

SZAKDOLGOZAT

Fekete Tamás
UQ7GOV

Mezőgazdasági és Élelmiszeripari gépészmérnök, BSc

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Műszaki Intézet

Mezőgazdasági és Élelmiszeripari gépészmérnöki, BSc

Kivágó-lyukasztó szerszám tervezése alumínium lemezalkatrészhez

Belső konzulens:	Dr. Pataki Tamás István egyetemi docens
Belső konzulens intézete/tanszéke:	Anyagtudományi és Gépipari Folyamatok Tanszék
Külső konzulens:	Szép Zoltán gépészmérnök Ground Vehicle Systems Fejlesztő és Gyártó Kft.
Készítette:	Fekete Tamás UQ7GOV nappali tagozat

Gödöllő

2024

MŰSZAKI INTÉZET
MEZŐGAZDASÁGI ÉS ÉLELMISZERIPARI MÉRNÖK ALAPSZAK
Erőgéptechika specializáció

SZAKDOLGOZAT
feladatlap

Fekete Tamás (UQ7GOV)

részére

A szakdolgozat címe:

Kivágó-lyukasztó szerszám tervezése alumínium lemezalkatrészhez

Feladatkiírás:

bevezetés, szakirodalom feldolgozás, probléma bemutatása, a kivágás-lyukasztáshoz tartozó mechanikai számítások elkészítése, a szerszám és a lemezalkatrész megtervezése CAD programban, gazdasági számítás, összefoglalás.

Közreműködő tanszék: Anyagtudományi- és Gépipari Folyamatok

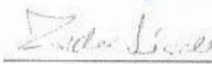
Külső konzulens: Szép Zoltán, Gépészmérnök, Ground Vehicle Systems Fejlesztő és Gyártó Kft.

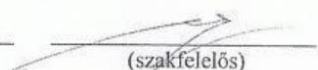
Belső konzulens: Dr. Pataki Tamás István, Egyetemi docens

Beadási határidő: 2024. április 22

Gödöllő, 2024. február 12

Jóváhagyom


(tanszékvezető)


(szakfelelős)

Átvettem


(hallgató)

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

Gödöllő, 2024.


(külső konzulens)

Tartalom

Tartalom

1.Bevezetés, célkitűzés	1
2. Szakirodalmi áttekintő	2
2.1 Képlékeny alakítási eljárások	2
2.1.1 Alapfogalmak	2
2.1.2 Képlékeny alakítási eljárások történelmi áttekintése	3
2.1.3 A képlékeny alakítás általános szempontjai	3
2.1.4 Hideg és meleg alakítás jellemzői.....	4
2.1.5 Az alakváltozási sebesség hatása	5
2.2 Alumínium, mint lemez-anyag	5
2.2.1 Az alumínium tulajdonságai, előállítása	5
2.2.2 Alumínium felhasználhatósága	6
2.3. Kivágó-lyukasztó szerszámok.....	7
2.3.1 Kivágás-lyukasztás alapjai	7
2.3.2 A kivágó-lyukasztó szerszámok felépítése	9
2.3.3 Sávterv készítése	10
2.3.4 Kivágó-lyukasztó bélyegek.....	11
2.3.5 Vágólap kialakítások, méretezése	12
2.3.6 Vágórés kalkulációja	13
2.3.7 Vágólap és bélyeg tűrésszámítása.....	14
3. Alkatrész bemutatása.....	16
4. Tervezést megelőző mérnöki számítások.....	18
4.1 Szerszám általános felépítése	18
4.2 Sávterv	19
4.3 Erőszükséglet	25
4.4 Teljesítmény meghatározása	28
4.5 Nyomásközéppont helyének meghatározása	29
4.6 Bélyeg kihajlása.....	34

4.7 Vágórés meghatározása	36
4.8 Méretek meghatározása és szilárdsági ellenőrzésük	37
4.9 Vágóelemek és tűréseik	41
5. Szerszám tervezése CAD szoftverrel	44
6. Gazdasági számítás	48
7. Összefoglalás	49
8. Summary	50
9. Köszönetnyilvánítás	51
10. Irodalom jegyzék.....	52
11. Mellékletek.....	54

1.Bevezetés, célkitűzés

Az alakítást általánosan a DIN 8580 az alábbi módon fogalmazza meg: „Az alakítás az a gyártási folyamat, amikor egy szilárd test alakját képlékenyen (plasztikusan) változtatjuk meg.” A dolgozatomban tárgyalni fogom a képlékeny alakítás alapjait, hideg és meleg alakítás közti különbséget, már meglévő gépek és rendszerek működését kialakítását, amely miatt választottam ezt a témát. A mai világban még nagyobb pontosságú alkatrészeket követel meg az ipar, ennek okán még pontosabb és precízebb szerszámok is kellenek. A célkitűzésem egy olyan hidegalakító szerszám tervezése, gyártása, amely megkönnyíti és elősegíti a szakember mindennapi gyártási tevékenységét.

A későbbiekben tárgyalni fogjuk az esetleges az mechanikai számításokat, méréseket, szimulációt a szerszámmra és az alkatrészre vonatkoztatva, valamint mivel ez alapján véve egy alumínium célszerszám lesz így az alumínium előgyártmányra vonatkozó számítások sem maradhatnak figyelmen kívül. A cél alkatrészemnek egy LCD-monitor tartót konzolt választottam. A monitor átalakítása,fejlesztése azért kezdődött el mert a megrendelőnek az volt a visszajelzése hogy, maga a monitor belső teste és felfogató tartólemez nem bírta a folytonos rezgéseket,rázkódásokat és eltört így nem működött a monitor sem. Ez a monitor egy külső kamerarendszernek a monitorja amint megrendelő mezőgazdasági gépekbe (kombájnokban, traktorokban, önjáró permetező gépekben), harci járművekbe ajánl és forgalmaz, beépít.

A dolgozatomba célul tűztem ki, az adott alkatrész újratervezését és a hozzá tartozó kivágó-lyukasztó célszerszám tervezését, valamint a hozzá tartozó méretezési számításokat is. Viszont, ahogy említettem konstrukciós hiba van benne. A belső test CNC-géppel lesz újra rekonstruálva, legyártva, miután a kellő fejlesztések megtörténtek. A felfogató külső lemez viszont kivágó-lyukasztó szerszámmal fog készülni. A lemezalkatrész összeállítása is az én feladatom lesz. A dolgozatom ennek alapján figyelembe veszi a célszerszámmal szemben támasztott követelmények és analíziseket, következtetéseket. Mindig is nagy érdeklődéssel kísértem a különböző gyártási eljárásokat a hozzá tartozó mechanikai technológiákat, amikor az adott esetben egy lemezterítékből egy eladható, forgalmazható, gyártható alkatrészt kapunk.

2. Szakirodalmi áttekintő

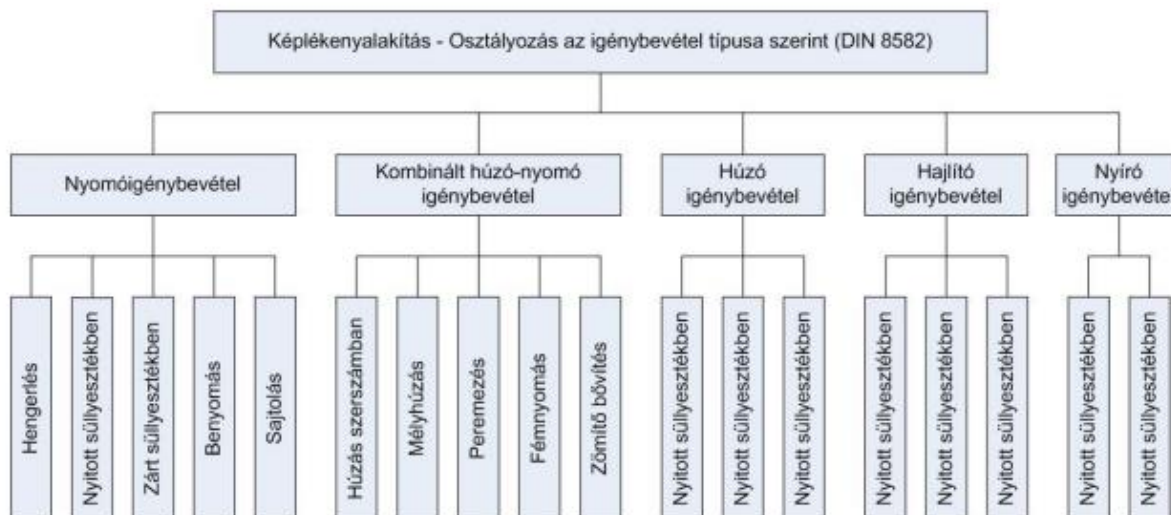
2.1 Képlékeny alakítási eljárások

2.1.1 Alapfogalmak

Legelőször tisztáznunk kell mi is az a képlékeny alakítás. Ez alapjában véve egy olyan gyártási eljárás, amely a szilárd test alakját és méreteit egy külső erőrendszerrel olyan mértékben változtatja, meg hogy az adott anyagnak a térfogata azonos marad a kiindulási térfogattal, ebbe az eljárásba soroljuk a zömítést is. Valamint ahhoz, hogy a képlékeny alakítás sikeres legyen, két feltételnek kell teljesülni:

- Az anyagnak nem szabad sem megrepednie, sem eltörnie az alakítás során.
- Az alakított részben ébredő mechanikai feszültségeknek biztosítaniuk kell a képlékeny alakváltozás feltételeit (folyási feltétel).

A zömítést úgy érdemes meghatározni, hogy az előgyártmány magassági mérete csökken, míg a keresztmetszete nő az alakítás művelete során a test egyben marad és a tömege sem fog megváltozni. A műveleteknek a rendszerezése során ki lehet indulni a félgyártmánynak a hőmérsékleti tartományából, az alakítási zónában fellépő igénybevételekből valamint a gyártmánynak a geometriai sajátosságaiból. Az alakításnak a folyamata és az anyag tulajdonágainak a szempontját figyelembe véve nagyon releváns hogy az előgyártmányt az alakítás előtt hevítették-e vagy sem. Tehát az alakítást megelőzően meg tudunk határozni két csoportot. Az egyik tehát a hevítés utáni alakítás, ami nagymértékű alakváltozással jár viszonylag kis erőszükséglettel és csökkent méret pontossággal jár, amit más néven melegalakításnak hívunk. A másik pedig értelem szerűen a hevítés nélküli alakítás, korlátozott alakváltozással jár, valamint nagy erőszükségletet igényel és jó méretpontosságot ad, amit hidegalakításnak is nevezünk. A képlékeny alakítási eljárásokat a 1. ábra fogja szemléltetni.



1. ábra Képlékeny alakítási eljárások csoportosítása.(Tisza,2013)

2.1.2 Képlékeny alakítási eljárások történelmi áttekintése

A képlékeny alakítások, mint eljárások több évezredes múltra tekintenek vissza ellentétben az egyéb fémalakító eljárásokkal szemben. A lemezalakítás már feltételezhetően a Krisztus előtti 4.-században már megjelent. A középkorban viszont már húzással állítottak elő fémhuzalokat, akkoriban nem csak a fegyvergyártás igényelte a képlékeny alakító eljárások fejlesztését, fejlődését, hanem a hajógyártás is. A korszerű képlékeny alakító eljárások már lehetővé is teszik az ezred pontosságú alkatrészek gyártását.

2.1.3 A képlékeny alakítás általános szempontjai

Külső behatás, erővel általában fémes, anyagok, alakíthatóak anélkül, hogy az anyagfolytonosság roncsolódna. A fémek képlékenysége azon alapul, hogy azokban a kristályok egy bizonyos feszültség állapot átlépésekor az atomsorok úgy csúszhatnak el egymáson, hogy a köztük lévő összetartozás nem szűnik meg. Az anyagszerkezetnek akkor kezdődik meg a folyása, amikor a főfeszültségek különbsége az alakítási szilárdságot eléri. Az egész folyási feltétel a Tresca-Mohr-féle elméleten alapul:

$$k_f = \sigma_{max} - \sigma_{min} = \sigma_1 - \sigma_3 \quad (1)$$

k_f – alakítási szilárdság.

σ_{max} – maximális feszültség.

σ_{min} – minimális feszültség.

Az alakítási szilárdságot és az alakítási ellenállást igen nagymértékben befolyásolja az alakítási hőmérséklet, tehát ebből adódóan az alakváltozó képessége egy anyagnak az alakítási hőmérséklettől függ. A fémes szerkezeteknél előnyben részesülnek azok az eljárások, amelyek nyomással készülnek, ilyen a sajtolás és zömítés is. Ezekkel a módszerekkel az anyag alakváltozó-képessége nagyon jól kiszámítható. (Billigmann-Feldmann,1977)

2.1.4 Hideg és meleg alakítás jellemzői

A fémes anyagok viselkedését nagymértékben meghatározza az alakítási szilárdság, mint ahogyan azt már a fentiekben említettem. Viszont ezen kívül az anyag alakítását még három szempont is meghatározza. Hidegalakításkor a folyási görbék teljesen optimálisak, mivel szobahőmérsékleten az alakváltozás sebességének nincsen hatása. Az alakváltozások egységesített határának azt a pontot tekintjük, amikor az anyag még nem repedés nélkül elviseli az adott szakaszon végbemenő alakváltozást. A nagyobb mértékű meleg alakításkor is közel állandó alakítási szilárdság jellemezhető. Ez arányait tekintve kis erő és munkafelhasználás mellett lehetővé teszi az összetettebb, bonyolultabb darabok képlékeny alakítását. A bonyolultabb geometriai struktúrákat gyakran csak meleg alakítással tudjuk létrehozni. Az anyagokkal szemben támasztott követelmények jóval kisebbek, mint a hidegalakításnál, viszont ezzel jár az a hátrány is hogy nagyon nehéz betartani az előírt pontos méreteket. Összegezve tehát azt lehet mondani, hogy a hideg és meleg alakítás között lényeges különbség az, hogy a meleg alakítás kisebb erő és munkaigény igényel és ezzel együtt a pontosság is kisebb, ellentétben a hidegalakítással ahol az alkatrész

megmunkálása jóval nagyobb erő munkáigényt követel, de ennek okán a pontossági tényező is magas. (Billigmann-Feldmann,1977)

