



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

Bliszter jelölőtoll- tartó gyártás tervezése

OE-BGK
2022.

Hallgató neve:
Hallgató törzskönyvi száma:

Falusi Bálint
T009073/FI12904/B



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

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

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Falusi Bálint

Szakdolgozat száma: SZD22052513067700

Törzskönyvi száma: T009073/FI12904/B

Neptun kódja: XXXXXXXXXX

Szak: gépészmérnöki

Specializáció: gépészmérnöki - CAD-CAM-CNC

A dolgozat címe: Bliszter jelölőtoll- tartó gyártás tervezése

A dolgozat címe angolul: Blister marker pen holder production design

A feladat részletezése:

1. Készítsen irodalomkutatást a témával kapcsolatban!
2. Válasszon előgyártmányt és készítsen leválasztási tervet a munkadarabhoz!
3. Készítse el a gyártáshoz szükséges dokumentációkat, különös tekintettel a szerszámválasztásra, műveleti utasításra!
4. Készítsem CAM programot a munkadarab gyártásához!
5. Mutassa be a legyártott alkatrészeket, végezzen vizsgálatot megfelelőség szempontjaival!

Intézményi konzulens neve: Oláh Ferenc

Külső konzulens neve: Csóka Norbert

Munkahelye: Richter Gedeon Nyrt.

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, 20. 22.12.09.

Falusi Balint

hallgató aláírása

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés	4
2.	Az szerkezet ismertetése	5
2.1	Az alkatrészek részletezése	6
2.2	A rajzok bírálata	8
3.	A forgácsolási eljárások ismertetése	9
3.1	Általános forgácsolási eljárások	9
3.2	Marási eljárások	10
3.3	Furatmegmunkálás	12
3.4	Menetmegmunkálás	13
3.5	CAM mozgásciklusok	14
4.	A gyártás előkészítése	19
4.1	Anyagválasztás	19
4.1.1	1.4541	19
4.1.2	1.4404	20
4.2	Előgyártmány választás	22
4.3	Felfogási és leválasztási terv készítése	28
5.	A gyártás tervezése	37
5.1	Szerszámválasztás	37
5.2	Műveleti utasítás készítése	45
6.	Az alkatrészek gyártása és bemutatása	52
6.1	CAM program készítése és posztprocesszálas	52
6.2	Elkészült szerkezet bemutatása	54
7.	Összefoglalás	56
8.	Summary	58
9.	Irodalomjegyzék	60
10.	Mellékletek	62

1. Bevezetés

A gépészmérnöki Bsc során hat hetes szakmai gyakorlatot kellett teljesítenem, melyet a Richter Gedeon Nyrt.-nél végeztem el. A cég gyógyszergyártással, kutatás-fejlesztéssel és kereskedelemmel foglalkozik. Mivel CAD-CAM-CNC szakirányon folytatom tanulmányaim, így főként a forgácsoló műhelyben tevékenykedtem, de betekintést nyertem az üzemek gyártási folyamataiba is.

A műhelyben egyedi gyártás zajlik, főként karbantartási problémák kiküszöbölésére, de ritkán a gyártás fejlesztéséhez is készítenek alkatrészeket. Itt megismerkedtem az esztergálás, a vízsugárvágás, és a marás technológiájával is. Az esztergálás egyetemes, míg a marás és a vízsugárvágás CNC gépeken zajlik.

A gyakorlatom ideje alatt érkezett egy projekt, melynek a technológiai kidolgozását kaptam feladatként és szakdolgozatom témájaként. Ez egy bliszterjelölő filctoll tartó szerkezet, mely négy alkatrészből áll.

A technológia tervezését előkészítéssel kezdem. Itt a kapott alkatrészműrajzokat vizsgálom és ha szükséges, módosítom a tervezőmérnökkel egyeztetve. Kiválasztom az előgyártmány anyagát és méretét, majd leválasztási tervet készítek.

A gyártás tervezésénél fontos szempont, hogy egyedi gyártást végzünk, tehát nem célunk a gyártás idejének minimalizálása, inkább a szerszámok éltartamának növelése. A gyártáshoz a műhelyben található szerszámkészletből választok. A megmunkáláshoz a Siemens OPTImill F150 CNC megmunkáló központot fogom használni, amelyen Sinumerik 828D szoftver fut. A gépkezelés megkönnyítéséhez CAM programot fogok készíteni az EdgeCam szoftver segítségével, majd posztprocesszálassal NC kódot generálok. Végezetül legyártjuk az alkatrészeket, ellenőrzöm a méretek helyességét, sorjázom az összes élt. Összeszerelés után megvizsgálom, hogy a szerkezet ellátja-e a feladatát.

2. Az szerkezet ismertetése

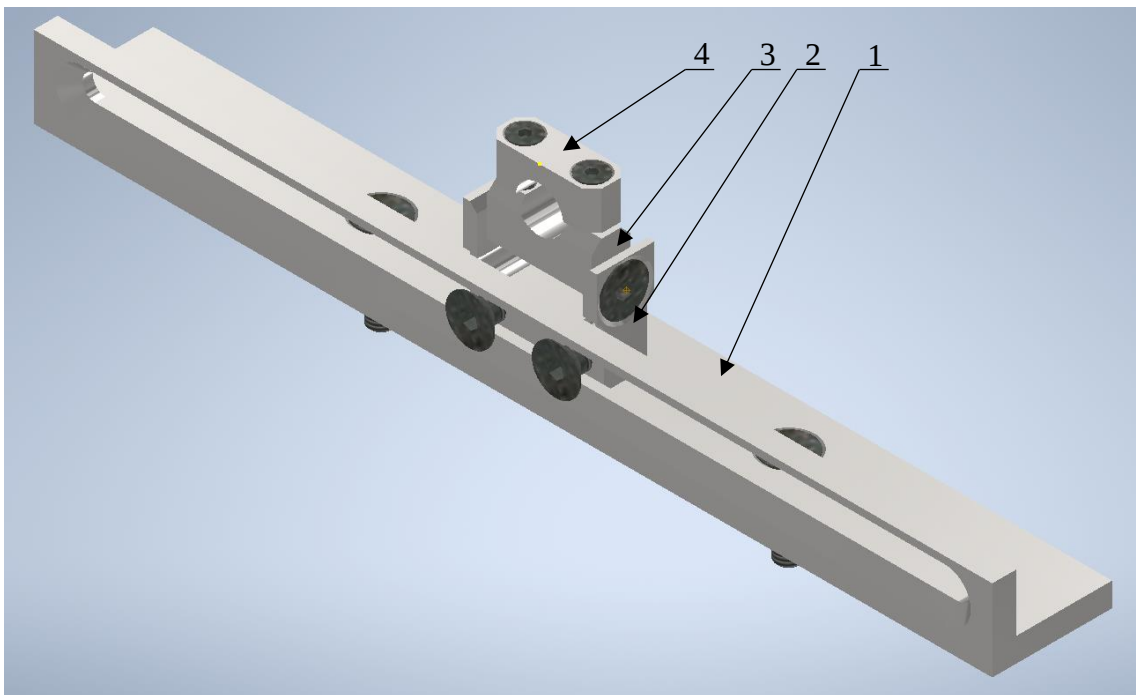
Ebben a fejezetben részletezem a szerkezet felépítését és az alkatrészek tulajdonságait.

Az összeállítási rajzot az 1. számú melléklet tartalmazza.

A szerkezet 12 alkatrészből áll:

- Egy felfogólapból (1),
- Egy közdarabból (2),
- Egy forgató alkatrészből (3),
- Egy szorítóbol alkatrészből (4),
- Négy M5x12 csavarból,
- Kettő M5x20 csavarból,
- Kettő M3x12 csavarból.

Az 1-4 alkatrészeket szeretnénk legyártani, míg az ISO 10642 szabvány szerinti, nyolc belső hatszög kulcsnyílású, süllyesztett fejű csavart, katalógusból rendeljük. A gyártásokat CAM rendszer segítségével fogom elkészíteni. A gyártás szervezési típusa egyedi gyártás, mivel mindegyik alkatrészből 1 darab készül. Zárójelben jelöltem az alkatrészek sorszámát.



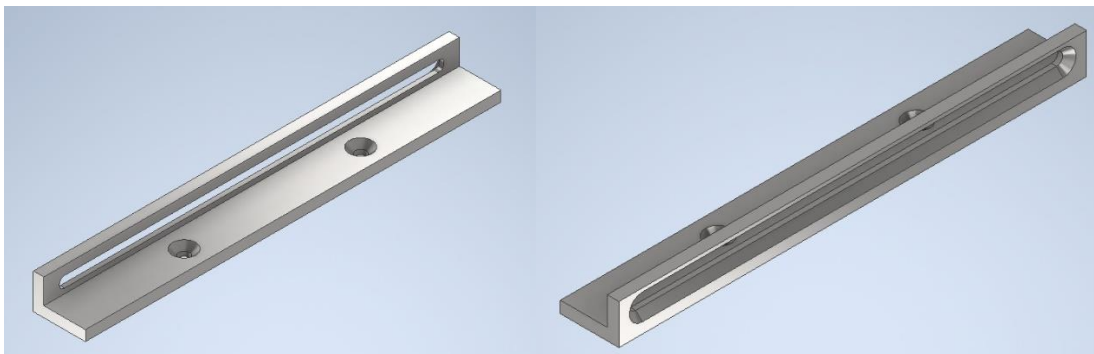
2.1. ábra A Blizster jelölőtoll- tartó CAD összeállítás

A szerkezet steril területen kerül felhasználásra. Más néven ezt tiszta területnek nevezik, és több előírásnak is meg kell felelnie. Ezeket az előírásokat, avagy elveket a GMP (Good Manufacturing Practice, Helyes Gyógyszergyártási Gyakorlat), GLP (Good Laboratory Practice, Helyes Laboratóriumi Gyakorlat) illetve a GCP (Good Clinical Practice, Helyes Klinikai Gyakorlat) tartalmazza. Az összeállított szerkezetre vonatkozóan kijelenthetjük, hogy a szennyeződések elkerülése érdekében, minden alkatrész anyaga legyen rozsdamentes acél. Az összeállítás feladata, hogy egy jelölő filctollat tartson, amely különböző méretű és fajtájú, végtelenített blisztereket szín kódol. Bliszternek a gyógyszert tartó levelet nevezzük.

2.1 Az alkatrészek részletezése

A felfogólap jellemzése:

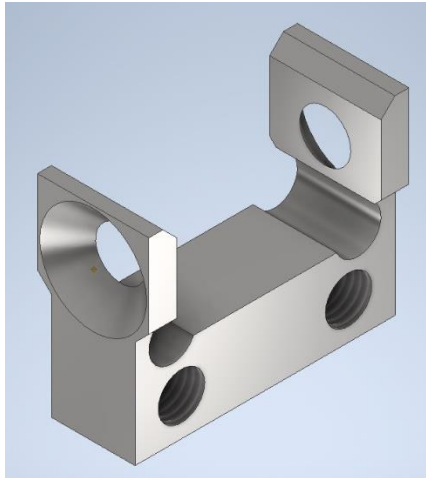
Befoglaló méretei: 25x17x200 mm. A felfogólap feladata rögzíteni a szerkezetet a kialakított helyére, megvezetni és rögzíteni a közdarabot. Egy 5mm-es L-szelvény, amelyen két süllyesztett furat található a felfogáshoz, ide kerülnek az M5x20 csavarok. Egy prizma alakú horonyban két M5x12-es csavar feje csúszik. Ezek vezetnek és rögzítik a közdarabot.



2.2. ábra A felfogó CAD modellje

A közdarab jellemzése:

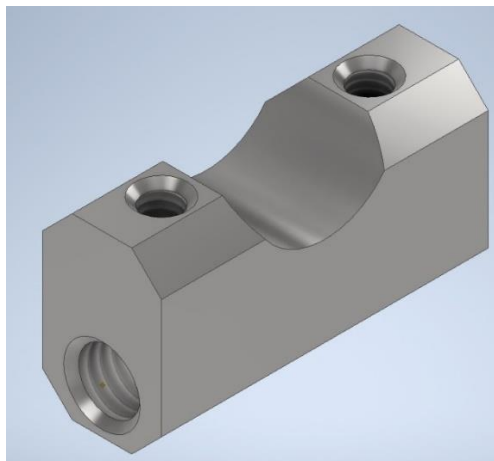
Befoglaló méretei: 12x22x28 mm. A felfogólaphoz való rögzítéshez rendelkezik két M5-ös menetes furattal és a két oldalán 45°-os letöréses lépcsővel. A megfelelő pozícióban a csavarok meghúzásával tudjuk fixálni. A közdarab feladata rögzíteni a forgató alkatrészt, amelynek könnyebb elhelyezését két letörés biztosítja. A rögzítést két süllyesztett furat a közdarab két oldalán, illetve két Ø5 mm-es könnyítés segíti.



2.3. ábra A közdarab CAD modellje

A forgató alkatrész jellemzése:

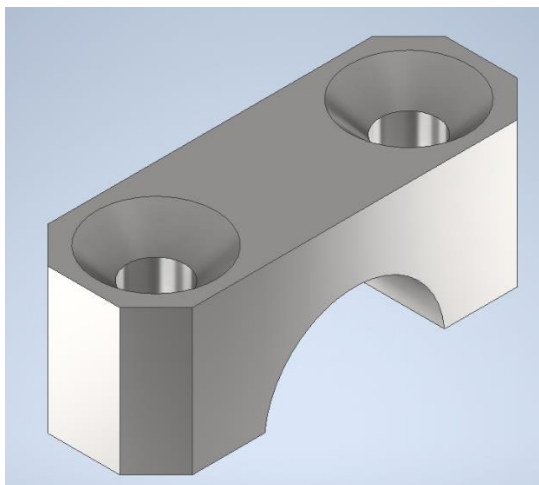
Befoglaló méretek: 8x12x22 mm. A forgató alkatrész feladata biztosítani a filctoll döntését és alátámasztását. A közdarabhoz való csatlakozáshoz rendelkezik a két oldalán két M5-ös menetes furattal. A döntés szögét beállítva a két csavar meghúzásával tudjuk fixálni. A két M3 menetes furatról és a nyitott félkör zsebről a szorító alkarésznél beszélek majd bővebben.



2.4. ábra A forgató alkatrész CAD modellje

A szorító alkatrész jellemzése:

Befoglaló méretek: 8x8x22 mm. A szorító alkatrész feladata a filctoll rögzítése. Ehhez rendelkezik két süllyesztett furattal. Ezekbe M3-as csavarok kerülnek és a forgató alkatrészen található M3-as menetes furatba csatlakoznak. A filctollat behelyezve a két alkatrészen található nyitott félkör zsebek közé, a két M3-as csavar meghúzásával biztosítjuk a szorítást.



2.5. ábra A szorító alkatrész CAD modellje

2.2 A rajzok bírálata

Az alkatrészbizottság a 2. számú melléklet tartalmazza.

A kapott rajzokat megkaptam, átnéztem és a következő megállapításokat tettem:

- A méretháló megfelelő, nem túldefiniált és minden méret leolvasható, vagy kiadódó,
- A tűrések megfelelőek, jól vannak jelölve,
- Nem jelölt tűréseket az MSZ ISO 2678 tartalmazza,
- Általános élettörés nincs előírva,
- A felfogólap és a közdarab minden élét sorjázni kell,
- A süllyesztések csúcshöke 90°,
- A metszetek jól vannak ábrázolva,
- A felfogólap felülete szálcsiszolt, amely felületi érdesség, marási eljárásokkal is elérhető,
- A menetek jól vannak ábrázolva,
- Gyárthatóság szempontjából megfelelő méretek lettek elhelyezve a rajzon.

A rajzokon nem szükséges változtatásokat végezni.

3. A forgácsolási eljárások ismertetése

Ebben a fejezetben ismertetem az általános forgácsolási eljárásokat, illetve részletesen kitérek a lehetséges felhasználható eljárásokra, amelyek a marás, a furatmegmunkálás és a menetvágás. Végezetül kitérek a CAM marási mozgásciklusokra.

A forgácsolás egy olyan megmunkáló folyamat, amely során az alakadás, anyag leválasztással történik.

3.1 Általános forgácsolási eljárások

- *Esztergálás* során állandó keresztmetszetű forgács képződik és forgásszimmetrikus szelvényű munkadarabok állíthatóak elő. A forgó főmozgást a rögzített munkadarab, míg a mellékmozgást a szerszám végzi.[1]

A megmunkálandó alkatrészeim nem forgásszimmetrikusak, ezáltal ezt az eljárást nem fogom alkalmazni.

- *Gyalulás és vésés* esetén állandó keresztmetszetű forgács szakaszosan kerül leválasztásra. A főmozgás egyenes vonalú, amely vésésnél függőleges, gyalulásnál pedig vízszintes.[1]

A gyártás helyszínén nem áll üzemre képes gyalu vagy vésőgép, ezért ezt az eljárást nem részletezem kutatómunkám során.

- *A köszörülés* egy összetett csiszolóvágási folyamat, amely során nagyszámú geometriailag nem meghatározott vágóélekkel történik a megmunkálás. Minden szem forgácsot távolít el a munkadarabból. A köszörűkorong és a munkadarab között nem állandó az érintkezés. A köszörülési eljárások három fő csoportja a körköszörülés, a síkköszörülés és az alakköszörülés.[2]

- *A furatmegmunkálás* közel egyharmadát teszi ki az összes alkalmazott eljárásnak. A főmozgást és a mellékmozgást is minden esetben a szerszám végzi.[1]

Minden alkatrészen található furat, ezért ezt az eljárást a későbbiekben részletesebben kifejtem.

- *Marás* során a keresztmetszetet a mellékmozgások befolyásolják. A forgó főmozgást a szerszám, míg a mellékmozgást a munkadarab végzi alapesetben.[1]

Nem forgásszimmetrikus munkadaraboknál használt eljárás, tehát az én alkatrészeimhez alkalmazható. A következő alfejezetben részletesebben is kitérek a marások fajtáira.

- Egyéb eljárások, amelyeknél nem szükséges forgácsolóél jelenléte:
Szikraforgácsolás:

Az egyik legelterjedtebb nem hagyományos anyageltávolítási folyamat. Egyedülálló tulajdonsága, hogy termikus energiát használ, elektromosságot vezető alkatrészek megmunkálásához keménységtől függetlenül. Eme tulajdonsága végett használják elsősorban öntőforma, bélyeg, autóiipari, repülőgépipari, és sebészeti alkatrészek gyártásánál. [3]

Vízugaras vágás:

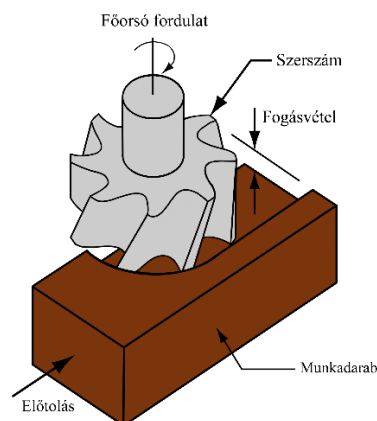
Alapelve, hogy a megmunkálandó anyaggal kölcsönhatásba lép egy nagy nyomású nagy sebességű vízszugár, mely lehet tiszta víz vagy abrazív. Utóbbi esetben a vízhez abrazív anyagot adunk ezzel növelve az eróziós hatását és a megmunkálható anyagok körét. [4]

3.2 Marási eljárások

CNC gépeken a mellékmozgásokat végezheti a munkadarab, a szerszám vagy mind a kettő egyszerre. A marás két fő változata:

- *Homlokmarás:*

A megmunkált felület merőleges a marótengelyre és a szerszám fogai a homlokrészen vannak kiképezve. Két változata a szimmetrikus és az aszimmetrikus homlokmarás.[1]

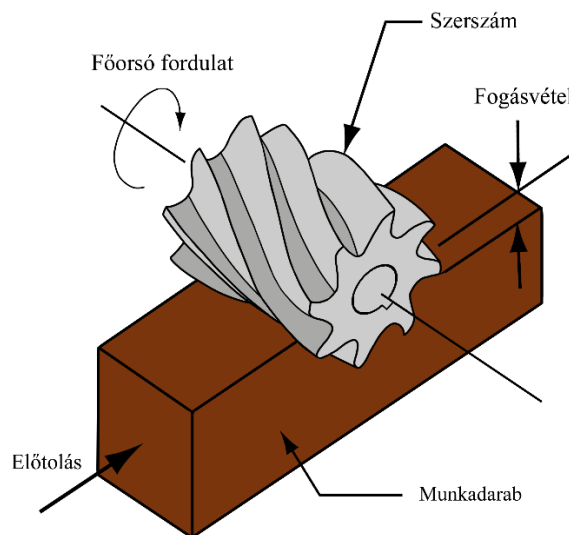


3.1. ábra. A homlokmarás [5]

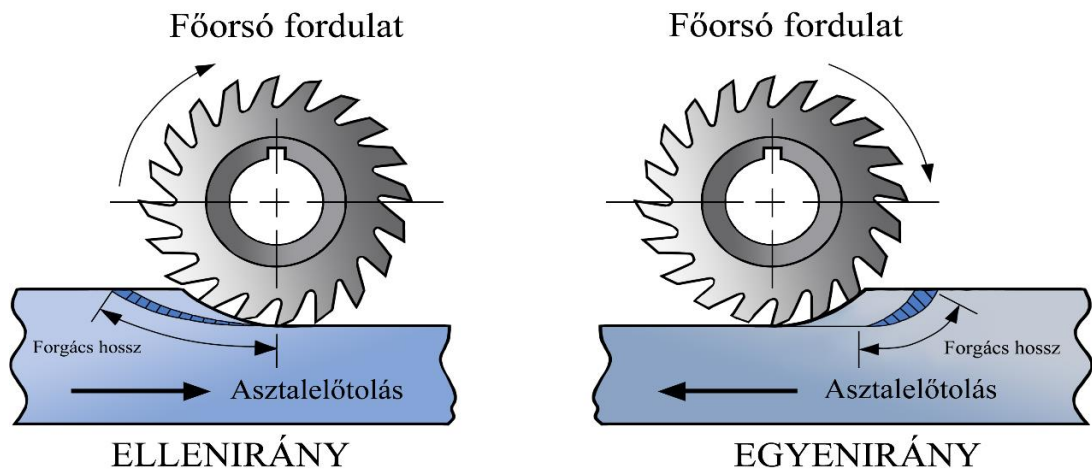
Homlokmaráskor a szerszám átmérője általában nagyobb, mint a megmunkálandó felület szélessége. Szimmetrikus homlokmaráskor a szerszám-munkadarab érintkezési szöge ugyanakkora kilépéskor, mint belépéskor ($\Phi_{be} = \Phi_{ki}$). Aszimmetrikus homlokmaráskor a kapcsolási szám nagyobb melyet úgy érthetünk el, ha a belépési szög kisebb a kilépési szögnél ($\Phi_{be} < \Phi_{ki}$). [1]

– *Palástmarás:*

A megmunkált felület párhuzamos a marótengellyel és a fogak a palástfelületen helyezkednek el. A palástmarás két fő változata az ellenirányú és egyenirányú marás. [1]



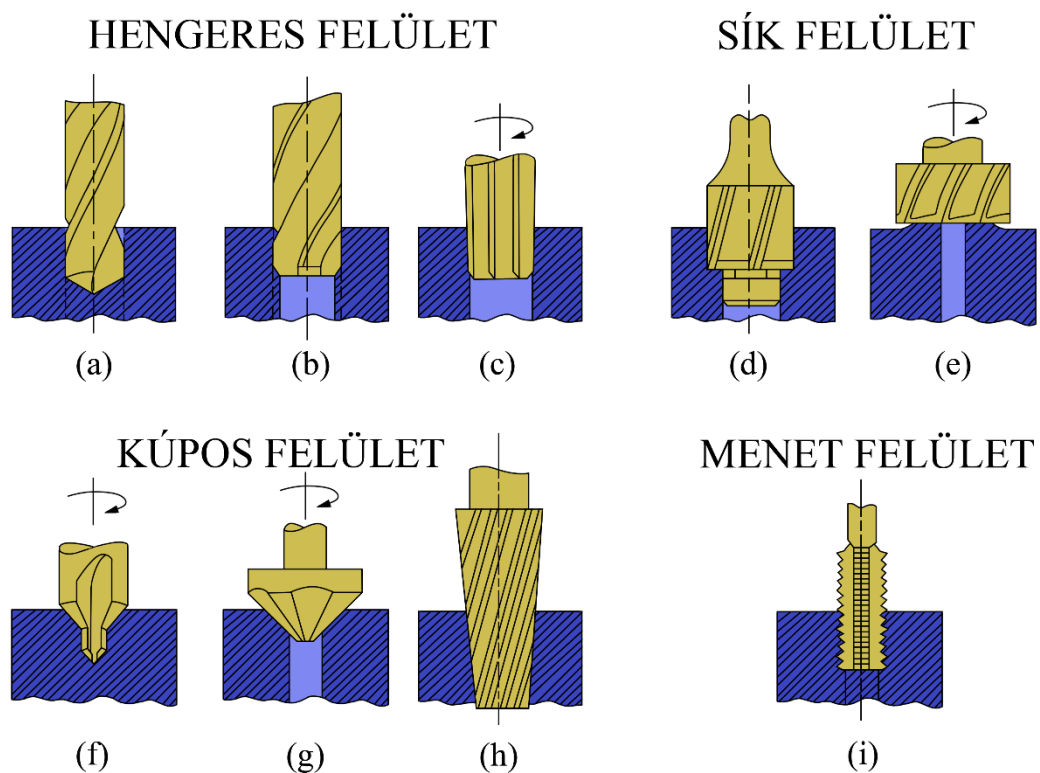
3.2. ábra A palástmarás [5]



3.3. ábra A palástmarás fő változatai [6]

Ellenirányú marásnál a forgácsolósebesség v_c vektora ellentétes irányú az asztalelőtolás v_f sebességével, ezért a forgácsoló erő és a forgácsvastagság nulláról maximumra emelkedik. Egyenirányú marásnál a forgácsolósebesség v_c vektora megegyező irányú az asztalelőtolás v_f sebességével, ezért a forgácsvastagság és a fellépő forgácsolóerő a maximumról nulláig csökken.[1]

3.3 Furatmegmunkálás



3.4. ábra A furatmegmunkálás változatai

a) Telibe fúrás b) Felfúrás d) Csapos sülyesztés h) Alakos dörzsárazás i) Menetfúrás [7]

c) Dörzsárazás e) Sík sülyesztés f) Központfúrás g) Alakos sülyesztés [8]

- (Telibe)fúrás a leggyakrabban alkalmazott eljárás átmenő- és zsákfuratoknál. 25mm átmérő alatt önálló műveletként, nagy átmérőjű furatoknál pedig előmunkálásként alkalmazzák. Pontossága IT7...IT9.[1]

Az alkatrészeimen főleg kis átmérőjű furatok találhatóak, ezért ezt a furatmegmunkálási változatot fogom előnyben részesíteni.

