



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem

Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

Szintező ék tervezése és gyártása méréstechnikai célra

**OE-BGK
2022.**

Hallgató neve:
Hallgató törzskönyvi száma:

**Kecskés Péter
T009124/FI12904/B**



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

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

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Kecskés Péter

Szakdolgozat száma: SZD22052513065384

Törzskönyvi száma: T009124/FI12904/B

Neptun kódja: XXXXXXXXXX

Szak: gépészmérnöki

Specializáció: gépészmérnöki - CAD-CAM-CNC

A dolgozat címe: Szintező ék tervezése és gyártása mérés technikai célra

A dolgozat címe angolul: Design and manufacture of leveling wedges for metrological purposes

A feladat részletezése:

1. Mutassa be a szintező ékek alkalmazási lehetőségeit, típusait!
2. Hasonlítsa össze a kijelölt szintezőékeket mérés technikai alkalmazás szempontjából !
3. Tervezze meg a választott szintező ék gyártási folyamatát!
4. Elemesse a gyártási folyamatot (nehézségek, akadályok)!
5. Végezzen költség számítást!

Intézményi konzulens neve: Nagy János Zsolt

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

Beadási határidő: 2022. 12. 15.

A szakdolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Budapest, 2022. 10. 27.




Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom:


belső konzulens


külső konzulens



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott hallgató kijelentem, hogy a szakdolgozat/diplomamunka saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem. Az elkészült szakdolgozatban/diplomamunkában található eredményeket az egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Budapest, 2022. 12. 06.

Kecskés Péter

.....
hallgató aláírása

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés	5
2.	Szintező ékek	6
2.1	Feladatuk:	6
2.2	Típusai:	7
2.3	Rögzítés típusai:	8
2.4	Ékre szerelhető tartozékok:	9
2.5	Szintező ék választása:	11
2.6	Anyaga, kialakítása	12
2.7	Felhasznált gépek, eszközök, programok	13
2.8	Mitutoyo Crysta-Plus M544 bemutatása	16
3.	Tervezés és gyártás	17
3.1	Kiválasztási folyamat	17
3.2	Konstrukció tervezése	19
3.3	Felhasznált anyag: S235JR	22
3.4	A csavar	22
3.5	Megmunkálást segítő elem	23
3.6	Test	24
3.6.1	A test gyártási folyamata:	25
3.7	Mozgó rész:	35
3.7.1	Mozgó rész gyártása	36
3.8	A kész darabok	44
3.9	Jövőbeni fejlesztések:	45
3.10	Az eszköz pontossági ellenőrzése	47
3.11	Gazdasági számítások	48
4.	Összefoglalás	51
5.	Summary	52
6.	Irodalomjegyzék	53
7.	Mellékletek	55

1. Bevezetés

Méréseink során gyakran van szükség olyan eszközökre, amellyel az idomtalan alkatrészeket szintezzük vagy éppen megtámasztjuk. Fontos, hogy stabilan tartsa ez idő alatt a munkadarabot, és az ne mozduljon el.

Szakedolgozatomban bemutatom egy mérés technikai géphez általam készített kiegészítő tervezését, valamint gyártását. Fontos, hogy felhasználása csupán szintezés, és pozicionálás. Feladata nem mérés technikai célú pontosság.

Az Egyetem koordináta mérés technikai laborjában fellelhető Mitutoyo Crysta-Plus M544 gép a mérés technika című tárgy egyik legérdekesebb része volt számomra. Sok más kiegészítő is található a laborban hozzá, többek között Projektmunka című tárgy keretein belül társaimmal készített EÖK kompatibilis mérő készülék. A gép annál szélesebb körben használható, minél több kiegészítő található hozzá.

Gyártás során a Szikametró89 Kft. volt segítségemre, az ő műhelyükben készülhettek el az alkatrészek. A munkadarabok tervezési fázisától kezdve nagyon segítőkészek voltak. A darabok kialakítása az általuk rendelkezésre álló gépekhez, valamint szerszámokhoz készült.

A feladat megoldása során többször kellett visszakanyarodni a tervezési fázishoz. Az alapkoncepcióból kiindulva befolyásolta azt az előgyártmány mérete, a fellelhető szerszámok, és kiegészítők. Mivel többször kellett visszakanyarodni a folyamat elejéhez, így hibás munkadarabok is születtek. Mind elméleti, mind gyakorlati hibából.

2. Szintező ékek

2.1 Feladatuk:

Az összes szintezőberendezés közül az ékemelők nyújtják a legmerevebb támaszt beállítás után. A szintező ékek ezen típusát leggyakrabban gépek, gépágyak beállítására használják, de egyes gyártók palettáján mérés technikai célra szánt darabok is fellelhetők. Az egyetem gépműhelyében is megtalálható egy ilyen darab, mely a marógép egyik tartozéka. Róla készült kép az 1. ábrán látható



1. ábra. Egyetemi gépműhelyben lévő szintező [saját]

A szintező ék biztosítja a gépek gyors és biztonságos beszerelését, a rezgéscsillapító rétegnek köszönhetően tartós védelmet nyújtanak az épületeknek, gépeknek. Megakadályozzák a rezgések vagy ütések áttérjedését a környezetre. A 2. ábrán látható alsó pozícióban, középállásban és kiemelt állapotban.



2. ábra. Szintező ék [1]

Ezek mellett mérés technikai célra is alkalmazhatóak, melyek terhelhetősége kisebb, de precíziós kivitele miatt pontosabb. Ezek segítségével be tudjuk állítani a munkadarabunkat a megfelelő pozícióra, magasságra.

2.2 Típusai:

Szintező ékekből sokat találunk a piacon. Gyártónként különböző felépítésű, de mindegyiknek azonos a célja, mégpedig az, hogy nagy tömegeket, gépeket pozicionáljunk pontosan. Felépítését tekintve csavaró mozgás hatására egyenes irányú elmozdulást hozunk létre. Adott pályán mozgatunk egy csavarral egy éket, mely elmozdulásából adódóan függőleges, némely esetekben vízszintes elmozdulást eredményez.

Ebben a fejezetben két gyártó által készített termékek segítségével mutatom be típusait, kialakításait.

A többi gyártóval szembeni nagy különbség, hogy a Farrat cég nagy figyelmet fordított a rögzítésre. Mikor, milyen esetben ajánlott csavarkötéssel biztosítani a géphez, és milyen rezgéscsillapító párnát hogyan használjunk.

Másik nagy gyártó az AEK két egyszerű éket kínál, viszont két nagy különbséggel és egyedi megoldással. Mind a kettő típusnál opcionális a rezgéscsillapító lemez alkalmazása.

A gyártó általi leggyakoribb felhasználásuk: [1]

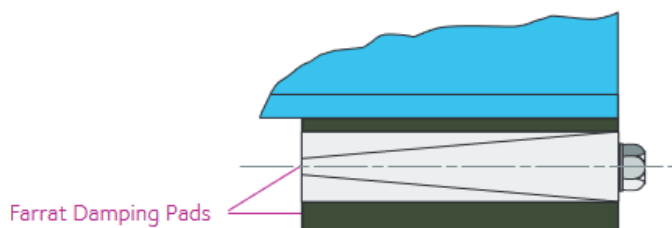
- Marógépek;
- Esztergagépek;
- CNC gépek;
- Présöntőgépek;
- Szállítószalag-rendszerek.

2.3 Rögzítés típusai:

A Farrat által gyártott, forgalmazott termékeknek három típusa található rögzítési szempontból. A gyártó pontos leírást ad róla, mikor, melyik és miért ajánlott. Ezek mellett figyelembe veszi a gépek rezgését is, gépfajtánkénti elosztásban. Minden típusból megtalálható a nagy emelési magasságú, vagy éppen a nagy teherbírású modell is.

Szabadon álló típus:

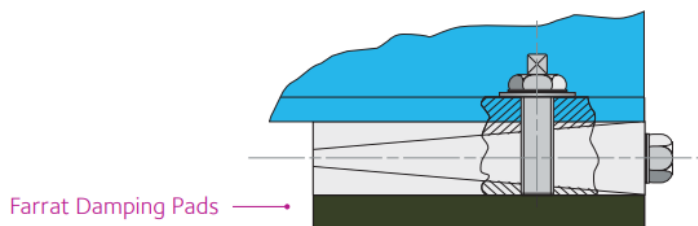
Ezek azok a szintező ékek, amelyek sem a géphez, sem az aljzathoz nem kapcsolódnak csavarkötéssel. Az alul, felül elhelyezkedő rezgéscsillapító réteg segíti, hogy ne adja át a rezgést környezetének. A 3. ábrán látható ez a kivitel.



3. ábra. Szabadon álló szintező ék [1]

A géphez rögzített típus:

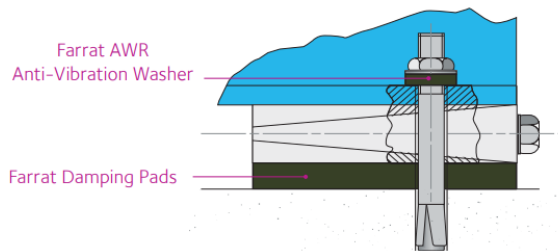
A géphez már lehelyezése előtt hozzá van csavarral rögzítve a szintező ék. Így amikor pontos pozíciójába állítják a gépet, vele együtt az ék is igazodik. Ebben az esetben a rezgéscsillapító talp kizárólag az ék és a padló között helyezkedik el. A 4. ábrán látható ez a kivitel.



4. ábra. Hozzácsavarozott szintező ék [1]

Az éken keresztül csavarozott:

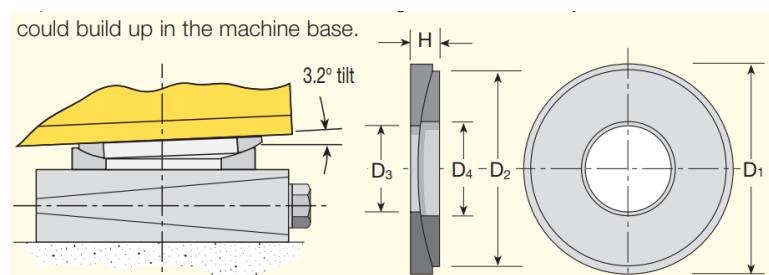
A gép le van csavarozva az aljzathoz, a szintező éken keresztül. Ez nyújtja a legmerevebb kapcsolatot. Alkalmazása legfőképpen nagy gépágyak, alacsony merevségű gépeknél ajánlott, ahol ez a technika növelheti a gép merevségét. Rezgéscsillapító alátét ajánlott a csavar fejéhez és az aljzathoz is, ezzel elkerülve a vibrációt. Az 5. ábrán látható ennek a kivitelnek a rajza.



5. ábra. Aljzathoz rögzített szintező ék [1]

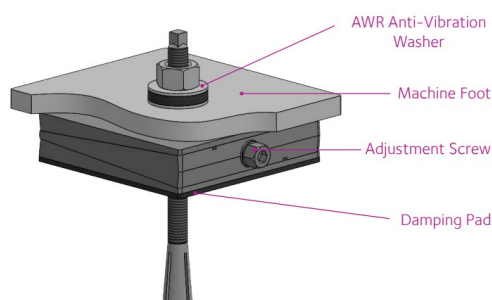
2.4 Ékre szerelhető tartozékok:

„Spheriseats”, mely magyarul annyit jelenthet, hogy gömbölyű ülés. Két félből álló félköríves alkatrész, mely 3,2 fokig képes kompenzálni a talaj általi adottságokat. A 6. ábrán látható egyszerűsített rajza, valamint használat közbeni ábrája.



