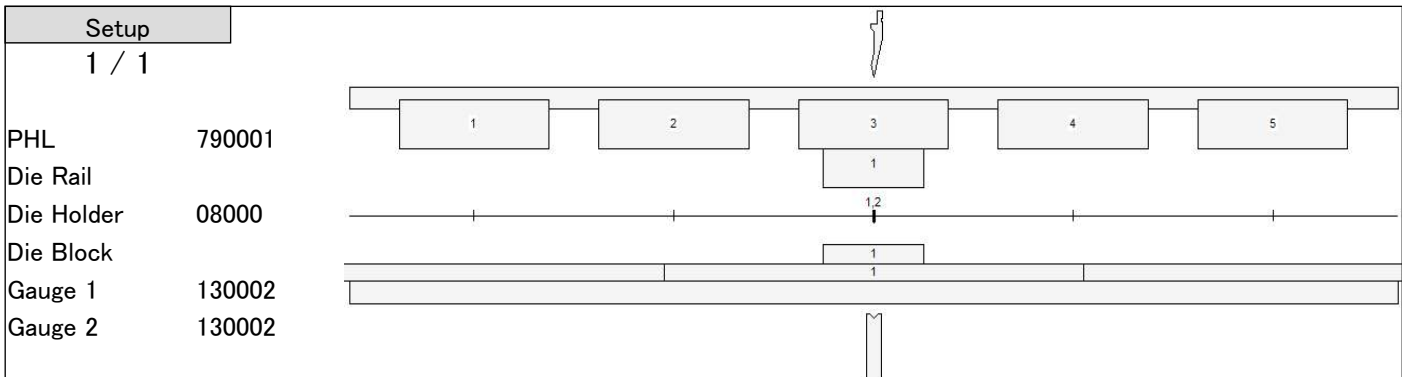
Date	2023. 10. 26. 13:32:08
------	------------------------

Part Name SZD-01-00-01-REV1



Machine	EG-4010	Comment			
Material	1.0330-1.0	Thickness	1.00	Size	236.21 x 96.00
Memo					

Dot:Back Bend Solid:Front Bend



Type	Stage	Attribute	Pos	Comment / Length
Punch	1	No.831206	-50.00	es 831206
		R0.6 A26 H119.81		100
Die	1	No.07106	-50.00	07186
		V8 R1.5 A88 H59.5		100

Bending Setup Sheet

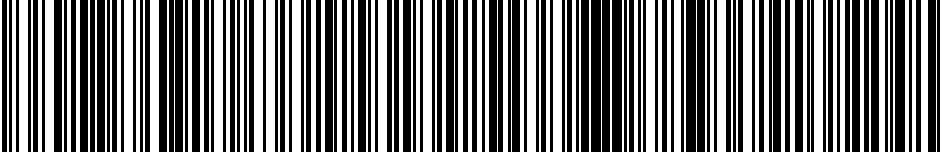
Date	2023. 10. 26. 13:32:09
------	------------------------

Part Name	SZD-01-00-01-REV1					
Seq. no.	Angle	BD(Half)	I	L'	D'	Setup No.
	Length	L1	Flange L1	Shift L1	Y1	Punch Stage
	IR	L2	Flange L2	Shift L2	Y2	Die Stage
	RP	RN			Z	Position
1	90.00	0.95			4.88	1 / 1
	96.00	24.05	25.00	-75.95	-113.50	1
	1.00	24.05	25.00	-75.95	113.50	1
					-2.00	0.00
2	90.00	0.95			4.88	1 / 1
	96.00	24.05	25.00	-75.95	-113.50	1
	1.00	24.05	25.00	-75.95	113.50	1
					-2.00	0.00