- *A felfúrás* általában nagyobb átmérőjű vagy növelt pontosságú furatok előállítására szolgál. Egy előfúrt átmérőről csigafúróval bővítenek a kész méret eléréséig. [1]
Mivel a legnagyobb furat, amelyet elkell készítenem Ø10 mm-es, így ezt a megmunkálási változatot nem célszerű alkalmazni.
- *A süllyesztésnek* több változatát alkalmazzák. Kúpsüllyesztésről beszélhetünk különböző csúcsszögű (60, 75, 90, és 120°) felületek előállításakor, hengeres furatbővítésről pedig akkor, ha a felületek megmunkálása előfúrt átmérőről kész méretig történik. [1]
Hengeres süllyesztések nem találhatóak az elkészítendő alkatrészekben, viszont kúpsüllyesztés több furatnál is van, amelyek csúcsszöge 90°.
- *A dörzsárazás* egy befejező megmunkálása a kúpos, hengeres és síkfelületeknek. A forgácsvastagság nagyon alacsony a kis ráhagyás és a nagy fogszámmal ($z=6...12$) rendelkező szerszám miatt. Pontossága IT6...IT8. [1]
Az alkatrészekben levő furatok közül egyik sem rendelkezik túrt mérettel, ezért dörzsárazás nem szükséges, viszont több menetes furat is van, tehát a következőkben ezeknek a megmunkálását bővebben részletezem.

3.4 Menetmegmunkálás

Alapvetően két fő csoportba oszthatók a menetmegmunkáló eljárások:

- *felület azonos menetmegmunkáló eljárások* azok, melyek a csavartfelület közvetlenül hozzák létre a munkadarab és a szerszám viszonylagos elmozdulásával.[9]
- *felületidegen* eljárások azok, melyek a csavarfelület burkolófelületét hozzák létre. [9]

Az eljárásokat a 3.1. táblázat tartalmazza.

	Felület azonos menetmegmunkálás	Felület ideges menetmegmunkálás
Egy profilszelvényű szerszám	Menetvágás: – Forgácsoló késsel – Kör és hasáb késsel	– Hosszú menetmarás – Menetköszörülés – Külső menet örvénylő marása (külső-, belső érintkezéssel) – Bolygó menetmarás (külső, belső)
Menetfésűs szerszám	– Menetfúrás – Menetmetszés – Menetvágás fésűs (hasáb- vagy kör) késsel – Képlékeny menetalakítás	– Rövidmenet marás – Menetköszörülés fésűs koronggal – Menethengerlés – Külső-, belső felület örvénylő menetmarása menetfésűvel

3.1. táblázat Menetmegmunkáló eljárások [9]

3.5 CAM mozgásciklusok

A CAM marási mozgásciklusokat dimenzió szám, tehát a megmunkálás, vezérlés szabadságfoka alapján lehet osztályozni. Fél dimenzió jelenti a szakaszos fogásvételi mozgást, míg az egész szám az egyidejűleg mozgatható tengelyek számát megmunkálás során. [10]

Ez alapján beszélhetünk [10]:

- 1D - egy tengely menti elmozdulás, pl. Fúrás,
- 2D - két tengely menti egyidejű elmozdulás, pl. Esztergálás, Síkbeli kivágás,
- 2.5D – síkbeli megmunkálás és fogásvételi mozgás, pl. Marási feladatok egy része (nagyolás, teraszoló simítás),
- 3D – három tengely menti elmozdulás, pl. Koordináta mérőgép,
- 4D – pl. Kivágás 2 síkon, Ikerorsós esztergálás,

- 5D – három tengely menti elmozdulás és 2 tengely menti forgó mozgás,
- 6D – pl. Ipari robotok pályavezérlése,
- xD – Söktengelyes szerszámgépek mozgása, pl. Szerszámköszörű.

2.5D marási mozgásciklusok:

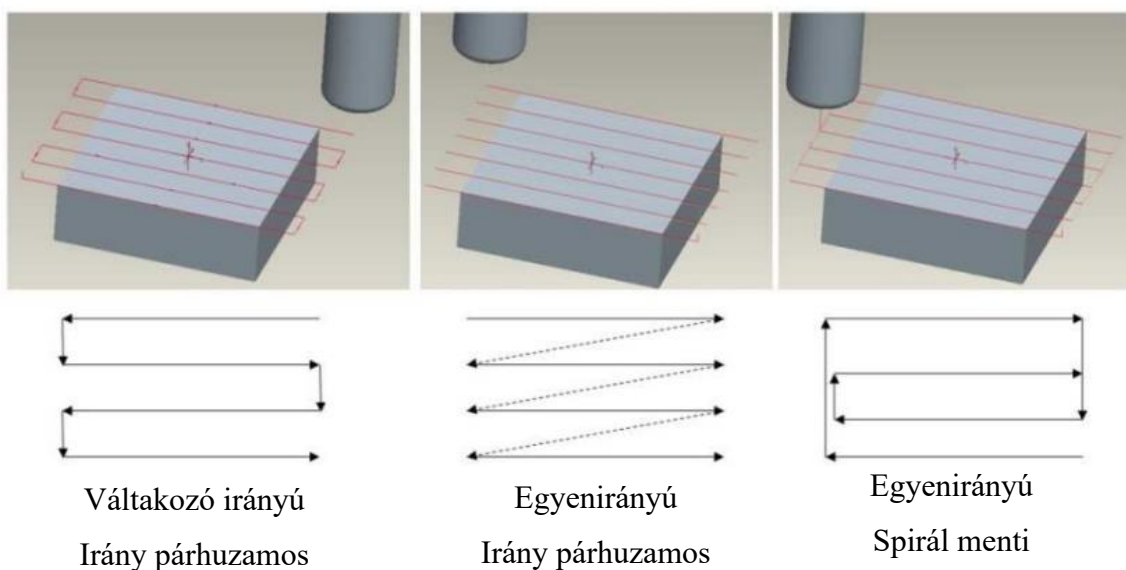
A szerszám két tengely mentén (általában X-Y) végez forgácsoló mozgást, a harmadik tengely függetlenül mozog attól, hogy a mozgás előtoló, gyorsmeneti vagy forgácsoló.

Ide sorolható a síkmarás, térfogatmarás, teraszoló kontúrmarás, zsebmarás, sarokmarás, fűrés.[10]

– *Síkmarás [10]:*

Szabad kifutású munkasíkkal párhuzamos felület megmunkálására alkalmas, lehet nagyolás vagy akár simítás is. A marási irány lehet ellenirányú, egyenirányú vagy váltakozó irányú. A pásztázási stratégia, mely megadja a felület bejárásának módját lehet:

- Íránykövető: Az előtolás iránya megegyezik egy kijelölt iránnyal
- Kontúrkövető: A kijelölt síkfelület befoglaló sokszög kontúrral párhuzamos egyre kisebb méretű sokszög mentén mozog a szerszám
- Spirális: hasonlít a kontúrkövető pásztázásra, de folyamatosan vált a következő sokszög kontúrra a szerszám



3.5. ábra Síkmarási ciklusok [10]

– *Térfogatmarás [10]:*

Egy térfogat megmunkálása több fogásból. Használható simításra és nagyolásra. A szerszámpálya a tulajdonképpen egy síkmarás a térfogat által meghatározott kontúron belül. A pásztázási és pályaoptimalizálási beállítások ezért hasonlóak. Mivel a forgácsolás több fogásban történik, ezért fogásvételi mozgást kell definiálni. Három fő mozgást érdemes megemlíteni:

– *Szerszámtengely irányú fogásvétel:*

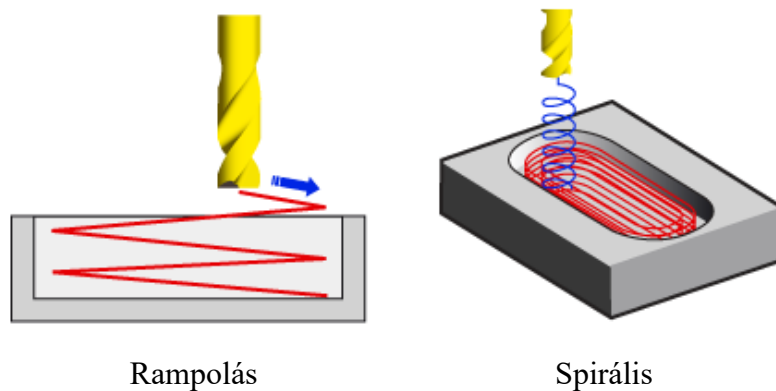
Keresztéllel rendelkező szerszámokkal lehetséges, azonban kerülendő. Ha lehetőség van rá, akkor érdemes a darabon kívül fogásvételt végrehajtani.

– *Rampolás:*

Rézsű bemerülés, tehát a szerszám X-Z mozgás során Z irányú mozgást is végez. A bemerülés szögét kell meghatározni (2-10° közötti érték ajánlott).

– *Spirál bemerülés:*

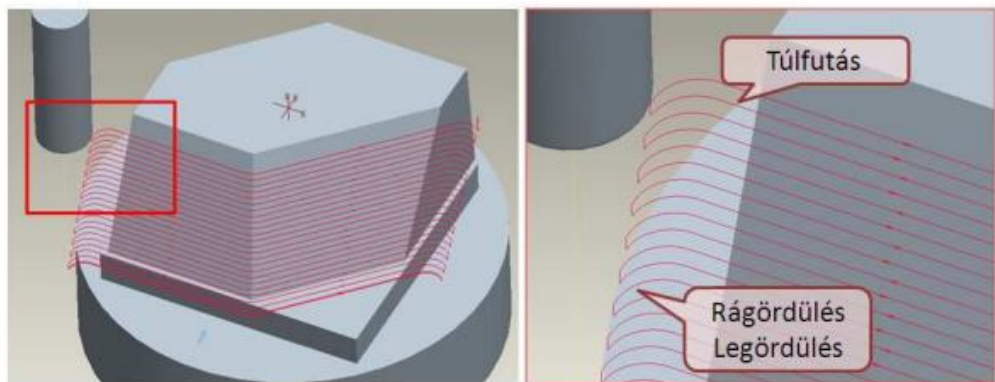
Ha nincs hely rampolásra, akkor körív mentén is lehetséges bemerülni. A körív sugara legyen legalább a szerszám átmérő másfélszerese.



3.6. ábra Bemerülési stratégiák (EdgeCAM)

– *Teraszoló kontúrmarás [10]:*

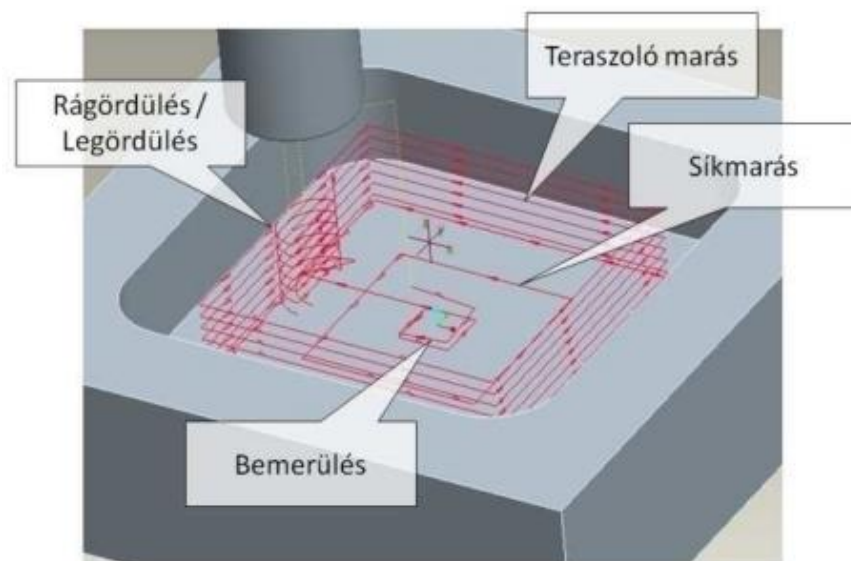
Másnéven profilozás, meredek felületek gömbvégű vagy sarokrádiuszos maróval történő simítására használják. A meredekség 45° -nál nagyobb különben a lépcsők túl nagyok lesznek. A lépcsők méreteit kell figyelembe venni. Minél meredekebb a felület annál nagyobb fogásmélység használható. Érdeemes túlfutást, begördülést, és rágördülést alkalmazni, a simább bekezdés érdekében. Ezáltal a szerszám terhelése fokozatos és kevésbé látszik meg a felületen. Ajánlott ráfutás és túlfutás 2-5mm.



3.7. ábra Teraszoló Kontúrmarás [10]

– *Zsebmarás [10]:*

Függőleges oldalakkal és síkfelülettel rendelkező elemeket tudjuk simítani ezzel a mozgásciklussal. Térfogatmarással vagy síkmarás és teraszoló marás kombinációjával is megoldható a probléma, ezért a beállítások hasonlóak. Sarkok simítása jelenthet problémát, ennek érdekében ajánlott kisebb átmérőjű szerszámot választani, mint a sarok lekerekítés, így az irányváltás nem hirtelen következik be, hanem folyamatos körív mentén. Másik lehetőség CAM rendszer segítségével a saroknál csökkenteni az előtolást körülbelül 50%-ra.



3.8. ábra Zsebmarás [10]

– *Sarokmarás [10]:*

Letörés vagy lekerekítés készíthető vele alakos maró szerszám, használatával.

– *Fúrás [10]:*

Legtöbb Cam rendszerben a 2.5D marás modulban található, de inkább furatmegmunkálásról beszélhetünk. Magába foglalja a központozást, süllyesztést, dörzsárazást, menetfúrást is. Mindegyik ciklushoz különböző beállítás tartozik. A CAM rendszerek előnye egyszerű G kódos programozáshoz képest, hogy a program kiszámolja a legrövidebb összekötő mozgásokat, illetve CAD modell alapján határozza meg a furatok mélységét.

4. A gyártás előkészítése

Ebben a fejezetben anyagot és előgyártmányt választok a műhely lehetőségeinek figyelembevételével illetve felfogási és leválasztási tervet készítek az alkatrészekhez.

4.1 Anyagválasztás

Mivel a szerkezet steril területre fog kerülni, az egyetlen anyagi előírás, hogy rozsdamentes acélból készüljön. A műhelyben kétféle található: 1.4541 és 1.4404. Ezt a két acélt fogom a következőkben összehasonlítani.

4.1.1 1.4541

Elnevezések szabványok szerint [11]:

MSZ	DIN	EN
KO36	1.4541	X6CrNiTi18-10

4.1. táblázat 1.4541 megnevezések

Auszténites szövetszerkezetű rozsdamentes króm-nikkel acélötvözet. Titán adalékkal stabilizált és nagyon jó a korrózióállósága hegesztést követően is. Emiatt viszont nem polírozható, de mélyhúzásra és hajlításra alkalmas. Előnye a magasabb folyáshatár és viszonylag magas hőmérsékleten is megtartja korrózióállóságát és szilárdságát. A legtöbb auszténites rozsdamentes acél így a 1.4541 is megtartja szívósságát és szilárdságát mínusz hőmérsékleten. [11]

Alapvető tulajdonságok [11]:

Sűrűség	Olvadási tartomány	Keménység (HB)	Szövetszerkezet	Mágnesezhetőség	Polírozhatóság
7,9 kg/dm ³	1400-1425°C	max. 215	auszténites	nem	nem

4.2. táblázat 1.4541 alapvető tulajdonságai

Kémiai összetétel [11]:

C	Si _{max}	Mn _{max}	P _{max}	S _{max}	Cr	Ni	Ti
≤ 0,08	1,00	2,00	0,045	0,015	17,0-19,0	9,0-12,0	(5xC) -0,70

4.3. táblázat 1.4541 kémiai összetétele

Mechanikai tulajdonságok [11]:

Folyáshatár R _{p02}	Szakítószilárdság R _m	Nyúlás A
≥ 200	500-700	≥ 40

4.4. táblázat 1.4541 mechanikai tulajdonságok

Felhasználási területek [11]:

- Atomenergia ipar
- Enyhe és közepesen maró közegekben
- Papíripar
- Textilipar
- Élelmiszeripar
- Petrokémia ipar
- Kőolajfinomítás

4.1.2 1.4404

Elnevezések szabványok szerint [12]:

MSZ	DIN	EN
KO38	1.4404	X2CrNiMo17-12-2

4.5. táblázat 1.4404 megnevezések

Auszténites szövetszerkezetű saválló króm-nikkel-molibdén acélötvözet. magas (2,0-2,5%) molibdéntartalma miatt magas a korrózióállósága (különösen kloridok ellen). Második legszélesebb körben használt saválló acélfajta. Viszonylag magas hőmérsékleten is kiválóan teljesít. A legtöbb auszténites rozsdamentes acél így a 1.4404 is megtartja szívósságát és szilárdságát mínusz hőmérsékleten. [12]

Alapvető tulajdonságok [12]:

Sűrűség	Olvadási tartomány	Keménység (HB)	Szövetszerkezet	Mágnesezhetőség	Polírozhatóság
7,95 kg/dm ³	1400°C	max. 215	ausztenites	nem	Igen

4.6. táblázat 1.4404 alapvető tulajdonságai

Kémiai összetétel [12]:

C	Si _{max}	Mn _{max}	P _{max}	S _{max}	N	Cr	Ni	Mo
≤ 0,03	1,00	2,00	0,045	0,015	≤ 0,11	16,5-18,5	10,0-13,0	2,0-2,5

4.7. táblázat 1.4404 kémiai összetétele

Mechanikai tulajdonságok [12]:

Folyáshatár R _{p02}	Szakítószilárdság R _m	Nyúlás A
≥ 220 MPa	520-670 Mpa	≥ 45

4.8. táblázat 1.4404 mechanikai tulajdonságok

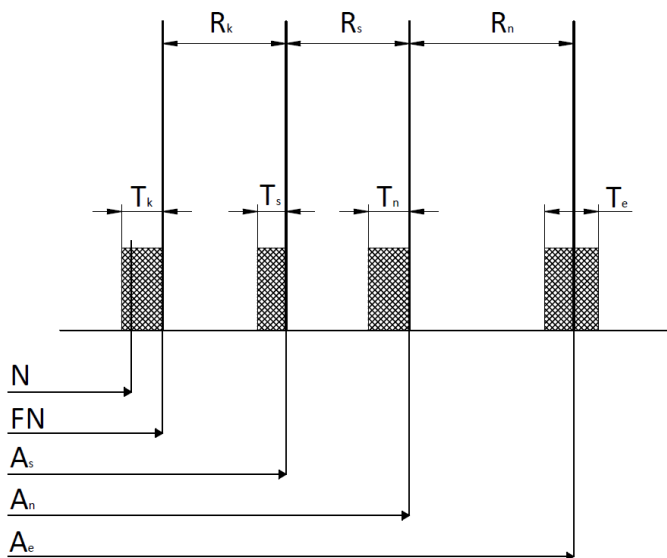
Felhasználási területek [12]:

- Vegyipar
- Textilfeldolgozó ipar
- Papírgyártás
- Egészségügyi alkatrésze és berendezések gyártása
- Élelmiszerfeldolgozó ipar
- Építőipar

A két anyag hasonló értékekkel rendelkezik így a választást nem a tulajdonságaik fogják befolyásolni, hanem gazdasági okok és raktárkészlet alapján. A ráhagyásszámítás után döntöm el végül melyik anyagból készüljenek el az alkatrészek.

4.2 Előgyártmány választás

Az előgyártmányok pontos méreteihez és a gyártás során keletkező hibák kiküszöböléséhez szükséges ráhagyásszámítást végezni. Ilyenkor keressük az optimális méretet, amely kielégíti a minőségi és gazdaságossági feltételeket is. A ráhagyások meghatározásának legegyszerűbb módja a tapasztalati módszer, amikor a technológus ismereteire, az alkatrész jellegére, anyagára és a megmunkálás lépéseinek megfelelően határozza meg a ráhagyás értékeit. [1] A ráhagyások felépítését a 4.1. ábra mutatja. Általános esetben nagyolási, simítási és köszörülési ráhagyásról beszélhetünk. Az én esetemben nagyolási és simítási ráhagyásszámítás szükséges. A minimális megmunkálási ráhagyás szabványos értéke 1,5 mm.



4.1. ábra Műveleti ráhagyás felépítése

ahol:

- N: Névleges méret
- FN: Felső határméret
- A_s , A_n , A_e : simítási, nagyolási, előgyártmány alapméter
- R_k , R_s , R_n : köszörülési, simítási, nagyolási ráhagyás
- T_k , T_s , T_n , T_e : köszörülési, simítási, nagyolási és előgyártmány túrés

A ráhagyások számítással is meghatározhatók, ha a művelet hibáit összegezzük. Az összegzendő hibák.