6. ábra. gömbölyű ülés [2]

Rezgéscsillapító alátétek szükségesek a csillapítópárnákkal ellátott csavaros ékszelvényekhez, hogy megakadályozzák a vibrációt, áthidalva a tartócsavart. A 7. ábrán látható összeszerelve az ék, a csillapító, és a rögzítő.



7. ábra. Rezgéscsillapító alátét [1]

A Hercules névre keresztelt AMF gyártó általi emelőblokk, mely a 8. ábrán látható 1/10 mm-nél pontosabb beállítási lehetőséget biztosít. Ebben az esetben a terhelhetőség maximum 4 tonna, viszont a kettős ékhatású működés nagy löketet, valamint precíz függőleges mozgást biztosít oldalirányú elmozdulás nélkül. Közepében egy rögzítőfurat is található, melyhez a gyártó M12-es illesztett csavart kínál.



8. ábra. Herkules-emelő [3]

Különlegessége a további kiegészítő lehetőségében rejlik. A 9. ábrán látható 3 kiegészítő vásárolható hozzá, melyeket az eszköz tetején tudunk cserélni. A középső, golyós elem esetében a munkadarabot „x és y” irányban könnyen tudjuk mozgatni.

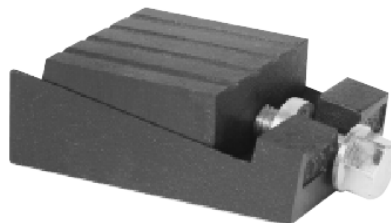


9. ábra. Kiegészítő elemek [3]

2.5 Szintező ék választása:

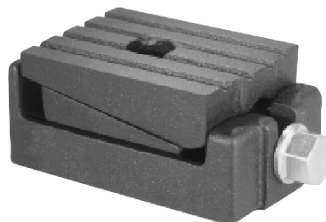
Az AEK általi szintező ékek mindegyikére jellemző az alacsony profil, a hornyolt felsőrész és a korrózióálló felület. Emelőképességük 1,3 tonnától 13,5 tonnáig terjed, mely függ a mérettől és a kivittől. A felületi kezelésének köszönhetően nem okoz problémát a különböző olajok, folyadékok kifolyása, fröccsenése sem, így gyakorlatilag bárhol alkalmazható.

Egyik esetben három alkatrészből áll az egész egység, ezt a 10. ábrán láthatjuk, és akár 4 tonnát is képes megemelni. Mozgása emelés közben vízszintes és függőleges is.



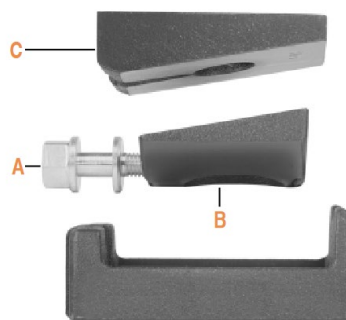
10. ábra. Precíziós ék „x és z” irányú elmozdulással [4]

A másik termékük, mely a 11. ábrán látható, akár 13,5 tonnát is képes megemelni. Mozgása kizárólag függőleges irányú elmozdulás, mindeközben az aljzat/talaj egyenetlenégét is képes 5 fokok eltérésig kompenzálni. Ebben az esetben 4 alkatrészből áll a teljes szerelés. Közepén rögzítőfurat található, mellyel biztosíthatjuk annak pozícióját.



11. ábra. Precíziós ék „z” irányú elmozdulással [4]

A 12. ábrán látható a robbantott ábrája. A bölcső és a középső részen (B) is látni a kompenzálást megvalósító felületet. Az íves kapcsolódásnak köszönhetően tud billenni az alsó félben.



12. ábra. Robbantott ábra [4]

2.6 Anyaga, kialakítása

A kész gyártmányokat gömbgrafitos öntöttvasból készítik, melyeknek csak az érintkező felületeit munkálják meg.

Az öntéssel készített gépalkatrészek kontúrja általában jól megközelíthető. Viszonylag kevés anyagvesztéssel gyártható. Nevét onnan kapta, hogy a grafit alakja gömb alakú, vagy csomós formában fordul elő benne. Az öntött gömbgrafitos vas általában több mint 3% szenet tartalmaz, törés nélkül hajlítható, deformálható vagy csavarható. Tulajdonságát tekintve jól felhasználható, mivel nem érzékeny az éles bemetszésekre. Nyomószilárdsága nagyobb, mint szakítószilárdsága. Rezgéscsillapító hatású anyag, mivel a grafitgömböcskék elnyelik a mechanikus rezgéseket. Jól forgácsolható anyag, jó a hővezetési képessége, valamint a kopásállósága kiváló a grafit miatt. Öntési tulajdonságai előnyösek, kicsi a zsugorodása dermedés közben. Feltételesen hegeszthető, mely speciális elektródát igényel.

Főbb alkalmazása a motorgyártás, kuplungelemek, víz- és gázvezetékcsövek, szorítóelemek, forgatókarok, kontúrban gazdag bonyolult munkadarabok. Előállításuk költséghatékony. EN-GJS-400 jellemző összetételét a 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat: Összetétel [5]

C [%]	Si [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]
2,95-3,20	2,10-2,40	0,55-0,75	0,10-0,20	0,04-0,07

Mechanikai tulajdonságai:

- Folyáshatár ($R_{p0,2}$): 240 MPa;
- Szakítószilárdság (R_m): 400 MPa;
- Nyomószilárdsága: 700 MPa;
- Sűrűség: 7,10 g/cm³;
- Szakadási nyúlás: min 15 %;
- Brinell-keménysége: 135-180 HB.

2.7 Felhasznált gépek, eszközök, programok

Szalagfűrész: Stürmer Optimum S 350 DG

Robusztus fémipari szalagfűrész szürkeöntvény-kivitelben. Nagy vágási pontosság, rezgésmentes járás, csendes működés jellemzi. A fűrészkeret 60°-ig elfordítható gérvágáshoz. Két fokozatban állítható szalagsebesség, mely 36 és 72 m/perces sebesség. Hűtőfolyadék elárasztása biztosítja a szalag hosszú élettartamát. Szabályozható előtolási sebesség egy hidraulikus leeresztő munkahenger segítségével. A gép a 13. ábrán látható.



13. ábra. Stürmer Optimum S350 DG [saját]

Marógép: Fanuc Robodrill α -D21LiB5

Háromtengelyes, függőleges megmunkálóközpont, mely kifejezetten alkalmas nagysorozatú alkatrészek marására és fűrésére. Keretasztala erős öntöttvas, mely kialakítása merev. A megmunkálási idő rövidítéséhez gyors, 0,7 másodperces szerszámcserevel, akár 4 kg tömegű szerszámok kezelésére is képes. Nagyon sokoldalú gép, változatos befogási lehetőségekkel, melyek révén ideális például autó- és repülőgépiparban használt alkatrészek gyártásához. Kiegészítőként 4. és 5. tengely mozgatására képes modult is lehet hozzá vásárolni. A műhelyben lévő gép a 14. ábrán látható. A gép képes főorsón keresztül belső hűtésre, de a műhelyben nem voltak erre alkalmas szerszámok, így megmunkálásaim során külső hűtést alkalmaztam.

Főbb specifikációi:

- Megmunkálási tartománya x: 700 mm y: 400mm z: 330mm;
- Megmunkálóasztal mérete: x: 850 y: 410mm;
- 21 szerszámhelyes tárral;
- Főorsó maximális fordulatszáma: 10000 1/min;
- Pozicionálási pontosság: 0,006 mm;
- Főorsón keresztüli 70 bar hűtőfolyadék-nyomás.

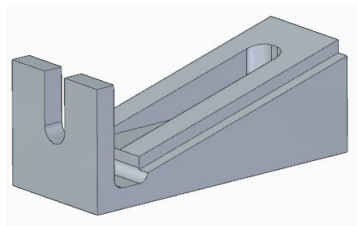


14. ábra. Fanuc Robodrill α -D21LiB5 [saját]

Solid Edge 2021

A Solid Edge egy 3 dimenziós CAD tervező szoftver. Végeselem-analízissel, és NC-programozással, és egyéb megoldásokkal segíti a tervezés gyorsítását, a minőségbeni javulást és a költségek csökkentését. Tervezés során testmodellt, lemezalkatrészt, szerelést, vagy ezek kombinációját készíthetjük. A kész modellekből műhelyrajzot készíthetünk, melyek folyamatosan frissülnek modellünk változtatása közben. A késztermékeket renderelhetjük, mely segít az adott termék eladásában, bemutatásában. Egy, a programban készített modell a 15. ábrán látható.

Programunk része még a szabványos elemtár. A rendelkezésre álló több mint 500.000 alkatrészből álló elemkönyvtárak segítségével könnyen illeszthetjük szerelési környezetbe az általunk igényelt szabványos alkatrészt. [6]



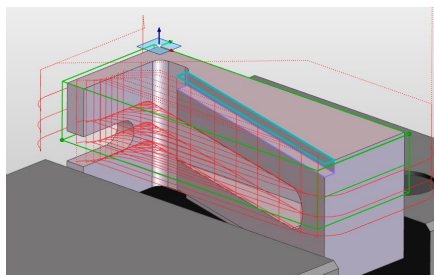
15. ábra. Solid Edgeben tervezett és rajzolt elem [saját]

Edgecam 2022.0

Az Edgecam egy testmegmunkálásra kifejlesztett CAD/CAM rendszer, mely lehetővé teszi a testek modellezését, valamint forgácsoló megmunkálásának tervezését. A CAD-modelljeinket elkészíthetjük benne, vagy más rendszerből importálhatjuk azt. Kiválaszthatjuk a gyártáshoz szükséges készüléket, szerszámgépet és szerszámot is, melyek segítségével szimulálni tudjuk az általunk tervezett megmunkálásunkat.

Szimulációink során kiküszöbölhetjük a helytelen megmunkálást, a maradékanyag-hibákat, és az ütközéseket. Ezenfelül javíthatunk a megmunkálási időnkön.

A program elkészültével CNC-programot generálhatunk belőle a saját megmunkálógépünkre. A16. ábrán látható egy ebben készült felület megmunkálási pályája.



16. ábra. Edgcam megmunkálási pálya [saját]

2.8 Mitutoyo Crysta-Plus M544 bemutatása

Az Egyetem mérés technikai laboratóriumában elhelyezkedő koordináta-mérőgép, mely a 17. ábrán látható a Mitutoyo Crysta-Plus M544-es 3 dimenziós CMM koordináta-mérőgép. Elsősorban egyedi, kis és középsorozatban készült bonyolult alkatrészek minőség-ellenőrzésére szolgál. Három, egymásra merőleges tengely mentén, egymástól független mozgásra képes.



17. ábra. Mitutoyo Crysta-Plus M544 [saját]

A gép főbb specifikációja:

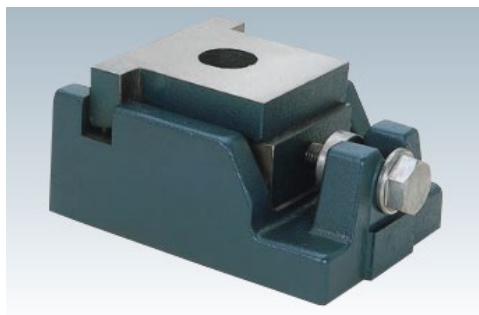
- x-y-z tengely tartománya: 500-400-400 mm;
- Felbontása: 0,0005 mm;
- Munkafelület teherbírása maximum 180 kg;
- A gép saját tömege: 450 kg.