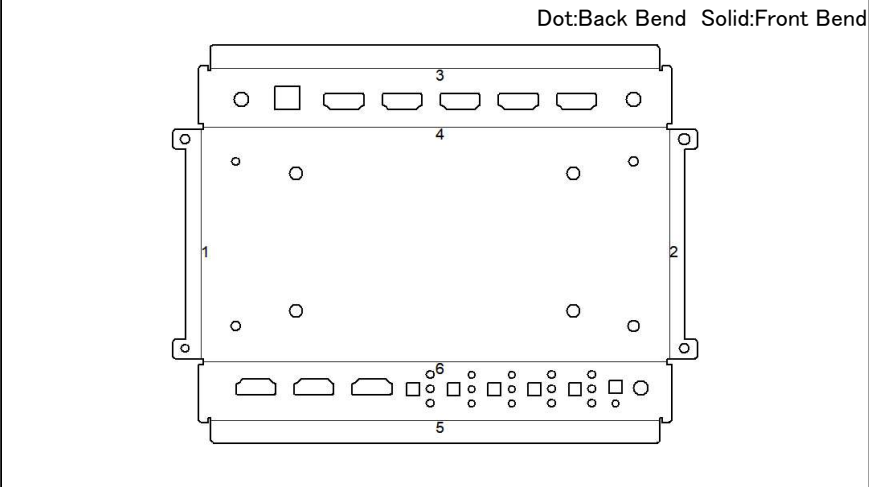
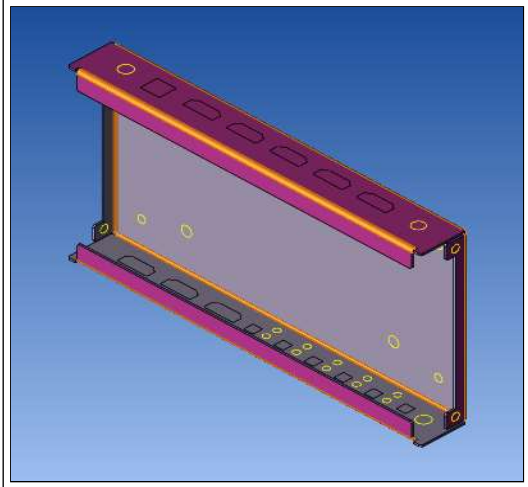
Bending Setup Sheet

Date	2023. 10. 26. 13:24:16
------	------------------------

Part Name SZD-01-00-02-REV1



Machine	EG-4010	Comment			
Material	1.0330-1.0	Thickness	1.00	Size	207.81 x 159.01
Memo					



Setup				
1 / 1				
PHL	790001			
Die Rail				
Die Holder	08000			
Die Block				
Gauge 1	130002			
Gauge 2	130002			

Type	Stage	Attribute	Pos	Comment / Length
Punch	1	No.831206	-105.41	es 831206
		R0.6 A26 H119.81		150 + 10 + 20
Die	1	No.07106	-105.71	07186
		V8 R1.5 A88 H59.5		100 + 50 + 20 + 15

Bending Setup Sheet

Date

2023. 10. 26. 13:24:18

Part Name	SZD-01-00-02-REV1					
Seq. no.	Angle	BD(Half)	I	L'	D'	Setup No.
	Length	L1	Flange L1	Shift L1	Y1	Punch Stage
	IR	L2	Flange L2	Shift L2	Y2	Die Stage
	RP	RN			Z	Position
1	90.00	0.95			4.88	1 / 1
	92.00	11.05	12.00	-88.95	-113.50	1
	1.00	11.05	12.00	-88.95	113.50	1
					-2.00	0.00
2	90.00	0.95	2.00		4.88	1 / 1
	92.00	11.05	12.00	-88.95	-113.50	1
	1.00	11.05	12.00	-88.95	113.50	1
					-2.00	0.00
3	90.00	0.95			4.88	1 / 1
	177.60	9.05	10.00	-90.95	-113.50	1
	1.00	9.05	10.00	-90.95	113.50	1
					-2.00	0.00
4	90.00	0.95	2.00		4.88	1 / 1
	183.60	24.35	25.30	-75.65	-127.81	1
	1.00	24.35	25.30	-75.65	99.66	1
					-1.75	-14.31
5	90.00	0.95			4.88	1 / 1
	177.60	9.05	10.00	-90.95	-113.50	1
	1.00	9.05	10.00	-90.95	113.50	1
					-2.00	0.00
6	90.00	0.95	2.00		4.88	1 / 1
	183.60	24.35	25.30	-75.65	-113.50	1
	1.00	24.35	25.30	-75.65	113.50	1
					-1.75	0.00