2.1.5 Az alakváltozási sebesség hatása

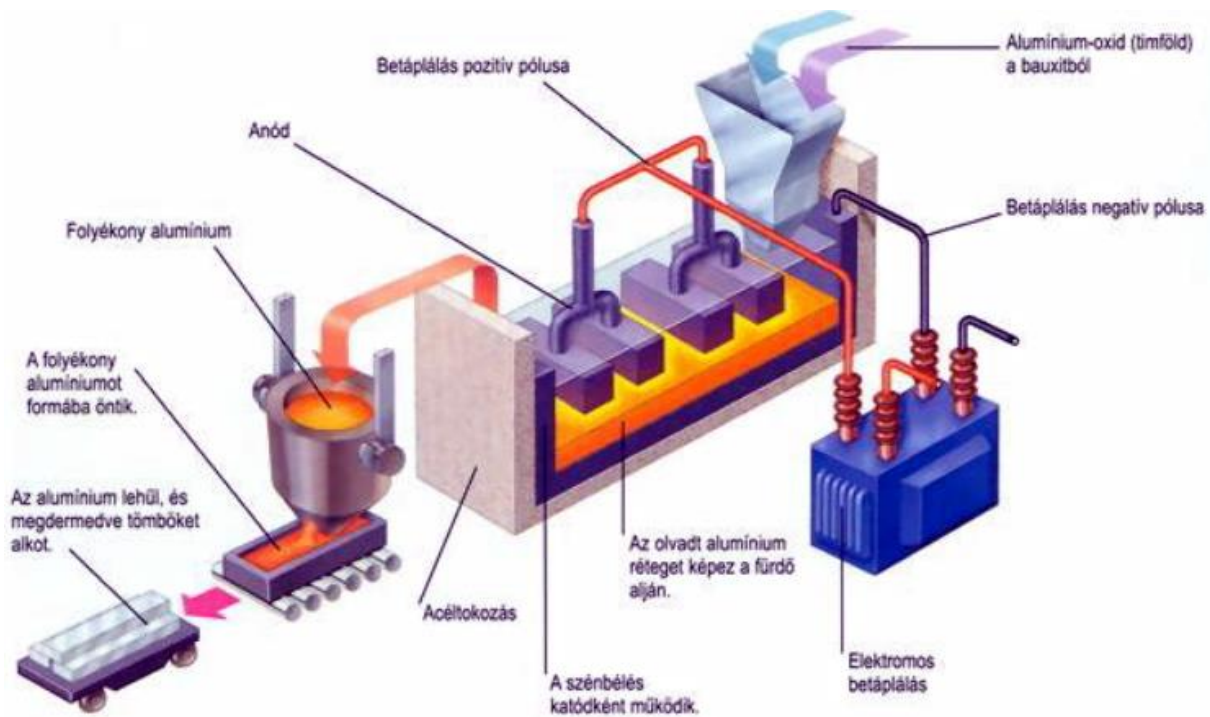
Mint ahogy a fentiekben említettem már a képlékeny alakításnál nagyon nagy szerepet játszik az alakítási sebesség. Főleg meleg alakításkor, amikor a befolyásolja az anyagalakítással szemben támasztott követelményeit. Sok minden meghatározza a sebességet ilyen például a löketszám vagy éppen a gép munkasebessége, de nem szabad figyelmen kívül hagyni a bélyeg (Az alakító, kivágó, lyukasztó bélyegről még a későbbiekben tüzetesebben kitérek) útját sem. Az alakító sebesség hidegalakításkor lényegesen kisebb, mint meleg alakításkor.

2.2 Alumínium, mint lemez-anyag

2.2.1 Az alumínium tulajdonságai, előállítása

- Ezüstfehér könnyűfém.
- Sűrűsége: $2,7 \text{ g/cm}^3$.
- Olvadáspontja: $660,37 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Köbös rácsszerkezetű, amely a legszorosabb illeszkedésű.
- Hővezetőképessége és fajhője nagyon magas.

A természetben nem fordul elő elemi állapotában. A bauxitból nyerjük ki, a bauxit egy érc és nem ásvány, aminek alkotó elemei főleg böhmít és hidrargilit tartalmú üledékes kőzet. Előállítását pedig kémiai redukcióval készítették még régebben, pl.: alumínium-klorid nátriummal történő redukciójával, de így csak a negyede volt kinyerhető. Mostanra az imént említett bauxitból tiszta timföldet (alumínium-oxidot) állítanak elő, majd ezután olvadt kriolitban oldják és $1000 \text{ }^\circ\text{C}$ fölött elektrolizálják. Egy kg alumínium előállításához 16-17 kWh elektromos energia szükséges. (Horváth Miklós, 2009)



2. ábra Alumínium előállítása elektrolízissel.

(http5)

2.2.2 Alumínium felhasználhatósága

Az alumínium használata az utóbbi években nagyon elterjedt lett. Főleg ott ahol lényeges szempont a korrózió állóság és a súlymegtakarítás, valamint az edzhető ötvözetek rendkívüli előnye a nagy szilárdság. Ellentétben a természetes keménységű nem edzhető anyagokkal ahol hőkezeléssel sem tudunk szilárdságot növelni. A hidegzömítés során részben előre szilárdított állapotban dolgozzák fel, a hidegalakítás okozta szilárdságnövekedés révén a kész munkadarab mechanikai igénybevétele minél nagyobb legyen. A könnyűfémek közül az a tiszta alumíniumnak van a legjobb hidegalakíthatósága, mindenfajta alakítható műveletet elvisel. A fentiekben már említettem, hogy, a tiszta alumínium szilárdsága kicsi. Némely anyagok használatával, mint például a réz, magnézium, szilícium ötvöztetésével a szilárdság vagy más tulajdonságok fokozhatóak. Az alábbi táblázat taglalja az egyes anyagok és különféle állapotaik hidegalakíthatóságuk sorrendjében. (Billigmann-Feldmann,1977)

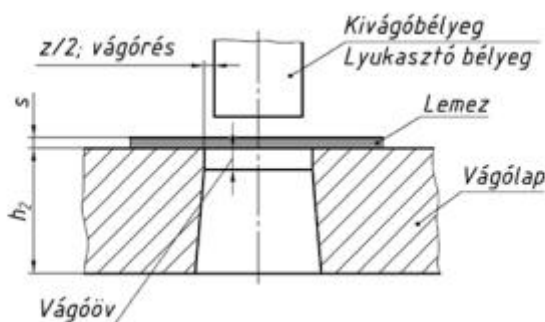
1. táblázat: Az alumínium és ötvözetének hidegalakíthatósága.(Billigmann-Feldmann,1977)

Jó alakíthatóság	Közepes alakíthatóság	Csekély alakíthatóság
Nagy tisztaságú alumínium	AlMgSi, lágy	AlMgSi, melegen felkeményedve
Tiszta alumínium, lágy AlMn, lágy	AlMg ₃ ,lágy AlCuMg (Normál ötvözet), lágy	AlMgMn, félkemény AlMg 5, félkemény
Tiszta alumínium, félkemény	AlMgSi 5, hidegen felkeményedve	AlCuMg (Normál ötvözet), felkeményedve
AlMn, felkeményedve	AlMg, lágy AlMgMn, lágy	AlMg 7, félkemény AlCuMg (Nagy szilárdságú ötvözet), felkeményedve

2.3. Kivágó-lyukasztó szerszámok

2.3.1 Kivágás-lyukasztás alapjai

Az ollóval való vágásra az jellemző, hogy magát a lemezt nyílt vonal mentén választjuk szét. Ellentétben a kivágó-lyukasztó szerszámmal ahol maga a vágás egy zárt vonal mentén történik. Magáról a kivágásról akkor beszélünk, ha a vágólapon áteső darab munkadarab. A lyukasztásról akkor beszélünk, ha vágólap áteső darab a hulladék.



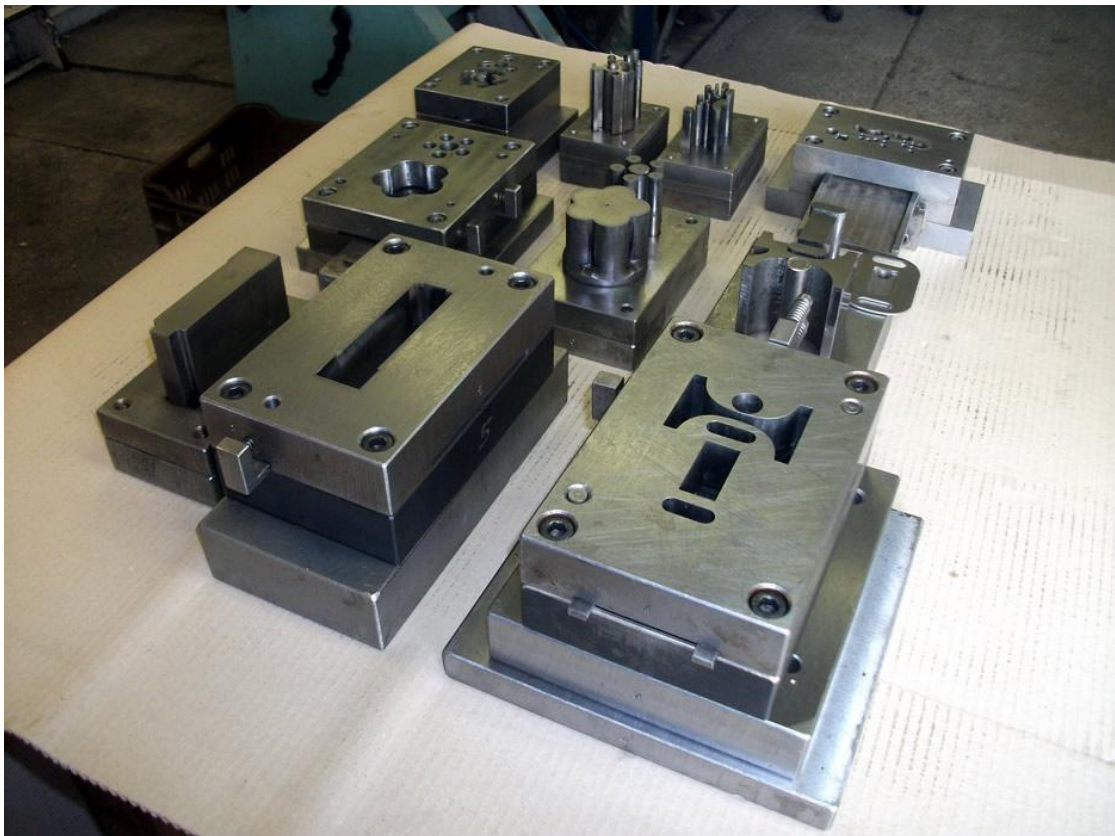
3. ábra Vágás elvi vázlata.

(Péter, 2016)

A kivágást-lyukasztást is csoportokra lehet bontani az adott technológia szerint, amely nem más, mint az él kialakítása, alakja:

- Egyenes él esetén leggyakrabban ollót alkalmazunk.
- Zárt görbe és bonyolultabb alakzatok esetén kivágó-lyukasztó bélyeget alkalmazunk.

A kivágó-lyukasztó szerszámokat leginkább a különleges geometriájú alkatrészek formázására használják és azon belül is inkább a nagyobb mennyiségű ipari gyártásnál célszerűbb a jövedelmezőségi szempontból. Magán a vágóelemeknek a palástján kisebb normálfeszültségű erő ébred, mint a szétvágásnál, ebből adódóan a kivágott rész is kisebb mértékben görbül meg. Magánál a kivágás folyamatánál egy lemezsávot tolunk be a szerszámba egy bizonyos mélységig, ezután ha szerszámot az alakító gép összezárja, bekövetkezik a kivágás művelete. Majd ezután a kivágott rész kihullik a szerszámból, és a szerszámot szétnyitva a munkafolyamat kezdődik, előről. (Danyi - Végvári, 2011)

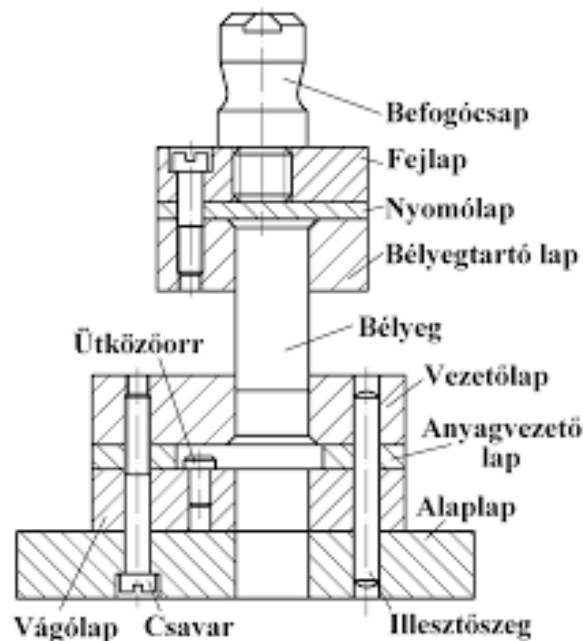


4. ábra Kivágó-lyukasztó célszerszámok.

(Metal-Work Kft, 2003)

2.3.2 A kivágó-lyukasztó szerszámok felépítése

A szerszám szerkezeti felépítését két részre lehet bontan ezek az aktív elemek és a helyzet meghatározó elemek. Az aktív elemek a bélyegből, az alakadó nyílással ellátott vágólapból (matrica) épül fel. A helyzet meghatározó elemek pedig a vezetőlécekből, ütközőkből, helyrehúzó csapból állnak. Az alábbi ábra szemléletesen az alap konstrukciós felépítést.



5. ábra A kivágó-lyukasztó szerszám elvi felépítése.

(http1)

Egy-egy munkadarab általában több kivágó, lyukasztó, bevágó művelettel készülhet el. Ezek a műveletek akár elvégezhetőek sorban egymást követően, vagy egyesítve egy helyen összevonva. Ha az egymást követő műveleti módszert alkalmazzuk, akkor sorozatszerről beszélünk, viszont ha az összevont műveleti eljárást tartjuk szem előtt, akkor a célszerszámunk egy egyesített vagy blokszerről beszélhetünk. (Danyi–Végvári, 2011)

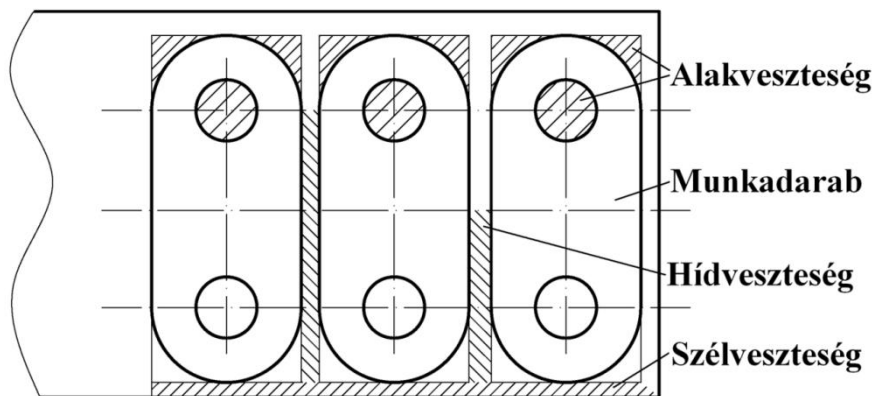
2.3.3 Sávterv készítése

A lyukasztásnál, kivágásnál, mélyhúzásnál vagy hajlított lemezalkatrészeknél a teríték gyártása során törekedni kell a gazdaságos anyagkihozatalra. Magánál a sávterv készítésekor, kalkulációjakor azt a fontos szempontot kell szem előtt tartani, hogy a munkadarabod egy adott szélességű távon oly módon helyezünk, el hogy az minél jobb anyag kihozatalú legyen. Ezt a fajta anyagkihozatalt az alábbi egyszerű összefüggéssel tudjuk megadni.

$$\eta = \frac{S_{mdb}}{S_{sáv}} \cdot 100 \text{ [\%]} \quad (2)$$

S_{mdb} – A munkadarab hasznos területe [mm²]

$S_{sáv}$ – Az a négyzet vagy téglalapterülete, amelyből 1 munkadarabot ki tudunk vágni.