3. Tervezés és gyártás

3.1 Kiválasztási folyamat

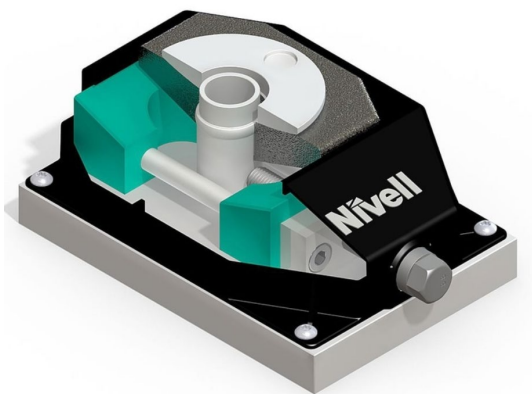
Több gyártó által kínált terméket néztem meg, gondoltam át funkcionális, megmunkálási szempontok szerint. A különböző egyedi vonásokat, nehézségeket mérlegeltem felhasználás, és gyártásai szempont szerint is. A következőkben röviden bemutatok néhányat ezek közül.

Az NBK által gyártott szintező ék megjelenése egyedi, viszont megmunkálási szempontból túl bonyolult. Több felfogást igényel, és funkcionalitás tekintetében számomra nem előnyösebb, mint a többi. A képen a 18. ábrán látható.



18. ábra. NBK-szintező [7]

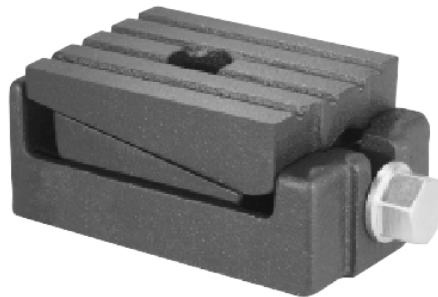
A Nivell gyártó termékpalettáján a dupla ékes kivitel a különlegesség, mely megfogta a fantáziámat, ez a 19. ábrán látható. Bonyolult felépítése és sok alkatrésze miatt nem választottam ezt a modellt.



19. ábra. Nivell dupla ékes szintező [8]

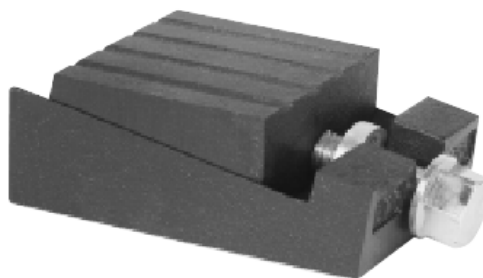
Végül az AEK két típusára szűkítettem le a kiválasztási folyamatot. Ezek konstrukciói egyszerűbbek, nem tartalmaznak felesleges vagy dizájnelemet.

A két típusban a legnagyobb különbség számomra, hogy az egyik három darabból, és egy csavarból áll, melyek következtében kizárólag függőleges elmozdulást eredményez. Közepén rögzítési lehetőségként mind a három elemen átmenőfurat van, ez a 20. ábrán látható.



20. ábra. Precíziós ék „z” irányú elmozdulással [4]

Míg a másik két darabból és egy csavarból áll, ebből kifolyólag a függőleges irányú elmozdulás mellett egy vízszintes elmozdulást is eredményez, mely nem rögzíthető. Ez a 21. ábrán látható.



21. ábra. Precíziós ék „x, z” irányú elmozdulással [4]

Esetemben funkcionalitás szempontjából nem jelent problémát a plusz egy tengelyen való elmozdulás. Gyártási szempontból kevesebb elemet kell készítenem, és így kevesebb hiba kerülhet a szerkezetbe. Fontos, hogy akadásmentesen emeljen, és minél finomabban meg tudjam állítani.

3.2 Konstrukció tervezése

Amikor eldöntöttem, hogy ezt a típusú szintező éket készítem el, első feladatként közforgalomban a csavart kezdtem keresni. Speciális kialakítása miatt nehezen találtam olyan céget, amelyik forgalmaz, tart ilyet a készleten, vagy hozzá tudnak jutni. Amint meglett a csavar, adottságához igazítottam a hozzá csatlakozó elemeket. Többek között ez adta meg a testen a nyitott horony méretét, a váll vastagságát és az ékdarabban a menetet is. Így jöttek ki közel a végső geometriák.

A meredekség szögét megvizsgálva a piacon fellelhetőké kisebbek, átlagosan 7 fokosak, mivel azok inkább nagy tömegű beállítást szolgálnak. Az általam készített, tervezett terhelése maximálisan 60 kg volt, így bátran meredekebb szöggel terveztem, így 15 fok lett számomra az optimális érték.

Ezután kerestem előgyártmányt: mivel gömbgrafitos anyaghoz nem jutottam hozzá, öntése költséges lett volna, így más anyagot kellett választanom.

Megvizsgálva a készülő terméket, nem volt anyagával szemben különösebb elvárás. Ára és elérhetősége miatt egy közönséges S235JR-t választottam. Jól megmunkálható, elterjedt, nagy a méretválasztéka.

Az előgyártmány egy 30x30x300 mm megmunkált anyag, melyet a Szikametró97 Kft. biztosított részemre. Gyártói nyilatkozat alapján 4 oldalán megmunkált darab, mely oldalai egymáshoz képest 0,1 mm-es merőlegességtűréssel, és párhuzamosságtűréssel rendelkeznek.

A munkadarab-pozicionáláshoz a 22. ábrán látható finom tapintót alkalmaztam. FH gyártmányú 3D-Taster-t, melynek felbontóképesége 0,01 mm.



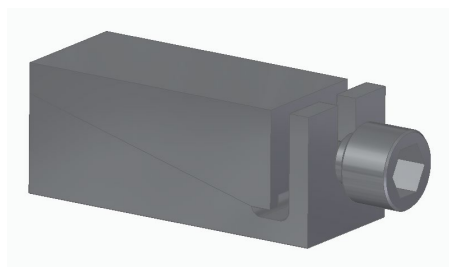
22. ábra. 3D-Taster tapintó [saját]

A darab adottságai miatt a gyártás során nem kellett minden oldalát megmunkálni. Ez jelentős időmegtakarítást jelentett. Az előgyártmány a 23. ábrán látható, rajzát az 1. számú melléklet tartalmazza. [10] Rajzszáma: 2022-11-00-01



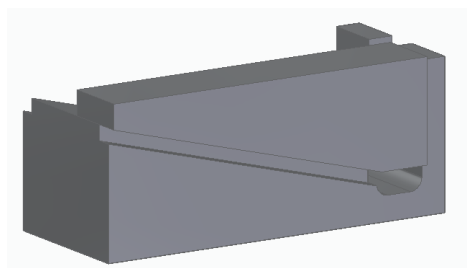
23. ábra. Előgyártmány [saját]

Ezek alapján készült el a végleges termék modellje. A 24. ábrán látható a kész konstrukció. [11, 12]



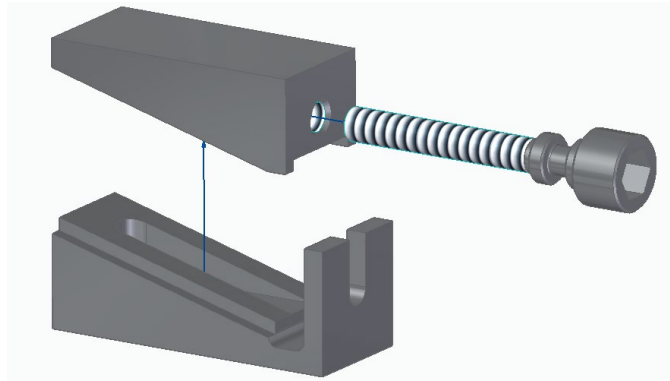
24. ábra. Kész konstrukció[saját]

A darab elkészítéséhez egy gyártást segítő elemet is elkészítettem, ami a 25. ábrán látható.



25. ábra. Gyártást segítő elem elhelyezkedése [saját]

A darab robbantott képe a 26. ábrán látható.



26. ábra. Darab robbantott ábrája [saját]

A két egyedi gyártású darabot és az egyedi gyártást segítő elemet, a Fanuc Robodrill α -D21LiB5 típusú készüléken készítettem. Modelljeimet, rajzaimat Solid Edge 2021-ben készítettem, melyekből Edgecam 2022.0-ban végeztem el a megmunkálást. A mozgatócsavar közforgalomban kapható egység.

Az egyes megmunkálás végével .stl fájlba próbáltam menteni a kapott testet, majd a következő megmunkáláskor előgyártmányként nem engedte használni azt. Így az előgyártmányt a legtöbb esetben csak a megmunkálandó felületre tudtam illeszteni, vagy a program a megmunkálási felületre hozta létre automatikusan.

A gyártás dokumentációi (szerszámterv, műveleti utasítás) a 2., 3. mellékletben találhatóak. Az összeállítási rajzot az 1. melléklet tartalmazza. [10, 13]

Rajzszáma: 2022-11-01-00.

3.3 Felhasznált anyag: S235JR

Nagyon elterjedt tagja az általános rendeltetésű ötvözetlen szerkezeti acéloknak. Alacsony széntartalmú, ferrit-perlit szövetszerkezetű. Nagyon jó megmunkálhatósági szempontból, tulajdonságainak köszönhetően felhasználható a gépiparban olyan egységként, amikor az igénybevétel nem túl magas, és nincs vele szemben semmilyen speciális elvárás.

Kevésbé alkalmas hidegen történő alakításra például: kovácsolásra, hajlításra. Hegeszthetőségi szempontból kiválóan alkalmas. A neve végén a „JR” jelölés arra utal, hogy meleg hengerléssel gyártott, ütőmunka-előírás nélkül. Vegyi összetételét a 2. táblázat tartalmazza.

Jelenlegi nemzetközi jelölései: St37-1; En 10025-2. [9]

2. táblázat: S235JR vegyi összetétele [9]

C [%]	Si [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]	Cu [%]	N [%]
≤0,17	≤0,3	≤1,4	0,035	0,035	≤0,55	≤0,012

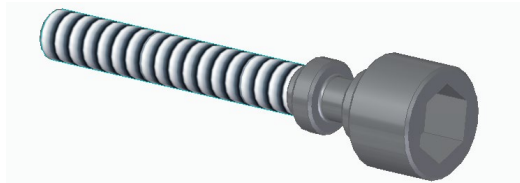
Mechanikai tulajdonságai:

Szakítószilárdság:	360-510 MPa;
Folyáshatár:	185 (Rp0,2) MPa;
Szakadási nyúlás:	8%;
Keménység:	100-150 HB;
Sűrűség:	7,85 g/cm ³ .

3.4 A csavar

Hosszas keresés után leltem rá egy cégre, ami egyedi, speciális csavarok gyártásával, forgalmazásával foglalkozik. Többek között szintező ékhez használatos csavarokat is készítenek. Kínálatukból a célra egy darab felelt meg, mely belső kulcsnyílású, kívül recézett fejű, így könnyen tudjuk használni kézzel vagy imbuszkulccsal. Előnyös, mivel kézzel a finom beállítást tudjuk elvégezni kisebb terhelés mellett, nagyobb terheléskor egy 10-es imbuszkulccsal tudjuk állítani.

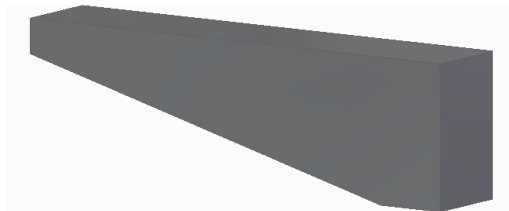
A fejrészt követő rész 11,8 mm átmérőjű, melyben egy 6 mm széles 7 mm átmérőjű beszúrás helyezkedik el. A végén 49 mm hosszú M8x1,25 menettel. A csavar 3 dimenziós modelljét a 27. ábra tartalmazza.