Beállítási terv EMG-METALL Általános adatok

10. melléklet

User
15.09.2023
TruTops Laser
V17.07.00

Gép:	TruLaser 3030 (L49) (MAX.LÉZERTELJ. 3000 WATT)
VEZÉRLÉS:	Sin 840D
CÉG:	Trumpf
A FELADAT MEGNEVEZÉSE:	
NC PROGRAM ELÉRÉSI ÚTJA:	Y:\ TC3030FIBER\ EGYÉB\ Balazs\ diplomamunka\ SZD_01_00_01_REV1.LST
PROGRAMNÉV:	SZD_01_00_01_REV1 ()
ANYAGAZONOSÍTÓ (TÁBLA):	HORG-10
ANYAG (TT):	St37-10 (1.0038)
RAKTÁRI AZONOSÍTÓ:	HO000100----2000x1000
RAKTÁRHELY	
MÉRETTRE VÁGÁS:	2000.00 x 1000.00 x 1.00 mm
MINIMÁLIS VÁGÁS:	1990.25 x 1000.00 mm
HENGERELÉSI IRÁNY:	X
TÖMEG:	15.70 kg
Gépidő:	1 : 01 : 04 [h:min:s]
TÁRHELY SZÜKSÉGLET:	26658 KARAKTER
TELJES VÁGÁSI HOSSZ:	186409 mm
PROGRAMFUTTATÁSOK SZÁMA:	1
FORGÁCS:	26.49 %

GYÁRTÁSI UTASÍTÁSOK

LEMEZÜTKÖZŐ:	
MICROJOINTOK, A GÉPEN MÓDOSÍTHATÓK:	nincs megadva
A TARTÓSÍNEK KIOSZTÁSÁNAK NEVE:	Standard gép, minden második beállítva
A TÁMASZTÓPONTOK TÁVOLSÁGA A TARTÓSÍNEK:	38 mm
A TARTÓSÍNEK TÁVOLSÁGA:	67 mm
MEGMUNKÁLÁS ELŐNYBEN:	anélkül

Kontúrok pályakorrekcióval programozva!

MEGJEGYZÉSEK:

LÉZER-Technológiatáblázatok

TÁBLÁZAT-SZÁM	VÁGÁS-RÉS	LENCSÉ-GYÚJTÓTÁVOLSÁG	FÚVÓKA ÁTMÉRŐ	MAX. LÉZER-TELJESÍTMÉNY	BEÁLLÍTÁSI-MÉRTÉK	GÁZ
HS010MD0-N2S0-30-2	0.16	7.90	EAA14	3000	-1.00	2

Gázfajta: 1 = oxigén, 2 = nitrogén, 3 = ügyfél 4 = sűrített levegő

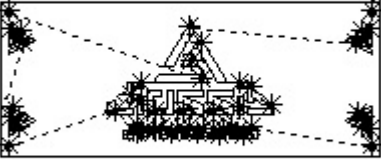
Szám	Beszúrási mód	Vágási mód	KONTÚRFAJTA
HS010MD0-N2S0-30-2	teljes	Normál	Nagy
HS010MD0-N2S0-30-2	ÓVATOSAN	Normál	Kicsi