Ezek a hibák lehetnek a felület hibái [13]:

- *Méret hiba:* A munkadarabon megvalósított méret hibája. Ezen belül van a mérettűrési hiba és a megmunkálás pontosságának hibája,
- *Alak hiba:* A munkadarabon megvalósított alak hibája. Például, ovalitás, szögletesség, bütykösség,
- *Mikrogeometria hiba:* A felületi érdesség, amely a munkadarabon megvalósított felület mikrogeometriai egyenetlenségeinek mértéke,
- *Felületi réteg hibája.*

Vagy lehetnek a művelet hibái:

- *Bázisválasztási hiba,*
- *Felfogási hiba.*

A várható hibák alapján számítható a következő képlettel [13]:

$$Z_m = \vartheta_h + k \cdot \sqrt{\vartheta_a^2 + \vartheta_m^2 + \delta_b^2 + \delta_f^2}$$

ahol:

- ϑ_h : az előző megmunkálásból származó felületi réteg anyagszerkezeti hibái és érdessége, az ún. hibás felületi réteg;
- ϑ_a : az előző megmunkálás alak- és helyzethibái;
- ϑ_m : az előző megmunkálás mérethibái (forgácsoló megmunkálásoknál az adott művelet „gazdaságos megmunkálási pontossága
- δ_b : az aktuális megmunkálás bázisválasztási hibája
- δ_f : az aktuális megmunkálás felfogási hibája
- k : a hibák eloszlási görbéjének alak tényezője (forgácsolásnál $k = 1,2$)

Egy másik lehetőség az IT minőség alapú empirikus módszer, amely szintén a tapasztalatokat foglalja össze, viszont nem igényel specifikus táblázatokat. Az egyes ráhagyás értékeket a szabványos tűrésmező szélességeihez köti. Ezeket az értékeket a 4.7. táblázat tartalmazza. A különböző gyártási eljárásokkal elérhető IT tűrésminőségeket átlagos szerszámgép-pontosságok és szokásos gyártási feltételek mellett a 4.2. ábra mutatja.

Forgácsolással és alakítással előállított munkadaraboknál														
Gyártási eljárások és az elérhető tűrésminőségek, átlagos szerszámgép-pontosságok és szokásos gyártási feltételek mellett.														
Gyártási eljárás	IT minőség száma													
	...	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Esztergálás	nagyolás													
	simítás													
Köszörülés	normál													
	finom													
Marás	nagyolás													
	simítás													
	nagyolás													
	simítás													
Fúrás	készülék nélkül													
	készülékben													
Dörzsárazás	kézi													
	gépi													
Üregelés	belső													
	külső													
Süllyesztékes kovácsolás														
Hengerlés														
Durva húzás														
Fényesre húzás														
Lemez kivágás, mélyhúzás														

4.2. ábra Különböző gyártási eljárásokkal elérhető IT tűrésminőségek [14]

A módszer három elemből áll [1]:

- A ráhagyások értékei:
 - Köszörülési ráhagyás (R_k) értéke: IT11
 - Simítási ráhagyás (R_s) értéke: IT14
 - Nagyolási ráhagyás (R_n) értéke: IT16
- A ráhagyások tűréseinek értékei
 - Simítási tűrés (T_s) értéke: IT9
 - Nagyolási tűrés (T_n) értéke: IT12
- A kerekítési szabályok:

Mindig olyan irányú, hogy a tűrésmező és a ráhagyás szélessége növekedjen. Külső méreteknél felfelé, belső méreteknél lefelé kerekítünk. Köszörült méretet és tűrését nem kerekítjük, megegyezik a műhelyrajzi értékekkel. A simított méretet 0,1 mm, míg a tűrését 0,02 mm többszöröseivel kerekítjük.

Abban az esetben, ha nincs köszörülés, akkor a simított méret megegyezik a műhelyrajzi méretekkel. A nagyolt méretet 0,5 mm, míg a tűrését 0,05 mm-relé oszthatóan adjuk meg. Az előgyártmány mérete egész szám, tűrése 0,5 mm többszörösei.

Névleges méret		IT tűrésfokozat				
		9	11	12	14	16
	3	25	60	100	250	600
3	6	30	75	120	300	750
6	10	36	90	150	360	900
10	18	43	110	180	430	1100
18	30	52	130	210	520	1300
30	50	62	160	250	620	1600
50	80	74	190	300	740	1900
80	120	87	220	350	870	2200
120	180	100	250	400	1000	2500
180	250	115	290	460	1150	2900
250	315	130	320	520	1300	3200
315	400	140	360	570	1400	3600
400	500	155	400	630	1550	4000

4.7. táblázat IT tűrésmező szélességek μm -ben [1]

A műhelyrajzokon a befoglaló méretek nincsenek tűrve, de a műszaki gyakorlatban elfogadott, hogy minden méretnek rendelkeznie kell tűréssel. Ezeket a nem jelölt tűréseket az MSZ ISO 2678 tartalmazza. [15]

Pontossági osztály		Névleges méretcsoportok és azok tűrései						
jel	megnevezés	0,5- 3-ig	<3- 6-ig	<6- 30-ig	<30- 120-ig	<120- 400-ig	<400- 1000-ig	<1000- 2000-ig
<i>f</i>	finom	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,15$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$
<i>m</i>	közepes	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$
<i>c</i>	durva	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	± 2	± 3
<i>v</i>	nagyon durva	-	$\pm 0,5$	± 1	$\pm 1,5$	$\pm 2,5$	± 6	± 6

4.8. táblázat Méretek jelöletlen tűrései az MSZ ISO 2768 szerint [15]

A számítás menete két oldali ráhagyás esetén:

1. Felső határméret: FH
2. Kösörülési ráhagyás: $R_k = 2 \cdot IT11$
3. Simítási alapméret: $A_s = FH + R_k$
4. Simítási alapméret kerekítése tizedre: A_{sker}
5. A simítás tűrése: $T_s = IT9$
6. A simítás tűrésének kerekítése 2 századra: T_{sker}
7. A simítási méret: $S = A_{sker}^0 / -T_{sker}$
8. A simítási ráhagyás: $R_s = 2 \cdot IT14$
9. A nagyolási alapméret: $A_n = A_{sker} + R_s$
10. A nagyolási alapméret kerekítése 0,5-re: A_{nker}
11. A nagyolás tűrése: $T_n = IT12$
12. A nagyolás tűrésének kerekítése 5 századra: T_{nker}
13. A nagyolási méret: $N = A_{nker}^0 / -T_{nker}$
14. A nagyolási ráhagyás: $R_n = 2 \cdot IT16$
15. Az előgyártmány alapmérete: $A_e = A_{nker} + R_n$
16. Az előgyártmány alapmérete kerekítve egész mm-re: A_{eker}

Mivel nincs finomfelületi megmunkálás így a kösörülési ráhagyás helyett a simítási ráhagyás egyezik meg a rajzi mérettel. Az előgyártmányok hossza esztergálva érkeznek, így csak 4 oldalon lesz ráhagyás mindegyik alkatrészénél. Vannak azonos szélességűek, ezért a ráhagyásszámítást 8 mm-re, 12 mm-re, 17 mm-re, 22 mm-re és 25 mm-re kell elvégezni.

A tervező által nem volt meghatározva a jellemző osztály, ezért általános közepes tűrést választottam. Mindegyik méret a 6-30 mm-es tartományba esik így az alkalmazott tűrés értéke $\pm 0,2$ mm. A számítások eredményeit a 4.9. táblázat tartalmazza. A táblázat minden értéke mm-ben értelmezendő.

Számítási lépés		8 mm	12 mm	17 mm	22 mm	25 mm
1	FH	8,2	12,2	17,2	22,2	25,2
2	A _s	8,2	12,2	17,2	22,2	25,2
3	A _{s_{ker}}	8,2	12,2	17,2	22,2	25,2
4	T _s	0,036	0,043	0,043	0,052	0,052
5	T _{s_{ker}}	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06
6	S	8,2 ⁰ / _{-0,04}	12,2 ⁰ / _{-0,05}	17,2 ⁰ / _{-0,05}	22,2 ⁰ / _{-0,06}	25,2 ⁰ / _{-0,06}
7	R _s	0,720	0,860	0,860	1,040	1,040
8	A _n	8,920	13,060	18,060	23,240	26,240
9	A _{n_{ker}}	9	13,5	18,5	23,5	26,5
10	T _n	0,150	0,180	0,180	0,210	0,210
11	T _{n_{ker}}	0,15	0,20	0,20	0,25	0,25
12	N	9 ⁰ / _{-0,15}	13,5 ⁰ / _{-0,2}	18,5 ⁰ / _{-0,2}	23,5 ⁰ / _{-0,25}	26,5 ⁰ / _{-0,25}
13	R _n	1,800	2,200	2,200	2,600	2,600
14	A _e	10,8	15,7	20,7	26,1	29,1
15	A _{e_{ker}}	11	16	21	27	30

4.9. táblázat Ráhangyás számítások eredményei

Ezek az értékek két oldalra összesen értendőek, tehát oldalanként a ráhangyások felét kell értelmezni. Az előgyártmányok minden esetben hasáb alakúak és a következő szerint alakulnak:

- Felfogólap: 21x30x200 mm
- Szorító: 11x11x22 mm
- Forgató: 11x16x22 mm
- Közdarab: 16x27x28 mm

Viszont a szorító és forgató alkatrészen található félkör zsebek pontos kialakításához külön készülék szükséges a megtámasztás érdekében, amely egy plusz alkatrészt jelentene. Ez ennél a gyártásnál nagy extra költségekkel járna így a zseb kialakításához plusz ráhangyást teszek és marás helyett fúrással alakítom ki. Mivel a zseb középpontja nem esik egybe a munkadarab élével, így elegendő 5 mm ráhangyásnövelés.

A szorító és forgató előgyártmányának új befoglaló méretei:

- Szorító: 11x16x22 mm
- Forgató: 11x21x22 mm

Ezek az méretek nem szabványosak, ezért húzott anyagból indulunk ki. A legközelebbi szabványosan iparban kapható keresztmetszetek:

- Felfogólap: 25x30x200 mm
- Szorító: 15x15x22 mm
- Forgató: 15x20x22 mm
- Közdarab: 20x30x28 mm

Minden alkatrészt azonos anyagból szeretnénk legyártani. A két anyag közül az 1.4541 minőségből található meg minden szükséges keresztmetszetű húzott rúd. A húzott rudakból egyetemes marógépen készülnek a számított előgyártmányok esztergályos munkatárs által mielőtt a CNC marón kerülnének megmunkálásra.

4.3 Felfogási és leválasztási terv készítése

Ebben az alfejezetben bemutatom a megmunkálógépet, meghatározom a befogási módokat és leválasztási tervet készítek hozzájuk.

A műhelyben található megmunkálógép az Optimum F150 CNC megmunkáló központ, ezért ezt fogom alkalmazni minden művelethez.



4.3. ábra Optimum F150 CNC megmunkálóközpont [16]

Ez a gép egy függőleges orsójú, három tengelyes megmunkálóközpont 16 férőhelyes szerszámtárral.

A vezérlés a SIEMENS Sinumerik 828D CNC technológia-specifikus rendszerszoftverrel történik. A vezérlés alkalmas marás, esztergálás vagy akár köszörülés vezérlésére is. Az alkalmazási területek a függőleges és alap vízszintes megmunkáló központoktól a formakészítő alkalmazásokon keresztül egészen a kétcsatornás, ellenorsós esztergaközpontokig terjed. [17]

A megmunkálógép rendelkezik előlapi kártyaolvasóval, USB csatlakozással, 3D szimulációs programmal, ShopMill modullal, maradék anyag számítás modullal, távoli gépeléssel és tengely terhelés figyelő funkcióval is. [16]

Műszaki adatok [16]:

- Összteljesítmény: 25 kW
- Főorsó teljesítmény: 12 kW
- Orsó befogás: SK 40 DIN 69871
- Pontosság: $\pm 0,005$ mm
- Tárhely: 16 szerszám
- Szerszám átmérő: max. 89 mm
- Szerszám tömege: max. 8 kg
- Szerszámcsere idő: 3-5 sec
- Úthossz:
 - X-tengely 760 mm
 - Y-tengely 430 mm
 - Z-tengely 460 mm
- Főorsó fordulatszám: 10-10000 1/min

A műhelyben található satu, a Format Tensioner compact NC-FKS 125mm. A munkadarabok befogásához ezt fogom használni.



4.4. ábra Format NC 125 [18]

Technikai adatok [18]:

- Pofák szélessége: 125 mm
- Pofák magassága: 40mm
- Maximális távolság a két pofa között: 216mm
- Szorítóerő: 40 kN

A befogás és alátámasztás érdekében lépcsős Format keménypofákat szerelnek a satura.

A felfogási és leválasztási terveket a 3. számú melléklet tartalmazza.

A rajzok magukba foglalják a felfogási terveket és a leválasztási terveket is.

A rajz sorszámozását a következőképpen végeztem:

- Első szám – Rajz típusa (1-felfogási és leválasztási terv, 2- műveleti utasítás)
- Második szám – Alkatrész sorszáma
- Harmadik szám – Felfogás sorszáma

Például: 1.1.1 rajz sorszám jelöli, hogy felfogási és leválasztási tervről van szó (első szám), a felfogólapról készült a rajz (második szám) és az első felfogást mutatom meg (harmadik szám).

Általános információk a rajzokról:

- Színes sraffozás jelöli az adott felfogásban megmunkálásra kerülő ráhagyásokat,
- Vékony vonal (0,35 mm) jelöli a gyártmány méretét befogáskor,
- Vastag vonal (0,7 mm) jelöli a kész alkatrészt,
- Koordinátatengelyek kerültek megjelenítésre a rajzokon,
- ▼ jelöli a satu pofák fogásának irányát, és vastag vonal jelöli a pofák lépcsőének méreteit,

-  jelöli a nullpont helyzetét X-Y-Z koordináták szerint,
- Sorszámozásra kerültek a leválasztási lépések,
- A kész alkatrész és az aktuális előgyártmány méretei kerültek megjelenítésre,
- A megelőző felfogásban leválasztásra került részek a rajzon nem kerülnek feltüntetésre.

Az egyéb információkat rajzokra lebontva a következőkben részletezem.

Felfogólap:

A felfogólap megmunkálása négy felfogásból történik. A két oldali szorítást a satu keménypofái végzik 4 mm-en, míg az alátámasztást a lépcsők biztosítják szintén 4 mm-en.

- *Első felfogás (Rajzsám: 1.1.1):*
Ebben a felfogásban 2 művelet kerül végrehajtásra. Az első lépés egy 1,5 mm-es nagyoló síkmarás, amelyet piros sraffozással jelöltem a rajzon. A második lépés a kékkel jelölt 0,5 mm-es simító síkmarás.
- *Második felfogás (Rajzsám: 1.1.2):*
Hasonlít az előző felfogáshoz mivel most is csak két művelet van. Első lépésben 2 mm nagyolási síkmarást végzünk, amelyet piros sraffozással jelöltem a rajzon. Második lépésként a kékkel ábrázolt 0,5 mm-es simító síkmarást végzem el.
- *Harmadik felfogás (Rajzsám: 1.1.3):*
A harmadik felfogás tartalmazza a legtöbb műveletet, összesen hatot. Az első lépés hasonlóan az előző két felfogáshoz egy nagyoló síkmarás, amelynek mérete 2 mm és piros sraffozással lett jelölve. Második lépésként egy simító síkmarás következik 0,5 mm leválasztással és kékkel jelölve. A következő két lépés a horonymarás startfuratát állítja elő. Harmadik lépésként egy központfúrást végzünk, előkészítve a csigafúró megvezetését. Ezt a lépést lilával jelöltem. Negyedik lépés egy Ø5,3 mm furat készítése, amelynek mélysége 5 mm teljes átmérővel, és barnával lett feltüntetve. Ötödik lépésként elkészítjük a hornyot 5,3 mm szélességben. A rajzon a horonymarás zöld sraffozással látható. Utolsó lépésként a letörés következik, amely megadja a horony végső alakját. Ez a művelet narancssárgával lett jelölve.

– *Negyedik felfogás (Rajzsám: 1.1.4):*

A negyedik felfogás öt műveletből áll. Elsőként egy nagyoló síkmarást alkalmazunk a ráhagyások eltávolítására 13,5 mm mélyen, hagyva 0,5 mm-ert a második lépésnek, amely egy simító síkmarás lesz. A nagyolás piros sraffozással, míg a simítás kékkel lett jelölve. Ezekután a két kúpos süllyesztéssel rendelkező furatot készítjük el. Hasonlóan az előző felfogásban a startfurathoz itt is először központfúrunk, hogy megvezessük a következő lépésben használt csigafúrót.

A harmadik lépés színe lila. Negyedik lépésként elvégezzük a fúrást, ez barna sraffozással lett jelölve. Végezetül, ötödik lépésként a süllyesztés következik, amelyet zöld szín mutat a rajzon.

Közdarab:

A közdarab megmunkálása hat felfogásból történik. A két oldali szorítást a satu keménypofái végzik. Az alátámasztást különböző síkköszörült hasábokkal biztosítom. Ezeket nem készítem el, hiszen a műhelyben vannak erre és hasonló célokra használatos hasábok különböző méretekben és anyagminőségekben. Fontos, hogy a hasábok anyaga közel azonos keménységgel bírjon, mint a munkadarab.

– *Első felfogás (Rajzsám: 1.2.1):*

Ehhez az felfogáshoz már nem elég a satuk 4mm-es lépcsős keménypofái. A pofákat kicserélve, lépcső nélkül egy síkköszörült hasábbal alátámasztva fogjuk be a munkadarabot. Ezáltal a megfogás nem 4 mm-en, hanem 10 mm-en történik. A munkadarab kinyúlása így csak 17 mm a 23 mm helyett. A keletkező erők ezáltal már nem tudják elmozdítani a munkadarabot. Ebben a felfogásban két műveletet hajtok végre, egy 2 mm-es nagyoló síkmarást, amely piros sraffozással lett jelölve a rajzon, illetve egy 0,5 mm-es simító síkmarást, amely pedig kékkel.

– *Második felfogás (Rajzsám: 1.2.2):*

Ehhez a felfogáshoz is síkköszörült hasábot használok, viszont az alátámasztáson kívül készülékként is van szerepe. A második felfogás három műveletet tartalmaz. Lilával jelölve látható a központfúrás, amely a csigafúró megvezetését biztosítja. Második lépés egy Ø5,5 mm furat készítése, melyet kék sraffozással jelöltem.

Ebben a lépésben megfűrjük az alátámasztó hasábot, hogy a teljes 28 mm hosszban megfelelő méretű legyen a furat. Ezzel a módszerrel nem a satut vagy a keménypofákat éri a fűrészár, hanem a hasábot. Zölddel jelöltem az utolsó lépést, a 3 mm mély 90°-os süllyesztést.

– *Harmadik felfogás (Rajzsám: 1.2.3):*

A harmadik felfogás egy műveletből áll. Az alátámasztást a második felfogásban használt hasábbal biztosítom. Az előzőleg elkészített furatot süllyesztjük 3 mm mélyen. A rajzon ezt zöld sraffozással jelöltem.

– *Negyedik felfogás (Rajzsám: 1.2.4):*

A negyedik felfogás tartalmazza a legtöbb műveletet a közdarabon, összesen hetet. Az alátámasztást a második felfogáshoz hasonlóan síkköszörült hasábbal biztosítom, illetve készülékként is használom. Piros sraffozással jelölt 3mm-es nagyoló síkmarás az első lépés. Második lépés késsel egy 0,5 mm-es simító síkmarás. Ezekután egy 1,5x45°-os letörés kerül elkészítésre, amelyet zölddel jelöltem. Majd következik a furatok megmunkálása. Lilával jelöltem a központfuratot, ez a negyedik lépés. Következő lépés az Ø5 mm furat fúrása, amely barnával lett jelölve. Az ötödik és hatodik lépésben a második felfogáshoz hasonlóan szintén megfűrjük az alátámasztó hasábot. Hatodik lépés a menetes furat magfuratának elkészítése. A magfurat átmérője 4,2 mm és narancssárga sraffozással látható a rajzon. Utolsó lépés a citromsárgával jelölt M5 menet elkészítése.

– *Ötödik felfogás (Rajzsám: 1.2.5):*

Ehhez a felfogáshoz visszaszerelem a lépcsős pofákat, viszont a munkadarab alsó oldala nem sík az előzőleg végrehajtott megmunkálások miatt. Megoldásként egy 1,5 mm vastag acéllemezt teszek a munkadarab alá a rajznak megfelelően. A felfogás három műveletből áll, amelyből az első a piros sraffozással jelölt 3 mm-es nagyoló síkmarás. Következő lépés egy 0,5 mm-es simító síkmarás késsel jelölve. Harmadik és egyben utolsó lépés egy 1,5x45° letörés, melyet zölddel jelöltem.

– *Hatodik felfogás (Rajzsám: 1.2.6):*

Az utolsó felfogás öt műveletből áll. A pirossal jelölt nagyoló síkmarásban először egy 2 mm-es fogást veszek, majd 4 mm mélyen nagyolom a zsebet. A zseb maradék anyaga azért kerül későbbi megmunkálásra mert a két oldalon levő 3 mm-es falvastagság megmunkálásánál kockázatos a simítás és letörés elvégzése. A keletkező erők berezegtethetik a két falat ezáltal hibát eredményezve. Ezen okokból kifolyólag a második lépés egy 0,5 mm-es simító síkmarás a két fal felső oldalán, amelyet kékkel jelöltem. Harmadik lépés a zöld sraffozással jelzett $1,5 \times 45^\circ$ -os letörés. Ezek után folytatom a nagyoló síkmarást. Lilával látható, hogy 9 mm mélyen nagyolom ki a zsebet. A befejező lépés egy 0,5 mm-es simító síkmarás barnával jelölve.

Forgató:

A forgató alkatrész megmunkálása is hat felfogásból áll. A szorítást és alátámasztást a közdarabhoz hasonlóan a satu pofáival és síkköszörült hasábokkal biztosítom.

– *Első felfogás (Rajzsám: 1.3.1):*

Ehhez a felfogáshoz keménypofákat és síkköszörült hasábot használok. A közdarabhoz hasonlóan 10 mm-en szorít a satu pofája a munkadarabra. Az első felfogás négy műveletből áll. Először a rajzon piros sraffozással jelölt központfúrást végzem el, hogy a következő lépésben a fúrószár megvezetése biztosítva legyen. Második lépésként következik a menet magfuratának elkészítése, amely $\varnothing 4,2$ mm és kékkel látható. Harmadik lépés a zölddel ábrázolt $0,5 \times 45^\circ$ süllyesztés. Végezetül az M5 menet fúrása következik 8 mm mélységig.

– *Második felfogás (Rajzsám: 1.3.2):*

A második felfogás az első tükörképe a központfúrás és fúrás nélkül. A $0,5 \times 45^\circ$ -os letörés piros míg az M5 menet fúrása kék sraffozással lett feltüntetve.

Harmadik felfogás (Rajzsám: 1.3.3):

A négy műveletből álló harmadik felfogáshoz a lépcsős keménypofákat fogom használni. Első lépés egy 1 mm-es nagyoló síkmarás, amelyet piros sraffozással jelöltem. Ezt követi a 0,5 mm-es simító síkmarás kékkel. Harmadik lépésként a rajzon lilával feltüntetett központfuratot készítem el. Utolsó lépés a barna sraffozással látható Ø10 mm-es furat fúrása.

– *Negyedik felfogás (Rajzsám: 1.3.4):*

A mindössze két műveletből álló negyedik felfogásban a lépcsős keménypofákat használok. Először a piros sraffozással jelölt 1 mm-es nagyoló síkmarást végzek. Második és egyben utolsó lépés a 0,5 mm-es simító síkmarás, amely kékkel látható.

– *Ötödik felfogás (Rajzsám: 1.3.5):*

A forgató alkatrészen az ötödik felfogás tartalmazza a legtöbb műveletet, összesen 7-et. Ehhez a felfogáshoz a lépcsős keménypofákat használok. Első lépés a piros sraffozással jelölt 6 mm-es nagyoló síkmarás, amelyet 1 mm-es simító síkmarás követ kékkel. A harmadik lépés a zölddel látható 2x45°-os letörés. A következő lépésekben két M3 menetes zsákfurat elkészítése történik. A lilával ábrázolt negyedik lépés a központfúrás. Barna sraffozással látható az ötödik lépés, a menet Ø2,5 mm-es magfuratának fúrása. Hatodik lépés a menetfúrás előtt a 0,5x45°-os süllyesztés elkészítése, amelyet narancssárgával jelöltem. A sárga színnel látható hetedik és egyben utolsó lépés a menetfúrás 5 mm mélységig.

Hatodik felfogás (Rajzsám: 1.3.6):

A hatodik és egyben utolsó felfogás három műveletből áll. Ehhez a felfogáshoz nem a lépcsős keménypofákat használok, mert a lépcső magassága 4 mm, viszont az előző felfogásban 2x45°-os letörés miatt csak 2 mm-en fogna a pofa. A nem lépcsős keménypofával és síkköszörült hasáb alátámasztással így 4 mm magasságban fog a satu a 2x45°-os letörésen túl. Az első lépés egy 1,5 mm-es nagyoló síkmarás, amely piros sraffozással jelölte. A kékkel ábrázolt második lépés egy 0,5 mm-es simító síkmarás. A harmadik és egyben utolsó lépés a zöld színnel látható 2x 45°-os letörés.