27. ábra. Szintezőcsavar [saját]

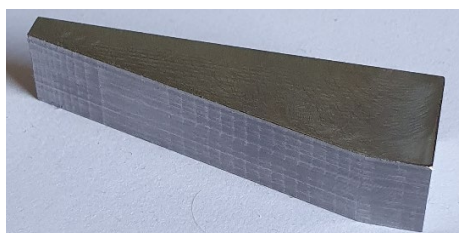
3.5 Megmunkálást segítő elem.

Erre az elemre szükségem volt a 3.6-os részben lévő test megfogásához. A bölcső kimunkálása során fontos volt a megfogás módja. Így, amikor annak az egyik oldala ki lett munkálva, és megfordítva, ennek a segítségével lehetett befogni a készülékbe. Ezt a 28. ábrán láthatjuk. A munkadarab műhelyrajza az 1. mellékletben található. [10, 13] Rajzszáma: 2022-11-01-01. A gyártás műveleti utasítása a 2. mellékletben található az 1. lapon.



28. ábra. Gyártást segítő elem [saját]

Megmunkálás után kézi sorjázóval körben készítettem élettörést, mely által könnyen és pontosan illeszkedett fel minden felülete. A 29. ábrán látható a kimunkált munkadarab.

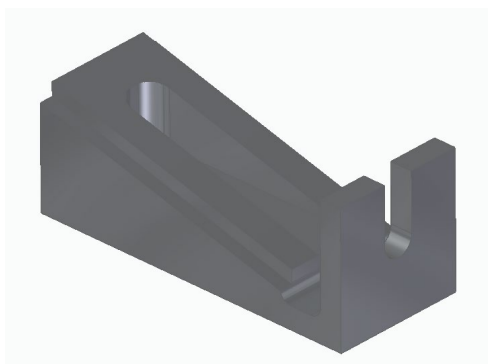


29. ábra. Kész gyártást segítő munkadarab [saját]

3.6 Test

Ez az elem a legfontosabb, a központja az egész szerkezetnek, mivel ez tartja a csavart, és vezeti meg a felső elemet. Az oldalán a 2 teraszon mozdul el a felső elem, hogy csak „x és z” irányú elmozdulást tudjon végezni.

Műhelyrajzát az 1. számú melléklet tartalmazza. [10, 13] Rajzszáma: 2022-11-01-02. A gyártás műveleti utasítása a 2. mellékletben található a 2. lapon. Szerszámtervét a 3. melléklet tartalmazza. A háromdimenziós modellje a 30. ábrán látható.



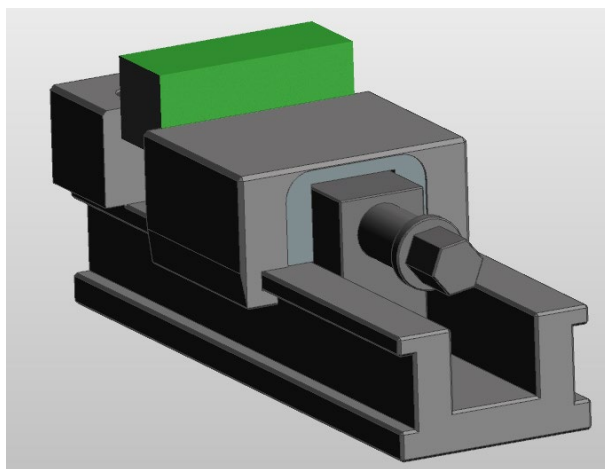
30. ábra. Test 3 dimenziós modellje [saját]

Elkészítése darabolásból és 5 megfogásban marással törtét. Első megfogásban kinagyoltam, majd besimítottam belső kontúrját, és a 2 végét, melyet ráhagyással vágtam. Fontos, hogy a vállat nem munkáltam meg! A második felfogás során alkalmaztam a 3.5 pontban gyártott megfogást segítő darabomat. A már előbb lemart felületre helyeztem, és így fogtam be a satuba a megmunkáláshoz. Erre azért van szükség, hogy a megmunkálás során stabilan tudjam megfogni, és továbbra is párhuzamos legyen a bázisoldal a satuval. A 3. felfogás során a munkadarab bázisát vízszintesen fogtam meg, és a belső nyitott hornyot munkáltam ki. A 4. felfogás során állítva, a „z” tengellyel párhuzamosan fogtam meg a munkadarabot, és a nyitott hornyot munkáltam ki, ahova a csavar fog kerülni. Ezután az 5. felfogás során az egész munkadarabot 15 fokkal döntöttem meg a bázishoz képest, így a satuval párhuzamosan volt a ferde felület. Ekkor 1 felfogásban alakítottam ki a két oldalán a teraszt. Ezek pozíciója, és pontossága a legmeghatározóbb a működés szempontjából. Ennek a két felületnek kell a bázishoz képest 15 fokot bezárnia.

3.6.1 A test gyártási folyamata:

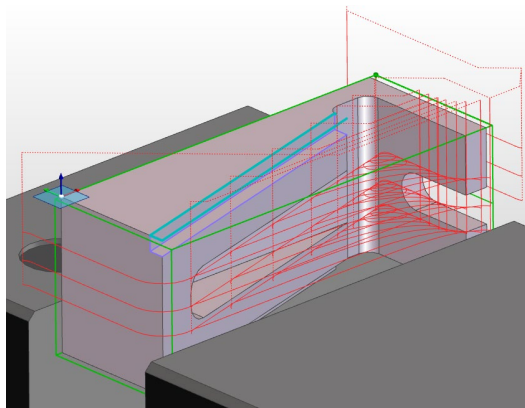
Első lépésben a szalagfűrészszel daraboltam egy 77 mm hosszú darabot. Mind a kettő végén 1,5-1,5 mm ráhagyással.

Az első felfogás során a munkadarabot a satu szintjétől 20 mm-re emeltem ki, a megmunkálási mélység 16 mm volt. A programok használata közben a készülékfigyelés aktív marad. A nyers előgyártmány felfogása a 31. ábrán látható.



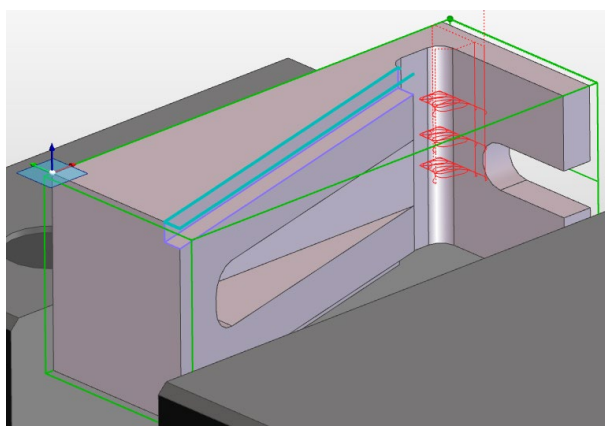
31. ábra. Előgyártmány felfogása [saját]

1. művelet nagyolás: 12-es szármároval 3 fogásban hullámforma-stratégiával a belső kontúr mentén és a végén a ráhagyásokkal munkáltam meg. A megmunkáláskor a ráhagyás 0,2 mm. A megmunkálás pályája a 32. ábrán látható.



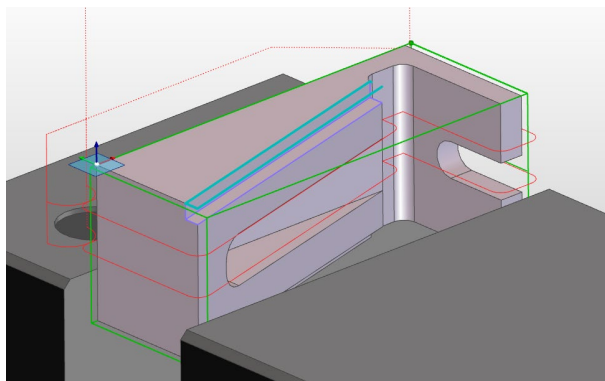
32. ábra. Nagyolás megmunkálási pálya [saját]

2. művelet nagyolás: 5-ös szármaróval szintén 3 fogásban kinagyoltam hullámforma stratégiával a belső sarkot, ahol ugyanúgy hagytam 0,2 mm-es ráhagyást. A kimunkálás pályája a 33. ábrán látható.



33. ábra. Maradék anyag nagyolása [saját]

3. művelet simítás: az 5-ös szármaróval 8-as fogásmélységgel besimítottam a felületet. A kezdő, és végpontot a sarokra raktam. A megmunkálás pályája a 34. ábrán látható.



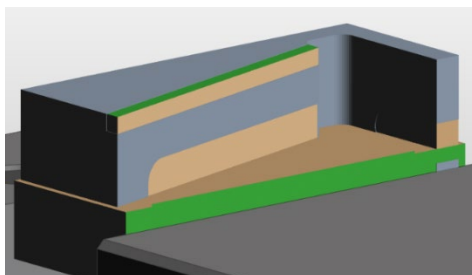
34. ábra. Simítópálya [saját]

A megmunkálások családfája a 35. ábrán látható. Tartalmazza a megmunkálás szerszámainak és ciklusait.

- 1 Készülékek frissítése
- 2 T1 Marószerszám : R215.34C12050-BC26P 1640
- 3 Nagyolás
- 4 Mozgás szerszámcseré pozícióba
- 5 T2 Marószerszám : R216.23-05050CAK13P 1630
- 6 Nagyolás : Maradékanyag
- 7 Profilozás
- 8 Mozgás hazaállítás pozícióba

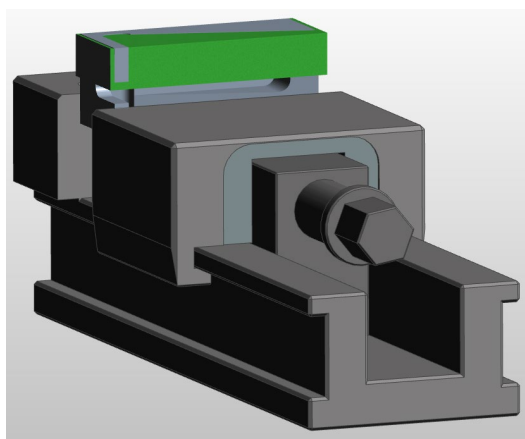
35. ábra. Megmunkálás családfája [saját]

A szimuláció lefutása után a 36. ábrán látható képet kaptam.



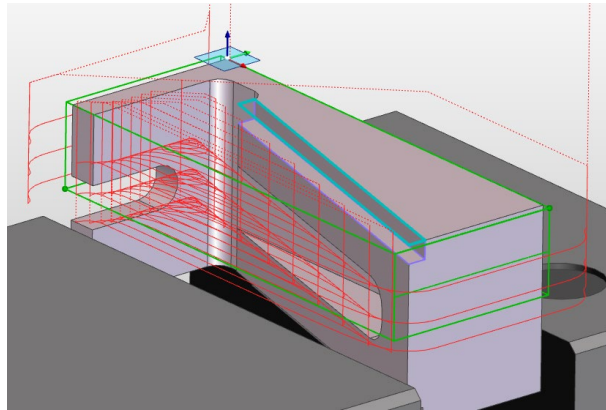
36. ábra. Megmunkálás utáni kép [saját]

2. felfogásban alkalmaztam a gyártást segítő elemet, mely segítségével meg tudtam fogni a munkadarabot. Így az előző megmunkáláshoz hasonlóan munkálom ki azt. A kiemelés 20 mm, de a fogásmélység 15 mm, így a 2 felfogás során 1 mm átfedést alkalmaztam, mely miatt nem keletkezett maradék anyag a szerszámok sarokrádiuszából adódóan. A felfogás módja a 37. ábrán látható.