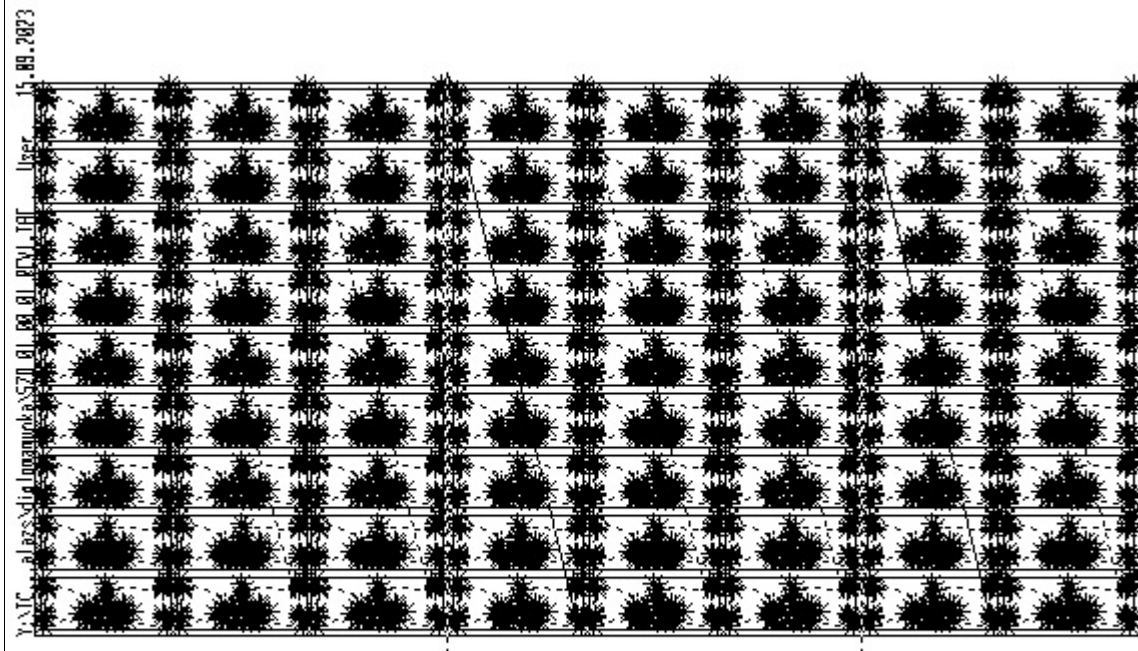
INFORMÁCIÓK AZ EGYSZERI MUNKADARABRÓL

MUNKADABD SZÁM:	MUNKAD.-AZONOS.:	GEO FÁJL NEVE:	Mennyiség:
1	NOID_1	Y:\TC3030FIBER\EGYÉB\Balazs\diplomamunka\ SZD_01_00_01_REV1_GEO	72

TÁBLANÉV: Y:\TC...YÉB\Balazs\diplomamunka\SZD_01_00_01_REV1.taf

INFORMÁCIÓK AZ EGYSZERI MUNKADARABRÓL

	MUNKADABD SZÁM:	1
	MUNKAD.-AZONOS.:	NOID_1
	MEGJEGYZÉS A RAJZHOZ:	
	ÜGYFÉL NEVE:	
	Mennyiség:	72
	Mérettek:	236.21 x 96.000 mm
	FELÜLET:	20420.20 mm2
	SZABÁLYZATNÉV:	1P
	ALPROGRAM SZÁMA:	SP1
	MEGMUNKÁLÁSI IDŐ:	0.83 min
	VÁGÁSI HOSSZ:	2560.79 mm
	TÖMEG:	0.160 kg
	BESZÚRÁSI PONTOK SZÁMA:	54
	Beszúrási idő	2.13 s
GEO FÁJL NEVE:	Y:\TC3030FIBER\EGYÉB\Balazs\diplomamunka\ SZD_01_00_01_REV1_.GEO	





Beállítási terv SZD_01_00_02_REV1_

19.09.2023 / DESKTOP-M3KL4U6\User
TruTops V11.7.0.99
TruTops Punch V17.07.00

Gép:	TruPunch 5000 (S01) - Típus: 1 (2500.0 x 1250.0 mm)
SOROZATSZÁM / VEZÉRLÉS:	/ Sin 840D
CÉG:	
A FELADAT MEGNEVEZÉSE:	
NC PROGRAM ELÉRÉSI ÚTJA:	Y:\ TC5000R\ EGYEB\ BALAZS\ diplomamunka\ SZD_01_00_02_REV1_.LST
PROGRAMNÉV:	SZD_01_00_02_REV1_ (SZD_01_00_02_REV1_)
Anyagazonosító:	HORG-10
RAKTÁRI AZONOSÍTÓ:	HO000100----2000x1000
MÉRETRE VÁGÁS: / TÖMEG:	2000x1000x1 mm 15.70 kg
Gépidő: / TÁRHELY SZÜKSÉGLET:	0 : 27 : 04 [h:min:s] / 90846 KARAKTER
LÉZER TELJES VÁGÁSI HOSSZ:	0.000 mm
ÁTFUTÁSOK: / FORGÁCS:	1 / 35.31 %