Szorító:

A szorító megmunkálása négy felfogásból áll. Szorításhoz és alátámasztáshoz a lépcsős keménypofákat alkalmazom.

– *Első felfogás (Rajzsám: 1.4.1):*

Az első felfogás öt műveletből áll. Első lépés az 1 mm-es nagyoló síkmarás, amelyet piros sraffozással jelöltem. Második lépésként a kézzel ábrázolt 0,5 mm-es simító síkmarást végzem el. Harmadik lépés a zölddel látható $2 \times 45^\circ$ -os letörés. A lilával jelölt negyedik lépésben egy központfuratot készítek, amely megvezeti a következő lépésben használandó csigafúrót. A barna sraffozással látható ötödik és egyben utolsó lépés egy $\varnothing 10$ mm-es furat fúrása.

Második felfogás (Rajzsám: 1.4.2):

A második felfogás is öt műveletből áll. Első lépés a piros sraffozással jelölt 1 mm-es nagyoló síkmarás. Második lépés egy 0,5 mm-es simító síkmarás, amelyet kézzel ábrázoltam. A lilával látható harmadik lépés a központfúrás. A furatokat barna sraffozással tüntettem fel a rajzon, átmérőjük 3,2 mm és negyedik lépésként munkálom meg. Utolsó lépésként csinálom meg a zölddel jelölt $1,7 \times 45^\circ$ -os süllyesztéseket.

– *Harmadik felfogás (Rajzsám: 1.4.3):*

A harmadik felfogás két műveletből áll. Első lépés egy 6 mm-es nagyoló síkmarás, amelyet piros sraffozással jelöltem. Második lépés a kézzel ábrázolt 0,5 mm-es simító síkmarás.

– *Negyedik felfogás (Rajzsám: 1.4.4):*

A negyedik felfogás három lépésből áll. Először egy 1 mm-es nagyoló síkmarást hajtok végre, amelyet pirossal jelöltem. Második lépés a kézzel ábrázolt 0,5 mm-es simító síkmarás. Az zöld színnel látható utolsó művelet a $2 \times 45^\circ$ -os letörés.

5. A gyártás tervezése

Ebben a fejezetben választok szerszámokat a műhely szerszámkészletéből a műveletekhez, majd részletezem az adataikat, jellemzőiket. Végül részletes műveleti utasítást írok a gyártáshoz.

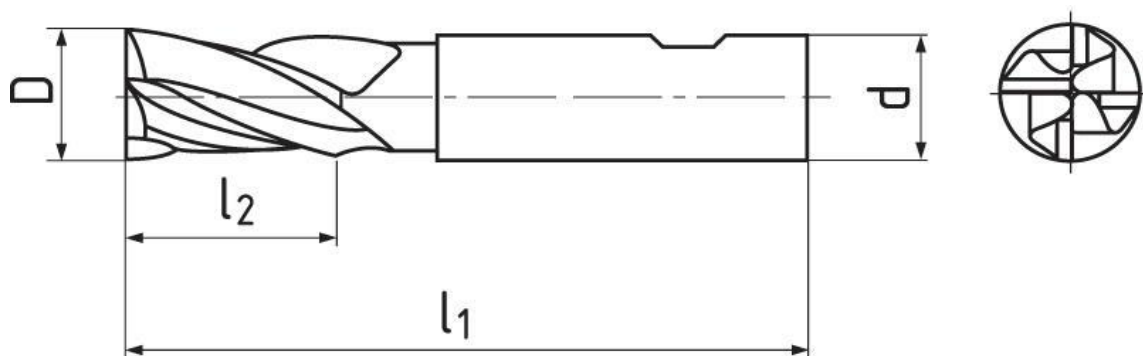
5.1 Szerszámválasztás

A szerszámokhoz katalógus alapján gyűjtöttem össze az adatokat. Szármarók esetében a gyártó a ZPS-FN cég, míg a csigafúrók, központfúrók, süllyesztők, menetfúrók, élettörőknél pedig a Walter-tools. A szerszámválasztás során D jelöli a megmunkáló átmérőt, d a befogó átmérőt, l_1 a szerszám teljes hosszát, l_2 a megmunkáló hosszt, z pedig a fogszámot. A kevesebb szerszám felhasználása érdekében vannak olyan szerszámok, amelyek több alkatrésznél, több felfogásnál is alkalmazva lesznek.

Két hasonló szármarót alkalmazok:

- **120518.200 TiAlN**
- **120518.050 TiAlN**

DIN 844K szabvány szerinti rövid szármarók keresztéllal, TiAlN bevonattal. A szerszámok anyaga HSS Co8. A választásom ezekre esett, mert az 5,3 mm széles hornyot Ø5 mm-es szármaróval tudom megmunkálni. Az Ø20 mm-es szerszámmal minden nagyolás és simítás elvégezhető. A szármarók geometriai vázlatát az 5.1. ábra mutatja.



5.1. ábra szármaró geometriai vázlata [19]

A geometriai adatokat az 5.1. táblázat tartalmazza.

D (mm)	d (mm)	l_1 (mm)	l_2 (mm)	z
5	6	57	13	4
20	20	104	38	4

5.1. táblázat Szármarók adatai [19]

A cég által ajánlott forgácsolási paramétereket az alkatrészek anyagához az 5.2. táblázat tartalmazza.

Átmérő (mm)	$A_p = 1 \times D$ (mm)	$A_e = 0,1 \times D$ (mm)	f_z (mm/z)	v_c (m/perc)
5	5	0,5	0,015	22,5
20	20	2	0,057	22,5

5.2. táblázat 120518-cal 1.4541 megmunkálásához ajánlott forgácsolási paraméterek [19]

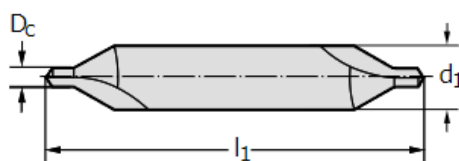
ahol:

- A_p : axiális fogásvétel,
- A_e : radiális fogásvétel,
- f_z : fogankénti előtolás,
- v_c : vágósebesség.

Központfúró mindegyik alkatrészhez szükséges, mivel mindegyik rendelkezik furattal. Egy Ø2 mm-esre esett a választásom, mert a legnagyobb furatom Ø5,5 mm-es.

K1111-2

DIN 332 A szabvány szerinti központfúró HSS gyorsacélból 118°-os csúcshöszöggel. A K1111 geometriai vázlatot az 5.2. ábra mutatja.



5.2. ábra K1111 központfúró geometriai vázlata [20]

$$D_c = 2 \text{ mm} \quad l_1 = 40 \text{ mm} \quad d_1 = 5 \text{ mm}$$

A Walter-tools által ajánlott forgácsolási paramétereket az alkatrészek anyagához az 5.3. táblázat tartalmazza.

v_c	n	f_n	v_f
24 m/perc	1800 1/perc	0,0635 mm/ford	114 mm/perc

5.3. táblázat K1111-gyel 1.4541 megmunkálásához ajánlott forgácsolási adatok [21]

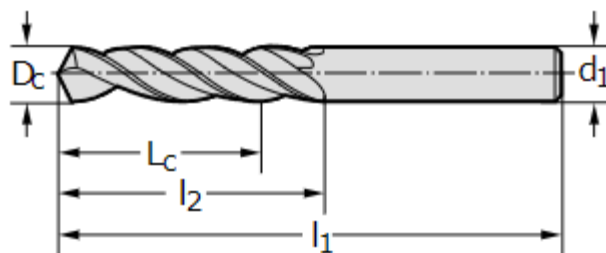
ahol:

- v_c : vágósebesség,
- n : főorsófordulatszám,
- f_n : fordulatonkénti előtolás,
- v_f : előtolási sebesség.

A csigafúrókat átmérő alapján választottam a különböző furatokhoz, így szükség van Ø2,5 mm-, Ø3,2 mm-, Ø4,2 mm-, Ø5 mm-, Ø5,3 mm-, Ø5,5 mm-, Ø10 mm-esre. A Ø2,5 mm és Ø4,2 mm az M3 és M5 menetek magfurat átmérője. Ezek a csigafúrók a következők:

- **A1211-2.5**
- **A1211-3.2**
- **A1211-4.2**
- **A1211-5**
- **A1211-5.3**
- **A1211-5.5**
- **A1211-10**

DIN 338 szerinti HSS gyorsacél csigafúrók 118°-os csúcshöszöggel. Az A1211 geometriai vázlatát az 5.3. ábra mutatja.



5.3. ábra A1211 csigafúró geometriai vázlata [20]

Az A1211 csigafúrók geometriai adatait az 5.4. táblázat tartalmazza

	D _c (mm)	L _c (mm)	l ₁ (mm)	l ₂ (mm)	d ₁ (mm)
A1211-2.5	2,5	26	57	30	2,5
A1211-3.2	3,2	30	65	36	3,2
A1211-4.2	4,2	36	75	43	4,2
A1211-5	5	44	86	52	5
A1211-5.3	5,3	44	86	52	5,3
A1211-5.5	5,5	48	93	57	5,5
A1211-10	10	71	133	87	10

5.4. táblázat A1211 csigafűrók geometriai adatai [20]

A Walter-tools által ajánlott forgácsolási paramétereket az alkatrészek anyagához az 5.5. táblázat tartalmazza.

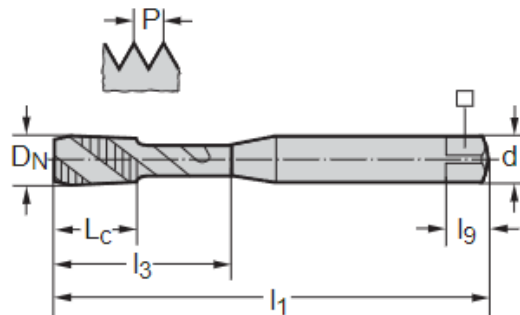
	v _c (m/perc)	n 1/perc	f _n mm/ford	v _f mm/perc
A1211-2.5	16,8	2150	0,0683	146
A1211-3.2	16,8	1680	0,0874	146
A1211-4.2	16,8	1280	0,115	146
A1211-5	16,8	1070	0,135	145
A1211-5.3	16,8	1010	0,141	142
A1211-5.5	16,8	975	0,143	140
A1211-10	18,9	601	0,202	121

5.5. táblázat A1211-gyel 1.4541 megmunkálásához ajánlott forgácsolási paraméterek [21]

Az alkatrészekeken két nagyságú metrikus menet található: M3 és M5. Két típusú menetfűró található készleten, N20516 és M20513. Ezek közül választok a Walter-tools adatai alapján.

Az N20516 bevonat nélküli HSS-E gyorsacél szerszám, az M20513 ehhez képest VAP bevonattal rendelkezik. Előbbit elsősorban szuperötvözetek, titánium, nem vas fémekhez ajánlják, míg utóbbit acélokhoz és rozsdamentes acélokhoz. Ezeket figyelembe véve az M20513-at választottam mind a két menetes furathoz.

- M20513-M3
- M20513-M5



5.4. ábra M20513 geometriai vázlata [20]

Az M20513 geometriai adatait az 5.6. táblázat tartalmazza.

	D_n	P	l_1	L_c	l_3	l_9	N
M20513-M3	M3	0,5	56	6	18	6	3
M20513-M5	M5	0,8	70	8	25	8	3

5.6. táblázat M20513 geometriai adatai [20]

ahol:

- D_n : a menet típusa és mérete,
- P : a menetemelkedés, milliméterben,
- l_1 : a teljes hossz, milliméterben,
- L_c : a vágóél hossza, milliméterben,
- l_3 : a hasznos hossz, milliméterben,
- l_9 : csatlakozó méret milliméterben,
- N : a forgácselvezető hornyok száma.

A: Walter-tools által ajánlott forgácsolási paramétereket az alkatrészek anyagához az 5.7. táblázat tartalmazza.

	V_c	n	V_f
M20513-M3	2,45	260	130
M20513-M5	1,96	125	100

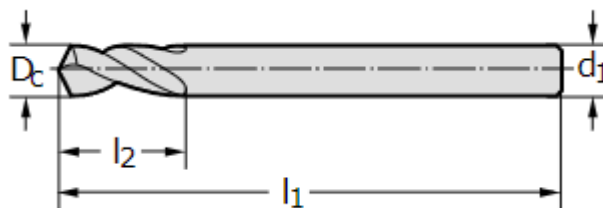
5.7. táblázat M20513-mal 1.4541 megmunkálásához ajánlott forgácsolási paraméterek [21]

ahol:

- v_c : a vágósebesség m/perc-ben,
- n : a főorsó fordulatszám 1/perc-ben,
- v_f : az előtolósebesség mm/perc-ben.

A letöréseket és süllyesztéseket egy NC központfúróval végzem.

Ehhez a szerszámkészletből az **A1115-10**-t használom. Ez egy 90°-os HSS gyorsacél NC központfúró.



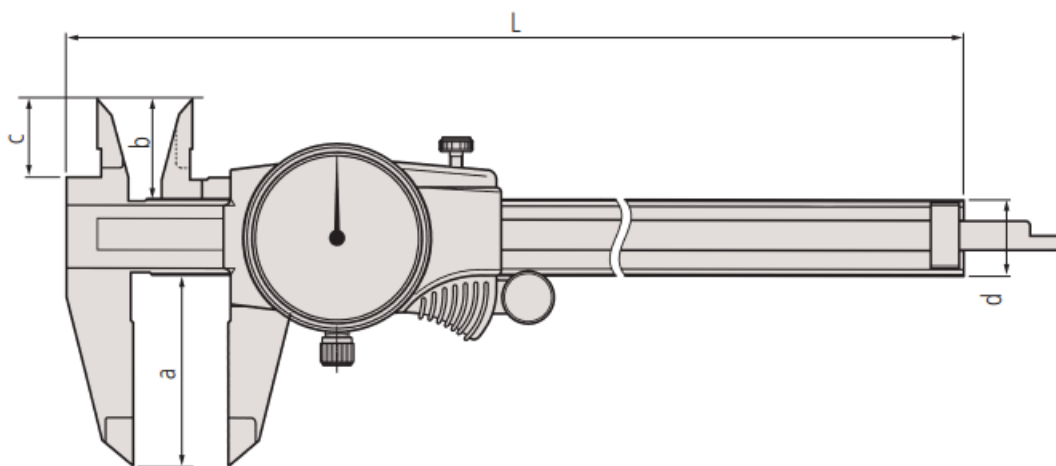
5.5. ábra A1115 geometriai vázlata [20]

D_c	l_1	l_2	d_1
10 mm	89 mm	34 mm	10 mm

5.8. táblázat A1115-10 Geometriai adatai [20]

A méretek ellenőrzéséhez egy órás tolómérőt használok.

Ez a tolómérő a **Mitutoyo 505-730**



5.6. ábra Mitutoyo 505-730 elvi ábra [22]

Adatai [22]:

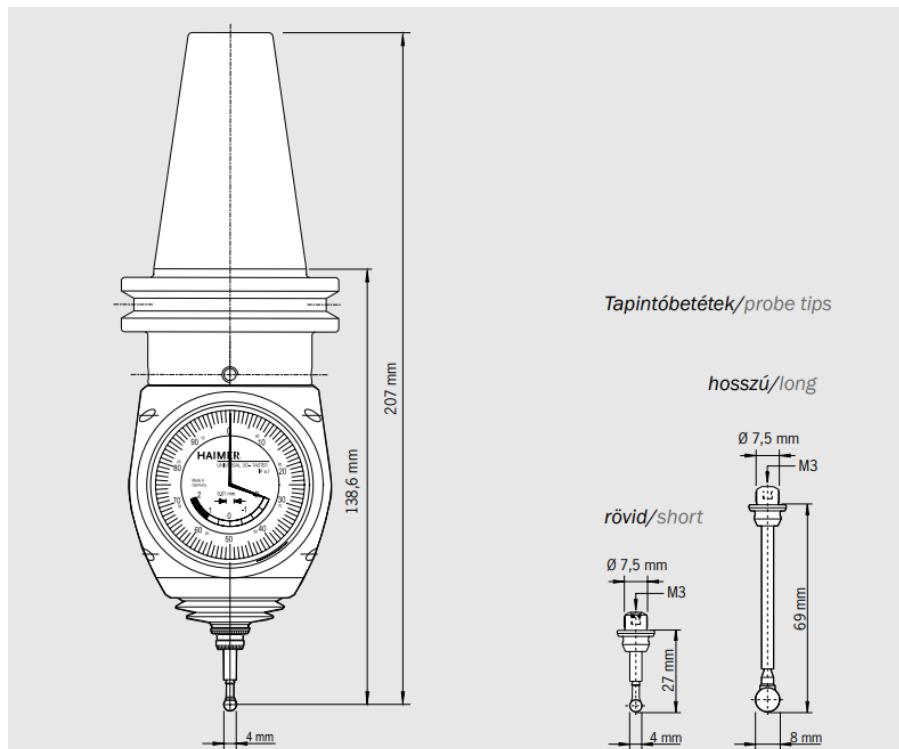
- Tartomány: 0-150 mm
- Síklapúság felbontás: 0,02 mm
- Pontosság: $\pm 0,03$ mm
- Tömeg: 175 g
- $L = 231$ mm, $a = 40$ mm, $b = 21$ mm, $c = 16,5$ mm, $d = 16$ mm

A nullpont eltoláshoz a hitelesített és kalibrált 3D mérőórás tapintót használom.

Ez az eszköz egy **FH – Haimer 3D taster**.

Integrált befogóval rendelkezik és cserélhető letapogatóval.

Pontossága 0,01 mm.



5.7. ábra Haimer 3D-Taster elvi ábrája [23]

A kész alkatrészek éleinek sorjázását kézi sorjázóval végzem el.

Minden ajánlott forgácsoló paraméter csak iránymutatás és szükséges felülbírálni.

A következőkben az alkatrészekhez párosítom a szerszámokat, hogy egy alkatrészhez minden szerszám belegyen töltve a szerszámtárba és ne legyen szükség szerszámcsere a befogások között.

Felfogó:

- 120518.200 TiAlN
- 120518.050 TiAlN
- K1111-2
- A1211-5.3
- A1115-10

Közdarab:

- 120518.200 TiAlN
- 120518.160 TiAlN
- K1111-2
- A1211-4.2
- A1211-5
- A1211-5.5
- M20513-M5
- A1115-10

Forgató:

- 120518.200 TiAlN
- K1111-2
- A1211-2.5
- A1211-4.2
- A1211-10
- M20513-M5
- M20513-M3
- A1115-10

Szorító:

- 120518.200 TiAlN
- K1111-2
- A1211-3.2
- A1211-10
- A1115-10

5.2 Műveleti utasítás készítése

A műveleti utasításokat az 4. számú melléklet tartalmazza.

Minden utasításon a következők lettek feltüntetve:

- Rajz száma,
- Aktuális nyersméret,
- Munkadarab anyaga,
- Munkadarab megnevezése,
- Anyag állapota,
- Művelet megnevezése,
- Műveleti utasítás száma,
- Munkadarab jele,
- Befogó készülék,
- Gép típusa,
- Hűtés-kenés: 5%-os emulzió.

Mindegyik műveleti utasítás az adott felfogási tervhez készült. Táblázatban sorszámozva az első oszlopban látható az elvégzendő műveletek sorrendje, második oszlopban a műveletelemek megnevezése. Minden művelethez szerszámot, mérőeszközt vagy készüléket rendeltem, amelyek a harmadik oszlopban találhatóak. A táblázat negyedik oszlopától a forgácsoló paramétereket írtam le. Abban az esetben, ha nem leválasztás a műveletelem, megjegyzéseket tettem.

Látható, hogy minden felfogás első és utolsó lépése a tolómérős ellenőrzés, hogy a minél kevesebb hiba legyen a munkadarab gyártása közben. Ez azért fontos, mert csak egy munkadarab készül és tűréshatáron kívüli hiba esetén selejtezni kell a gyártmányt. Újat készíteni nagy extra költségekkel járhat. Minden utasítás második lépése az aktuális előgyártmány befogása a Format satuba a megjegyzésnek megfelelően, lépcsős keménypofák vagy lépcső nélküli keménypofák közé síkköszörült hasáb alátámasztással. A harmadik lépés mindig a nullpont bemérése, amelyhez az FH Haimer 3D taster tapintót alkalmazom. A nullpontot G54 szerint tolom el, tehát az első munkadarab koordinátarendszeréhez állítom be. Egyszerre csak egy munkadarab kerül megmunkálásra így G55-G59-es kódok használatára nincs szükség.

Az eltoláshoz három egymásra merőleges oldal síkját érintem a tapintóval a felfogási és leválasztási tervnek megfelelően és nullázom a gépen az aktuális sík koordinátatengelyét. A további műveletek az utolsót kivéve, a leválasztások lesznek. Az utasításban hat forgácsolási paramétert határozok meg.

- v : forgácsolási sebesség m/perc-ben,
- n : fordulatszám 1/perc-ben,
- f_z : fogankénti előtolás mm-ben,
- z : fogak száma,
- a : fogásmélység mm-ben,
- i : fogások száma.

A posztprocesszálasban kifejttem, hogy az NC kódban miért a főorsó fordulatszáma és a percenkénti előtolás megadása szükséges. A szerszámgyártó cégek alapján ajánlott forgácsolási sebességből indulok ki és számítom a többi értéket a következő képletekkel:

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot D}$$

ahol:

- D : a szerszám átmérője mm-ben.

$$F = n \cdot f_z \cdot z$$

ahol:

- F : a percenkénti előtolás mm/perc-ben.

A szerszámok éltartamának növelése érdekében a fogankénti előtolások értékeit minden szerszámnál körülbelül a harmadára csökkentem. A következőkben részletezem utasításonként a használt forgácsolási paramétereket.

Felfogó:

- *Első utasítás (Rajzsám: 2.1.1):*

Az első utasításban használt 120518.200 TiAlN szerszámhoz ajánlott forgácsoló sebesség az 1.4541 anyagminőséghez 22,5 m/perc. Ebből az értékből Ø20 mm-es szerszámmal számítva megkapjuk, hogy a fordulatszám 350/perc. A fogankénti előtolást 0,02 mm-re veszem nagyoláshoz, simításhoz pedig 0,01 mm-re, a szebb felület érdekében. Ezáltal a percenkénti előtolás 28 mm/perc a nagyoló műveletnél, míg a simító műveletnél 14 mm/perc.

Mivel mindegyik gyártandó alkatrész azonos anyagminőségű, ezért ezeket az értékeket használom az összes utasításban ehhez a szerszámhoz és ezekhez a műveletekhez, csak a fogásmélységet és a fogások számát változtatom meg. A negyedik és ötödik műveletben egy-egy fogásból választok le 1,5 mm majd 0,5 mm anyagot.

– *Második utasítás (Rajzsám: 2.1.2):*

A második utasítás értékei megegyeznek az elsővel, kivéve a negyedik felfogás fogásmélysége, amely 2 mm.

– *Harmadik utasítás (Rajzsám: 2.1.3):*

A harmadik utasítás több műveletből áll, mint az előzőek, viszont a negyedik és ötödik értékei megegyeznek a második utasításban használtakkal. A hatodik műveletben használt K1111-2 szerszámhoz ajánlott forgácsolási sebesség az 1.4541 anyagminőséghez 22,5 m/perc. A fordulatszámot Ø4 mm-el számolom, mert a központfúró kúpos palástjáig fúrunk. Az így kapott érték 1800/perc. A fogankénti előtolást 0,02-re veszem, a percenkénti előtolás így 80 mm/perc lesz és egy fogásból munkálom ki a központfuratot. A hetedik műveletben az A1211-5.3 fúrószárhoz ajánlott értékeket használom viszont a fogankénti előtolást 0,025-mm-re veszem, így a percenkénti előtolás 50 mm/perc. A fúrást kiemeléssel végzem, a fogásmélységet ezért 3 mm-re határozom meg. A horonymaráshoz használt 120518 TiAlN-hez 22,5 m/perc forgácsolási sebességet ajánlanak, ha az anyag 1.4541. Ebből számolva a fordulatszám 1400/perc. A fogankénti előtolásra 0,015 mm-t ajánlanak. Ebben az esetben is az éltartam növekedése érdekében harmadolom az értéket 0,005 mm-re, így a percenkénti előtolás 28 mm/perc. A kis szerszámtérő miatt, 1 mm-es fogásmélységet veszek és 5 fogásból munkálom ki a hornyot. Utolsó műveletben a letöréshez használt A1115-10-hez is 22,5 m/perc vágósebességet ajánlanak, ezáltal a fordulatszám 700/perc. Fogankénti előtolást szintén 0,02 mm-re veszem, ez 28 mm/perc percenkénti előtolást jelent és egy 2,85 mm fogásból végzem el a letörést.