6. ábra Sávterv.

(http2)

Értelem szerűen a ezeket a terveket készítetjük egysoros vagy többsoros elrendezésben is. A sávterv készítésénél a munkadarabok közt be kell kalkulálni egy bizonyos híd szélességet, amelynek a szerepe a biztonságos vágási tétel megtartása, ami annyit tesz, hogy a lemeznek nem szabad befordulnia a vágórésbe valamint persze a hulladékkal való gazdálkodás. A hídnak a szélessége függ a vágandó lemeznek az anyagától, vastagságától és a híd

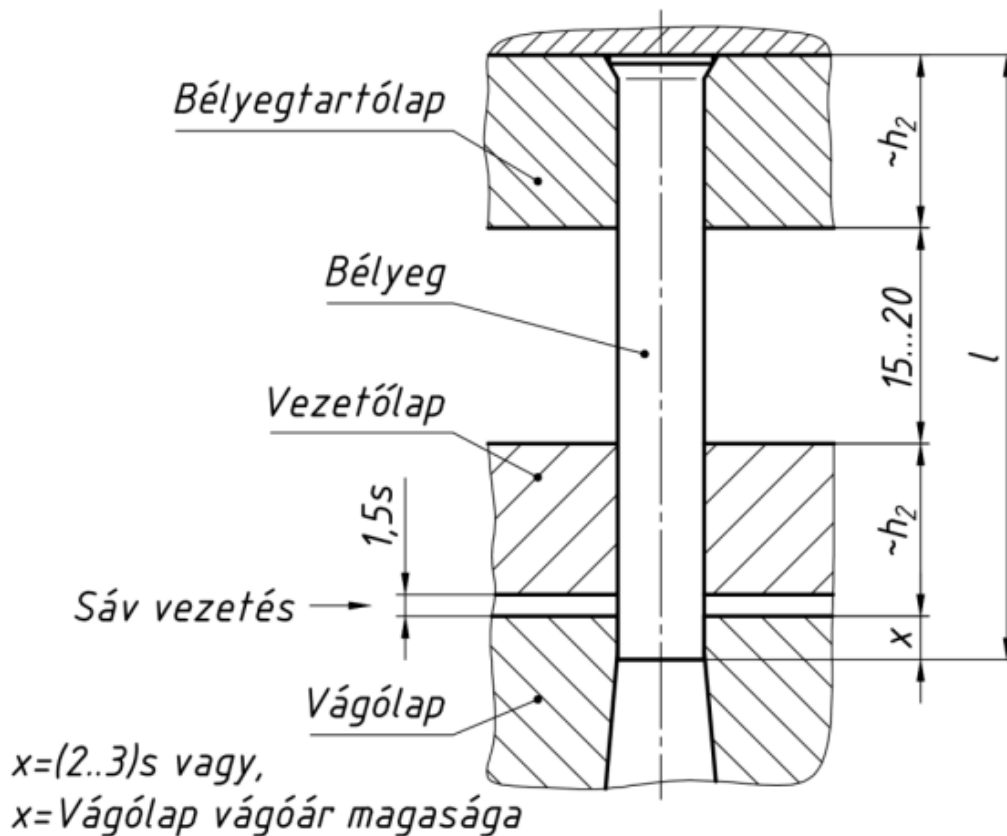
hosszúságától. Az alábbi táblázat részletezi anyagokra lebontva a híd szélességeket.(Danyi – Végvári, 2011)

2. táblázat: Ajánlott híd szélességek.(Danyi–Végvári, 2011)

A lemez anyaga	Lemezvastagság s [mm] felett –ig	Legkisebb híd- szélesség, ha a hídhosszúság kisebb 10mm–nél	Legkisebb hídszélesség, ha a hídhosszúsága 10...80mm közötti	Oldalkéssel levágott szélesség, hídszélesség, ha a hídhossz nagyobb 80mm–nél
Acél, sárgaréz, bronz	0,2...0,4	1,0	1,5	2,5
	0,4...0,6	0,6	1,0	1,5
	0,6...1,0	0,8	1,5	2,0
	1,0...1,5	1,0	2,0	2,5
	1,5–	1s	1,2s	1,5s
Réz, cink, alumínium	0,2...0,5	2,0	3,0	4,0
	0,5...1,0	1,0	2,0	3,0
	1,0...1,5	1,5	2,5	3,5
	1,5–	1,2s	1,5s	2s
Keménypapír, fiber, tömítőanyag, karton	0,2...0,4	2,0	3,0	5,0
	0,4...1,0	1,5	2,5	4,0
	1,0–	2s	2,5s	3s
File	-	1s, de minimum 4mm	1,5s, de minimum 6mm	–

2.3.4 Kivágó-lyukasztó bélyegek

Egyszerűen fogalmazva az alakító gép nyomószánja lefelé halad, akkor a bélyeg belejár a vágólap furatába és elvégzi a vágást. A bélyegek hosszát a szerszám egyes paraméterei adják meg, ezt a 7. ábrán szemléltetni is fogom. Nagyon fontos hogy az így meghatározott bélyeg konstrukciót kihajlásra ellenőrizni kell. Előfordul, hogy ha a szerszám túl hosszúra adódna, akkor az a biztonsági távolság kárára menne. A veszélyhelyzet elkerülése érdekében a vezetőlapra erősített hálót fel kell helyezni, hogy zárttá tegyük a szerszámot, ennek az a célja, hogy a kezelő ne hagyja a kezét, ujját a szerszám alsó és felső része közé rakja.



7. ábra Bélyeg hosszának meghatározása.

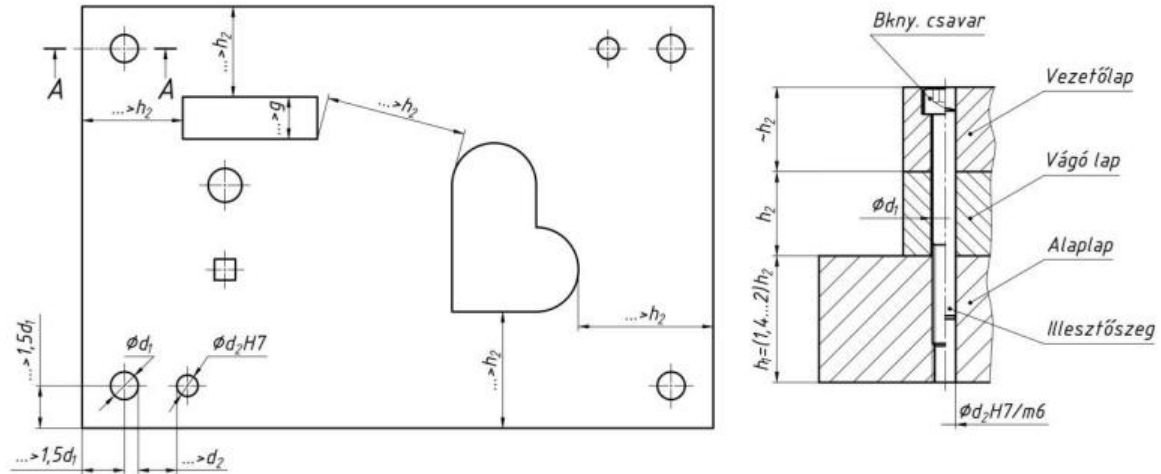
(http7)

A rögzítésük a bélyegtartó lapba történik. Ennek a rögzítő pontnak biztosítani kell, hogy a bélyeg hossz tengelye merőleges legyen a vágólap hossz tengelyére. Akkor lehet egy rögzítésre azt mondani, hogy megbízható rögzítés, ha tudja produkálni a bélyegek sávból való kihúzásakor fellépő erőt. Tapasztalatok szerint ez a visszahúzó erő a vágóerőnek a 5-15 %-a. A bélyeg anyaga azonos a vágólap anyagával, erre a következő részben még kitérek. Viszont még nagyon meghatározza az anyagválasztását a megmunkálandó anyaga. (http7)

2.3.5 Vágólap kialakítások, méretezése

A vágólapnak a méreteit elsősorban a sávterv alakítja, befolyásolja. A szélességi és hosszúsági meghatározásnak az alapja nyomásközépponttal számított erőrendszer ábrája, ennek a pontos megszerkesztését és számítását a dolgozatom érdemi részében még részletezni fogom. Ha a vágólap vastagságát ismerjük akkor a méretet hozzáadjuk a áttörésekhez ez által megkapjuk a minimális hosszúsági és szélességi méretet. Arra

törekszünk túlnyomórészt hogy a súlyponttól távolabb eső hosszúsági, szélességi méreteket áttükrözzük a súlypontba mert akkor a egybe esik a nyomásközépponttal. (Danyi–Végvári, 2011)



8. ábra Vágólap kialakítása.

(Danyi–Végvári, 2011)

2.3.6 Vágórés kalkulációja

A kivágás-lyukasztás során a bélyeg és a vágólap közti résznek nagyon fontos szerepe van az egész művelet során. Amikor a vágó rész kicsi, akkor a munkadarabunk torzul, ennek okán azt lehet ebből lekövetkeztetni, hogy a vágó kések gyorsabban kopnak. Az optimálisnak vélt vágórés nagysága gyakorlatilag a lemezzvastagság 4-20 százaléka. A vágórést nagyban befolyásolhatja:

- A vágási erő és munkaszükséglet.
- Vágási felületnek a minősége.
- Az adott vágás pontossága.
- Oldalirányú erőhatások.

A vágórést egy empirikus függvénnyel is meg tudjuk adni. A vágórést „z”-vel jelölik az oldalankénti vágórést pedig „z/2”-vel adják meg. Két számítást különböztetünk meg az egyik amikor a vágórés $s \leq 3$ mm:

$$\frac{Z}{2} = c \cdot s \cdot \sqrt{0,1 \cdot \tau_B} \quad (3)$$

És amikor $s > 3 \text{ mm}$:

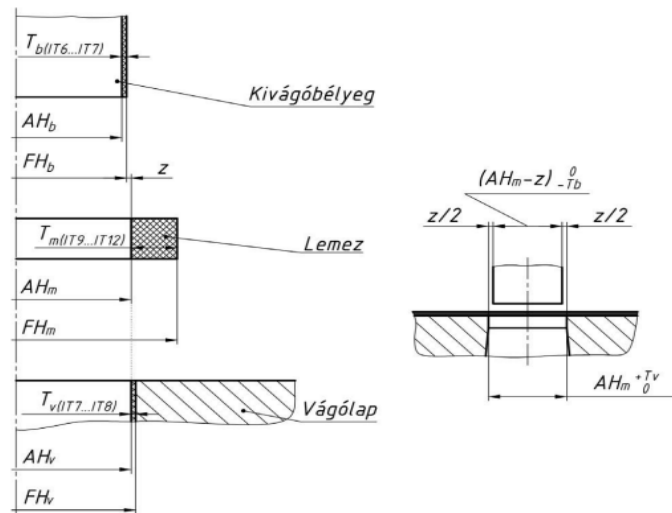
$$\frac{Z}{2} = (1,5 \cdot c \cdot s - 0,015) \cdot \sqrt{0,1 \cdot \tau_B} \quad (4)$$

S-lemez vastagság [mm].

τ_B –lemez nyírószilárdsága [N/mm²].

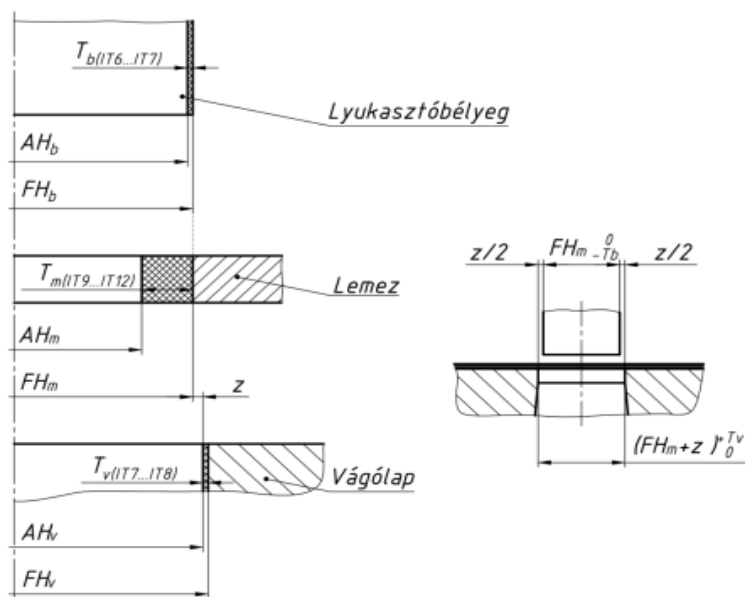
2.3.7 Vágólap és bélyeg tűrésszámítása

A bélyeg és a matricának úgy kell meghatározni a gyártási méreteit és a hozzá tartozó tűréseit, hogy az e szerszámokkal gyártásra került alkatrészek tűrései az adott határértéken belül legyen, az anyag visszarugózása és a szerszámelemek kopása ellenére is. A tűrés számítás menete úgy fog le zajlani, hogy a tűrésmezőket már anyagában elhelyezzük, így lyukaknál az alsó határméret, amíg csapoknál a felső határméret a mérvadó. A kivágásnál a darab méreteit a matrica, amíg a lyukasztásnál a bélyeg határozza meg. A kivágott munkadarabnak az IT9-IT11 pontossági tényezőre kell fókuszálni, a nem tűrésezett méreteket IT12-es pontossági fokozatot kell alkalmazni. Az alábbi ábrán szemléltetem a tűrésezését. (<http8>)



9. ábra Kivágás túrésezése.

(Danyi–Végyvári, 2011)



10. ábra Lyukasztás túrésezése.