GYÁRTÁSI UTASÍTÁSOK

MEGFOGÓ POZÍCIÓI:	4 11 18
ÜTKÖZŐSZEG: / KIINDULÁSI PONT:	1 BALRÓL X/Y= 630.000 / 140.010mm

MEGJEGYZÉSEK:

Szerszámjegyzék

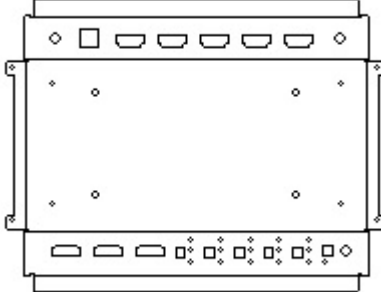
FH=Fazettamagasság WI=Szög WT=Whispertool
MT=MultiTool LW=Hosszú szerszám HB=Hübe

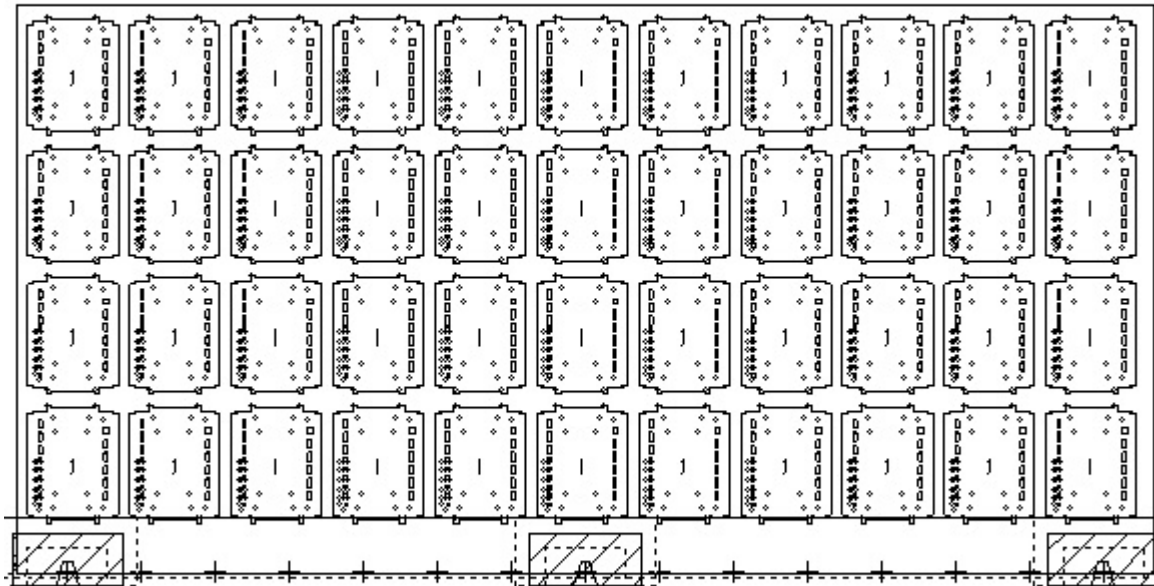
Azonos. sz.	Megjegyzés	Típus	1. MÉRET	2. MÉRET	3. MÉRET	FH	WI	WT	MT	LW	KT *	DT **	HB
101999006	1/ 10:Kerek 1.5mm	1	1.50							10			352
01032000	Kerek 3.2mm	1	3.20										704
01054000	Kerek 5.4mm	1	5.40										176
501999007	5/ 10:Kerek 6.0mm	1	6.0							10			44
601999007	6/ 10:Kerek 6.5mm	1	6.50							10			88
09157062	HDMI--73X146-208	9	15.70	6.20									352
03090000	Négyz 9.0mm	3	9.0										88
301999001	3/ 5:Tégla 8.0x 1.2	4	8.0	1.20						5			352
101999002	1/ 5:Négyz 5.0mm	3	5.0							5			1144
09065065	R3-R1 RADIUSZCSIPO	9	6.50	6.50									704
04300050	Tégla 30.0x 5.0mm	4	30.0	5.0									176
13027027	DURCHZUG M3	13	75.0	75.0									352
05030000	M3 központi furat 2.	5	3.0	2.80									352
09762053	TRAPEZ 76.2X5 PU	9	76.20	5.0									352