– *Negyedik utasítás (Rajzsám: 2.1.4):*

A negyedik utasításhoz már minden értéket kiszámoltam az előzőekben így ezeket használom, csak a fogásmélység változik. A negyedik műveletben a nagyolást kilenc 1,5 mm-es fogásból végzem el. A következő simítást két 0,5 mm-es fogásból. A központfúrás, fúrás paraméterei megegyeznek az előzőekben számított értékekkel, a süllyesztése pedig az előző utasítás letörésével.

Közdarab:

– *Első utasítás (Rajzsám: 2.2.1):*

A nagyoló és simító síkmarás forgácsolási paraméterei megegyeznek a felfogó második műveleti utasításában meghatározott értékekkel.

– *Második utasítás (Rajzsám: 2.2.2):*

A második utasításban végrehajtott központfúrás értékei az előzőekben meghatározottak. A fúrásnál az ajánlott fordulatszám az A1211-5.5 szerszám átmérőjével számolva 975/perc, a fogankénti elötölást 0,025-nek veszem. A fúrást kiemeléssel végzem el, ezért 3 mm-re veszem a fogásmélységet és összesen 10 fogásból készül el a furat. A süllyesztés átmérője nagyobb a szerszám átmérőjénél ezért két 1,5 mm-es fogást veszek és egy kör mentén letörést készítve állítom elő a kúpsüllyesztést.

– *Harmadik utasítás (Rajzsám: 2.2.3):*

A harmadik utasításban egy leválasztás művelet van. A süllyesztést a második utasításhoz hasonlóan végzem el és minden paramétere megegyezik.

– *Negyedik utasítás (Rajzsám: 2.2.4):*

A negyedik utasításban hét leválasztási művelet van. A nagyoló, simító síkmarás, a letörés, a központfúrás paraméterei megegyeznek az előzőekben használtakkal. A negyedik műveletben két 1,5 mm-es fogással nagyolok. Az ötödik műveletben egy 0,5 mm-es fogással simítok. A hatodik művelet egy letörés egy 1,5 mm-es fogásból. Hetedik művelet a négy furat központfúrása, amelyet az eddig használt értékekkel végzek el. A következő két műveletben a két fúráshoz használt A1211-5 és A1211-4.2-höz ajánlott forgácsolási sebesség 1.4541 anyagminőség esetében 16,8 m/perc. A szerszámok átmérőjével számolva a fordulatszámok 1070/perc az Ø5 mm-es szerszám esetében, míg az Ø4,2 mm-es esetében 1280/perc.

A fogankénti előtolást 0,02 mm-re és 0,015 mm-re vettem. Mind a két műveletnél kiemeléssel és 3 mm-es fogásmélységekkel öt fogásból alakítom ki a furatokat. A tizedik műveletnél egy menetfúrást csinálok. Az ajánlott vágósebesség 1,96 m/perc, amelyből a számolt fordulatszám 125/perc. Az előtolás megegyezik a menetemelkedéssel, amely M5 esetében szabványos 0,8 mm. A menet mélysége 12,5 mm.

– *Ötödik utasítás (Rajzsám: 2.2.5):*

Az ötödik utasítás leválasztó műveletei megegyeznek a negyedik utasítás negyedik, ötödik és hatodik műveletével.

– *Hatodik utasítás (Rajzsám: 2.2.6):*

A hatodik utasításban minden forgácsolási paraméter kilett számolva az előzőekben, csak a fogásmélységek és a fogások száma változott. A negyedik műveletben három 2 mm-es fogást hajtok végre, az ötödik műveletben egy 0,5 mm-es fogást. A hatodik művelet a letörés. Minden értéke megegyezik a negyedik utasítás hatodik művelet értékeivel. A hetedik lépésben öt fogásból nagyolok le 9 mm anyagot. Utolsó műveletként egy 0,5 mm-es fogásból simítom a felületet.

Forgató:

– *Első utasítás (Rajzsám: 2.3.1):*

Az első utasításban használt paramétereket az előzőekben már kiszámoltam. A negyedik művelet a központfúrás, értékei megegyeznek minden eddigi központfúrással. A közdarab negyedik utasításában készítettem már M5 menetes furatot. Az ötödik művelet az Ø4,2 mm-es magfurat fúrása kiemeléssel, nyolc 3 mm-es fogásból. A hatodik műveletben egy 0,5 mm-es fogásból készítem a letörést. Az utolsó művelet megegyezik az előzőekben fűrt menetekkel, viszont csak 8 mm mélyen.

– *Második utasítás (Rajzsám: 2.3.2):*

A második utasítás negyedik és ötödik művelete megegyezik az első utasítás hatodik és hetedik műveletével.

– *Harmadik utasítás (Rajzsám: 2.3.3):*

A harmadik felfogás negyedik és ötödik művelete megegyezik az előzőekben készített nagyolás és simítással. A nagyolás ebben az esetben egy 1 mm-es fogásból áll. A központfúrás az előzőekben leírt módon történik. Az A1211-10 szerszámhoz ajánlott vágósebesség 18,9 m/perc. Az ebből számolt fordulatszám 600/perc. Ehhez a szerszámhoz a fogankénti előtolást 0,05 mm-re veszem, amivel a percenkénti előtolás értéke 60 mm/perc. Kiemeléssel készül a furat négy 3 mm-es fogással.

– *Negyedik utasítás (Rajzsám: 2.3.4):*

A negyedik utasítás negyedik és ötödik művelete megegyezik a harmadik utasítás negyedik és ötödik műveletével.

– *Ötödik utasítás (Rajzsám: 2.3.5):*

Az ötödik utasításban a fúrás és a menetfúrás értékeit nem számoltam még ki. A negyedik műveletben a nagyolást három 2 mm-es fogásból végzem el, a simítást egy 1 mm-es fogásból, a letörést egy fogásból. A központfúrást az előzőek alapján készítem el. A fúráshoz használt A1211-2.5 fúrószárhoz ajánlott vágósebesség 16,8 m/perc 1.4541-es anyagminőség esetében. Ebből számolva a fordulatszám 2150/perc. A fogankénti előtolást 0,01-re veszem, így a percenkénti előtolás értéke 43 mm/perc. A fúrást kiemeléssel végzem két 3 mm-es fogásmélységgel. A tizedik műveletben használt M3 menetfúróhoz ajánlott forgácsolási sebesség 2,45 m/perc. Ezzel számolva a fordulatszám 260/perc. Az előtolás megegyezik az M3 menetemelkedésével, ami szabvány alapján 0,5 mm. A menet mélysége 3,5 mm.

– *Hatodik utasítás (Rajzsám: 2.3.6):*

A hatodik utasításban a negyedik és ötödik művelet paraméterei megegyeznek a felfogólap első utasításának negyedik és ötödik műveletével. A hatodik művelet, a letörés értékei megegyeznek az ötödik utasítás értékeivel.

Szorító:– *Első utasítás (Rajzsám: 2.4.1):*

Az első utasítás minden értékét az előzőekben már kiszámoltam. A negyedik és ötödik művelet értékei megegyeznek a forgató negyedik utasításának negyedik és ötödik műveletének értékeivel. A hatodik művelet, a letörés paraméterei azonosak a forgató hatodik utasításában lévő letörés műveletével. A központfúrást az előzőek alapján készítem el. A nyolcadik lépés, a fúrás megegyezik a forgató harmadik utasításában lévő fúrással.

– *Második utasítás (Rajzsám: 2.4.2):*

A második utasítás negyedik és ötödik lépésének paraméterei megegyeznek az első felfogás negyedik és ötödik lépésével. A központfúrást az előzőek alapján készítem el. A hetedik műveletben használt A1211-3.2-höz ajánlott forgácsolási sebesség 16,8 m/perc 1.4541 anyagminőség esetében. Ebből számolva a fordulatszám 1680/perc. A fogankénti előtolást 0,015-re veszem, így a percenkénti előtolás 50 mm/perc. A fúrást kiemeléssel végzem el három 3 mm-es fogásmélységgel. A nyolcadik műveletet, a süllyesztést az előzőekben számolt értékekkel készítem el egy 1,7 mm-es fogásból.

– *Harmadik utasítás (Rajzsám: 2.4.3):*

A harmadik utasítás negyedik műveletének értékei megegyeznek a forgató ötödik utasításának negyedik műveletével. A simítás forgácsoló paraméterei azonosak az előzőekben használtakhoz és egy 0,5 mm-es fogásból áll.

– *Negyedik utasítás (Rajzsám: 2.4.4):*

A negyedik utasítás negyedik, ötödik és hatodik műveletének paraméterei azonosak az első utasítás negyedik, ötödik és hatodik műveletének paramétereivel.

6. Az alkatrészek gyártása és bemutatása

Ebben a fejezetben röviden kifejttem a CAM programban használt mozgásciklusokat és a posztprocesszálást. Végezetül a legyártott alkatrészekről ejtek néhány szót.

6.1 CAM program készítése és posztprocesszálás

A CAM (Computer Aided Manufacturing) a számítógéppel segített gyártás rövidítése. Készítése során a két fő feladatát használok ki, amelyek a szerszámpályák generálása és ezekből posztprocesszással az NC program generálása. Ellenőrzés céljából egyéb modulokat is felhasználok, mint például a szimulációs modul vagy a mozgáspálya optimalizálása. Mindezekhez az EDGE CAM nevű szoftvert fogom alkalmazni.

Az EDGE CAM egy piacvezető CAM megoldás a megmunkálással foglalkozó cégek számára, amely ötvözi a kifinomult szerszámpálya generálás erejét a tökéletes CAD integrációval. Világszerte számos iparágban alkalmazzák sikeresen, az EDGE CAM által biztosított rugalmasságnak, megbízhatóságnak és magas színvonalnak köszönhetően.[24] Külön rendszere van különféle megmunkálásokra. Rendelkezik esztergálás, huzalos szikraforgácsolás és marással is. Ezek közül én az alkatrészmérés rendszerét fogom használni.

A marócsomag lehetőséget nyújt az alkatrészek drótváz és testmodell alapú programozására különféle szerszámgépekre 2,5 tengelyes marástól egészen az 5 tengelyes felületmaró szerszámpályákig.[25]

Az alkatrészek gyártásához 2,5D marást fogok alkalmazni, amelyhez az alábbi funkciókat használok fel:

- *Előgyártmány frissítés:*

Előgyártmány létrehozhatunk automatikusan hasáb vagy henger formájában vagy CAD modellt felhasználva. Illetve felfogásonként frissítve az aktuális előgyártmány az előzőekben leválasztott anyag nélkül töltődik be.

- *Síkmarás*

Ezt a mozgásciklust használok a leggyakrabban nagyoláshoz és simításhoz is. A szerszámpályákat a satu keménypofáihoz képest merőlegesen helyezem el, ahol lehetséges, hogy az erők a befogás irányába keletkezzenek oldali megtámasztás hiányában. Abban az esetben, ha ez nem lehetséges, az előtolást csökkentem.

– *Fúrás ciklus*

A fúrás ciklus tartalmaz minden furatmegmunkáláshoz szükséges mozgásciklust. A központozás (központfúrás vagy NC központozás), az előkészítés (kúpos vagy hengeres süllyesztés), a nagyolás (fúrás kiemelés nélkül, forgácsolással vagy kiemeléssel) és a simítást (furatesztergálás, menetfúrás és dörzsárazás).

– *Nagyolás*

A nagyolás a térfogatmarás és zsebmarás megfelelője. Definiálhatóak a bemerülési stratégiák és a rá-leálló mozgások. Ezt a mozgásciklust csak a horonymarásnál alkalmazom, ahol egy startfuratból kiindulva Ø5 mm-es szármaróval nagyolom ki az 5,3 mm széles hornyot. A szármaró mindig a startfurat helyén vesz fogást, ezáltal axiális irányba nem történik leválasztás csak radiálisba, így kímélve a szerszámot és annak keresztéleit.

A szoftver diák verziója nem rendelkezik posztprocesszálas modullal, míg az ipari verzió igen. A programhoz hozzá lehet rendelni szerszámgépeket és azok vezérlését. Az EDGECAM nem teljesen kompatibilis az Optimum F 150 megmunkálóközpont Sinumerik 828D vezérlésével, ezért a posztprocesszálas által generált NC kódot felülbírálok és ahol lehetséges rövidítem vagy javítom. A felülbírált NC kódokat az 5. számú melléklet tartalmazza.

Az NC kódban történő változtatások:

- Az első néhány sor tartalmazza a fájl nevét, a készítés dátumát, a használt szerszámgépet, és a szerszámlistát. Ezek a jelenlegi munkához feleslegesek, ezért törlöm a sorokat,
- A következő részben a kód betölti a koordináta-rendszert G17-tel, beállítja a nullpont eltolást G54-gyel, kikapcsolja a sugárkorrekciót G40-nel, meghívja a kontúrnagyoló ciklust G71-gyel, beállítja az abszolút méretmegadást G90-nel és az előtolást G94-gyel mm/perc-re állítja. Ezekre a kódokra nincs szükség, mivel a szerszámgép bekapcsolásakor választjuk ki a megfelelő beállításokat az adott munkához és nem a megmunkálás közben,
- A megmunkálóközpont a szerszám hosszkorrekciót nem használja, mivel a szerszám hossza a szerszámtárba való betöltéskor kerül bemérésre, ezért ezeket a D01-D16 sorokat törlöm,

- Az üres sorokat törlöm,
- A szerszámok meghívása nem szerszámtár sorszám alapján történik, hanem a tárba beállított név alapján, ezért minden szerszámcserenél az M6 kódot használom,
- A SUPA kódot használja a program a szerszámcsere pontra mozgáshoz, de ez felesleges a jelenlegi géphez mivel szerszámcsere meghívásakor a gép értelmezi a szerszámcsere pozícióját.

6.2 Elkészült szerkezet bemutatása

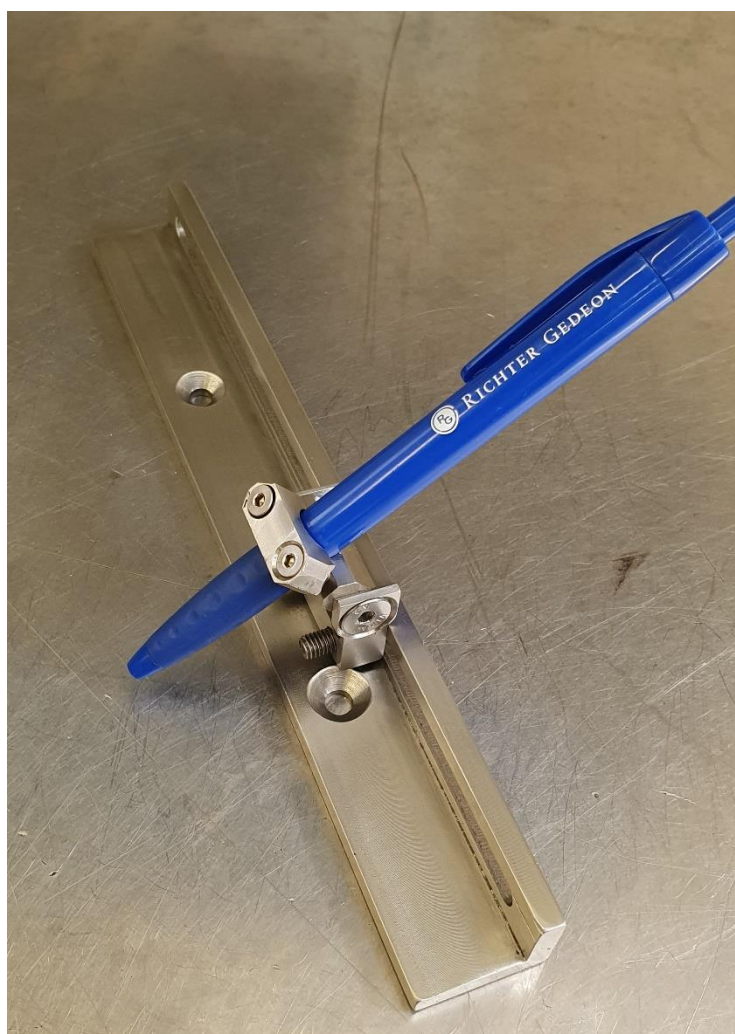
Ebben az alfejezetben leírom a gyártás során fellépő hibákat és megoldásukat, majd bemutatom az eredményeket.

A gyártás folyamán a megmunkálóközpont folyamatos ellenőrzés alatt működött. Hűtésre 5%-os emulziót alkalmaztam elárasztásos módszerrel. Az első panelt használva az előtolás bármikor százalékosan 0% és 120% között változtatható, amelyet többször is használtam. A szerszámpályák összekötésénél, ha a munkadarab kontúrján kívül történt a mozgás és nem gyorsjárat elötolással, akkor felvettem 120%-ra, hogy a mellékidőket csökkentsem, míg a központfúrásoknál a 80 mm/perc előtolást soknak bizonyult ezért visszavettem 70%-ra. Két hiba történt, azonban mind a kettőre sikerült megoldást találni anélkül, hogy újra kelljen gyártani az adott alkatrészt.

Az egyik hiba, hogy az NC kódban az egyik koordináta hibásan volt megadva. A szorító harmadik felfogásában, a harmadik művelet után, amikor szerszámcsere állt a gép az NC központozó belemart a munkadarabba. Ez a hiba egy nem kívánt letörést eredményezett a munkadarabon. A tervezővel egyeztetve megállapítottam, hogy a funkciót nem befolyásolja a letörés. A másik hiba a közdarab 3 mm mély kúpos süllyesztéseinél állt elő. A kis falvastagság miatt, a sorjázás után, a süllyesztés belső átmérője nagyobb lett, mint 5,5 mm. Aminek az eredménye az, hogy a belső hatszög kulcsnyílású süllyesztett fejű csavar palástja nem feküdt fel a süllyesztett felületre teljes mértékben, tehát a döntés fixálása nem valósult meg. Ez egy funkciót befolyásoló hiba. Három megoldás merült fel bennem, ebben a sorrendben:

1. Az alkatrész újra gyártása
2. A menet mélységének növelése
3. Valamilyen alátét a süllyesztett felület és a csavar közé

Az alkatrész újra gyártását mindenképp szeretnénk elkerülni ezért ez a megoldás az utolsó lehetőség. A második ötlet volt a menetek mélységének növelése, azonban ehhez nagyon pontos két új befogás szükséges nullpontbeméréssel. Ez egy lehetséges opció volt, viszont még mielőtt elkezdtem volna befogni megpróbáltam egy teflonból készült alátétet használni. Mivel a szerkezet steril területre kerül ezért a teflon megfelelő anyag. Néhány tesztelés után megállapítottam, hogy az alátét bevált, könnyen cserélhető és a szerkezet teljes mértékben ellátja minden funkcióját. Az összeállítást egy próba befogással szemléltetve a 6.1. ábrán látható.



6.1. ábra Az összeállítás egy próba toll használatával

Végezetül a szerkezetet felszerelték a tiszta területen és üzembe helyezték.

7. Összefoglalás

A szakdolgozatom tárgya egy szerkezet gyártásának tervezése és kivitelezése. A gyártmány 12 alkatrészből áll, ebből 8 szabványos és katalógusból rendelt, négyhez pedig megterveztem a gyártást. A dolgozat első fejezetében ismertetem az összeállítást és az alkatrészek tulajdonságait.

A második fejezetben ismertetem az általános forgácsoló eljárásokat, majd kitértem részletesebben azon eljárás változatokra, amelyeket esetlegesen felhasználhatok a munkám során.

A saját munkám három részre bontottam:

- Az első részben a gyártás előkészítését végeztem el, ahol anyagot és előgyártmányt választottam majd felfogási és leválasztási tervet készítettem. Anyagminőségből kétféle rozsdamentes acélt használnak a cégnél, 1.4541-et és 1.4404-et. Ezeket összehasonlítottam és végül nem tulajdonságaik alapján, hanem gazdasági okokból választottam az 1.4541-et. Mivel az alkatrészek nem forgásszimmetrikusak, ezért hasáb előgyártmányt választottam, amelyhez elvégeztem a ráhagyásszámításokat. Kétféle módszernek néztem utána, az egyik a hibák összegzése, míg a másik az IT minőség alapú empirikus módszer. Az utóbbit választottam és kiszámoltam az előgyártmányok befoglaló méreteit, azonban ezek nem szabványos méretek. Az előgyártmányok egyetemes marógépen készülnek húzott rúdból mielőtt a CNC-n megmunkálnám. Az felfogási és leválasztási tervnél kitértem a megmunkálóközpontokra és vezérlésére, illetve a befogás módjára, helyére és a leválasztásnál színekkel és számokkal jelöltem a sorrendet. Összesen 20 felfogási és leválasztási terv készült el.
- A második részben a gyártást terveztem meg. Először szerszámokat választottam a megmunkálásokhoz a szerszámkészletből, ahol a szármárók ZPS-FN cégtől vannak, míg a többi szerszám a Walter-tools-tól. Céлом az volt, hogy minél kevesebb szerszámot használjak ezzel csökkentve a megmunkálóközpontban a szerszámcserek számát. Végezetül a felfogási és leválasztási tervekhez készítettem műveleti utasításokat a megfelelő szerszámokkal és az anyagminőséghez ajánlott forgácsolási paraméterekkel.

Itt a cél az volt, hogy a szerszámok éltartamát növeljük ezért minden fogankénti előtolást körülbelül a harmadára csökkentettem.

- A harmadik részben CAM programot készítettem az EDGECAM segítségével a megmunkálásokhoz és posztprocesszálassal NC kódot generáltam belőlük. A szoftver nem teljesen kompatibilis a megmunkálóközpont vezérlésével, evégett a kódokat felülvizsgáltam és javítottam, rövidítettem. Végezetül a kész programokat felhasználva legyártottam az alkatrészeket a konzulensem segítségével és felügyelete alatt.

8. Summary

The subject of my thesis is the design and implementation of the production of a structure. The structure consists of 12 parts of which 8 are standards and ordered from the catalogs and I planned the production of the other four. In the first chapter of my thesis I describe the assembly and the properties of the components.

In the second chapter, I describe the general cutting processes and then I went into more detail about the process variant that may be used during the production.

I divided my own work into three parts:

- I prepared the production in the first part where I chose material and the pre-product then I created a clamping and separation plan. In terms of the material quality, the company uses two types of stainless steel, 1.4541 and 1.4404. I compared these two and in the end I chose 1.4541. I did not decide based on their properties but for economic reasons. Since the parts are not rotationally symmetrical I chose the pre-product to be prisms. Then I carried out the allowance calculations. I looked up two methods, one is summarization of errors while the other is the IT quality-based empirical method. I chose the latter and calculated the inclusive dimensions of the pre-products but these are not standard dimensions. The pre-products are made using universal milling machine from drawn bars before I would use the CNC machine. In the clamping and separation plan I covered the machining center and controls as well as the method and location of the clamping. I marked the order of the separation with colors and numbers. A total of 20 clamping and separation plans were completed.
- I planned the production in the second part. First I chose the tools for the machining from the tool set where the end mills are from ZPS-FN while the others are from Walter-tools. My goal is to use as few tools as possible thereby reducing the number of tool changes needed in the machining center. Finally I created the operating instructions for the clamping and separation plans with the appropriate tools and cutting parameters recommended for the material quality. The goal here was to increase the life of the tools so I reduced the feed per tooth to a third for every tool.

- In the third part I created a CAM program with the help of EDGECAM then generated NC code from them for the machining using post-processing. The software is not fully compatible with the control of the machining center so I revised and corrected or shortened the codes. Finally I used the ready programs to manufacture the parts with the help and supervision of my consultant.