(Danyi–Végyvári, 2011)

3. Alkatrész bemutatása

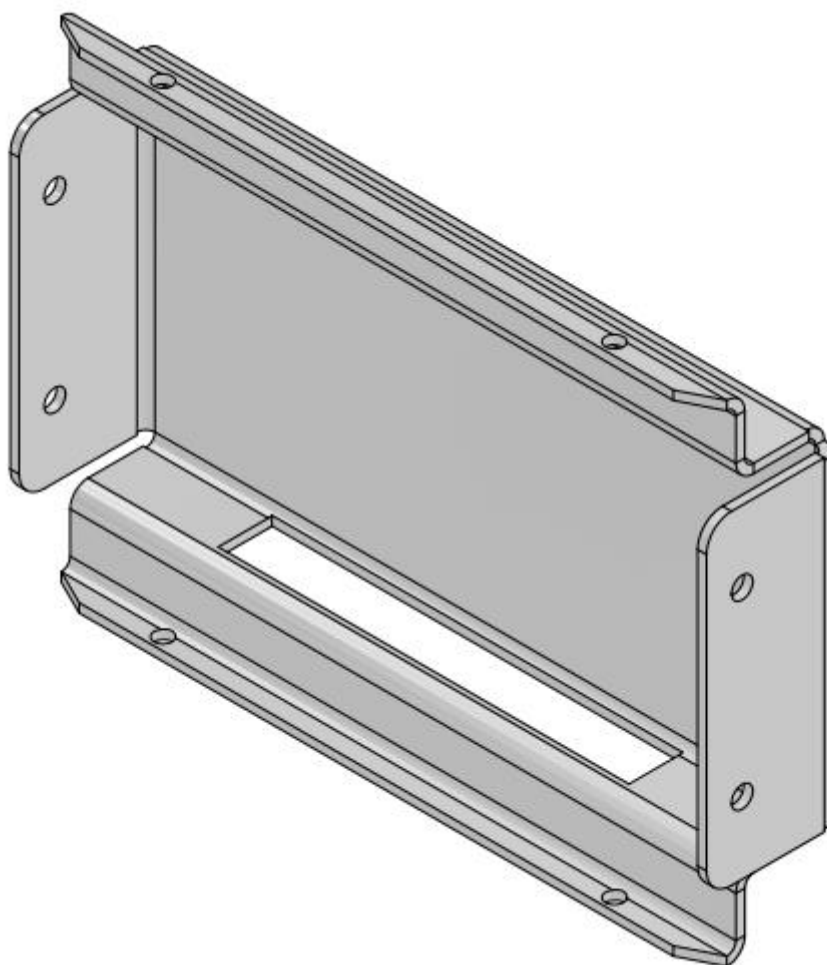
Az előállítandó termék egy korszerűsített monitortartó lemez alkatrész, amely egy Green Touch GT-TC 700-as monitort (a 11. ábrán szemléltetem) fog a kijelölt pozíciójában tartani, mint már a bevezetésben említést tettem róla ezzel a monitorral külső kamera rendszerről kapunk visszajelzést, kültéri képet.



11. ábra Green Touch GT-TC 700-as monitor.

A fejlesztése ennek a monitornak és a hozzá tartozó monitortartó lemeznek azért kezdődött el, mert nem bírta el a folytonos rezgést, rázkódást az eredeti monitor belső test és a monitortartó lemez. A dolgozatomban én csak a monitortartó lemezzel fogok foglalkozni, ez a monitortartó lemez egy 1,5 mm-es lemezvastagságú alumínium lemez. Ezt a monitortartót

Autodesk Inventor tervező program segítségével terveztem meg és modelleztem be, amit a 12. ábrán szemléltetni is fogok.



12. ábra Green Touch monitortartó modell.

Miután a következő fejezetekben megtörtént a célszerszám mechanikai méretezése a kapott eredmények által a szerszámot is az Autodesk Inventor segítségével megtervezem.

4. Tervezést megelőző mérnöki számítások

4.1 Szerszám általános felépítése

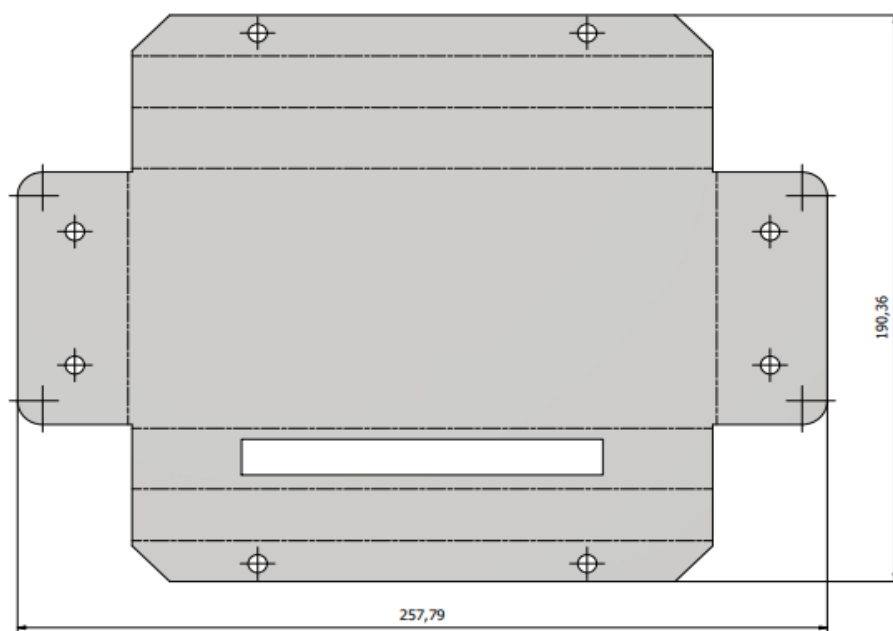
Legelőször is tisztázni kell azt, hogy a szerszámot az alkatrészhez és a megrendelő igényeihez igazítjuk. A megrendelőnek nagy tételszámban kell produkálni ezt a monitortartó lemez alkatrészt, számszerűen 400 db-ot kell ebből az alkatrészből legyártani első körben. Tehát leegyszerűsítve egy sorozatszerszámot kell készítenünk az adott sajtológéphez, ennek mértani része az is hogy a hosszúság-szélesség viszony nagyobb mint 1,25, valamint az hogy a méretek tűrésezetlenek.

Személy szerint a szerszámot úgy építeném fel, hogy minél egyszerűbb legyen, de annál pontosabb munkadarabot tudjunk vele produkálni. Mivel itt egy több műveletes sorozatszerszámról beszélünk ezért a vezetését is meg kell határozni. A választásom egy vezetőlapos sorozatszerszám lett, mert viszonylag nem több ezres tételben kell a cél alkatrészt legyártani. Előnyei közé tudjuk sorolni azt, hogy kisebb tétel gyártásánál gazdaságosabb ez a fajta megoldási módszer valamint a szerszám felépítése igencsak egyszerű és a szerszám maga relatíve könnyen elkészíthető, önköltsége viszonylag alacsony. Ha már azt előnyeit felsoroltam a sorozatgyártó vezetőlapos szerszámról úgy korrekt, ha a hátrányait is megemlítem pár szóban.

Az oszlopos vezérlésű szerszámmal ellentétben a vezetőlapos szerszám a gyártott alkatrészek kevésbé pontosabbak ebből következik az, hogy a nagyobb gyártási tételre (értem itt a több ezres tételszámot) azért nem alkalmas, mert a vezetékek gyorsabban kopnak, mint a vezetőoszloposnál a vezető oszlop. A működését illetően egy kettős működésű szerszámról beszélünk, amely első sorban lyukaszt, másodszor pedig kivágja az adott lemez alkatrészt.

4.2 Sávterv

Első soron a lemezterv elemi felépítéséhez ismernünk kell a gyártandó lemezalkatrészünk terítékes verzióját, ezt a terítéket a 13. ábrán fogom szemléltetni. Azt is célszerű eldönteni, hogy az alkatrész az adott lemez tábla kiosztáson hogyan legyen elhelyezve, mint a 13. ábrán lévő terítéken látjuk, az alkatrészt csak egysoros kivitelben tudjuk ráhelyezni a terítékre. Ilyenkor a legfőbb szempont a gazdaságosság kérdése, ezért van az hogy amelyik alkatrésznek olyan a geometriai kialakítás azt beforgatják egymás mellé példának okán ilyen egy „L” alakú geometriai alkatrész.



13. ábra Green Touch monitortartó teríték és befoglaló méretei.

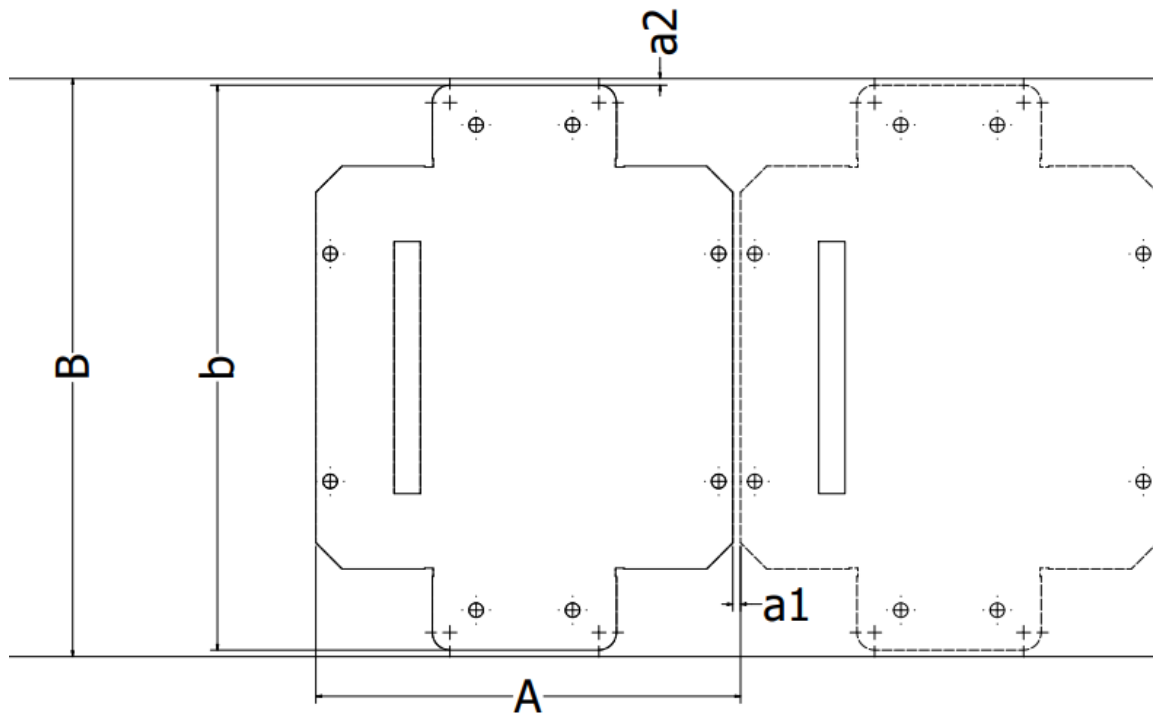
A következő lépés a sávterv elkészítésében hogy megfelelő hídszélességet választunk az egymást követő alkatrészek között, ezt a 3. táblázatból fogjuk kiválasztani.

3. táblázat (Danyi–Végvári, 2011).

A lemez anyaga	Lemezvastagság s [mm] felett –ig	Legkisebb híd- szélesség, ha a hídhosszúság kisebb 10mm-nél	Legkisebb hídszélesség, ha a hídhosszúsága 10...80mm közötti	Oldalkéssel levágott szélesség, hídszélesség, ha a hídhossz nagyobb 80mm-nél
Acél, sárgaréz, bronz	0,2...0,4	1,0	1,5	2,5
	0,4...0,6	0,6	1,0	1,5
	0,6...1,0	0,8	1,5	2,0
	1,0...1,5	1,0	2,0	2,5
	1,5–	1s	1,2s	1,5s
Réz, cink, alumínium	0,2...0,5	2,0	3,0	4,0
	0,5...1,0	1,0	2,0	2,0
	1,0...1,5	1,5	2,5	3,5
	1,5–	1,2s	1,5s	2s
Keménypapír, fiber, tömítőanyag, karton	0,2...0,4	2,0	3,0	5,0
	0,4...1,0	1,5	2,5	4,0
	1,0–	2s	2,5s	3s
File	-	1s, de minimum 4mm	1,5s, de minimum 6mm	–

Mint az a táblázatban is látszik a hídszélességet 3,5mm-re választottam meg. Ugyebár a hídszélességnek az a lényeges szerepe hogy a kivágás biztonságosan történhessen meg és a lemez ne fordulhasson be a vágórésbe. Azt is szem előtt kell tartani, hogy az előtolás határolásnak oldal vágókéses határolást tervezünk. Így a sávszélességet is meg kell, növeljük az oldalkés által levágott méretekkel is. A 14. ábrán bemutatom az elkészített sávtervet, ahol az ábrán a jelölések a következőt jelentik:

- A – Előtolás mértéke.
- a1 – A szélhulladék minimális vastagsága.
- a2 - A híd nagysága lemezvastagság és hossz alapján.
- B – Sávszélesség.
- b – Alkatrész szélessége.



14. ábra Green Touch monitortartó sávterv.

Az előtolás meghatározása:

$$A = 190,36 + a1 = [mm] \quad (5)$$

$$A = 190,36 + 3,5 = 193,86 \text{ mm} \quad (6)$$

Sávszélesség meghatározása:

$$B = b + (2 \cdot a2) \quad [mm] \quad (7)$$

$$B = 257,79 + (2 \cdot 3) = 263,79 \text{ mm} \quad (8)$$

Táblalemeznek a közforgalomból legkönnyebben beszerezhető méretet választottam, ami 1,5x1000x2000. A szabványos lemezvastagságokat és táblaméreteket az alábbi 4. táblázatból választottam ki. 15. ábrán a lemezkeszerelést szemléltetem.



15. ábra 1000x2000x1,5 alumínium táblalemez nagykiszerezelésben a forgalmazónál.

(http3)

4. táblázat.(Kári-Horváth, 2006)

Szabványos lemezvastagságok [mm]	Szabványos táblaméretek [mm]
0,18; 0,20; 0,22; 0,24	530x760, 500x1000
0,28	530x760, 500x1000, 600x1200
0,32; 0,38	530x760, 600x1200, 700x1400
0,44	530x760, 800x1600
0,50; 0,56; 0,63; 0,75; 0,88; 1,00	530x760, 800x1600, 1000x2000
1,13; 1,25; 1,38	800x1600, 1000x2000
1,50 ; 1,75; 2,00; 2,25; 2,50; 2,75	800x1600, 1000x2000 , 1250x2500

- $S_{sz} = 2000 \text{ mm}$.
- $l_{sz} = 1000 \text{ mm}$.

Darabolási veszteség:

$$z = \frac{S_{sz}}{B} [db] \quad (9)$$

$$z = \frac{2000}{263,79} = 7,58 \text{ db} \rightarrow 7 \text{ db} \quad (10)$$

$$v_1 = l_{sz} \cdot S_{sz} - z \cdot 263,79 \cdot l_{sz} [mm^2] \quad (11)$$

$$v_1 = 1000 \cdot 2000 - 7 \cdot 263,79 \cdot 1000 = 153470 \text{ mm}^2 \quad (12)$$

1 sávból készíthető munkadarabok száma:

$$n_1 = \frac{l_{sz}}{A} [db] \quad (13)$$

$$n_1 = \frac{1000}{193,86} = 5,15 \cong 5 \text{ db} \quad (14)$$

Veszteség a sáv végén:

$$v_2 = B \cdot [l_{sz} - (n_1 \cdot A)] [mm^2] \quad (15)$$

$$v_2 = 263,79 \cdot [1000 - (5 \cdot 193,86)] = 8098.35 \text{ mm}^2 \quad (16)$$

Az anyag kihozatal számításához elengedhetetlen az alkatrész terület számítása, ezt a műveleti lépést megspórolva az Autodesk Inventor „measure” parancsát használva meghatározom a teríték területét.

Alkatrész területe:

- $T = 39421,025 \text{ mm}^2$.