ACÉL-/RTC-/5-ÖS MÉRETŰ KAZETTÁK SZÁMA 13 / 0 / 0

* Kazettatípus: (1 = Acél), 2 = RTC, 3 = 5-ös méret ** Matricatípus: (0 = Standard), 1 = Ferdén nyírott, 2 = Integrált beállítás

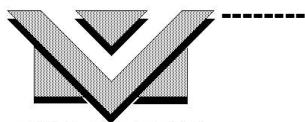
INFORMÁCIÓK AZ EGYSZERI MUNKADARABRÓL

	MUNKADABD SZÁM:	1
	MUNKAD.-AZONOS.:	NOID_1
	MEGJEGYZÉS A RAJZHOZ:	
	ÜGYFÉL NEVE:	
	Mennyiség:	44
	Méreték:	207.81 x 158.957 mm
	FELÜLET:	29405.43 mm ²
	TÖMEG:	0.231 kg
	MEGMUNKÁLÁSI IDŐ:	0.62 min
	LÉZER VÁGÁSI HOSSZ:	0.000 mm
GEO FÁJL NEVE:	Y:\TC5000R\EGYEB\BALAZS\diplomamunka\ SZD_01_00_02_REV1.GEO	
TARTÁLYSZÁM:		



SZD_01_00_02_REV1.1FF


19.08.2023




MUNKALAP

EMG-METALL

Vevő rendelésszáma: **BALÁZS**
 Saját rendelésszám: **M 94409**
 A rendelés típusa: **Egyszerű rendelés**

Megrendelés / Munka		
230000380689		
Lehívás a gyártmányra (db)	Határidő	
200	2023.11.06	
Gyártmány		
SZD 01 00 00 REV1 / 00001 HDMI átalakító		
Alkatrész		
HDMI átalakító		
		
SZD 01 00 00 REV1 / 00001		
Szükséges: 200	Gyártandó: 200	
Raktárból: 0		
Rendelt fődarab: 200		

Művelet megnevezése	Művelet	Porfesték
---------------------	---------	-----------

<p>1 Szerel 0000015</p>		<p>Választott gép: - Szükséges szerszámok: Kereszthornos csavarhúzó Művelet várható ideje: 600 perc</p> <p>Rajz szerint a SZD_01_01_01_REV1 és SZD_01_01_02_REV1 készre szerelése DIN 965 M3x6 ZI, DIN7985 M3x6 ZI csavarokkal és gumilábakkal.</p>
------------------------------------	---	---

<p>3 MEO 0000030</p>		<p>Választott gép: - Szükséges szerszámok: - Művelet várható ideje: 40 perc</p>
---------------------------------	---	---

Szűrőpróbaszerűen minden 5. darab ellenőrzése.

Készítette:		Átvette:	
-------------	--	----------	--



MUNKALAP

EMG-METALL

Vevő rendelésszáma: **BALÁZS**
 Saját rendelésszám: **M 94409**
 A rendelés típusa: **Egyszerű rendelés**

Megrendelés / Munka

230000380689



Lehívás a gyártmányra (db)

200

Határidő

2023.11.06

Gyártmány

SZD 01 00 00 REV1 / 00001
HDMI átalakító

Alkatrész

HDMI átalakító fedél**SZD_01_01_01_REV1 /****00001**Szükséges: **200**

Gyártandó:

200Rendelt fődarab: **200**Raktárból: **0****Művelet megnevezése****Művelet****Porfesték****16 Felületet levéd**

0000035



Választott gép: -

Szükséges szerszámok: -

Művelet várható ideje: 600 perc

Érintkező felületek kiragasztása magas hőállóságú maszkoló szalaggal, rajz szerint.

8 Fest porszórással

0000101



Választott gép: Porfestő Szükséges szerszámok: -

Művelet várható ideje: 60 perc

Korábbtól eltérő szín esetén a festőkabint tisztítása. Akasztás két kampóval a pályarendszerre. Mosás, szárítás, zsírtalanítás, ioncserélt vizes öblítés, festés, beégetés. Festék csak a külső felületeken, belül festékfoltok megengedettek. RAL 9005 finomstruktúr.