9. Irodalomjegyzék

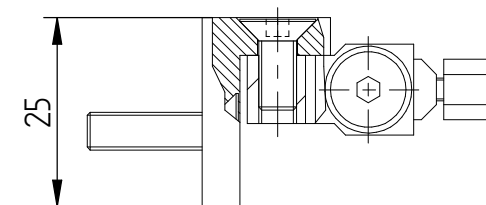
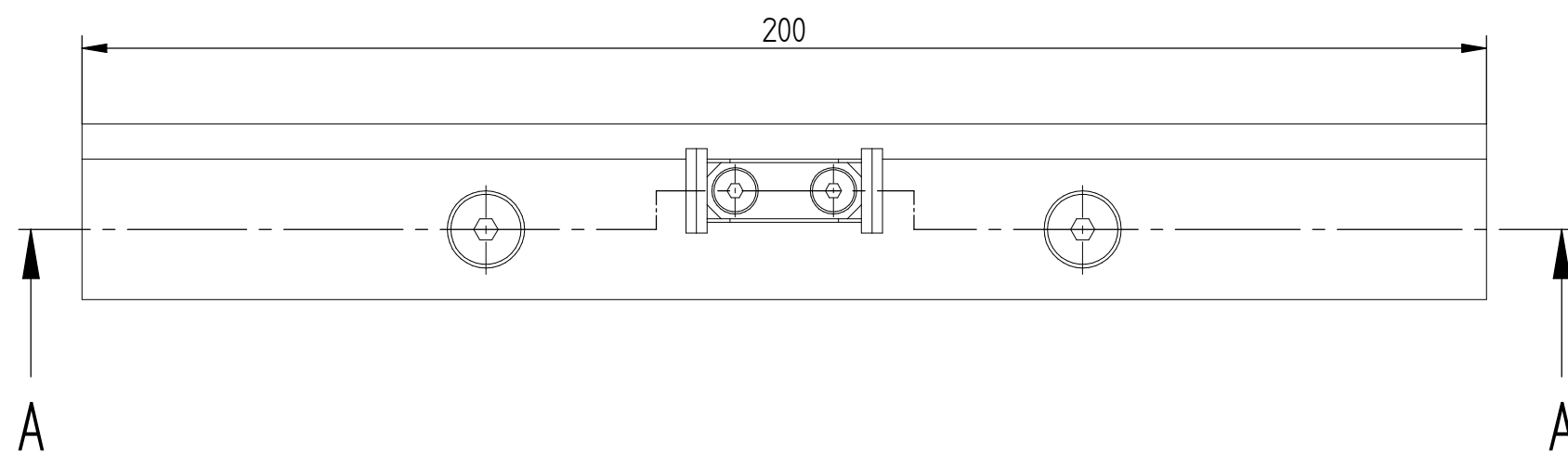
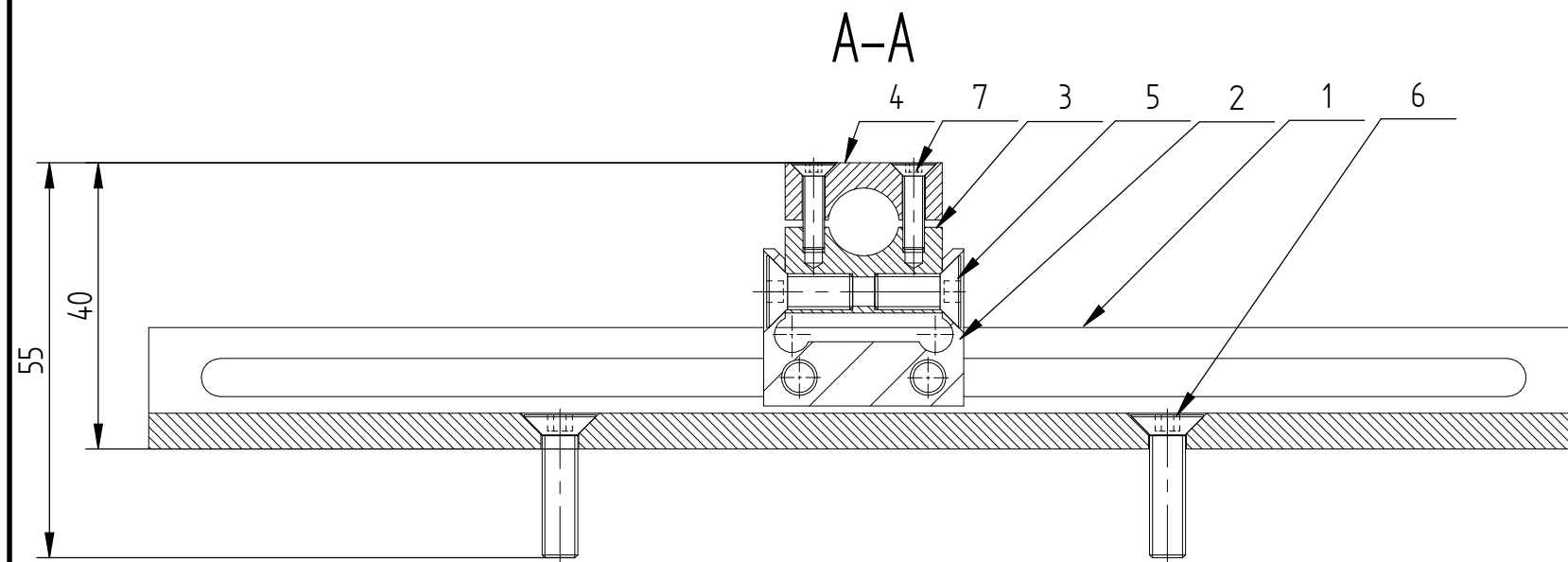
- [1] Dr Mikó Balázs – Dr Sipos Sándor – Hervay Péter – Dr Zentay Péter: Forgácsolás technológia alapjai, Óbudai Egyetem, Budapest, 2014. p47-75.
- [2] W. Konig, F. Klocke, Fertigungsverfahren (Band 2): Schleifen, Honen, Lappen, VDI Verlag Duesseldorf, 1996.
- [3]. K.H. Ho, S.T. Newman: State of the art electrical discharge machining (EDM) International Journal of Machine Tools & Manufacture. 43, 2003, pp. 1287-1300
- [4] Kun-Bodnár Krisztina - Kundrák János: Az abrazív vízsugaras vágás alkalmazhatósága forgácsoló megmunkálási műveletekre. Jelenkori társadalmi és gazdasági folyamatok XII. évfolyam, 2017. 4. szám, pp. 61-111
- [5] Marás változatai <https://waykenrm.com/blogs/what-is-face-milling/>
- [6] Palástmarás fő változatai <http://arianmetal.ir/index.php/en/products/10-milling>
- [7] Furatmegmunkálás változatai <https://sterbrust.tech/tehnologii/zenkerovanie.html>
- [8] Furatmegmunkálás változatai <https://mechanicalnotes.com/drilling-machine-definition-types-parts-operation-tools/>
- [9] Dudás Illés: Gépgyártástechnológia I. Miskolci Egyetemi Kiadó. Miskolc, 2000. p 393-403
- [10] Dr. Mikó Balázs: Forgácsolás technológia számítógépes tervezése, Óbudai Egyetem, Budapest, 2015. p49-56.
- [11] <https://www.inoxservice.hu/upload/inline/adatlapok/durvalemezek/1.4541%20-%20ADATLAP.pdf>
- [12] <https://www.inoxservice.hu/upload/inline/adatlapok/durvalemezek/1.4404%20-%20ADATLAP.pdf>
- [13] Dr. Maros Zsolt, Dr. Verezub Olga, Technológiai tervezés Oktatási segédlet Műveleti méretek és ráhagyások meghatározása, Miskolci Egyetem, Miskolc 2009
- [14] Dr. Házkötő István: Műszaki 2D-s ábrázolás. Műegyetemi kiadó. Budapest, 2006. Segédletek
- [15] Dr. Andó Mátyás: Gépipari tűrések, illesztések. Gépész Tuning Kft., Budapest, 2018, p27.

- [16] Megmunkálóközpont https://www.optimum-hungaria.hu/termek/marogepek/cnc-marogepek/vertikalis-cnc-marogepek/optimum-f150-cnc-megmunkalokozpont.html?fbclid=IwAR25fZZrsf-klN60TBhO6tOIDy0yiQ-Qb_So2CzZ5EX8owQyyGcQNzEFfw#
- [17] Vezérlés <https://www.siemens.com/global/en/products/automation/systems/cnc-sinumerik/automation-systems/sinumerik-828.html>
- [18] <https://shop.technikindustry.sk/napinac-kompaktny-nc--fks-125mm-stb-format-38451125>
- [19] ZPS-FN online katalógus, <https://www.zps-fn.cz/en/catalogue/>
- [20] Walter-tools online katalógus, <https://www.walter-tools.com/en-gb/search/pages/default.aspx>
- [21] Walter tools online GPS, https://www.walter-tools.com/en-gb/tools/search_and_shop/pages/gps.aspx
- [22] Mitutoyoshop, https://mitutoyoshop.hu/Mitutoyo_505-730
- [23] Zala tools katalógus <https://dl.zalatools.hu/haimer-3d-taster.pdf>
- [24] EDGE CAM <https://hu.edgcam.com/veroportfolio>
- [25] EDGE CAM marás <https://hu.edgcam.com/alkatreszmaras>

10. Mellékletek

1. számú melléklet: A szerkezet összeállítási rajza
2. számú melléklet: Az alkatrészek alkatrészbizrajzai
3. számú melléklet: Felfogási és leválasztási tervek
4. számú melléklet: Műveleti utasítások
5. számú melléklet: NC kódok

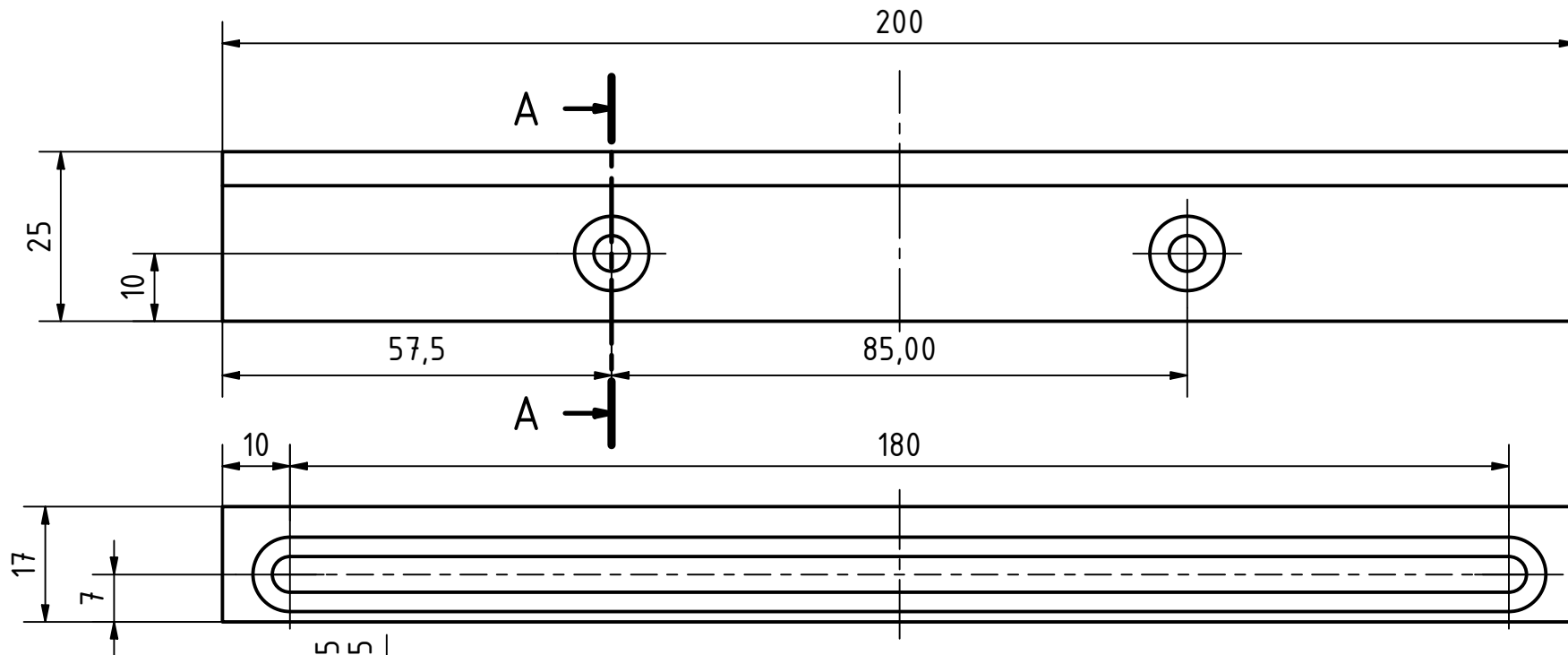
1. számú melléklet
(1 oldal)



7	2	ISO 10642 - M5 x 20	A2	
6	2	ISO 10642 - M3 x 12	A2	
5	4	ISO 10642 - M5 x 12	A2	
4	1	Szorító	1.4541	
3	1	Forgató	1.4541	
2	1	Közdarab	1.4541	
1	1	Felfogó	1.4541	
Tételszám	Darabszám	Megnevezés	Anyag	Megjegyzés

Ellenőrizte:		Megnevezés: Bliszterjelölő filctolttartó	Méretarány: 1 : 1	Tömeg: 0,3 Kg
Dátum: 2022.11.30.			Anyag:	
Sorszám: 1	Készítő: Falusi Bálint		Rajz megnevezés: Összeállítás	

2. számú melléklet
(4 oldal)



A-A
(2 : 1)

2,85 +0,05
-0,05

5

5,3

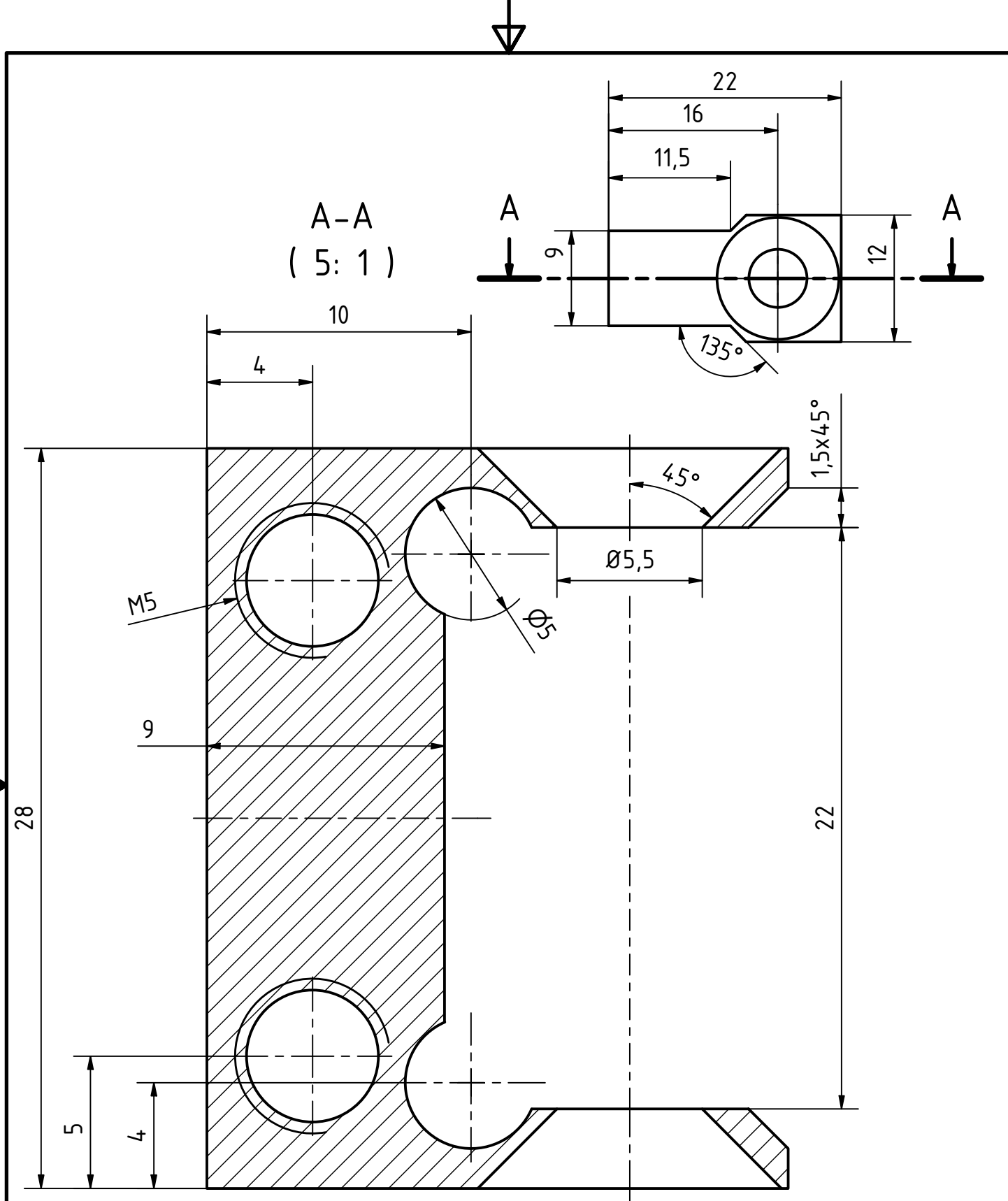
2,85 +0,05
-0,05

5

Ø5,3

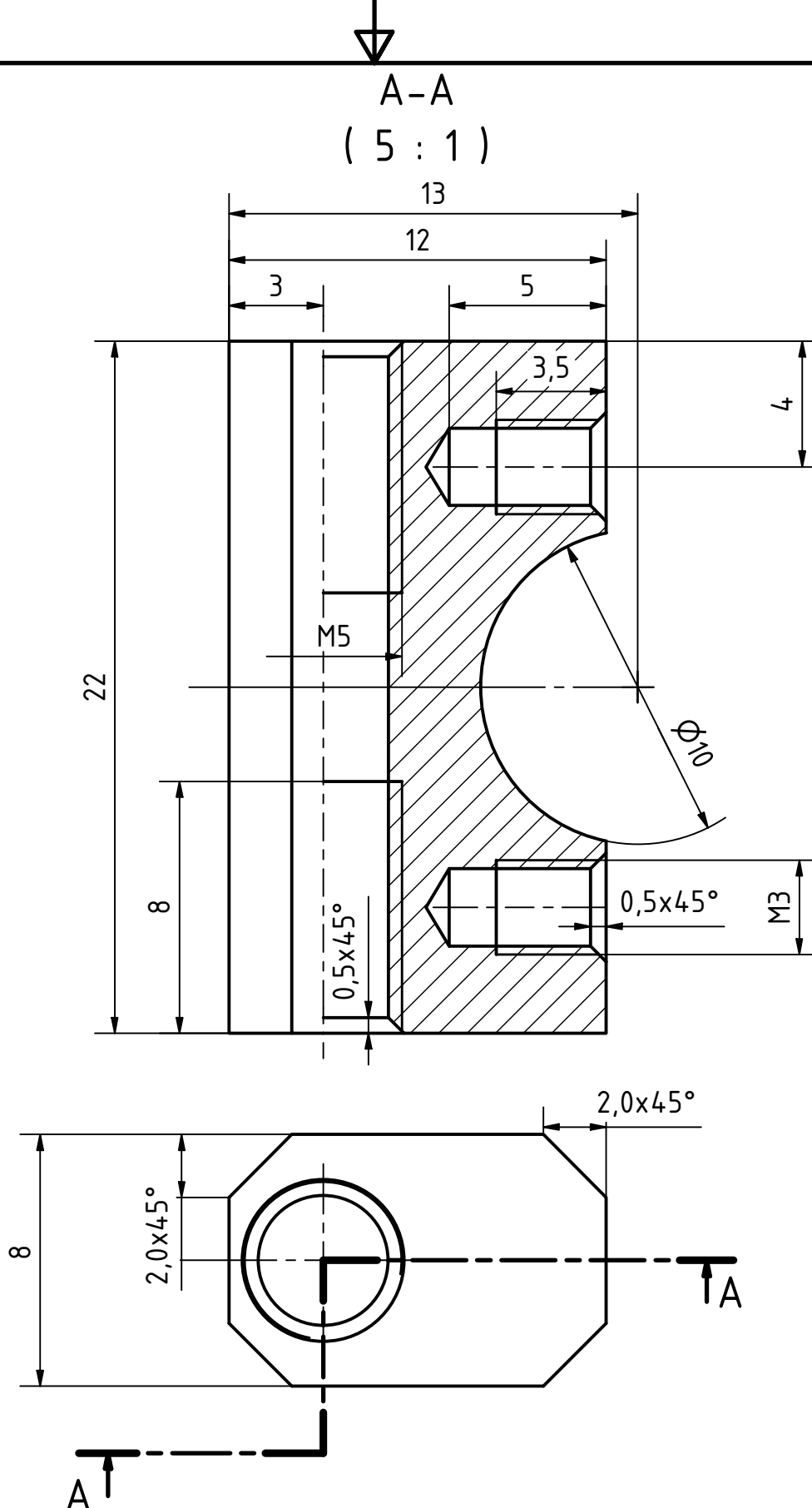
Élek sorjázva

Tervező: biczis	Berendezés: Bliszterjelölő filctolltartó	Méretarány: 1 : 1	Gépészeti Osztály
Dátum: 2022. 06. 23.	Megnevezés: Felfogólap	Lapméret: A4	
Darabszám: 1 db	Anyag: Stainless Steel	Felület: Szálcsiszolt	Tömeg: 0,24 kg
			Fájlnév: Felfogo_muhelyrajz.dwg

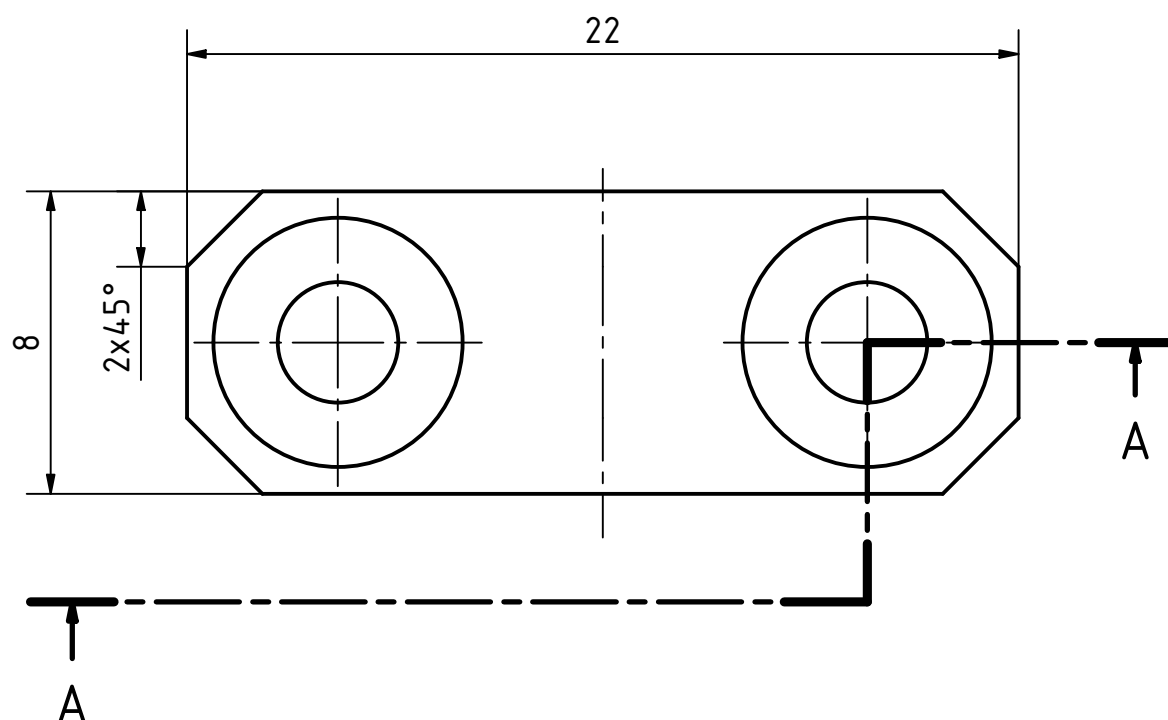
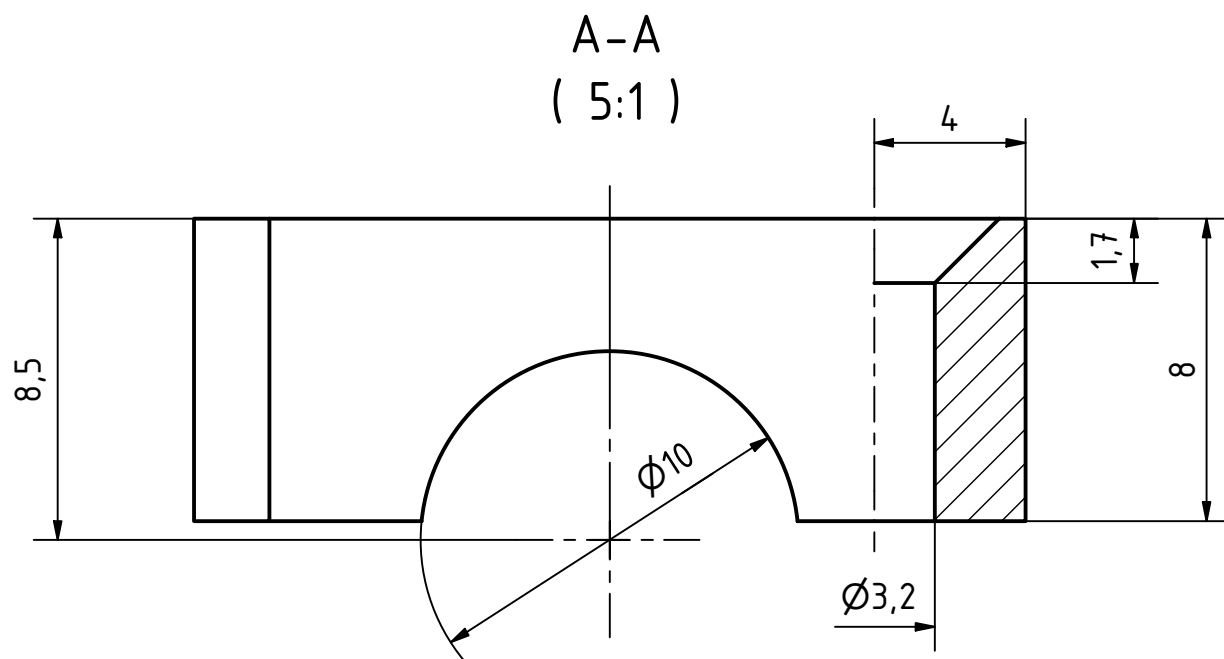