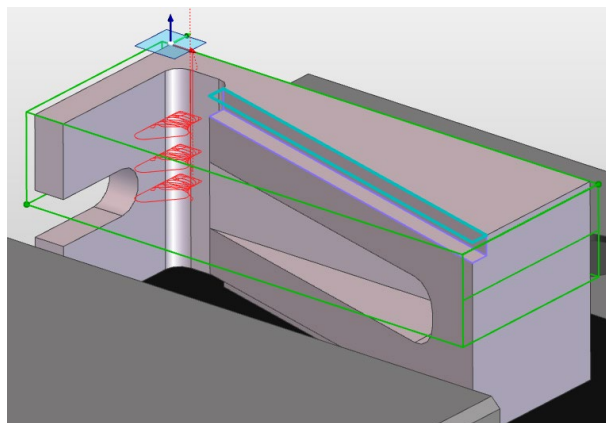
37. ábra. A darab 2. felfogása [saját]

4. művelet nagyolás: 12-es szármáróval 3 fogásban hullámforma-stratégiával a belső kontúr mentén és a végén a ráhagyásoknál munkáltam meg. A megmunkáláskor a ráhagyás 0,2 mm. A megmunkálás pályái a 38. ábrán láthatóak.



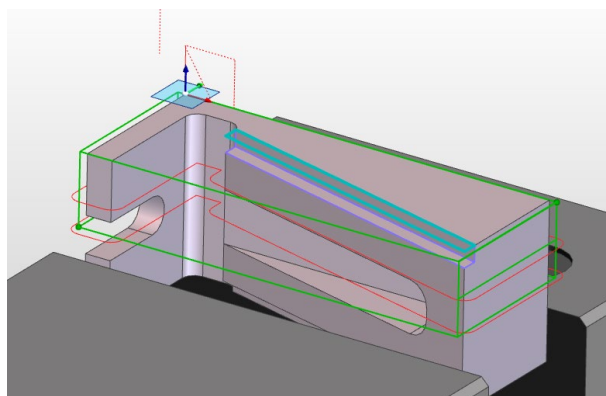
38. ábra. Nagyolási pálya [saját]

5. művelet nagyolás: 5-ös szármáróval szintén 3 fogásban kinagyoltam hullámforma-stratégiával a belső sarkot. 0,2 mm-es ráhagyást hagytam, mely megmunkálási pályája a 39. ábrán látható.



39. ábra. Maradék anyag nagyolása [saját]

6. művelet simítás: az 5-ös szármáróval 8-as fogásmélységgel besimítottam a felületet, mely pályája a 40. ábrán látható. A kezdő- és végpontot a sarokra raktam.



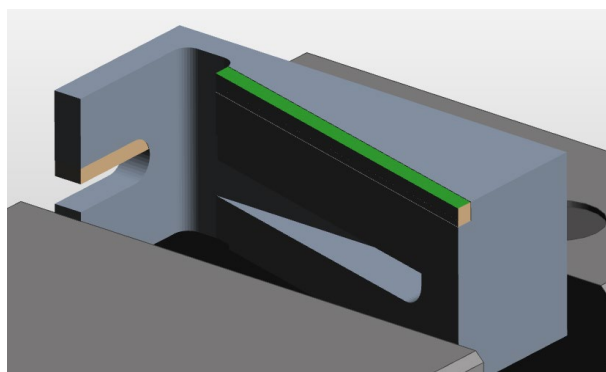
40. ábra. Simítóciklus [saját]

A megmunkálások családfája a 41. ábrán látható. Tartalmazza a megmunkálás szerszámainak, és ciklusait.

- 1 Készülékek frissítése
- 2 T1 Marószerszám : R215.34C12050-BC26P 1640
- 3 Nagyolás
- 4 Mozgás szerszámcsere pozícióba
- 5 T2 Marószerszám : R216.23-05050CAK13P 1630
- 6 Nagyolás : Maradékanyag
- 7 Profilozás
- 8 Mozgás hazaállítás pozícióba

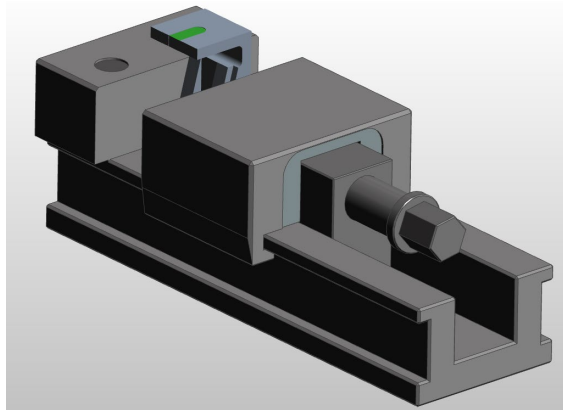
41. ábra. 2. felfogás családfája [saját]

A szimuláció lefutása után a 42. ábrán látható képet kaptam.



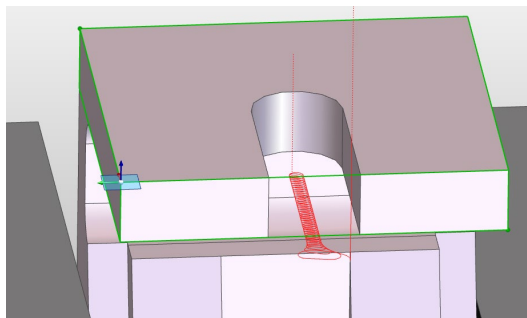
42. ábra. Megmunkálás utáni kép [saját]

3. felfogás: a munkadarabot függőleges pozícióba állítottam, alaksajátosságkereséssel nyitott hornyot munkáltam ki. A darab kinyúlása 20 mm, megmunkálás mélysége 6 mm. A 43. ábrán látható a munkadarab 3. felfogása.



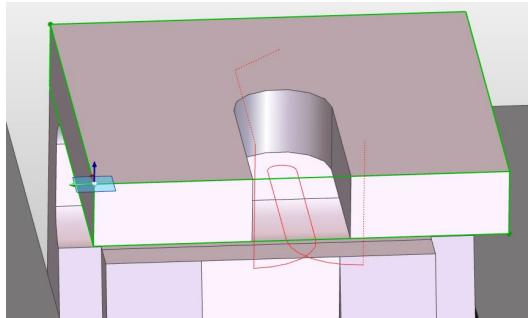
43. ábra. A munkadarab 3. felfogása [saját]

7. művelet, nagyolás: 5-ös szármáróval hullámforma stratégia alkalmazásával munkáltam ki a nyitott hornyot. A ráhagyás 0,5 mm, a fogás mélysége 5 mm. A megmunkálási pálya a 44. ábrán látható.



44. ábra. Nyitott horony nagyolása [saját]

8. művelet, simítás: Ugyanazzal a szerszámmal az előző művelet maradék anyagát 1 fogásban besimítottam a 45. ábrán látható módon.



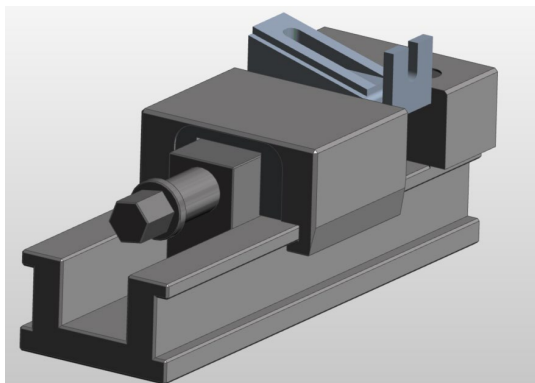
45. ábra. Nyitott horony simítópályája [saját]

A megmunkálások családfája a 46. ábrán látható. Tartalmazza a megmunkálás szerszámait, és ciklusait.

- 1 Készülékek frissítése
- 2 T2 Marószerszám : R216.23-05050CAK13P 1630
- 3 Nagyolás
- 4 Profilozás
- 5 Mozgás hazaállítás pozícióba

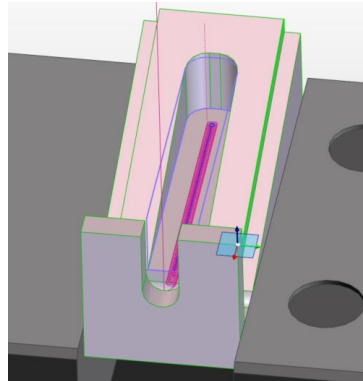
46. ábra. 3. felfogás családfája [saját]

4. felfogás: a munkadarab bázisoldala párhuzamos az „X” tengellyel, ebben a felfogásban a belső nyitott hornyot munkáltam ki. A satuból 23 mm a munkadarab kinyúlása. A felfogás módja a 47. ábrán látható.



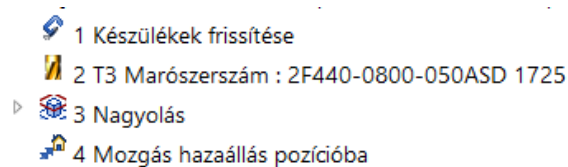
47. ábra. A munkadarab 4. felfogása [saját]

9. művelet, nagyolás: 1 fogásban 13,4 mm fogásmélységben A 48. ábrán látható a megmunkálási pálya. Hullámforma stratégiával munkáltam ki a hornyot. Simításra nem volt szükség, mivel ez nem érintkező felület, csupán a csavar helyét biztosítja alsó pozícióban.



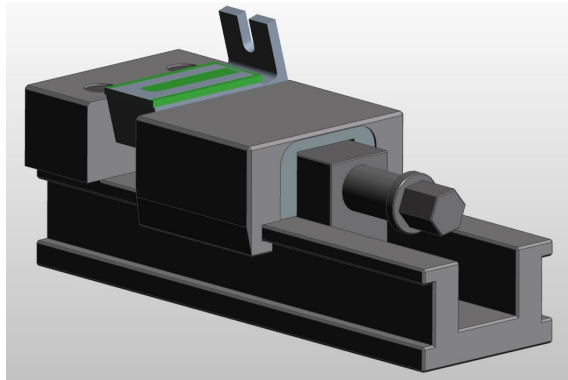
48. ábra. Belső nyitott horony nagyolási pályája [saját]

A megmunkálások családfája a 49. ábrán látható. Tartalmazza a megmunkálás szerszámait, és ciklusait.



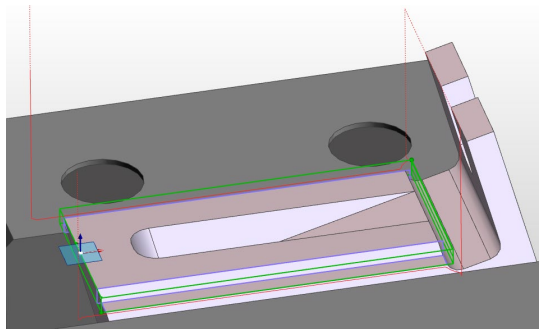
49. ábra. 4. Felfogás családfája [saját]

5. felfogás: a munkadarabot 15 fokkal megdőntöttem, így a ferde felületem lett párhuzamos az „x” tengellyel. Alaksajátosság kereséssel 2D nyitott zsebeket kaptam, melyeket nagyoltam, majd simítottam. A darab kinyúlása 28 mm, megmunkálás mélysége 3 mm. Az 50. ábrán látható a munkadarab felfogása.