10 MEO

0000030



Választott gép: -

Szükséges szerszámok: -

Művelet várható ideje: 40 perc

Szűrőpróbaszerűen minden 5. darab ellenőrzése. Festékréteg szemrevételezése

Készítette:

Átvette:

Gyártás indítása:





MUNKALAP

EMG-METALL

Vevő rendelésszáma: **BALÁZS**
 Sajat rendelésszám: **M 94409**
 A rendelés típusa: **Egyszerű rendelés**

Megrendelés / Munka

230000380689



Lehívás a gyártmányra (db)

200

Határidő

2023.11.06

Gyártmány

SZD 01 00 00 REV1 / 00001
HDMI átalakító

Alkatrész

HDMI átalakító fedél**SZD_01_00_01_REV1 / 00001**

Szükséges: 200

Raktárból: 0

Gyártandó:

200

Rendelt fődarab: 200

Művelet megnevezése

Művelet

Porfesték

15 TC 3030 Nitrogén

0000005



Választott gép: TRUMPF TruLaser 3030 fiber lézervágógép

Szükséges szerszámok: -

Művelet várható ideje: 200 perc

17 Süllyeszt

0000016



Választott gép: Bármelyik oszlopos fúrógép

Szükséges szerszámok: EXACT Süllyesztő fúrószár HSS 67 mm 90°, fej Ø: 25mm, 3 hornyos

Művelet várható ideje: 60 perc

3 Sorjáz géppel

0000019



Választott gép: TimeSavers sorjázó gép

Szükséges szerszámok: -

Művelet várható ideje: 120 perc

4 Hajlít

0000021



Választott gép: Amada EG4010 CNC élhajlító

Szükséges szerszámok: Matrica: 07106, bélyeg: 831206

Művelet várható ideje: 90 perc

10 MEO

0000030



Választott gép: -

Szükséges szerszámok: Digitális tolómérő, M3 süllyesztett fejű keresztornyos csavar
Művelet várható ideje: 40 perc

Szűrőpróbaszerűen minden 10. darab ellenőrzése. Túrt méretek tolómérővel, süllyesztés csavarral, horganyréteg szemrevételezéssel.

Készítette:



Átvette:






Gyártás indítása:





MUNKALAP

Vevő rendelésszáma: BALÁZS Saját rendelésszám: M 94409 A rendelés típusa: Egyszerű rendelés	Megrendelés / Munka 230000380689 	
	Lehívás a gyártmányra (db) 200	Határidő 2023.11.06
	Gyártmány SZD 01 00 00 REV1 / 00001 HDMI átalakító	
	Alkatrész HDMI átalakító alj  SZD_01_01_02_REV1 / 00001 Szükséges: 200 Raktárból: 0 Gyártandó: 200	
Rendelt fődarab: 200		



Művelet megnevezése	Művelet	Porfesték
6 Sajtol 0000014 4 db BSO-3.5M3-6 sajtolása 3200 font nyomóerővel.		Választott gép: Haeger 618 kötőelem besajtoló Szükséges szerszámok: Bélyeg: H-108-0020S, matrica: H-109-6/M3.5L Művelet várható ideje: 270 perc
7 Felületet levéd 0000035		Választott gép: - Szükséges szerszámok: - Művelet várható ideje: 600 perc
Érintkező felületek kiragasztása magas hőállóságú maszkoló szalaggal, rajz szerint.		
18 Fest porszórással 0000101 Korábbtól eltérő szín esetén a festőkabint tisztítása. Akasztás két kampóval a pályarendszerre. Mosás, szárítás, zsírtalanítás, ioncserélt vizes öblítés, festés, beégetés. Festék csak a külső felületeken, belül festékfoltok megengedettek. RAL 9005 finomstruktúr.		Választott gép: Porfestő Szükséges szerszámok: - Művelet várható ideje: 60 perc
15 Szitáz 0000044		
Bérmunkára kiküld		
10 MEO 0000030		Választott gép: - Szükséges szerszámok: - Művelet várható ideje: 40 perc
Szűrőpróbaszerűen minden 5. darab ellenőrzése. Festékréteg szemrevételezése, szitázás ellenőrzése.		