Élek sorjázva

Tervező: biczis	Berendezés: Bliszterjelölő filctolltartó	Méretarány: 2 : 1	Gépészeti Osztály
Dátum: 2022. 06. 23.	Megnevezés: Közdarab	Lapméret: A4	
Darabszám: 1 db	Anyag: Stainless Steel	Felület:	Tömeg: 0,02 kg
			Fájlnév: Kozdarab.ipt

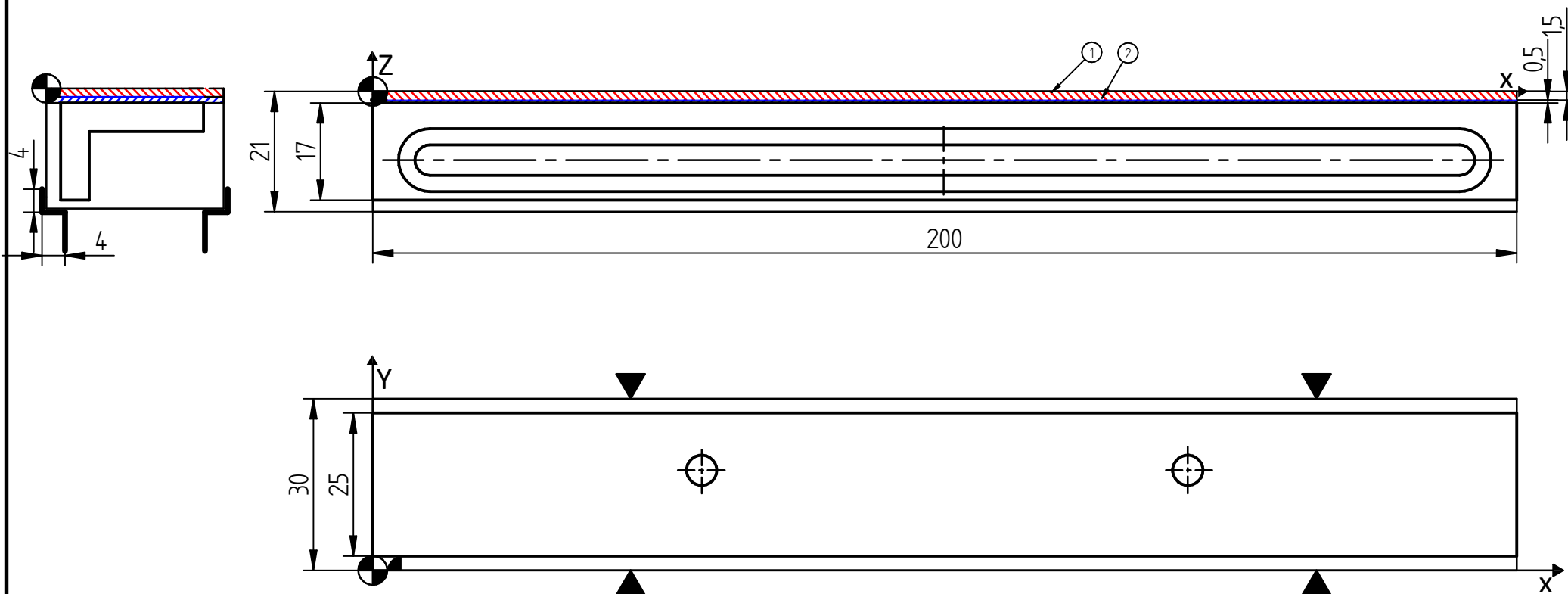


Tervező: biczis	Berendezés: Bliszterjelölő filctolltartó	Méretarány: 5 : 1	Gépészeti Osztály
Dátum: 2022. 06. 23.	Megnevezés: Befogó forgató	Lapméret: A4	
Darabszám: 1 db	Anyag: Stainless Steel	Felület:	Tömeg: 0,01 kg
			Fájlnév: Forgato.ipt



Tervező: biczis	Berendezés: Bliszterjelölő filctolltartó	Méretarány: 5:1	Gépészeti Osztály
Dátum: 2022. 06. 23.	Megnevezés: Befogó leszorító	Lapméret: A4	
Darabszám: 1 db	Anyag: Stainless Steel	Felület:	Tömeg: 0,01 kg
			Fájlnév: Szorito_muhelyrajz.dwg

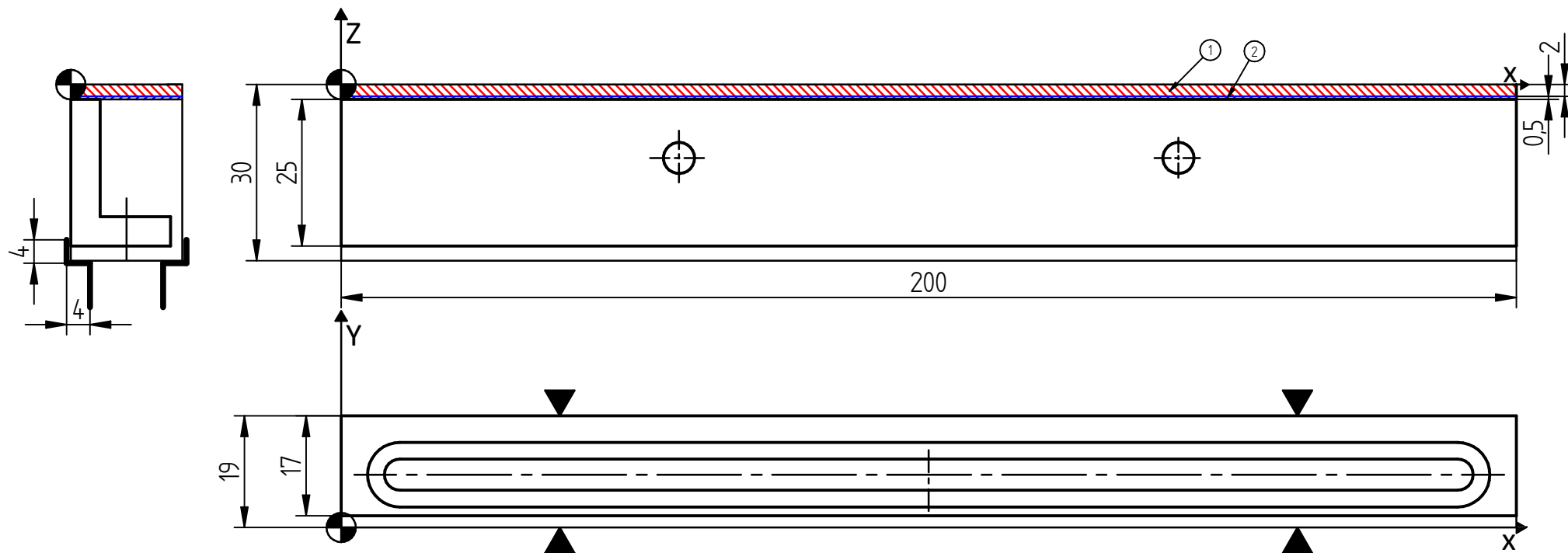
3. számú melléklet
(20 oldal)



2	Simító síkmarás	Kék
1	Nagyoló síkmarás	Piros

Felfogási és leválasztási terv		Tervezte: Falusi Bálint
		Rajzszám: 1.1.1
Dátum: 2022.11.20	Szerszámgép, Vezérlés: Optimum F150, Sinumerik 828D	
Alkatrész neve: Felfogólap	A befogás eszköze: Gépsatu+lépcsős keménypofa	

SOLID EDGE ACADEMIC COPY



2	Simító síkmarás	Kék
1	Nagyoló síkmarás	Piros

Felfogási és leválasztási terv

Tervezte: Falusi Bálint

Rajzszám: 1.1.2

Dátum: 2022.11.20

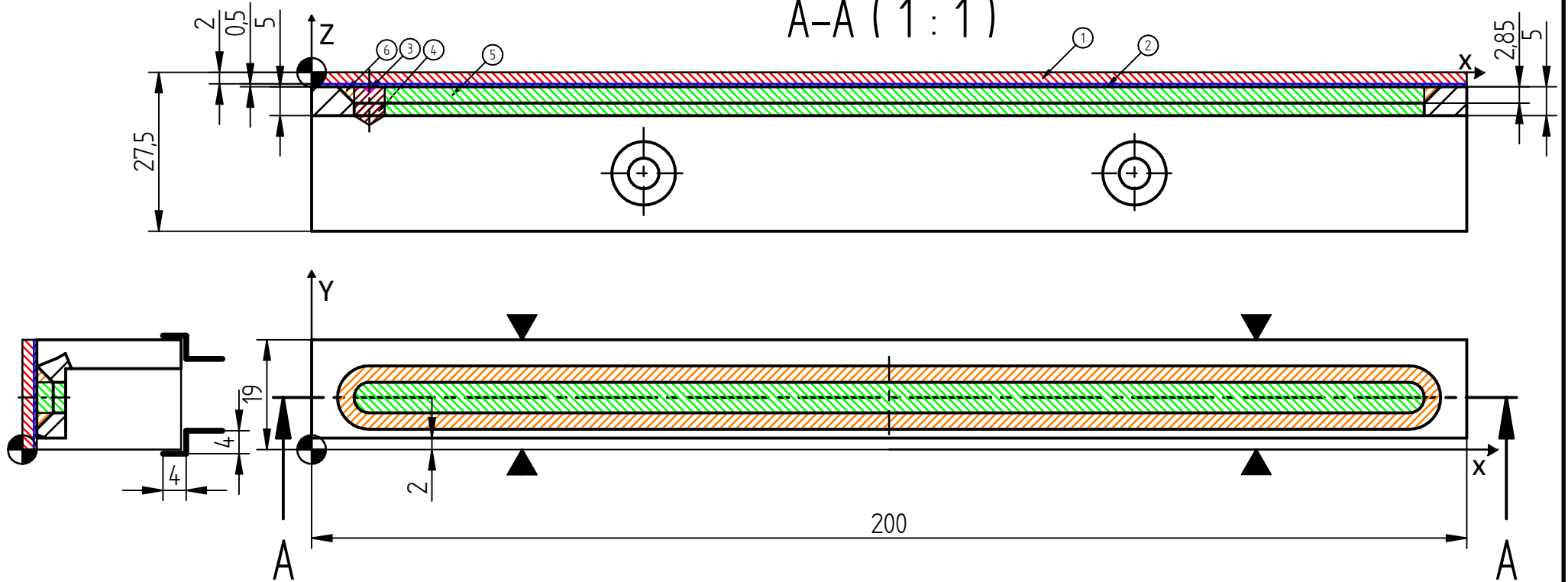
Szerszámgép, Vezérlés: Optimum F150, Sinumerik 828D

Alkatrész neve: Felfogólap

A befogás eszköze: Gépsatu+lépcsős keménypofa

SOLID EDGE ACADEMIC COPY

A-A (1 : 1)