Alakveszteség:

$$v_3 = A \cdot B - T \text{ [mm}^2\text{]} \quad (17)$$

$$v_3 = 193,86 \cdot 263,79 - 39421,025 = 11717,30 \text{ mm}^2 \quad (18)$$

A következő egyenlettel az összes sávvesztést határozzuk meg:

$$v_s = v_2 + n_1 \cdot v_3 \text{ [mm}^2\text{]} \quad (19)$$

$$v_s = 8098,35 + 5 \cdot 11717,30 = 66684,85 \text{ mm}^2 \quad (20)$$

A következő összefüggéssel az anyagkihozatal, sávkihasználás (η) százalékos értékét fogom megkapni, a lemez táblán az alkatrészt függőlegesen fogom pozícionálni.

Anyagkihozatal:

$$\eta = \frac{B \cdot l_{sz} - v_s}{B \cdot l_{sz}} \cdot 100 \text{ [%]} \quad (21)$$

$$\eta = \frac{263,79 \cdot 1000 - 66684,85}{263,79 \cdot 1000} \cdot 100 = 74,72 \text{ \%} \quad (22)$$

Tehát a kihasználásunk 74,72-os, ami hozzávetőlegesen egy egészen normális százalékos arány kivágás-lyukasztásnál. A következő egyenlettel az egész táblalemezre vonatkoztatjuk a anyag kihozatali értéket. De előtte az őszvesztést is meg kell határozzuk.

Összvesztés:

$$v_0 = z \cdot v_s + v_1 \text{ [mm}^2\text{]} \quad (23)$$

$$v_0 = 7 \cdot 66684,85 + 153470 = 620263,96 \text{ mm}^2 \quad (24)$$

Összkihasználás:

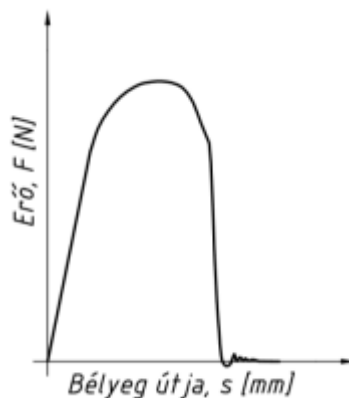
$$\eta = \frac{S_{SZ} \cdot l_{SZ} - v_{\dot{o}}}{S_{SZ} \cdot l_{SZ}} \cdot 100 [\%] \quad (25)$$

$$\eta = \frac{2000 \cdot 1000 - 620263.96}{2000 \cdot 1000} \cdot 100 = 68,98 \% \quad (26)$$

Tehát a fentiekben kiszámolt egyenletek alapján a 1,5x1000x2000-es táblából összesen 68,98%-ot tudunk felhasználni. A veszteségeknek be lehet tudni a hídszélességet, sávszélességet, a táblacsík végén maradt anyagrészt, amiből már nem tudunk biztonságosan kivágni még egy alkatrészt.

4.3 Erőszükséglet

A vágóerő és a vágási munkaszükségletének a meghatározása a sajtológép kiválasztása miatt igen lényeges. A vágást egy vágási út függvényben szoktuk ábrázolni, amit a 16. ábrán be is mutatok.



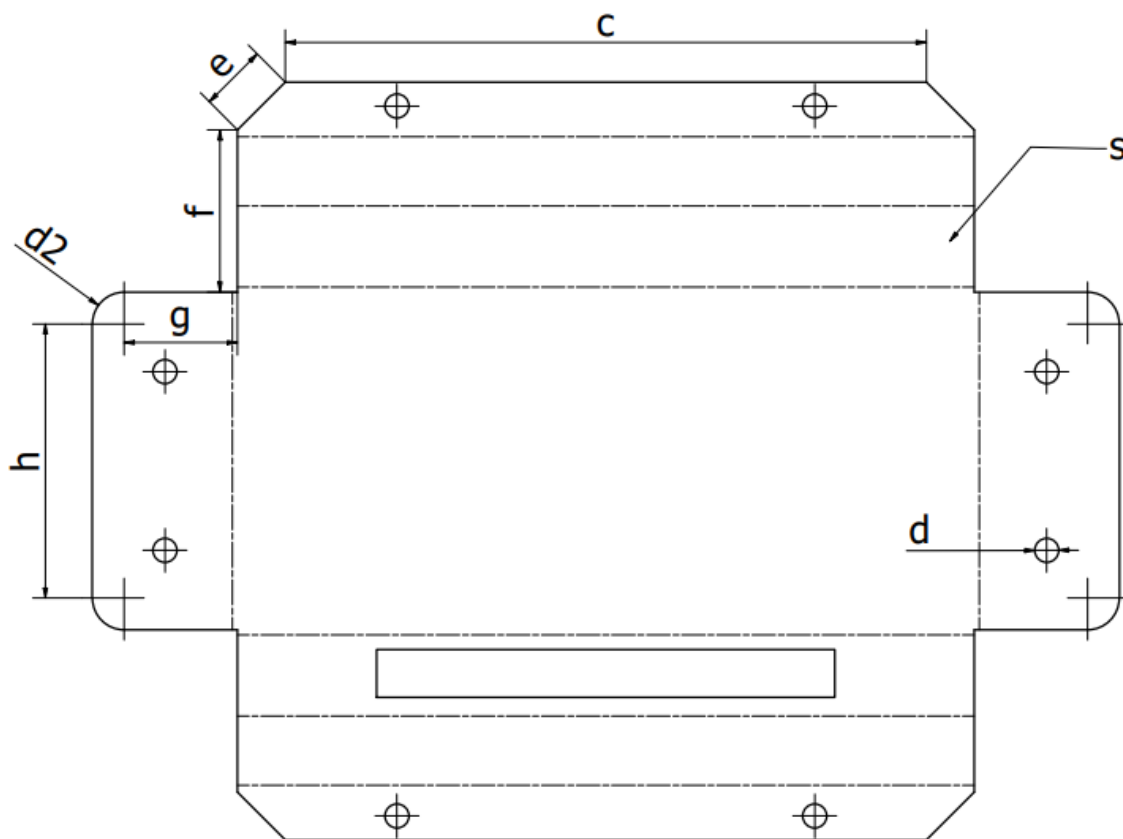
16. ábra A vágóerő változása a vágási út függvényében.

(http1)

A következő összefüggésben a maximális vágóerőt határozzuk meg (F_v). De ahhoz hogy ezt az egyenletet meg tudjuk oldani, ismernünk, kell az anyagunknak a nyírószilárdságát esetünkben az alumíniumét, ezt az 5. táblázatban szereplőkülönböző anyagok nyírószilárdságai közül választom ki. A 17. ábrán az alkatrész műhelyrajza kerül szemléltetésre.

5. táblázat. (Kári-Horváth, 2006)

Anyag	Nyírószilárdság [$\frac{N}{mm^2}$]	
	Lágy	Kemény
Ólom	25-30	-
Alumínium	40-60	80-100
Al-Cu-Mg	200-220	280-300
Al-Mg-Si	140-160	200-240
Horgany	120	200
Sárgaréz	220-300	250-400
Réz	180-220	220-300
Ónbronz	320-400	400-600
Alpakka	280-350	450-550
0,1% C-acél	250	320
0,2% C-acél	320	400
0,3% C-acél	360	480
0,4% C-acél	450	550



17. ábra Green Touch monitortartó műhelyrajz.

A választott nyíró és szakító szilárdság az MSZ 2679 szerint:

$$R_m = 215 \frac{N}{mm^2}$$

$$\tau = 150 \frac{N}{mm^2}$$

A kivágásnál és lyukasztásnál nyírt felület meghatározása:

$$A_{ly} = \left(8 \cdot \frac{d^2 \pi}{4} + 2 \cdot (a + b) \right) \cdot s \text{ [mm}^2\text{]} \quad (27)$$

$$A_{ly} = \left(8 \cdot \frac{6^2 \pi}{4} + 2 \cdot (12 + 115) \right) \cdot 1,5 = 480,19 \text{ mm}^2 \quad (28)$$

$$A_v = 4 \cdot \frac{d_2 \cdot \pi}{3} + 2 \cdot c + 4 \cdot e + 4 \cdot f + 4 \cdot g + 2 \cdot h \text{ [mm}^2\text{]} \quad (29)$$

$$A_v = 4 \cdot \frac{8 \cdot \pi}{3} + 2 \cdot 160,8 + 4 \cdot 16,9 + 4 \cdot 37,7 + 4 \cdot 25,5 + 2 \cdot 68,8 = 813,11 \text{ mm}^2 \quad (30)$$

Vágóerő meghatározása:

$$F_{ly} = 1,1 \cdot A_{ly} \cdot \tau = 1,1 \cdot 480,19 \cdot 165 = 79231,35 \text{ N} \quad (31)$$

$$F_v = 1,1 \cdot A_v \cdot \tau = 1,1 \cdot 813,11 \cdot 165 = 134163,15 \text{ N} \quad (32)$$

$$F = F_{ly} + F_v = 79231,35 + 134163,15 = 213394,5 \text{ N} \quad (33)$$

A kivágásnak és a lyukasztásnak a munka szükséglet számítása:

$$W = F \cdot s \cdot c \text{ [J]} \quad (34)$$

$$W = 213394,5 \cdot 0,0015 \cdot 0,50 = 160,04 \text{ J} \quad (35)$$

A $c = 0,35-0,75$ –ig határolható be. Ez egy olyan állandó dimenzió nélküli szám érték, amely azt mutatja, meg hogy az adott lemez vastagságunk hányad százalékánál fejeződik be az alkatrészen történő vágás. Ezen a számításon a $c = 0,50$ -es középértéket választottam. Az eddigi ismeretekből kiindulva az optimálisnál kisebb vágórés esetén a maximális erő az kisebb, míg a munkaszükséglet nagyobb mértékben is megnőhet. Ebből adódóan ez a szakadozott felület meglehetősen erősen koptatja a vágószerszám felületeit és ez által az élettartamot is jóval megrövidíti.

4.4 Teljesítmény meghatározása

Löketszám: $n = 20 \frac{1}{\text{min}} \rightarrow$ *kettős lökettel számolunk*

Lökethossz: $h = 0.02 \text{ m}$

Hatásfok: $\eta = 0.6$

A teljesítményhez először meg kell határoznunk az átlagsebességet:

$$v = 2 \cdot n \cdot h = 2 \cdot 20 \cdot 0,02 = 0,8 \frac{m}{min} \quad (36)$$

A szükséges teljesítmény igénye a következőképpen írható le:

$$P = \frac{F \cdot v}{60 \cdot \eta \cdot 1000} [kW] \quad (37)$$

$$P = \frac{213394,5 \cdot 0,8}{60 \cdot 0,6 \cdot 1000} = 4,742 kW \quad (38)$$

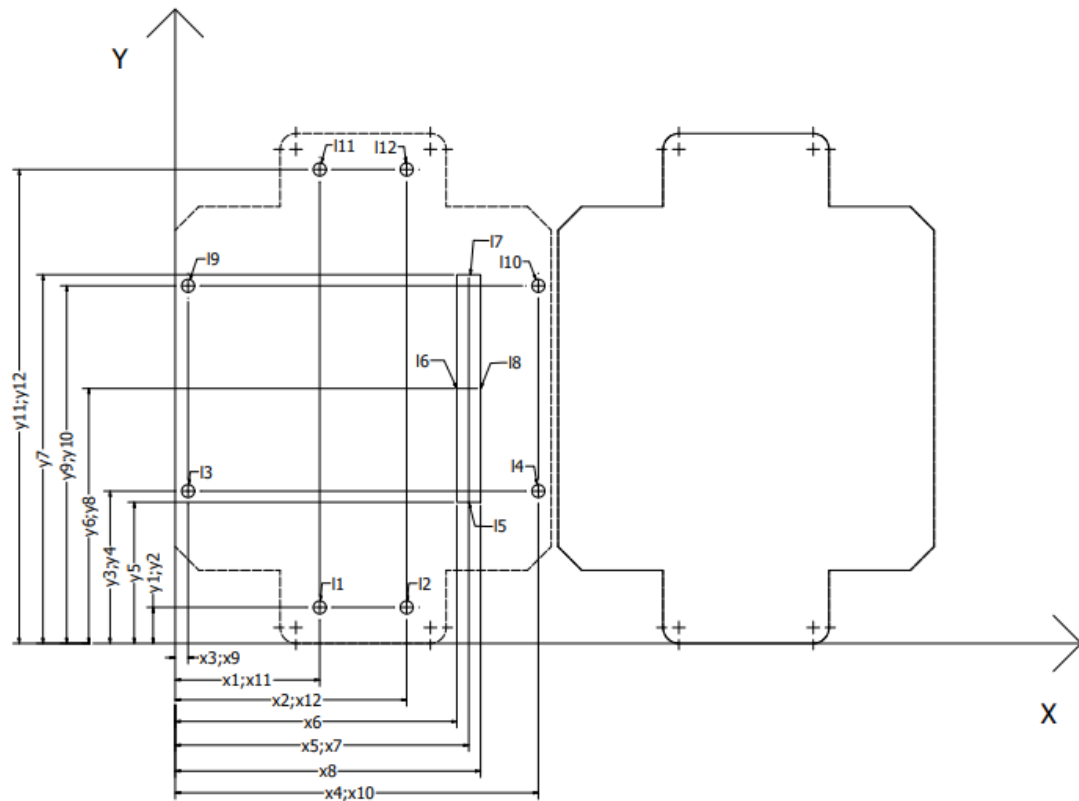
4.5 Nyomásközéppont helyének meghatározása

A nyomásközéppont meghatározása mondhatni az egyik legfontosabb számítása a tervezés és kivitelezés folyamata során. A szerszám helyes működése érdekében kell meghatározni a nyomásközéppontot hogy a szerszám ne, sérüljön, ne roncsolódjon. Ezt a számolást, mint vezetőlapos, vezetőoszlopos szerszámnál meg kell határoznunk, a mihez tartás végett a nyomásközéppontot meghatározása ezred pontosságú kalkulációt igényel.

A nyomásközéppont meghatározását úgy kell figyelembe vennünk, hogy a kivágási és lyukasztási műveleteknek az elvégzéséhez szükséges erők úgymond a vágólap síkjára merőleges irányú párhuzamos erőrendszert alkotnak. A szerszámmozgó elemeinek a megvezetésére szolgáló részegységeinek akkor lesz minimális az igénybevétele, amikor a szerszámra az alakító gépről átadott külső erők és a formáló erők eredőjének hatásvonalai egyeznek, egybeesnek. Tehát kijelenthetjük, ha az előbbi feltételeket számítás útján pontosan tudjuk teljesíteni, akkora hajlító igénybevételből eredő oldalirányú feszítést, roncsolást kiváltó erők a szerszám részeit nem terhelik. Ebből adódóan kijelenthetjük azt is, hogy ez mind úgy valósítható, meg hogy a befogócsap középpontját az alakító erők eredőjének támadáspontjába helyezzük, vagyis a nyomásközéppontba.