Készítette:		Átvette:		
-------------	--	----------	--	--





MUNKALAP

Vevő rendelésszáma: BALÁZS Saját rendelésszám: M 94409 A rendelés típusa: Egyszerű rendelés	Megrendelés / Munka 230000380689 	
	Lehívás a gyártmányra (db) 200	Határidő 2023.11.06
	Gyártmány SZD 01 00 00 REV1 / 00001 HDMI átalakító	
	Alkatrész HDMI átalakító alj  SZD 01 00 02 REV1 / 00001 Szükséges: 200 Raktárból: 0 Gyártandó: 200	
Rendelt fődarab: 200		

Művelet megnevezése	Művelet	Porfesték
1 Trumatic 0000002		Választott gép: TRUMPF Trumatic 5000R lemezmegmunkáló központ Szükséges szerszámok: Beállítási lap Művelet várható ideje: 210 perc
3 Sorjáz géppel 0000019		Választott gép: TimeSavers sorjázó gép Szükséges szerszámok: - Művelet várható ideje: 120 perc
4 Hajlít 0000021		Választott gép: Amada EG4010 CNC élhajlító Szükséges szerszámok: Matrica: 07106, bélyeg: 831206 Művelet várható ideje: 250 perc
10 MEO 0000030		Választott gép: - Szükséges szerszámok: Digitális tolómérő, M3 süllyesztett fejű keresztornyos csavar Művelet várható ideje: 40 perc
Szúrópróbaszerűen minden 10. darab ellenőrzése. Túrt méretek tolómérővel, M3 menet csavarral, horganyréteg szemrevételezéssel.		

Készítette:		Átvette:		
-------------	--	----------	--	--



MŰSZAKI INTÉZET
MESTERSZAK
műszaki fejlesztő specializáció

DIPLOMADOLGOZAT
feladatlap

Dióssi Balázs (BPRNCU)

részére

A diplomadolgozat címe:

Lemeztermék tervezése és gyártástechnológiája

Feladatkiírás:

A diplomamunkám célja egy komplett lemezből készült műszerdoboz tervezése és gyártása az üzemben található eszközök felhasználásával. Elkészítem a gyártáshoz szükséges modelleket és műszaki rajzokat, valamint kiválasztom a kereskedelemben kapható eszközöket, amik szükségesek az összeállításhoz. Ez követően a CAM szoftverekkel megcsinálom az alkatrészek lézer, stanc és élhajlító CNC programjait és összeállítom a műveleti sorrendtervet a gyártáshoz.

Közreműködő tanszék: Anyagtudományi és Gépipari Folyamatok Tanszék

Külső konzulens: Rómer Dávid logisztikai vezető, EMG-Metall Kft., 2120 Dunakeszi Repülőtéri út 1.

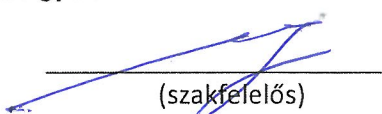
Belső konzulens: Dr. Zsidai László egyetemi tanár, MATE, Műszaki Intézet

A dolgozat beadási határideje: 2023 év 11 hó 06 nap


Kelt:Gödöllő,.....2023 évszept hó04 nap

Jóváhagyom


(tanszékvezető)

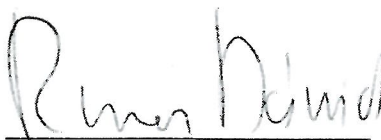

(szakfelelős)

Átvettem


(hallgató)

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

DUNAKESZI 2023 év 10 hó 30 nap
Kelt:,évhónap


(külső konzulens)

NYILATKOZAT

a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Dióssi Balázs
A Hallgató Neptun kódja: BPRNCU
A dolgozat címe: Lemeztermék tervezése és gyártástechnológiája
A megjelenés éve: 2023
A konzulens intézetének neve: Műszaki Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Anyagtudományi és Gépipari Folyamatok Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott diplomadolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelté után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: 2023 év 10 hó 26 nap



Hallgató aláírása

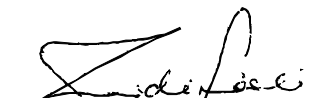
NYILATKOZAT

Dióssi Balázs (név) (hallgató Neptun azonosítója: BPRNCU) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*2}

Kelt: 2023 év nov. hó 02 nap


belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.