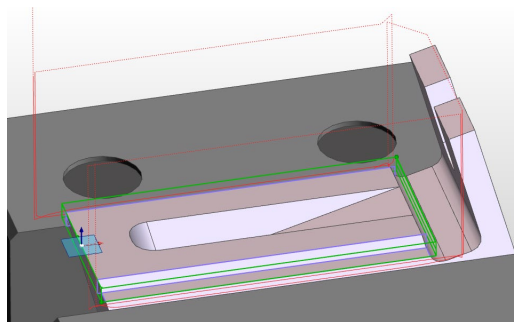
50. ábra. A munkadarab 5. felfogása [saját]

10. művelet, nagyolás: 8-as szármarróval 1 fogásban kinagyoltam a futó felületet 0,5 mm ráhagyással. Az 51. ábrán látható a szerszámpálya.



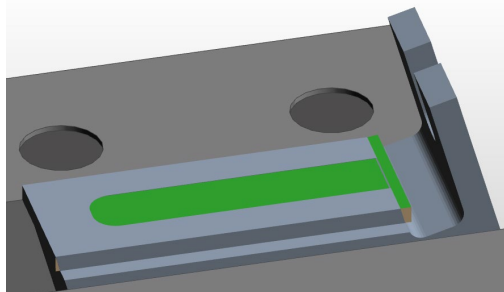
51. ábra. Futó felület kinagyolása [saját]

11. művelet, simítás: Az előző megmunkálás maradék anyagát 2 fogásból szedtem le, mint az 52. ábrán is látható. Simító szerszámként ugyan úgy 8-as szármarrót használtam, csak 6 élűt, mely segítségével jobb felületi minőséget értem el.



52. ábra. Futófelület simítópályája [saját]

A szimuláció lefuttatása után az 53. ábrát láthatjuk.



53. ábra. Futófelületek kialakítása utáni kép [saját]

A megmunkálások családfája az 54. ábrán látható. Tartalmazza a megmunkálás szerszámait, és ciklusait.

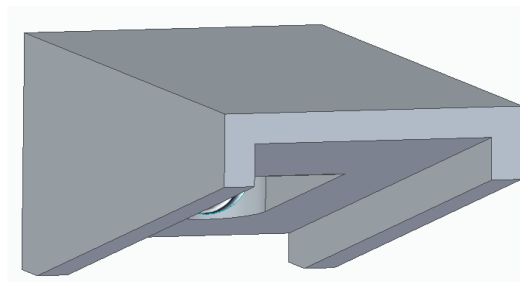
- 1 Készülékek frissítése
- 2 T3 Marószerszám : 2F440-0800-050ASD 1725
- 3 Nagyolás
- 4 Mozgás szerszámcsere pozícióba
- 5 T4 Marószerszám : 2F440-1200-050ASD 1725
- 6 Nagyolás
- 7 Mozgás hazaállítás pozícióba

54. ábra. 5. felfogás családfája [saját]

12. művelet, sorjázás, élettörés. A kész munkadarab minden élet, kézi sorjázóval lesorjáztam.

3.7 Mozgó rész:

Ez az elem a csavar hatására fel-le „mozog” a 3.6-os részben kimunkált darabon. Az oldalán a 2 elem fog érintkezni a test két oldalán lévő felülettel. Ezek fogják „y” irányban megtámasztani és „x” irányban megvezetni. Műhelyrajzát az 1. számú melléklet tartalmazza. [10, 13] Rajzszáma: 2022-11-01-03. Gyártás műveleti utasítása a 2. mellékletben található a 3. lapon. Szerszámtervét a 3. melléklet tartalmazza. Háromdimenziós modellje az 55. ábrán látható.



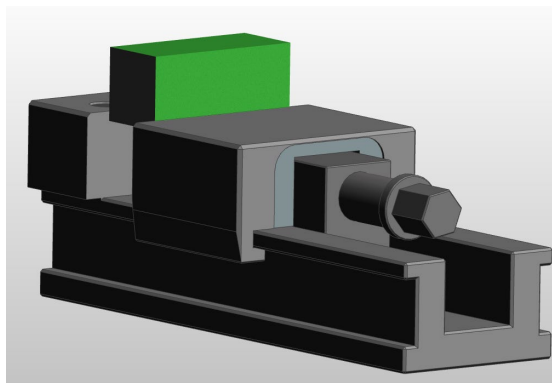
55. ábra. Felső elem modellje [saját]

Elkészítése darabolásból és 4 felfogásban marással törtét. Első felfogásban síkba martam a tetejét, ami a bázisfelületem lett, és a két végét, melyet ráhagyással vágtam. Ezután megfordítottam, és 15 fokkal megdőntve kinagyoltam a belsejét, és lesimítottam a két vágott oldalát. Harmadik felfogásban a bázis felülete volt párhuzamos az „x” tengellyel, és kialakítottam a belső nyitott hornyot, valamint a kettő síkfelületet. Utolsó felfogásban előre állítottam, központfúróval a furat helyét kijelöltem, és fúróval kifúrtam, majd menetet vágtam bele. Ezzel elkészítettem a felső munkadarabomat is.

3.7.1 Mozgó rész gyártása

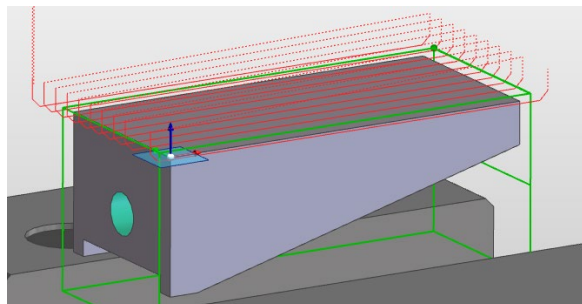
1. lépésben a szalagfűrészszel daraboltam egy 67 mm hosszú darabot. Mind a kettő végén 1,5-1,5 mm ráhagyással.

1. felfogás: a munkadarabot a satu szintjétől 25 mm-re emeltem ki, a megmunkálási mélység 23 mm volt. A programok használata közben a készülékfigyelés aktív marad. A nyers előgyártmány megfogása az 56. ábrán látható.



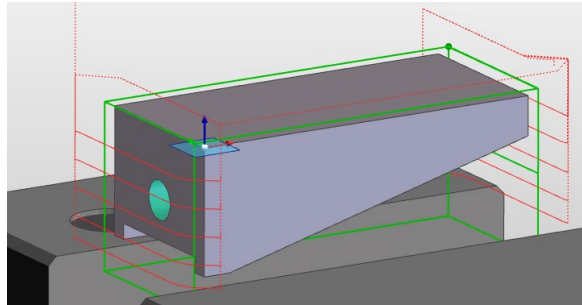
56. ábra. Előgyártmány 1. felfogása [saját]

1. művelet, síkmarás: 12-es szármaróval láncolt stratégiával síkra martam a tetejét, ráhagyás nélkül, az 57. ábrán a megmunkálás pályája látható. A rá- és leállást meghosszabbítottam 2 mm-el, és 45 fokosra állítottam.



57. ábra. Síkmarás pályája [saját]

2. művelet nagyolás: a két vágott végét lenagyoltam ráhagyás nélkül, 5 lépcsőben, régióként, így kevesebb volt a mellékidőm. A megmunkálás pályái az 58. ábrán láthatóak.



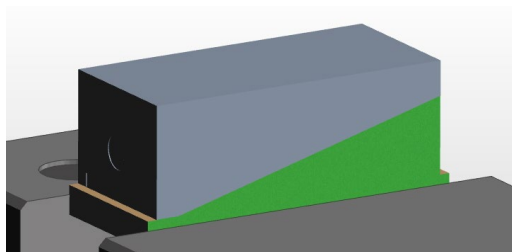
58. ábra. Nagyolási pályák [saját]

A megmunkálások családfája az 59. ábrán látható. Tartalmazza a megmunkálás szerszámait és ciklusait.

- 1 Készülékek frissítése
- 2 T1 Marószerszám : R215.34C12050-BC26P 1640
- 3 Síkmarás
- 4 Nagyolás
- 5 Mozgás hazaállás pozícióba

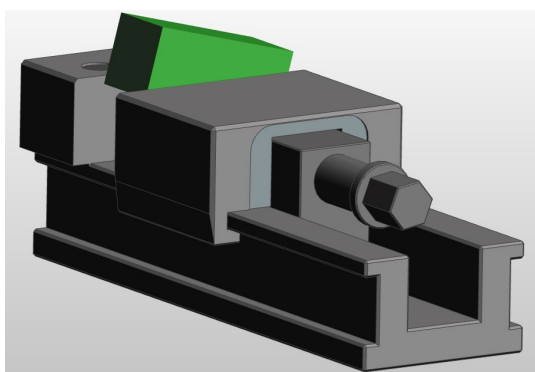
59. ábra. 1. felfogás családfája [saját]

A szimuláció lefutása után a 60. ábrán látható képet kaptam.



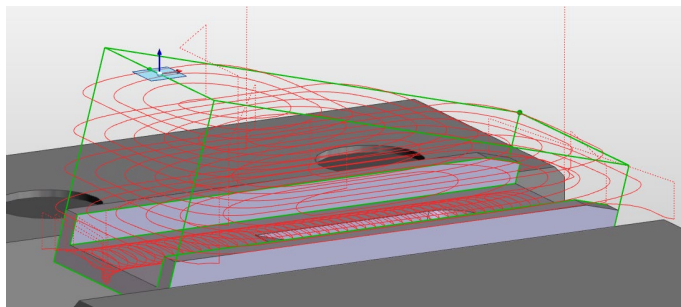
60. ábra. 1. felfogásszimuláció utáni állapot [saját]

2. felfogás: a munkadarabot a satu szintjétől 25 mm-re emeltem ki, és megdöntöttem 15 fokkal. A megmunkálási mélység 25 mm volt. A programok használata közben a készülékfigyelés aktív maradt. A munkadarab megfogása a 61. ábrán látható.



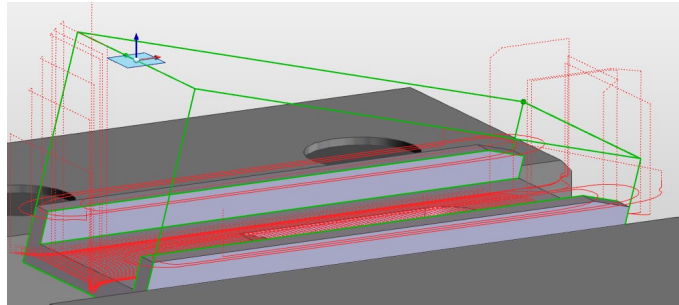
61. ábra. Munkadarab 2. felfogása [saját]

3. művelet nagyolás: 12-es szármáróval hullámforma stratégiával munkáltam ki 5 mm-es fogásmélységekkel 24 mm-ig. A ráhagyás 0,2 mm volt. A megmunkálás pályája a 62. ábrán látható.



62. ábra. Nagyolási pálya [saját]

4. művelet, simítás: 8-as 6 élű szármárvál maradékanyag nagyolással. Hullámforma stratégiával. A megmunkálás pályája a 63. ábrán látható.



63. ábra. 2. megfogás simítása [saját]

A megmunkálások családfája a 64. ábrán látható. Tartalmazza a megmunkálás szerszámainak, és ciklusait.