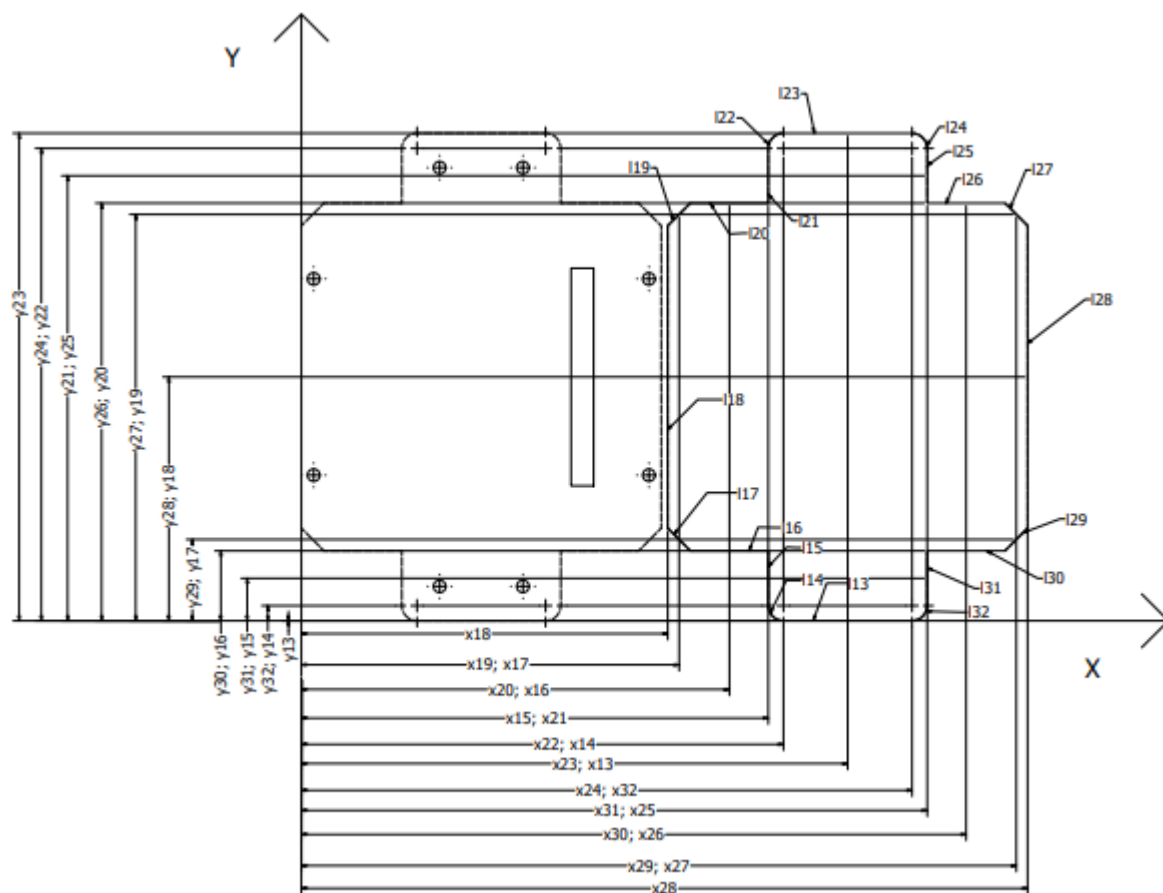
A következő (18. ábra) műhelyrajzon a vonal súlypontjának a felvételezését, szemléltetését láthatjuk. A szemléltetést úgy kell elvégezni, hogy a kivágásnak és a lyukasztásnak is a vonal súlypontjait kell figyelembe venni. Viszont jelen esetben most a kivágásnak és a

lyukasztásnak a vonal súlypontjait külön ábrán fogom szemléltetni a pontosabb és egyszerűbb átláthatóság miatt.



18. ábra Lyukasztás műhelyrajz.

Mindkét ábrán tisztán látható hogy az x-y koordináta tengelyeket a lyukasztás előtti állapottól vettem fel, feltételezván az egyszerűbb számítást. A 19. ábrán a kivágásnak a műhelyrajzát látjuk majd és a súlyvonalak távolságát az x-y koordináta tengelytől. A 6. táblázatban kivágott és lyukasztott részek elemi vonalait valamint azok súlypontjait és a súlypontoktól vett x_n - y_n távolságait.



19. ábra Kivágás műhelyrajza

6. táblázat

Elemi vonal		Súlypont		Ix (mm ²)	Iy (mm ²)
Sorszám	l (mm)	x (mm)	y (mm)		
1	18,8	73,12	18,2	1374,656	342,16
2	18,8	117,12	18,2	2201,856	342,16
3	18,8	6,5	76,94	122,2	1446,47
4	18,8	183,54	76,94	3450,552	1446,47
5	12	148,54	71,37	1782,48	856,44
6	115	128,87	142,54	14820,05	16392,1
7	12	148,54	186,37	1782,48	2236,44
8	115	128,87	154,54	14820,05	17772,1
9	18,8	6,5	180,77	122,2	3398,47

10	18,8	183,54	180,77	3450,552	3398,47
11	18,8	73,12	239,54	1374,656	4503,35
12	18,8	117,12	239,54	2201,856	4503,35
13	68	288,86	0	19642,48	0
14	7,2	254,86	8	1834,992	57,6
15	28,9	246,86	22,49	7134,254	649,96
16	41,1	226,28	36,97	9300,108	1519,46
17	16,9	199,72	42,95	3375,268	725,85
18	159,9	193,74	128,87	30979,03	20606,31
19	16,9	199,72	214,79	3375,268	3629,95
20	41,1	226,28	220,77	9300,108	9073,64
21	28,9	246,86	235,26	7134,254	6799,01
22	7,2	254,86	249,74	1834,992	1798,12
23	68	288,86	257,74	19642,48	17526,32
24	7,2	322,86	249,74	2324,592	1798,12
25	28,9	330,86	235,26	9561,854	6799,01
26	41,1	351,45	220,77	14444,6	9073,64
27	16,9	378,01	214,79	6388,369	3629,95
28	159,9	383,98	128,87	61398,4	20606,31
29	16,9	378,01	42,95	6388,369	725,85
30	41,1	351,45	36,97	14444,6	1519,46
31	28,9	330,86	22,49	9561,854	649,96
32	7,2	322,86	8	2324,592	57,6
Σ	1236,6			287487	163884

A több-bélyeges szerszámok esetén a különböző vágó élek adott súlypontját és ezekkel határozzuk meg a végleges vágó élek összsúlypontját. A nyomásközéppont számításának menete hogy először a lyukasztás majd a kivágás geometriai alakjának a vonal súlypontjait határoztam meg. A következő két egyenlettel meghatározható az összes vágó élek összsúlypontja, vagyis a nyomásközéppont x_s és y_s pontos helyzetét.

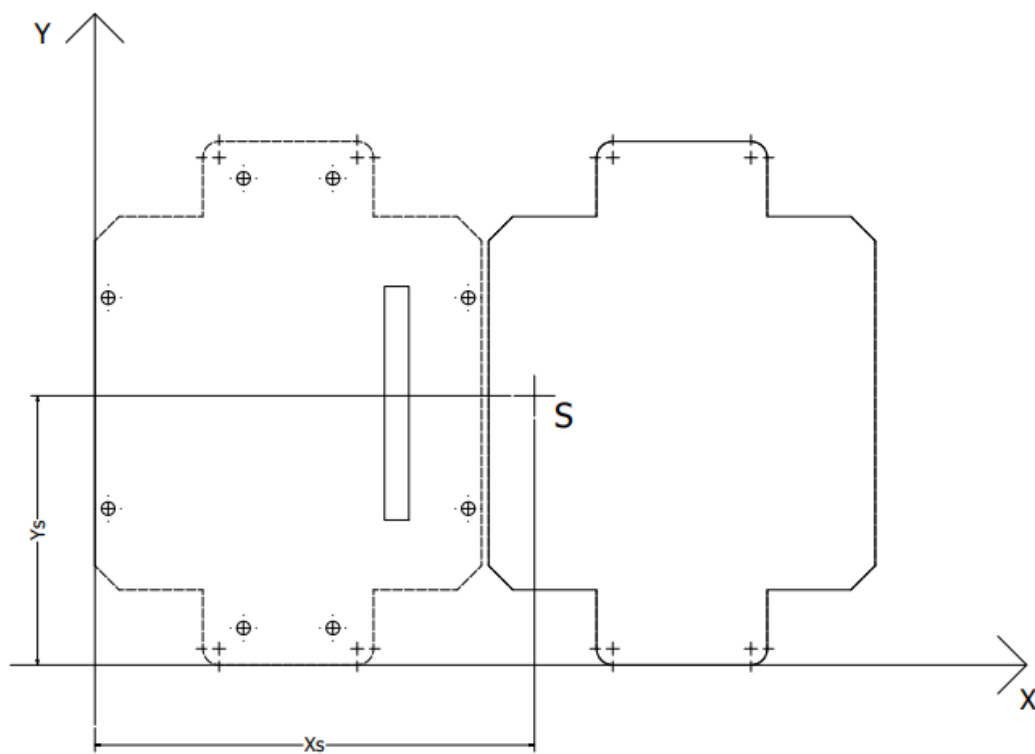
$$x_s = \frac{\sum_{i=1}^{32} l \cdot x}{\sum_{i=1}^{32} l} [mm] \quad (39)$$

$$x_s = \frac{287487}{1236,6} = 232,4818 \text{ mm} \quad (40)$$

$$y = \frac{\sum_{i=1}^{32} l \cdot y}{\sum_{i=1}^{32} l} [mm] \quad (41)$$

$$y_s = \frac{163884}{1236,6} = 132,5278 \text{ mm} \quad (42)$$

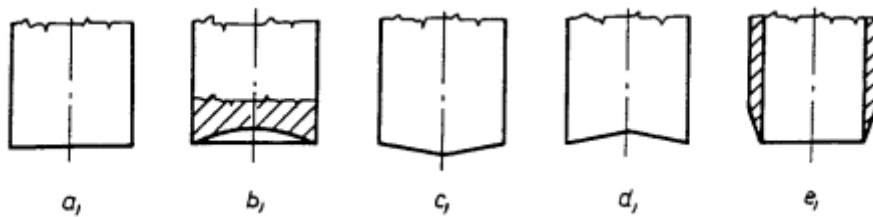
Most hogy megkaptuk az x_s és y_s helyzetét a 20. ábrán szemléltetni is fogom a pontos helyzetét az alkatrész műhelyrajzán.



20. ábra Nyomásközéppont helyzete az alkatrész műhelyrajzán.

4.6 Bélyeg kihajlása

A kivágó-lyukasztó bélyegek szilárdságtani méretezése előtt a bélyegeknél a kialakítását kell kiválasztanunk, a következő 21. ábrán a jellegzetes bélyegvégeket láthatjuk valamint a hozzájuk tartozó felhasználási javaslatokat. Tudni illik, hogy a kisebb átmérőjű lyukasztó bélyegek esetén a kihajlás veszélye még nagyobb.



21. ábra bélyeg kialakítások

(http2)

- a – Az általános, normál, egyszerű felhasználásnak felel meg.
- b – A nagyon vékony lemezeknél alkalmazzuk ezt a bélyegvég kialakítást ahol.
- c; d – Ez a konstrukciós kialakítás a vágóerő csökkentésére szolgál.
- e – Kimondottan vékony lágy anyagoknál alkalmazzuk, mint pl.: gumi, bőr, klingerit.

A bélyeget kihajlásra ellenőrizni kell. Csak a lyukasztó bélyegeknél kell, a maximális hosszát kell meghatároznunk, mert azok a veszélyesebb alkatrészek kihajlás szempontjából. Először a furatokra lyukasztást számoljuk ki. De ahhoz előtte a másodrendű nyomatékot meg kell határozni az alábbi összefüggéssel. Nagyon fontos az is hogy a kivágó-lyukasztó bélyegek igénybevételei hasonlóak a vágólapéhoz, ezért van az hogy anyagának is igen csak hasonló acélokat válasszunk.

$$I = \frac{d^2 \cdot \pi}{64} \text{ [mm}^4\text{]} \quad (43)$$

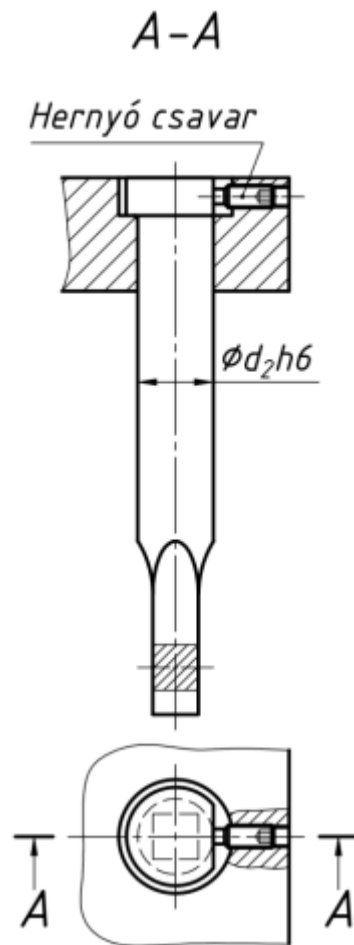
$$I = \frac{6^2 \cdot \pi}{64} = 63,61 \text{ mm}^4 \quad (44)$$

Maximális bélyeg hosszúság:

$$l_{max} = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{F_{ly}}} \text{ [mm]} \quad (45)$$

$$l_{max} = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 63,61}{79231,35}} = 40,79 \text{ mm} \quad (46)$$

Ezzel a 40,79 mm-el a bélyegnek a szabad hosszát határoztam, meg ami kinyúlik a bélyegtartó lapból. A bélyegek méretezését mindig az anyaghoz viszonyítjuk, valamint más egy érték egy vékony lyukasztóbélyegnél és más egy érték egy nagyobb lyukasztó bélyegnél és kivágó bélyegnél. Amit ilyen esetben figyelembe kell venni maximális hosszánál az a szerszámnak a mérete illetve legvékonyabb alkatrésznek a hosszát és ezekhez igazítom majd a többi bélyeget. Bélyeg kialakításnak egy hengeres fejű lépcsős bélyeget választottam az MSZ3029 szerint. Ezeket a bélyegfej kialakításokat biztosítanunk kell elfordulás ellen, ennek érdekében a hernyócsavaros biztosítást választottam, ezt a 21. ábrán fogom szemléltetni. A bélyegek anyaga azonos a vágólap anyagával így azt a következő alfejezetben fogom kiválasztani.



21. ábra Hengeres bélyegfej kialakítás hernyócsavaros rögzítéssel.

(http2)

4.7 Vágórés meghatározása

A szakirodalomban már említett képlettel fogok számítani.

$c = 0,01$ (K9 anyaghoz)

$$\tau = 392 \frac{N}{mm^2}$$

$$z = c \cdot s \cdot \sqrt{0,1 \cdot \tau_B} [mm] \quad (47)$$

$$z = 0,01 \cdot 1,5 \cdot \sqrt{0,1 \cdot 392} = 0,094 \text{ mm} \quad (48)$$

4.8 Méretek meghatározása és szilárdsági ellenőrzésük

A megmunkált vágólap méreteit a teríték befoglaló méreteiből határozzuk meg, majd kiválasztjuk azt, hogy milyen anyagból legyen ez a megmunkált acéllap.

Vágólap minimális vastagsága:

$$h_2 = 0,2 \cdot b \text{ [mm]} \quad (49)$$

$$h_2 = 0,2 \cdot 257,79 = 76,8 \text{ mm} \quad (50)$$

Az MSZ 3453 szabványból a vezetőlapos szerszámhoz szükséges megmunkált acéllapok kiválaszthatók. A vágólap szabványos megnevezése és méretei:

Lap 210Cr12-3040x76 MSZ 3453-82

$$a = 296 \text{ mm}$$

$$b = 396 \text{ mm}$$

$$h_1 = 76 \text{ mm}$$

Az alaplapp meghatározása is hasonlóképpen számítjuk, ki majd táblázatból kiválasztjuk a megfelelő értékeket.

Az alaplapp minimális vastagsága:

$$h_3 = 1,5 \cdot h_1 \text{ [mm]} \quad (51)$$

$$h_3 = 1,5 \cdot 76 = 114 \text{ mm} \quad (52)$$

Az alaplapp szabványos megnevezése és méretei:

Lap C45W3-3045x116 MSZ 3453

$$a = 296 \text{ mm}$$

$$c = 446 \text{ mm}$$

$$h_3 = 116 \text{ mm}$$

$c > b$, így a szerszám rögzíthető a sajtológép munkasztalához megfelelően. A vezetőlap méretei megegyeznek a vágólap méreteivel tehát:

$$a = 296 \text{ mm}$$

$$b = 396 \text{ mm}$$

$$h_2 = 76 \text{ mm}$$

A fejlapi szabványos megnevezése és méretei:

Lap C45W3-3040x56 MSZ 3453

$$a = 296 \text{ mm}$$

$$b = 396 \text{ mm}$$

$$h = 56 \text{ mm}$$

A nyomólap szabványos megnevezése és méretei:

Lap C60R-3040x27 MSZ 3453

$$a = 296 \text{ mm}$$

$$b = 396 \text{ mm}$$

$$h = 27 \text{ mm}$$

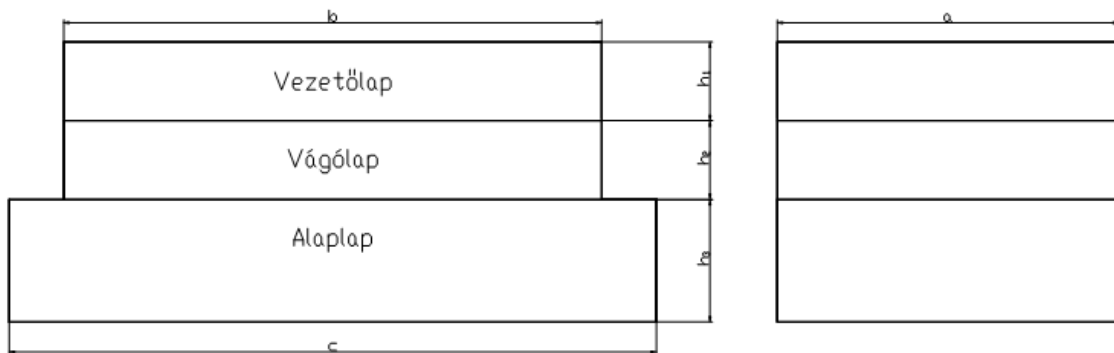
A bélyeg tartólap szabványos megnevezése és méretei:

Lap 16MnCr5-1625x36 MSZ 3453

$$a = 296 \text{ mm}$$

$$b = 396 \text{ mm}$$

$$h = 36 \text{ mm}$$



22. ábra Méretek szemléltetése a sematikus ábrán

A vágólapot szilárdsági ellenőrzésnek is alá kell vetnünk:

$$\sigma_h = \frac{3 \cdot F \cdot l_1 \cdot l_2}{h_2^2 \cdot a \cdot (l_1 + l_2)} \left[\frac{N}{mm} \right] \quad (53)$$

$$\sigma_h = \frac{3 \cdot 213394,5 \cdot 216,3 \cdot 216,3}{76^2 \cdot 296 \cdot (216,3 + 216,3)} = 40,49 \frac{N}{mm} \quad (54)$$

$$\sigma = 40,49 \frac{N}{mm} < \sigma_{meg} = 450 \frac{N}{mm}$$

Biztonsági tényező meghatározása:

$$n = \frac{\sigma_{meg}}{\sigma_{ébr}} [-] \quad (55)$$

$$n = \frac{450}{40,49} = 11,11 \quad (56)$$

A szerszám rész egységeit össze kell, csavarozzunk és annak is el kell végeznünk a szilárdsági méretezését, ellenőrzését a következő képpen.

Lehúzó erő:

$$F_{le} = 0.05 \cdot F [N] \quad (57)$$

$$F_{le} = 0.05 \cdot 213394,5 = 10669,72 N \quad (58)$$

Ahhoz hogy ezt szerszám részegységet ekkora erővel le bírjuk húzni ahhoz megfelelő csavart kell választanunk hozzá:

A 4db összefogó csavar választott mérete: M10

Szilárdsági osztálya: 8.8

$$\sigma_{meg} = 800 \frac{N}{mm^2}$$

Magkeresztmetszet: M10→A_{mag}=54,1 mm²

$$\sigma_{ébr} = \frac{F_{le}}{4 \cdot A_{mag}} \left[\frac{N}{mm^2} \right] \quad (59)$$

$$\sigma_{ébr} = \frac{10669,72}{4 \cdot 54,1} = 52,20 \frac{N}{mm^2} \quad (60)$$

Biztonsági tényező:

$$n = \frac{\sigma_{meg}}{\sigma_{ébr}} [-] \quad (61)$$

$$n = \frac{800}{52,20} = 15,32 \quad (62)$$

Mivel n>1,5 így a választott csavarunk megfelel.

A befogócsapot is ellenőrizni kell mechanikailag az alábbi módon:

Anyaga : A 50

$$\sigma_{meg} = 750 \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_{\acute{e}br} = \frac{4 \cdot F_{le}}{A_{mag}} \left[\frac{N}{mm^2} \right] \quad (63)$$

$$\sigma_{\acute{e}br} = \frac{4 \cdot 10669,72}{97,56} = 437,46 \frac{N}{mm^2} \quad (64)$$

$$n = \frac{\sigma_{meg}}{\sigma_{\acute{e}br}} [-] \quad (65)$$

$$n = \frac{750}{387,46} = 1,71 \quad (66)$$

Mivel $n > 1,5$ így a választott befogócsapunk megfelel.

4.9 Vágóelemek és tűréseik

Az elkészítési tűrése a szerszámnak: IT7/IT8. Mivel az elkészítendő méretek a kivágásnál tűrésezetlenek ezért az MSZ ISO 2768 szabvány szerint járunk el.

- $160,8 \pm 0,5 \text{ mm}$.
- $16,9 \pm 0,2 \text{ mm}$.
- $40,7 \pm 0,3 \text{ mm}$.
- $28,4 \pm 0,2 \text{ mm}$.
- $8 \pm 1,0 \text{ mm}$.
- $68,8 \pm 0,3 \text{ mm}$.
- $12 \pm 0,2 \text{ mm}$.
- $115 \pm 0,5 \text{ mm}$.

A vágólap elkészítési méretei a kivágáshoz (IT8):

- $160,3 \begin{smallmatrix} +0,063 \\ 0 \end{smallmatrix} mm.$
- $16,7 \begin{smallmatrix} +0,027 \\ 0 \end{smallmatrix} mm.$
- $40,5 \begin{smallmatrix} +0,039 \\ 0 \end{smallmatrix} mm.$
- $28,4 \begin{smallmatrix} +0,039 \\ 0 \end{smallmatrix} mm.$
- $7 \begin{smallmatrix} +0,022 \\ 0 \end{smallmatrix} mm.$
- $68,5 \begin{smallmatrix} +0,046 \\ 0 \end{smallmatrix} mm.$
- $115 \begin{smallmatrix} +0,063 \\ 0 \end{smallmatrix} mm.$
- $12 \begin{smallmatrix} +0,039 \\ 0 \end{smallmatrix} mm.$

A kivágó bélyegnél figyelembe kell venni a vágórés névleges mértékét is. A kivágó bélyeg méretei (IT7):

$$z = 0.094 \text{ mm}$$

$$160,3 - (2 \cdot 0,094) = 160,112 \text{ mm} \quad (67)$$

$$16,7 - (2 \cdot 0,094) = 16,512 \text{ mm} \quad (68)$$

$$40,5 - (2 \cdot 0,094) = 40,312 \text{ mm} \quad (69)$$

$$28,2 - (2 \cdot 0,094) = 28,012 \text{ mm} \quad (70)$$

$$7 - (2 \cdot 0,094) = 6,812 \text{ mm} \quad (71)$$

$$68,5 - (2 \cdot 0,094) = 68,312 \text{ mm} \quad (72)$$

$$115 - (2 \cdot 0,094) = 114,812 \text{ mm} \quad (73)$$

$$12 - (2 \cdot 0,094) = 11,812 \text{ mm} \quad (74)$$

Az IT7- es tűrésmező tehát a következő:

- $160,112 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0,040 \end{smallmatrix} mm.$
- $16,512 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0,018 \end{smallmatrix} mm.$
- $40,312 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0,025 \end{smallmatrix} mm.$

- $28,012 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0,021 \end{smallmatrix} mm.$
- $6,812 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0,015 \end{smallmatrix} mm.$
- $68,312 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0,030 \end{smallmatrix} mm.$
- $114,812 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0,040 \end{smallmatrix} mm.$
- $11,812 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0,021 \end{smallmatrix} mm.$

A lyukasztó bélyegeket is méretezni és tűrésezni kell (IT7):

$$\varnothing 8H11 \begin{smallmatrix} +0,090 \\ 0 \end{smallmatrix} mm.$$

Tehát a bélyeg mérete:

- $8,09 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0,015 \end{smallmatrix} mm.$

A vágólapon az áttörés mérete IT8-As tűréssel készül. Itt is ugyanígy figyelembe kell vennünk a vágórés névleges méretét:

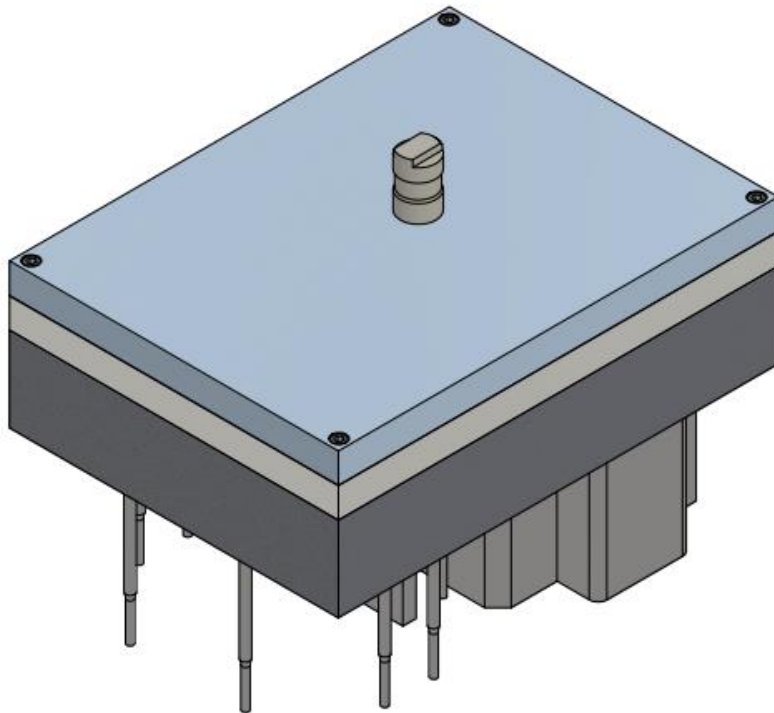
$$8,09 + (2 \cdot 0,094) = 8,27 \text{ mm} \quad (75)$$

Az áttörés mérete:

- $8,09 \begin{smallmatrix} +0,022 \\ 0 \end{smallmatrix} mm.$

5. Szerszám tervezése CAD szoftverrel

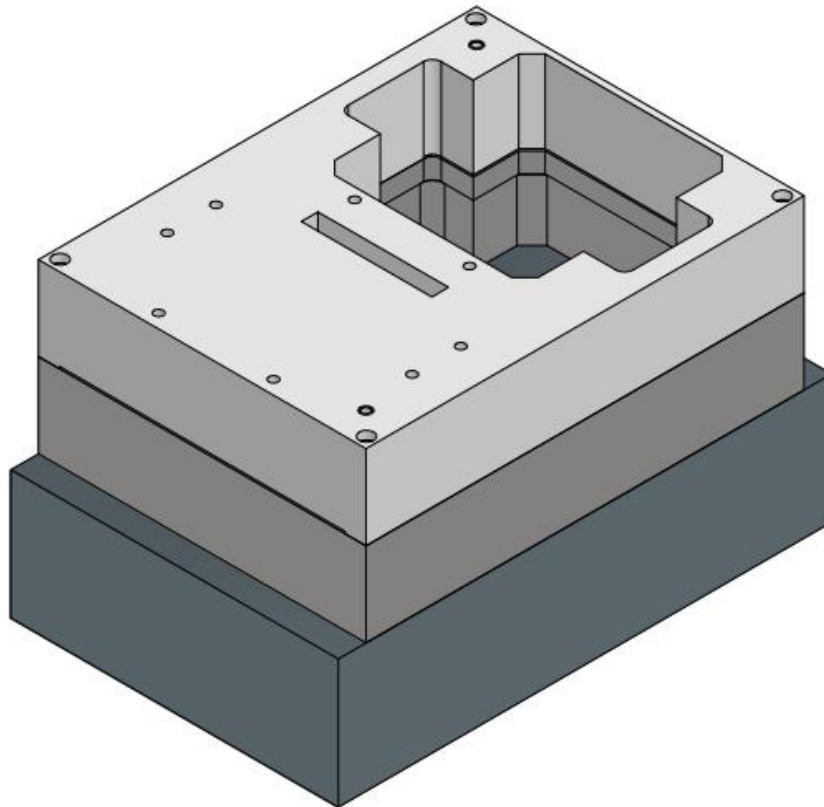
A szerszám tervezése során először az aktív vágó elemeket készítettem el, értem elsősorban itt a bélyegtartó lapot. Ez azért bizonyult hasznosnak, mert az így először felvett geometriai alakzatokat és azok pozícióját könnyed szerrel át tudtam helyezni a következő modellre. A 23. ábrán szemléltetem az aktív szerszám részeket, mint például befogócsap, fejlap, nyomólap, bélyegtartó lap és a kivágó és lyukasztó bélyegeket. A számításaim során már a nyomásközéppontot meghatároztam négy tizedes jegyig, ahova a befogó csap középpontját helyeztem.