- 1 Készülékek frissítése
- 2 T1 Marószerszám : R215.34C12050-BC26P 1640
- 3 Nagyolás
- 4 Mozgás szerszámcserre pozícióba
- 5 T4 Marószerszám : 2F440-1200-050ASD 1725
- 6 Nagyolás : Maradékanyag
- 7 Nagyolás
- 8 Mozgás hazaállítás pozícióba

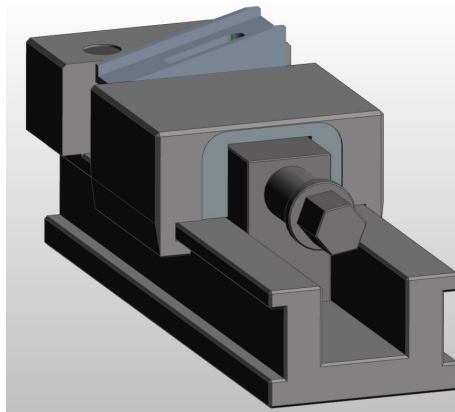
64. ábra. 2. megfogás családfája [saját]

A szimuláció lefutása után a 65. ábrán látható képet kaptam.



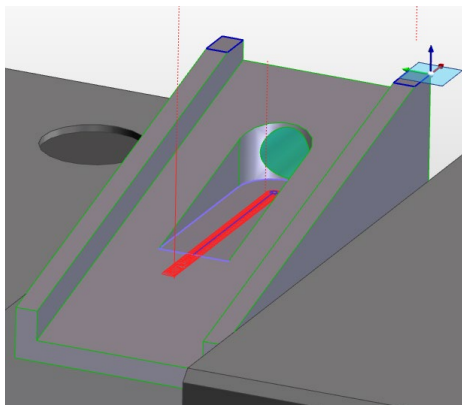
65. ábra. 3. megfogásszimuláció utáni állapot [saját]

3. felfogás: a munkadarabot a satu szintjétől 15 mm-re emeltem ki. A megmunkálási mélység 14 mm. Előgyártmányt nem tudtam betölteni, így a ciklusoknál automatikusan generált a program. Kiegészítésként az adott megmunkáláshoz 1 mm-es előgyártmány-ráhagyást állítottam be. Alaksajátosságkereséssel 2D nyitott hornyot és síkfelületet állítottam be. A munkadarab megfogása a 66. ábrán látható.



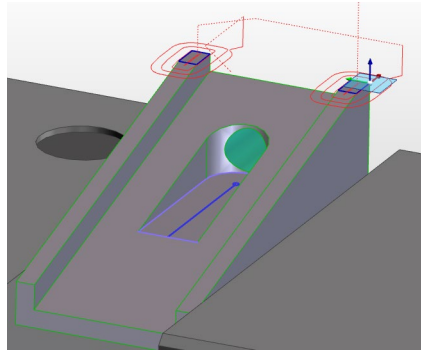
66. ábra. Munkadarab 3. felfogása [saját]

5. művelet, nagyolás: 8-as szármáróval spirális stratégiával alakítottam ki a nyitott hornyot alaksajátosságból. 1 fogásból martam ki 8 mm mélyen, mely megmunkálási pályája a 67. ábrán látható.



67. ábra. Nyitott horony megmunkálási pályája [saját]

6. művelet, nagyolás: 8-as szármáróval nagyoltam le az előző felfogásban megmaradt anyagot. Spirális stratégiát alkalmaztam, mely megmunkálási pályája a 68. ábrán látható.



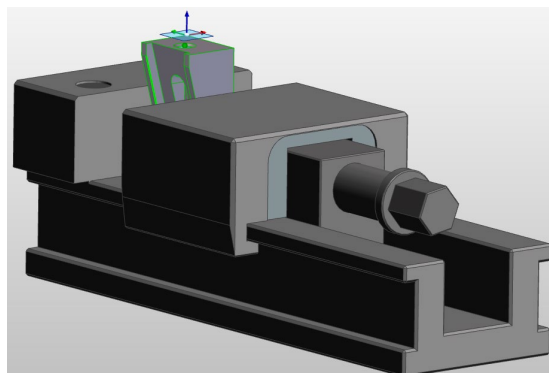
68. ábra. Maradék anyag nagyolása [saját]

A 3. felfogás családfája a 69. ábrán látható.

- 1 Készülékek frissítése
- 2 T3 Marószerszám : 2F440-0800-050ASD 1725
- 3 Nagyolás
- 4 Nagyolás
- 5 Mozcás hazaállás pozícióba

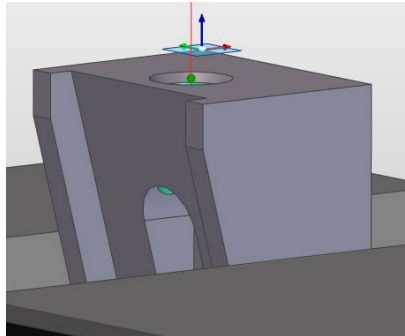
69. ábra. 3. felfogás családfája [saját]

4. felfogás: a munkadarabot függőleges pozícióba állítottam, a satuból 18 mm-t lógott ki. Alaksajátosság nélkül munkáltam meg, a testre a furat középpontjába egy pontot tettem. Ezt a pontot választom minden megmunkálás során. Hűtéshez kézi adagolással fűró- vágóüregelőt adagoltam. A darab megfogása a 70. ábrán látható.



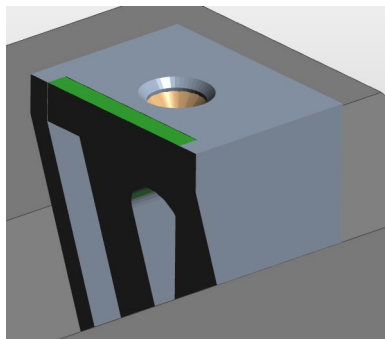
70. ábra. A darab 4. felfogása [saját]

A 3 művelet azonosan fúró ciklussal készül, pályájukban, csak a mélységben van eltérés, így a 71. ábrán látni a pályát mind a 3 művelethez.



71. ábra. Fúró ciklusok pályái [saját]

7. művelet központfúrás: 10-es központfúrót választottam, aminek csúcshöge 90 fokos. 5,2 mm volt a megmunkálás mélysége, így a menet elejéhez az 1x45 fokos élettörést is ebben a műveletben készítettem el. A megmunkálás utáni állapot a 72. ábrán látható.



72. ábra. Pontozó fúrás utáni kép [saját]

8. művelet, fúrás: 6,8-as tömör keményfém fúrót használtam, amivel elkészítettem az m8-as menet magfuratát. Megmunkálás során 3 milliméterenként forgácskihordást alkalmaztam.

9. művelet, menetfúrás: 1,25-ös menetemelkedésű M8-as menetet vágam az előző műveletben készített magfuratba.

A megmunkálások családfája a 73. ábrán látható. Tartalmazza a megmunkálás szerszámainak és ciklusait.

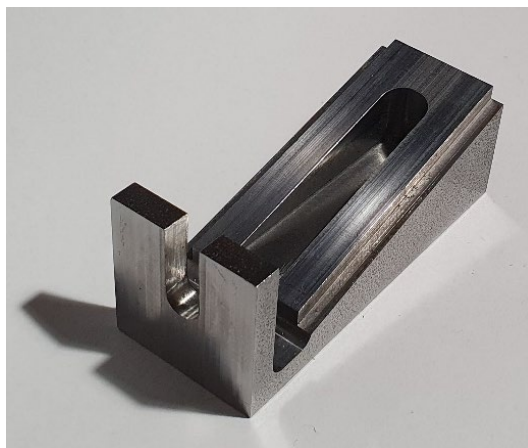
-  1 Készülékek frissítése
-  2 T5 Marószerszám : 5443002765
- ▷  3 Fúrás : Fúrás
-  4 Mozgás szerszámcseré pozícióba
-  5 T6 Marószerszám : 460.1-0680-020A0-XM GC34
- ▷  6 Fúrás : Forgór.
-  7 Mozgás szerszámcseré pozícióba
-  8 T7 Marószerszám : T300-XM100DA-M8 B125
- ▷  9 Fúrás : Menetfúr
-  10 Mozgás hazaállítás pozícióba

73. ábra. 4. felfogás megmunkálási családfája [saját]

10. művelet, sorjázás: a kész munkadarab minden élét kézi sorjázóval lesorjáztam.

3.8 A kész darabok

A 74. ábrán látható a kész, kimunkált test mely, műhelyrajza az 1. számú mellékletben található. Rajzszáma: 2022-11-01-02.



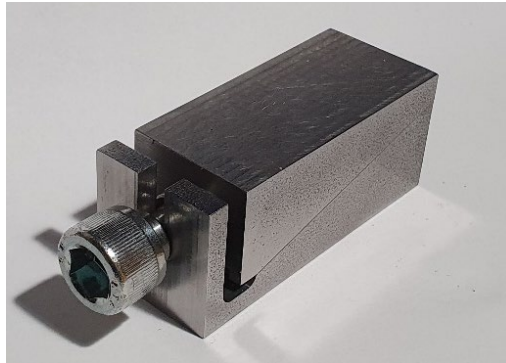
74. ábra. Kész test [saját]

A 75. ábrán látható a kész, kimunkált felső elem, mely műhelyrajza az 1. számú mellékletben található. Rajzszáma: 2022-11-01-03.



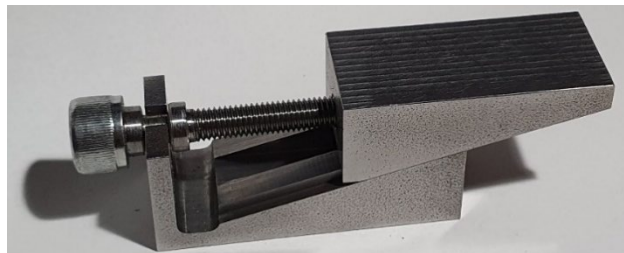
75. ábra. Kész felső elem [saját]

A 76. ábrán az összeszerelt kész eszköz látható alsó, zárt pozícióban. Összeállítási rajza az 1. számú mellékletben található. Rajzszáma: 2022-11-01-00.



76. ábra. Kész darab alsó állapotban [saját]

A 77. ábrán a kész munkadarab kiemelt állapotban látható terheletlenül.



77. ábra. Kész darab kiemelt állapotban [saját]

3.9 Jövőbeni fejlesztések:

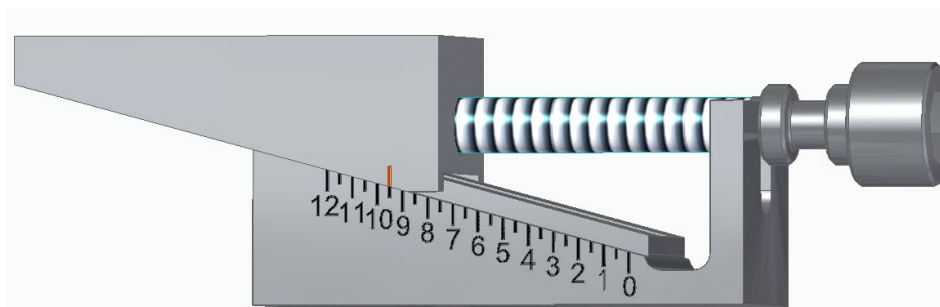
Mint több vásárolható munkadarabon is található egy rögzítőfurat, mellyel beállított pozícióban tudjuk tartani. Furatot vagy fület lehet készíteni az általam gyártott testre. A koordináta-mérőgép asztalán 4 menetes furat található, melyek alkalmasak erre a célra. E segítségével fix helyen lehet tartani a szintezőt.

Vannak olyan esetek, amikor hasznos, ha tudjuk, hogy milyen magasra emeljük ki a munkadarabunkat, ezért az oldalára egy mm-skálát készíthetünk, a nóniusz-skála mintájára. A felső mozgó részre egy 0-át helyezünk, és az alsó testre pedig egy számozott skálát. Osztása 0,5 mm-es. A megvalósítást gravírozással vagy lézerrel készíteném. Az általam rajzolt darab mintája a 78. ábrán látható alsó pozícióban, amikor a felső mozgó rész 0 értéknél van.