23. ábra Kivágó-lyukasztó szerszám aktív elemei

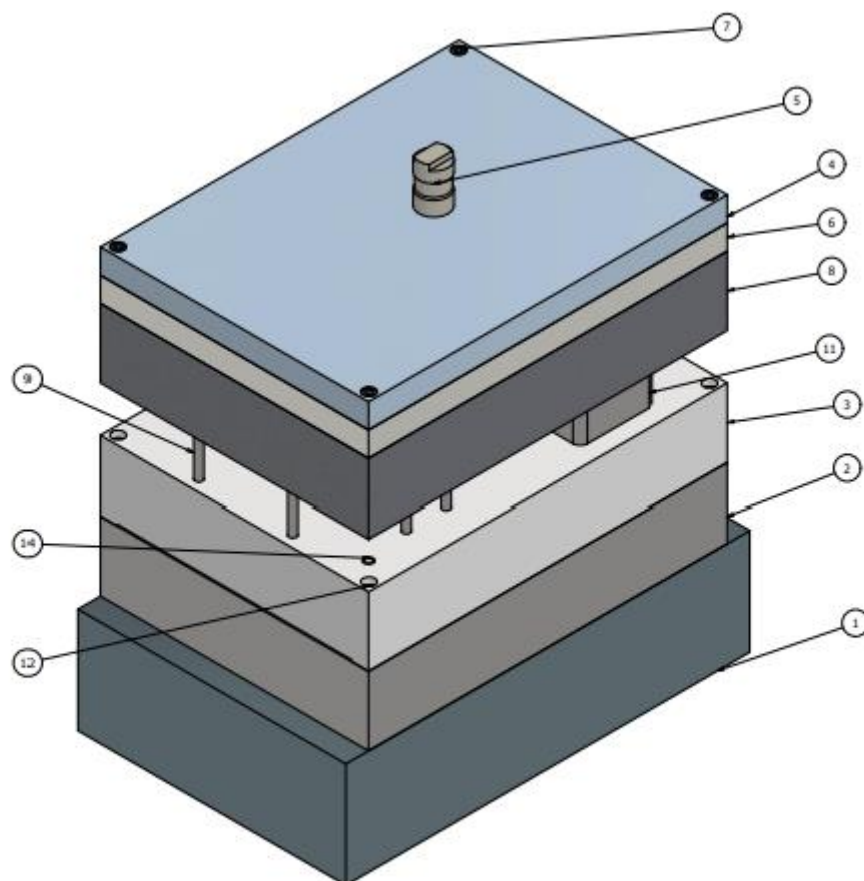
A befogócsap méretezéséhez segédletet használtam. Mivel ez egy menetes befogó csap kidobó nélkül szerszámhoz így egy konkrét konstrukciós vázlatból sikerült választanom ahol

minden érték pontosan fel volt tüntetve. A kivágó-lyukasztó bélyegek hengeres fejű kialakítást kaptak. A kivágó bélyeg a bélyegtartó lapban laza illesztéssel csatlakozik, a bélyeg ki csuszása ellen peremezést alkalmaztam. A többi aktív szerszámrésről már a méretezés során átfogóan beszámoltam. A 24. ábrán láthatjuk a szerszám passzív részegységeit.



24. ábra Kivágó-lyukasztó szerszám passzív elemei

A szerszám egységeit ugyebár először modellként készítettem el majd csak azután szereltem össze. A szerelésnél először egy fix pontot kellett meghatározni, amire a többi modell viszonylagos helyzetét fogjuk illeszteni, ez abban merül ki, hogy az alkatrésznek a mozgási szabadság fokait lekötjük. A testmozgási lehetőségeit X, Y és Z tengely mentén kötöttem le ez összesen 6 szabadságfokot jelent. A következő 25. ábrán az összeállított végleges szerszámot mutatom be.



25. ábra Kivágó-lyukasztó szerszám összeállítási rajza

A következő táblázatban az összeállítási rajzon megjelölt alkatrészeket sorolom fel, és a hozzá tartozó anyagminőséget valamint a számítás során kiválasztott megmunkált lapok jelöléseit.

7. táblázat

Alkatrész lista			
Sorszám	Mennyiség	Megnevezés	Megjegyzés, Anyagjelölés
1	1	Alaplap	C45W3-3045x116 MSZ 3453
2	1	Vágólap	210Cr12-3040x76 MSZ 3453-82
3	1	Vezetőlap	16MnCr5 MSZ3453-82
4	1	Fejlap	C45W3-3040x56 MSZ 3453
5	1	Befogócsap	E295, A50

6	1	Nyomólap	C60R-3040x27 MSZ 3453
7	4	Csavar-ISO 4762 - M8 x 70	
8	1	Bélyegtartó lap	16MnCr5-1625x36 MSZ 3453
9	8	Lyukasztó bélyeg	210Cr12 MSZ 3453-82
10	1	Lyukasztó bélyeg 2	210Cr12 MSZ 3453-82
11	1	Kivágó bélyeg	210Cr12 MSZ 3453-82
12	4	Csavar-ISO 4762 - M8 x 80	
13	2	Helyrehúzó csap	E295
14	2	Illesztőszeg	E295

6. Gazdasági számítás

A gazdasági számításom a megtervezett lemez alkatrésze fog fókuszálni, hogy mennyi táblalemezből tudjuk teljesíteni az első körben rendelt mennyiséget. A lemezt nagykerből rendeljük meg.

A lemez darab ára:

$$\text{Alumínium lemez } 1000 \times 2000 \times 1,5 = 23613 \text{ Ft/db}$$

1 db 1000 mm es sávból biztonságosan $n = 5$ db kivágott-lyukasztott alkatrészt tudunk készíteni. A következő egyszerű képlettel, amit már a mérnöki számítások részben kifejeztem meghatároztuk, hogy a 2000 mm hosszúságú táblalemezből a „B” szélességű sávból hány lemezcsík vágható ki.

$$z = 7 \text{ db}$$

Ebből adódik, hogy 1 tábla lemezből kivágott késztermék:

$$n_{\text{tábla}} = 5 \cdot 7 = 35 \text{ db} \quad (76)$$

Most már tudjuk, hogy 35 db kivágott alkatrész készíthető 1 db táblalemezből, ezután meg kell határozzunk hogy a rendelési mennyiség hány táblából vágható ki.

$$n_{\text{táblaössz}} = \frac{400}{35} = 11,42 \approx 12 \text{ db} \quad (77)$$

Tehát a 400 db alkatrészt 12 db táblalemezből tudjuk kivitelezni. Ezután már csak a táblalemez költségét határozzuk meg, a fent említett beszállítótól kapott 1db 1000x2000x1,5 tábla lemez piaci árajánlatból.

$$n_{Ft} = 23613 \cdot 12 = 283\,356 \text{ Ft} \quad (78)$$

Így most már tudjuk, hogy 283 356 Ft-ba fog kerülni az anyag költség az alkatrész előállítás során.

7. Összefoglalás

A szakdolgozatom témájaként azért esett erre a választás, mert az egyetem keretein belül átfogóan ismerkedhettünk meg a különböző mechanikai technológiákkal, amik már az elején megfogták a figyelmemet. A cég, akitől az elkészítendő alkatrészt kaptam csak megerősített abban, hogy ezek a lemezalakító eljárások még érdekesebbek, mint azt hittem.

A dolgozatom érdemi, fő részében először megterveztem, hogy milyen lenne ez az újra rekonstruált monitortartó majd rövid leírással összegeztem a következő folyamatokat. Majd a lényegi rész következett a tervezést megelőző mérnöki számítások fejezetben. Ebben a részben a sávtervet és a lemezkihasználtságot határoztam meg elsőnek a többi számítás alap pilléréként. Ezután az erő és munkaszükséglet meghatározása jött, ezt követően a dolgozat leglényegesebb számolása következett a nyomásközéppont számítás. A bélyegek méretezésével foglalkoztam ezután, ahol a kihajlásra méreteztem a bélyegeket. A méretezés itt még nem ért véget, mert a különféle megmunkált acéllapoknak a magasság meghatározása után a befoglaló méreteit és a hozzájuk tartozó anyagminőséget tervezési segédletből határoztam meg. Ezután a mondhatni a szerszámot tűrésekkel láttam el. Ezeket a tűréseket az alaptűrések, MSZ ISO 2768 szabvány alapján határoztam meg. Ezeket tételesen az összes alkatrészre megadtam a pontos gyártás és működés érdekében. A szerszám pontos tűréssel való ellátása az egyik legfontosabb feladat volt annak érdekében, hogy a szerszám a megfelelő méretű alkatrészt tudja legyártani és közben a vágó élek tartóssága megmaradjon.

A dolgozatom végén Autodesk Inventor CAD programmal megterveztem a szerszám egységeit azokkal a pontos méretekkel, amit a számításaim során megalapítottam. A modell szintű elkészítés után összeszereltem a különböző alkatrészeket egy egységgé. A szerszám elvi és konstrukciós elkészülte után a szerszám készen állt a gyártásra. A dolgozatom zárásaként egy előzetes gazdasági kalkulációt csináltam az anyag költségre, ebben nagy segítségemre volt a számításaim során kiszámolt lemez kihasználtság és az 1 sávból készíthető munkadarabok száma.

8. Summary

The topic of my thesis was chosen because within the framework of the university we could get acquainted comprehensively with the different mechanical technologies, which caught my attention from the very beginning. The company who gave me the part to make confirmed that these sheet metal forming processes were even more interesting than I thought.

In the substantial, main part of my thesis, I first planned what this reconstructed monitor mount would look like, then I summarized the following processes with a short description. Then came the essential part in the chapter on pre-design engineering calculations. In this section, I defined the track plan and disk utilization as the basic pillars of the other calculations. Then came the determination of strength and labor requirements, followed by the most important calculation of the thesis, the pressure center calculation. After that, I dealt with the sizing of stamps, where I sized the stamps to buckle. The sizing did not end here, because after determining the height of the various machined steel sheets, I determined the overall dimensions and the corresponding material quality from a design aid. Then I provided the tool, so to speak, with tolerances. These tolerances were determined on the basis of basic tolerances, MSZ ISO 2768 standard. These are itemized for all components to ensure accurate production and operation. Providing the tool with precise tolerances was one of the most important tasks in order to ensure that the tool could produce the right size of the part while maintaining the durability of the cutting edges.

At the end of my thesis I designed the tool units with Autodesk Inventor CAD program with the exact dimensions I created during my calculations. After model-level preparation, I assembled the various parts into one unit. After the theoretical and construction of the tool, the tool was ready for production. At the end of my thesis I made a preliminary economic calculation for the material cost, in which the disk utilization calculated during my calculations and the number of workpieces that can be made from 1 band were of great help.

9. Köszönetnyilvánítás

Köszönetemet szeretném kifejezni minden olyan személynek, aki valamilyen formában hozzá járult ahhoz, hogy a szakdolgozatom létrejöhessen. Első sorban külön köszönettel illetném belső konzulensem Dr. Pataki Tamás Istvánt egyetemi docent, hogy ez alatt az idő alatt értékes tanácsokkal, útmutatással látott el, Prof. Dr. Kiss Péter tanszékvezetőt aki heti rendszerességgel segítette a dolgozat fejlődését.

Valamint köszönetemet szeretném kifejezni Szép Zoltánnak a Ground Vehicle Systems Fejlesztő és Gyártó Kft. ügyvezető igazgatójának, fejlesztő mérnökének, aki segített minden egyes nehézség leküzdésében.

Illetve külön köszönetet szeretnék mondani édesapámnak Fekete Józsefnek, aki a dolgozat kezdeti fázisában sok hasznos ötlettel, tanáccsal látott el.

10. Irodalom jegyzék

- [(1)] Billigmann-Feldmann: Sajtolás és zömítés, 2 átdolgozott kiadás, Budapest: Műszaki Könyvkiadó, 1977
- [(2)] Balogh András, Sárvári József, Schaffer József, Tisza Miklós, Mechanikai technológiák, Miskolc: Miskolci Egyetemi Kiadó, 2003
- [(3)] Wilhelm Dax, Klaus Gundelfinger, Werner Häffner, Günter Kotsch, Adolf Frischherz, Fémtechnológiai táblázatok, Budapest: B+K Lap- és Könyvkiadó Kft., 1997
- [(4)] Gépgyártástechnológia példatár és segédlet, Pálinkás István, Szabó Lajos, Dr. Zsidai László, Kári-Horváth Attila, Gödöllő: Szent István Egyetemi Kiadó, 2006
- [(5)] (http1) <https://doksi.net/hu/get.php?lid=21596> (2024.02.10.)
- [(6)] (http2) <https://doksi.net/hu/get.php?lid=5556> (2024.02.15.)
- [(7)] (http3)
https://witch.mik.pte.hu/oktatas/Tanszeki_anyagok/Gepeszmernok_Tanszek/Meiszerics_Zoltan/K%20E9pl%20E9keny%20alak%20EDt%20E1s/EI%20F5ad%20E1s/Kiv%20E1g%20F3%20lyukaszt%20F3%20szer%20E1mok.pdf (2024.02.18.)
- [(8)] (http4) <https://docplayer.hu/12887542-Cad-alkalmazasok-a-lemezalakitasban.html> (2024.02.22.)
- [(9)] (http5) https://www.vilaglex.hu/Kemia/Html/Alumini_.htm (2024.02.26.)
- [(10)] (http6) <https://docplayer.hu/9770306-Tevekenyseg-tanulja-meg-a-kivagas-es-a-lyukasztas-elvet-rajzolja-le-a-vagas-elvi-vazlatat.html> (2024.03.10.)
- [(11)] (http7)
https://witch.mik.pte.hu/oktatas/Tanszeki_anyagok/Gepeszmernok_Tanszek/Meiszerics_Zoltan/K%20E9pl%20E9keny%20alak%20EDt%20E1s/Szersz%20E1m%20tervez%20E9s/MI3438-74%20Kiv%20E1g%20F3%20szersz%20E1mok%20tervez%20E9se.pdf (2024.03.15.)

[(12)] (http8) <https://www.jovogyara.hu/lemezalkatreszek-tervezese-es-lemezalakito-szerszamok-az-ajanlatadastol-a-gyartasig.html> (2024.03.20.)

11. Mellékletek



Szent István Campus, Gödöllő
Cím: 2100 Gödöllő, Péter Károly utca 1.
Tel.: +36-28/522-000
Honlap: <https://godollo.uni-mate.hu>

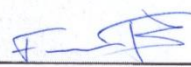
NYILATKOZAT

Alulírott **FEKETE TAMÁS (UQ7GOV)**, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, **SZENT ISVTÁN Campus, Mezőgazdasági és Élelmiszeripari gépészmérnök, BSc szak nappali/levelező*** tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem.

Hozzájárulok ahhoz, hogy Szakdolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön az Egyetem honlapjára és hogy a digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető Tanszéken/Intézetben, illetve az Egyetem központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

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

Kelt: 2024 év április hó 28 nap


Hallgató

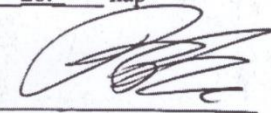
NYILATKOZAT

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

A Szakdolgozatot záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom*.

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

Kelt: 2024 év április hó 28 nap


Belső konzulens

*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!