78. ábra. Skálázott munkadarab [saját]

A 79. ábrán látható kiemelt pozícióban, amikor az alaphelyzettől 9,5 mm-re emelkedik ki.



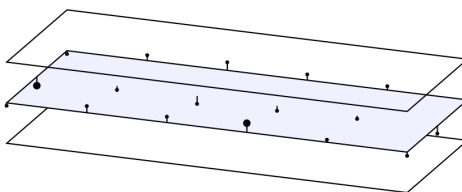
79. ábra. Kiemelt munkadarab, skálával [saját]

3.10 Az eszköz pontossági ellenőrzése

Miután elkészült a munkadarab, annak pontosságát a koordináta-mérőgépen tudtam lemérni. Saját munkám utolsó részében bemutatom, hogyan, mit mértem a munkadarabon, és milyen eredménnyel.

A mérés során az ék 3 állásán vizsgáltam síklapúságot. Zárt állapotban, közép állásban, és kiemelt állapotában. Minden állásban „x” irányban 6 ponton, és „y” irányban 3 ponton mértem. Így 18 pont alapján készültek a síkok mérései.

Az első pozíció kiértékelésből a 79. ábrán látható kép mutatja a mért pontok helyzetét, valamint az értékek szélsőértékeit.



80. ábra. Mérési pontok helyzete [saját]

A pontok mérési adataiból a program Gauss-módszerrel kiszámította a felület síklapúságát, valamint a tengelyektől való szögeltérést is. Ezeket az adatokat a 3. táblázat tartalmazza. A 3 mérés alapján látható, hogy mennyit változik a szögeltérés a különböző pozíciókban, valamint a síklapúságértékek.

3. táblázat: Mérési eredmények [saját]

Megnevezés	1. pozíció	2. pozíció	3. pozíció	Legnagyobb eltérés
x irányú szögeltérés	89:54:17	89:54:22	89:54:57	0:00:40
y irányú szögeltérés	89:20:03	90:02:55	90:01:55	0:42:52
z irányú szögeltérés	0:40:21	0:06:21	0:05:24	0:34:57
Síklapúsági eredmény	0,011	0,013	0,012	0,002

Aktuális díjak:

- A tervezés költsége 6 000 Ft/óra, mely tartalmazza a kész dokumentációt, rajzokat, programokat.
- A gépidő egységesen bruttó 11 000 Ft/óra, mely tartalmazza a gépet, a szerszámokat, az energiafelhasználást és a gépkezelőt.

Az 5. táblázatban látható összegezve az adott tétel időszükséglete felszorozva annak óradíjával.

5. táblázat: Összegző táblázat [saját]

Megnevezés	Időszükséglet	Óradíj	Összeg
Tervezés	5 h	6 000	30 000 Ft
Megmunkálás	3 h 28 min	11 000	38 135 Ft
Előgyártmány	-	-	30 000 Ft
		Összesen	98 135 Ft

A teljes darabot bruttó 98 135 Ft-ból tudtam előállítani. A piacon fellelhető darabok ára 156 dollártól indul, ami november 13- i árfolyamon 60 941 Ft szállítás nélkül.

Konklúzióként drágábbra jött ki 1 darab eszköz gyártása, mivel egyedi gyártásnak minősül. Amennyiben sorozatgyártásba kerülne ez a termék, jobban megérné gyártani, mint megvásárolni.

Feltételelesen azt vesszük alapul, hogy egy testet minimum 3 ponton kell alátámasztani, hogy az ne tudjon megbillenni, akkor 3-as csomagonként volna célszerű árusítani. Ekkor már tervezési díjat csupán csak egyszer kellene megfizetni, a teljes gyártás elején. Így csomagban gyártani jobban megérné, mint megvásárolni. A 3 darab gyártása 144 405 Ft-ba kerülne, míg az interneten fellelhetőből ugyanez a mennyiség 182 823 Ft volna, plusz szállítási költség.

Konklúzióként a gazdaságosság attól függ, hány darabot gyártunk, mennyire van szüksége a megrendelőnek.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetemet szeretném kifejezni elsősorban a Szikametró89 Kft. részére, amely biztosította számomra a gyártáshoz szükséges eszközöket, gépeket, anyagokat. Valamint külön köszönetet szeretnék mondani Gál Ferencnek, aki külső konzulensemként végig segítette munkámat, akár éjszakába nyúlóan is. Hasznos ötleteivel, tanácsaival, szakmai segítségével végig támogatott és segített.

Szeretnék köszönetet mondani Nagy Jánosnak a szakdolgozatom elkészítéséhez nyújtott segítségéért, jó tanácsaiért, formai útba igazításaiért.

Nagyon köszönöm a családomnak, kollégáimnak az általuk kapott biztatást, segítséget.

4. Összefoglalás

Szakdolgozatomban egy szintező ék tervezését és gyártását végeztem el, aminek a pontosságát a végén lemértem.

Dolgozatom első fejezetében felmértem a piacon fellelhető kínálatot. Megvizsgáltam ezeket az eszközöket rögzítési szempontból. Több kiegészítőt mutattam be, melyektől egyedül tudnak nyújtani az egyes gyártók. Bemutattam az általam használt szoftvereket, gépeket.

Kiválasztási folyamatban az AEK két termékét hasonlítottam össze, melyek alapján döntöttem, hogy melyik mintájára készítem el a darabomat. A szakdolgozat nehézségét a csavar jelentette, mivel azt nehezen találtam, és ez központi szerepet játszott az egész darabban. A modelleket, majd a rajzokat is Solid Edge-ben készítettem. A külső konzulensemmel egyeztettem a műhelyben fellelhető szerszámokról, gépekről, melyeket figyelembe véve Edgcam-ben terveztem meg a megmunkálásokat diák licenccel. A megmunkálási pályákat itthon megterveztem, elkészítettem, majd a CNC program generálásához ipari licenccel a Szikametró89 Kft. eszközén újra elkészítettem.

Szalagfűrészsel levágtam az előgyártmányokat méretre, majd a megmunkáló központ satujába befogva elindítottuk a már előre megírt programjaimat. Az elárasztó hűtés miatt nem tudtam gyártás közbeni képeket dokumentálni, így végig az Edgcam szimuláció általi képeket használtam fel.

A gyártás elkészülte után az egyetem mérés technikai laborjában Nagy János tanár úr segítségével a koordináta-mérőgépen megmértük azt. Ezt követően 3.10-es fejezetben kiértékeltem a mérést. Konklúzióként a gyártással elégedett lettem, bár terheletlen állapotban vizsgáltuk a darabot.

Jövőbeni terveimet is bemutattam a 3.9-es fejezetben. Ezeket, ha lesz rá módom, el is fogom készíteni.

Rövid gazdasági számítással zártam a munkámat, melyből kiderült, hogy a piacon fellelhető hasonló termékekhez képest drágább, viszont több darab esetén gazdaságosabb a terméket legyártani, mint megvásárolni.

5. Summary

In my thesis I planned and produced a leveling wedge, after which I have also measured its precision.

In the first section of my thesis, I surveyed the market supply. I observed the instrument regarding their fastening capabilities. I presented multiple auxiliaries, from which the manufacturers can provide unique versions, furthermore I presented the softwares and machines used during my examination.

During the selecting procedure I compared two products of AEK and decided which of them will be the model of my work. The difficulty of the task was the bolt, since it was difficult to find and also played a major part in the functioning of my work. I created the models and the designs using Solid Edge. After consulting with my supervisor, regarding the tools and machines available in the workshop, I designed the processing using a student license in Edgecam. I planned the processing course at home, created the piece, then through the use of CNC program, using industrial license, I recreated the piece again using the tools of Szikametró89 Ltd.

After measuring and cutting with a bandsaw, my programs worked on the piece after being braced in a vice-bench. I was not able to take pictures during the process because of the water quenching, therefore I used the pictures provided by Edgecam simulation.

Having finished the piece, I measured it at the university's measuring laboratory with the help of Professor Nagy, using a coordinate measuring machine. The measuring is evaluated in chapter 3.10. In conclusion, I was satisfied with the production, although the workpiece was examined in an unloaded state.

I have presented my future plans in chapter 3.9. I intend to carry them out, if time allows me.

I finished my work with a short economic calculation, in which I compared my work to those found in the market. The calculation showed, that it is more expensive to create than to buy in case of small figures, but becomes more economical as the required number of work items increases.

6. Irodalomjegyzék

- [1] Farrat (2021.06): SLIM-PG-Wedgemounts-21b, 2021. június
<https://farrat.com/wp-content/uploads/2021/06/SLIM-PG-Wedgemounts-21b.pdf>
 (utolsó letöltés: 2022. 11. 29.)
- [2] Farrat (2015.06): MAM-Wedge levelling Elements- 11a, 2015. június
<https://www.farrat.com/wp-content/uploads/2015/06/mamwedgelevellingelements11a-1704521.pdf> (utolsó letöltés: 2022. 11. 29.)
- [3] Amf (2020): Amf katalógusrészlet, 2020. december.
https://amf-embedded.partcommunity.com/3d-cad-models/FileService/File/amf/mesp/mesp_media/english/amf6460_6465_english.pdf (utolsó letöltés: 2022. 11. 29.)
- [4] Dynabrade (2003): Szintező ék, 2003.
<http://www.dynabrade.com/pdf/lit/D03.04.pdf> (utolsó letöltés: 2022. 11. 29.)
- [5] Kipp (2022): Lemezgrafitos öntöttvas, 2022
<https://www.kipp.hu/hu/hu/Szolg%C3%A1ltat%C3%A1s/Anyag-%C3%A1ttekint%C3%A9s/%C3%96ntv%C3%A9ny/pid.1097.1108.1244.9811.9812/Lemezgrafitos-%C3%B6nt%C3%B6ttvas.html> (utolsó letöltés: 2022. 11. 29.)
- [6] Enterprise Group (2022): Solid Edge, 2022
https://enterprisegroup.hu/uploads/downloads/enterprise_plm_solid_edge.pdf
- [7] NBK (2017): NBK-katalógus, 2017
https://www.nabeya.co.jp/download/pdf/leveling_c.pdf (utolsó letöltés: 2022. 11. 29.)
- [8] Nivell (2022): Központi kettős ékelvű szintező, 2022
<https://trends.directindustry.com/nivell/project-111389-124585.html>
 (utolsó letöltés: 2022. 11. 29.)

[9] Loks ACÉL (2018) S235JR, 2018. október

<http://loksacel.hu/wp-content/uploads/2018/10/s235jr.pdf> (utolsó letöltés: 2022. 11. 29.)

[10] Frischherz Dax Gundelfinger Häffner Itschner Kotch Staniczek: Fémtechnológiai táblázatok. B+V Lap és Könyvkiadó Kft. Budapest. 1997.

[11] Dr. Terplán Zénó: Pattantyús gépész- és villamosmérnökök kézikönyve, 3 gépek szerkesztése és üzemtana. Budapest, 1961.

[12] Dr. Kósa Csaba – Gyurcsovics Lajosné – Halassy István – Horváth Sándor – Kovács Gyula – Kriza Kálmán: Nyugvó rendszerek mechanikája. ÓE. Budapest, 2010.

[13] Diószegi György – Dr. Gyurcsovics Lajosné – Dr. Kósa Csaba – Körtvélyesi Géza – Dr. Lehotai Péter – Mátskássy Gábor – Szabó Endre: Géprajz- Gépelemek II. ÓE. Budapest, 2010.

7. Mellékletek

1. sz. melléklet: Műszaki rajzok (Összeállítási rajz, műhelyrajzok)

2. sz. melléklet: Műveleti utasítás

3. sz. melléklet: Szerszámterv