6	Letörés	Narancs
5	Horonymarás	Zöld
4	Fúrás	Barna
3	Központfúrás	Lila
2	Simító síkmarás	Kék
1	Nagyoló síkmarás	Piros

Felfogási és leválasztási terv

Tervezte: Falusi Bálint

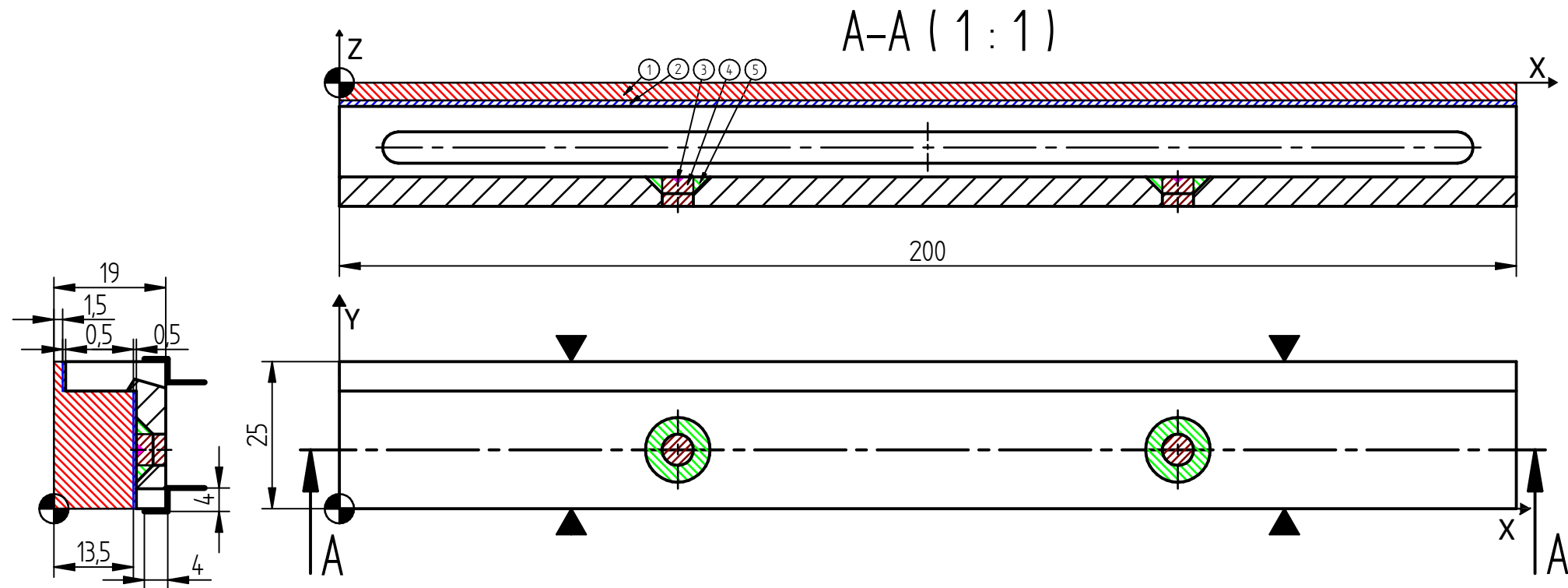
Rajzszám: 1.1.3

Dátum: 2022.11.20

Szerszámgép, Vezérlés: Optimum F150, Sinumerik 828D

Alkatrész neve: Felfogólap

A befogás eszköze: Gépsatu+lépcsős keménypofa



Felfogási és leválasztási terv

5	Süllyesztés	Zöld
4	Fúrás	Barna
3	Központfúrás	Lila
2	Simító síkmarás	Kék
1	Nagyoló síkmarás	Piros

Tervezte: Falusi Bálint

Rajzszám: 1.1.4

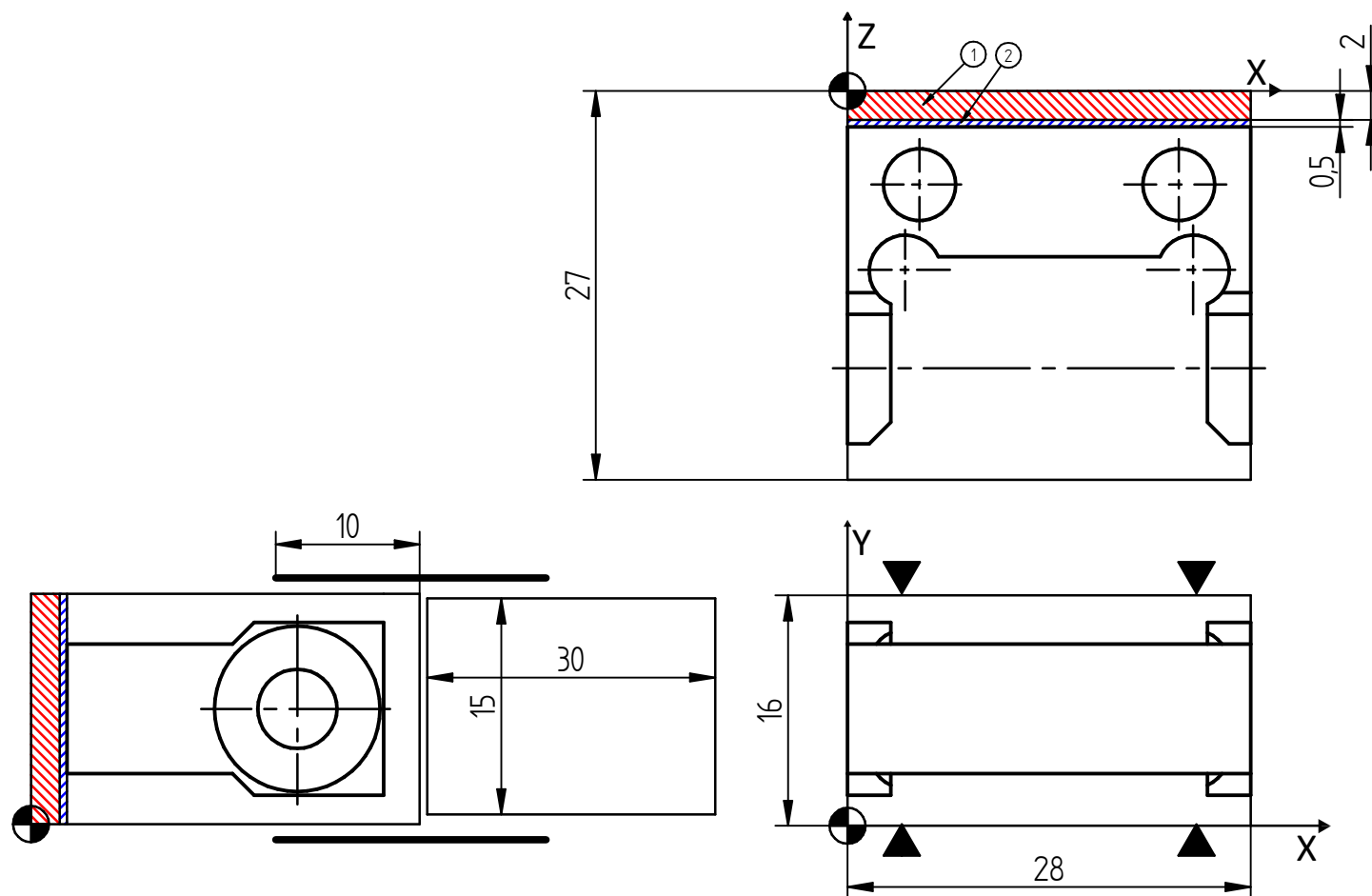
Dátum: 2022.11.20

Szerszámgép, Vezérlés: Optimum F150, Sinumerik 828D

Alkatrész neve: Felfogólap

A befogás eszköze: Gépsatu+lépcsős keménypofa

SOLID EDGE ACADEMIC COPY



Felfogási és leválasztási terv

2	Simító síkmarás	Kék
1	Nagyoló síkmarás	Piros

Tervezte: Falusi Bálint

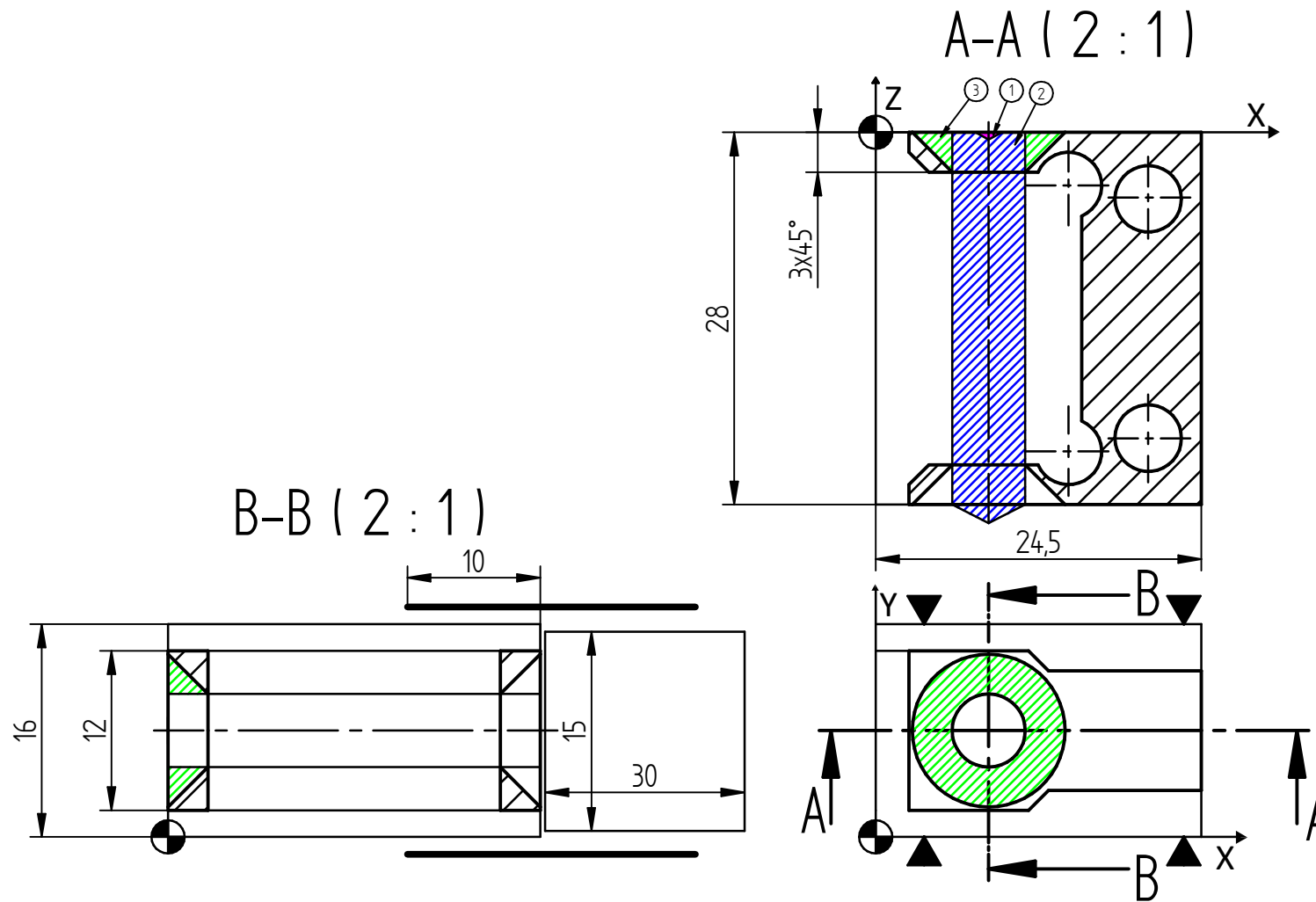
Rajzsám: 1.2.1

Dátum: 2022.11.20

Szerszámgép, Vezérlés: Optimum F150, Sinumerik 828D

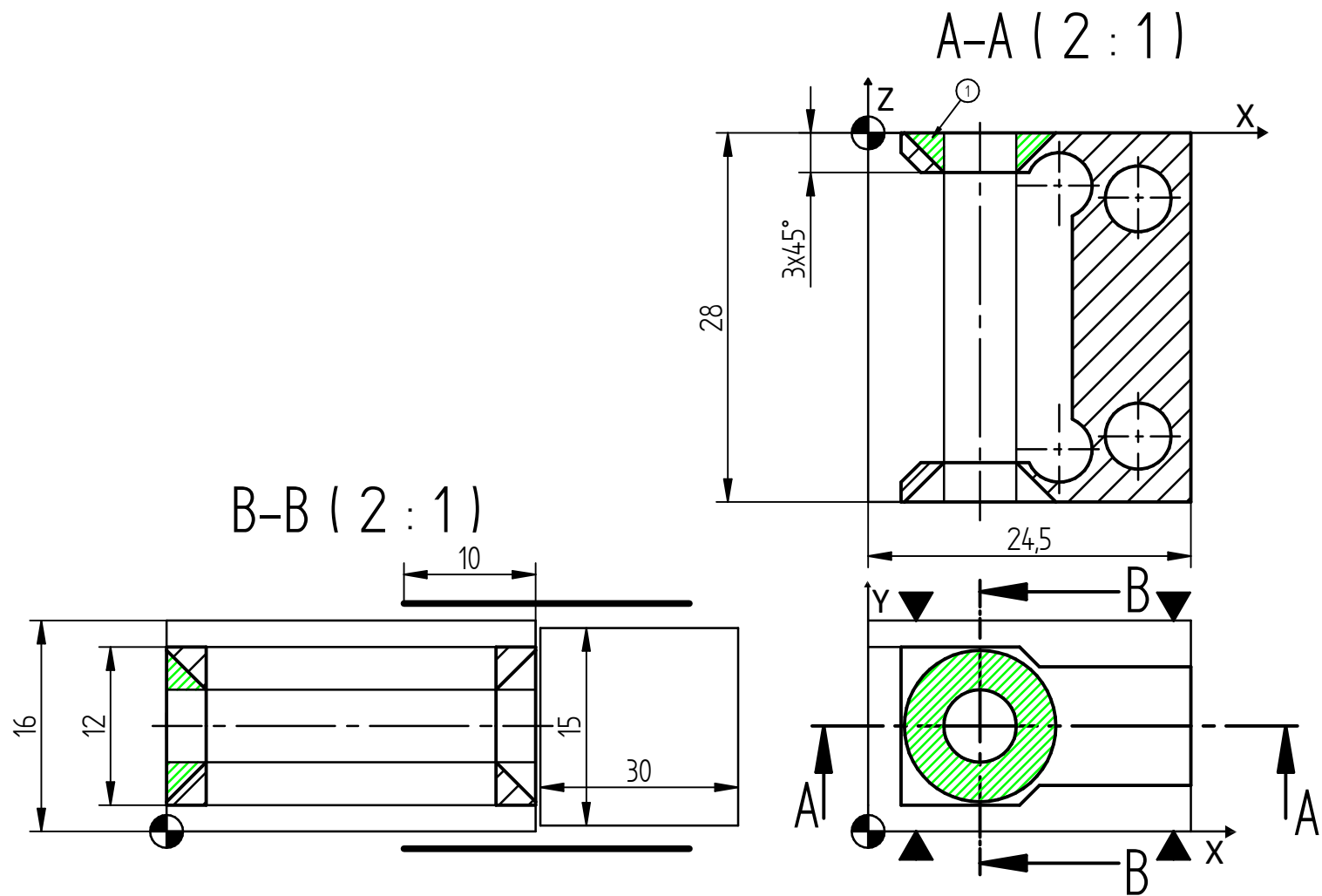
Alkatrész neve: Közdarab

A befogás eszköze: Gépsatu+keménypofa
+síkköszörült hasáb



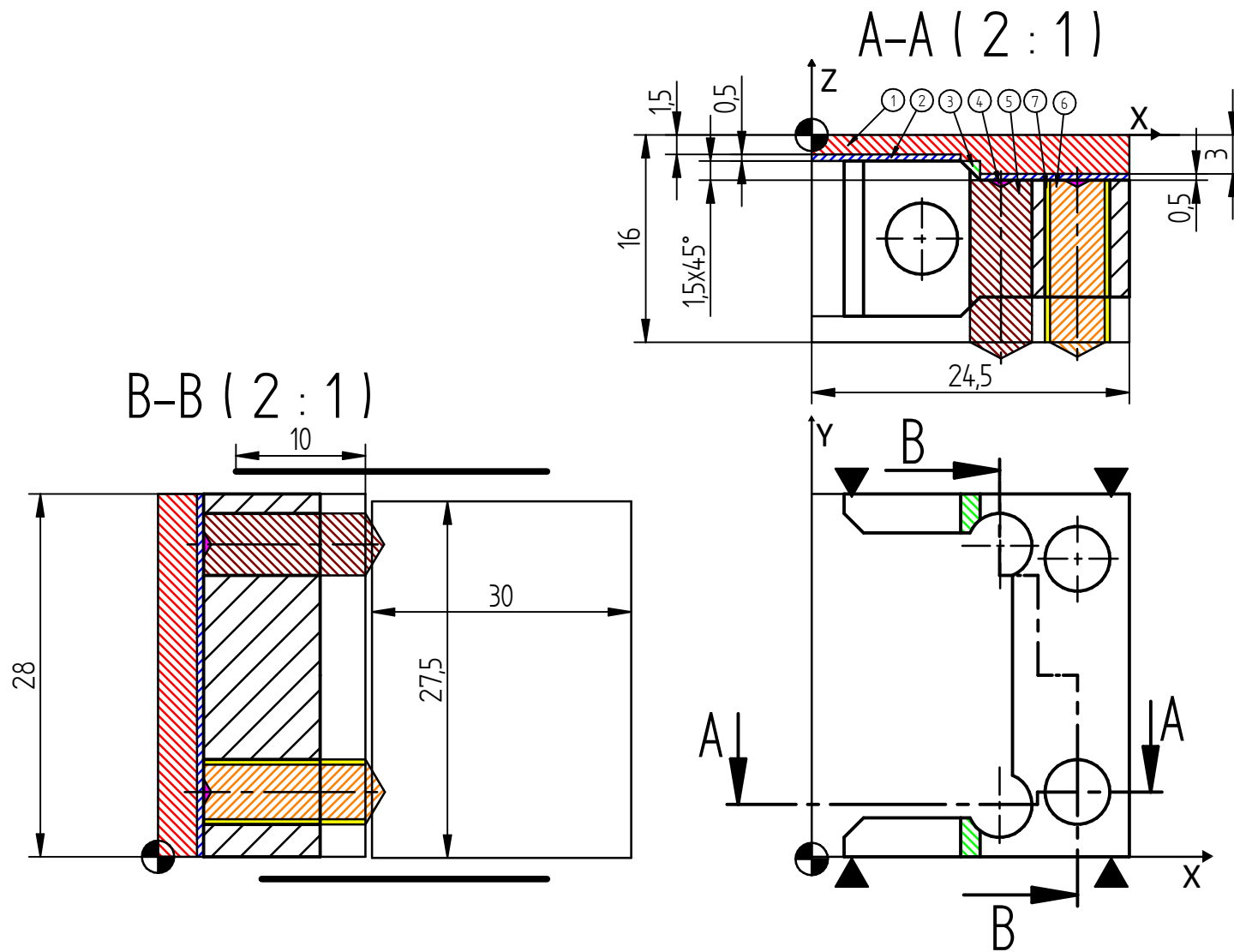
1	Süllyesztés	Zöld
Felfogási és leválasztási terv		
Tervezte: Falusi Bálint		
Rajkszám: 1.2.3		
Dátum: 2022.11.20		Szerszámgép, Vezérlés: Optimum F150, Sinumerik 828D
Alkatrész neve: Közdarab		A befogás eszköze: Gépsatu+keménypofa Síkköszörült hasáb

SOLID EDGE ACADEMIC COPY



1	Süllyesztés	Zöld
Felfogási és leválasztási terv		
Tervezte: Falusi Bálint		
Rajzsám: 1.2.3		
Dátum: 2022.11.20		Szerszámgép, Vezérlés: Optimum F150, Sinumerik 828D
Alkatrész neve: Közdarab		A befogás eszköze: Gépsatu+keménypofa Síkköszörült hasáb

SOLID EDGE ACADEMIC COPY



7	Menetfúrás	Citrom
6	Fúrás	Narancs
5	Fúrás	Barna
4	Központfúrás	Lila
3	Letörés	Zöld
2	Simító síkmarás	Kék
1	Nagyoló síkmarás	Piros

Felfogási és leválasztási terv

Tervezte: Falusi Bálint

Rajzszám: 1.2.4

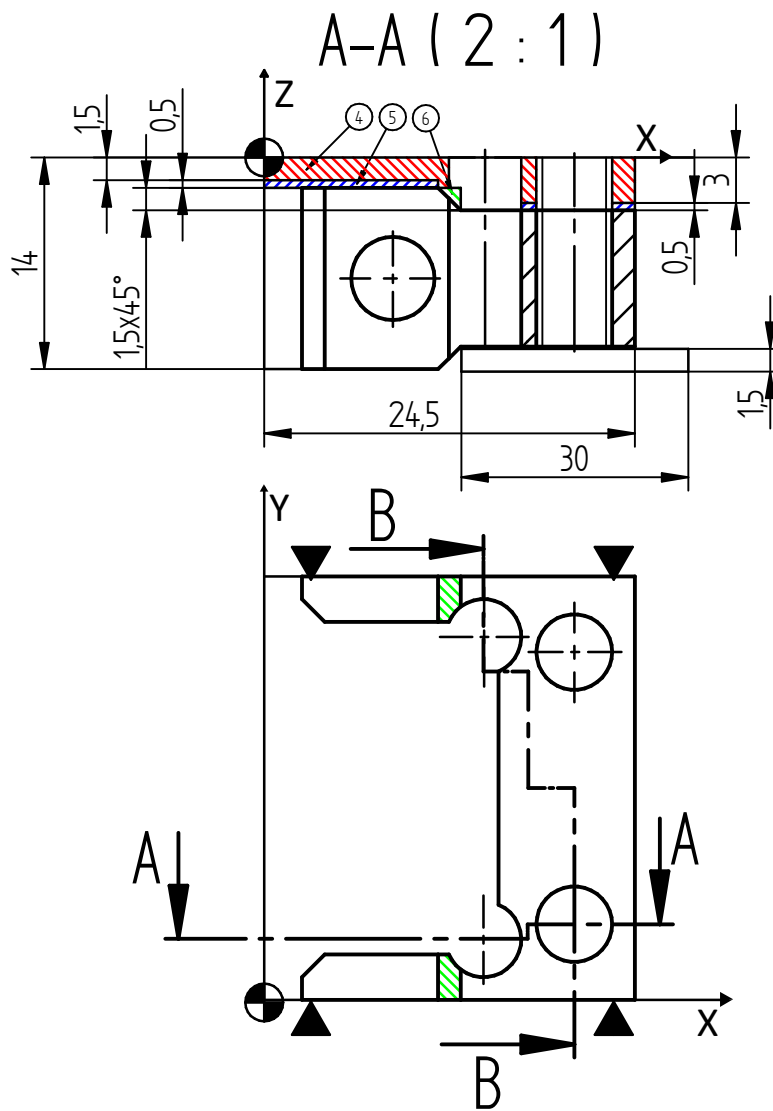
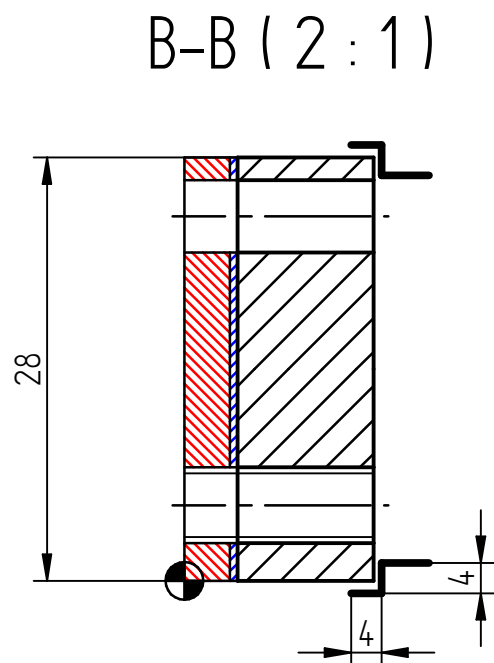
Dátum: 2022.11.20

Szerszámgép, Vezérlés: Optimum F150, Sinumerik 828D

Alkatrész neve: Közdarab

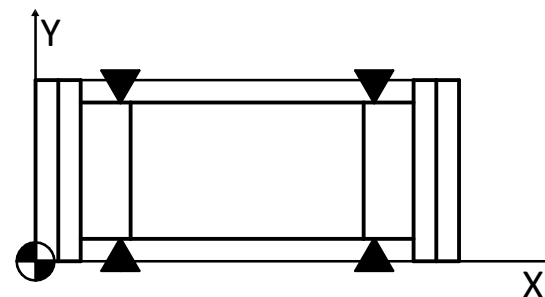
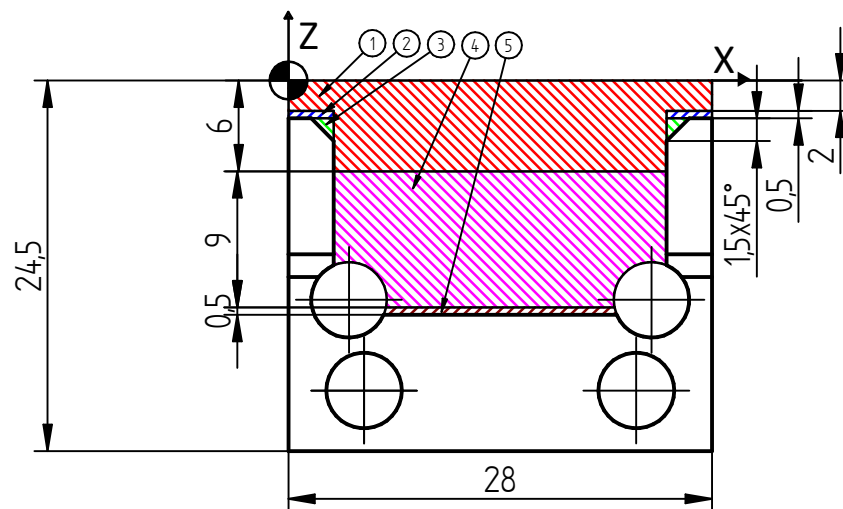
A befogás eszköze: Gépsatu+keménypofa
+síkköszörült hasáb

SOLID EDGE ACADEMIC COPY



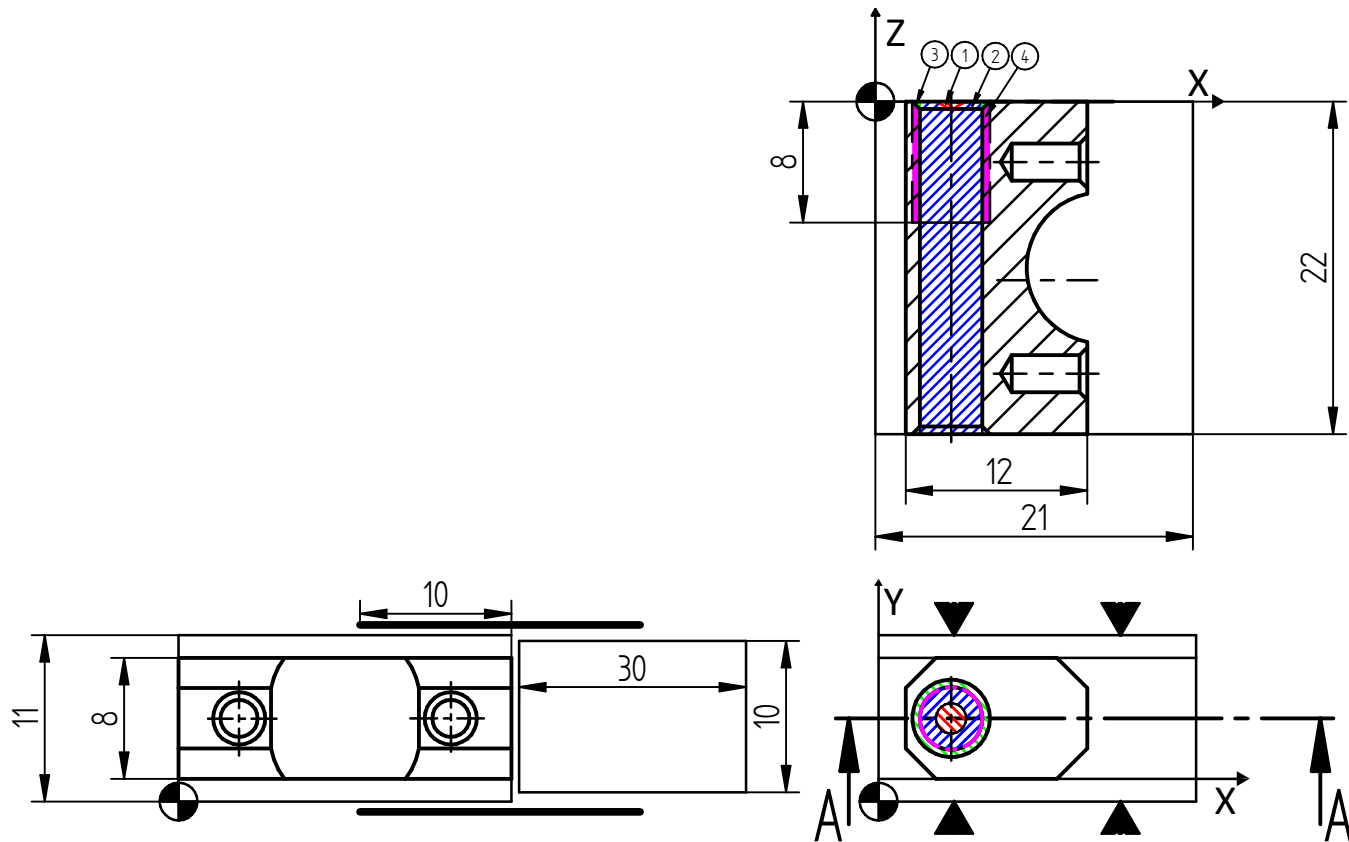
3	Letörés	Zöld
2	Simító síkmarás	Kék
1	Nagyoló síkmarás	Piros

Felfogási és leválasztási terv		Tervezte: Falusi Bálint
		Rajzszám: 1.2.5
Dátum: 2022.11.20	Szerszámgép, Vezérlés: Optimum F150, Sinumerik 828D	
Alkatrész neve: Közdarab	A befogás eszköze: Gépsatu + lépcsős keménypofa + 1,5 mm-es lemez	



Felfogási és leválasztási terv		Tervezte: Falusi Bálint
		Rajzszám: 1.2.6
Dátum: 2022.11.20	Szerszámgép, Vezérlés: Optimum F150, Sinumerik 828D	
Alkatrész neve: Közdarab	A befogás eszköze: Gépsatu+lépcsős keménypofa	

A-A (2 : 1)



4	Menetfúrás	Lila
3	Süllyesztés	Zöld
2	Fúrás	Kék
1	Központfúrás	Piros

Felfogási és leválasztási terv

Tervezte: Falusi Bálint

Rajzsám: 1.3.1

Dátum: 2022.11.20

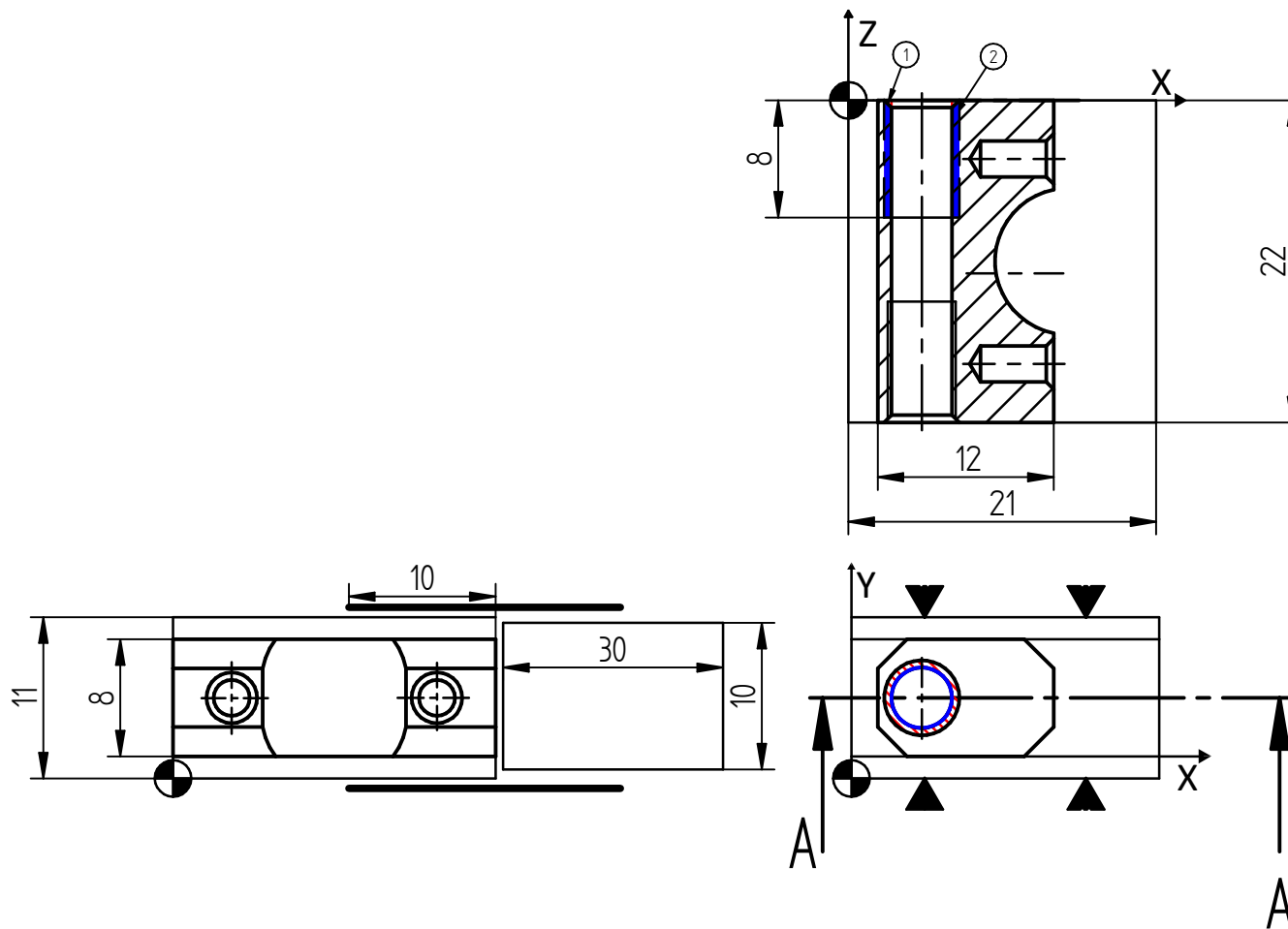
Szerszámgép, Vezérlés: Optimum F150, Sinumerik 828D

Alkatrész neve: Forgató

A befogás eszköze: Gépsatu+keménypofa
+síkköszörült hasáb

SOLID EDGE ACADEMIC COPY

A-A (2 : 1)



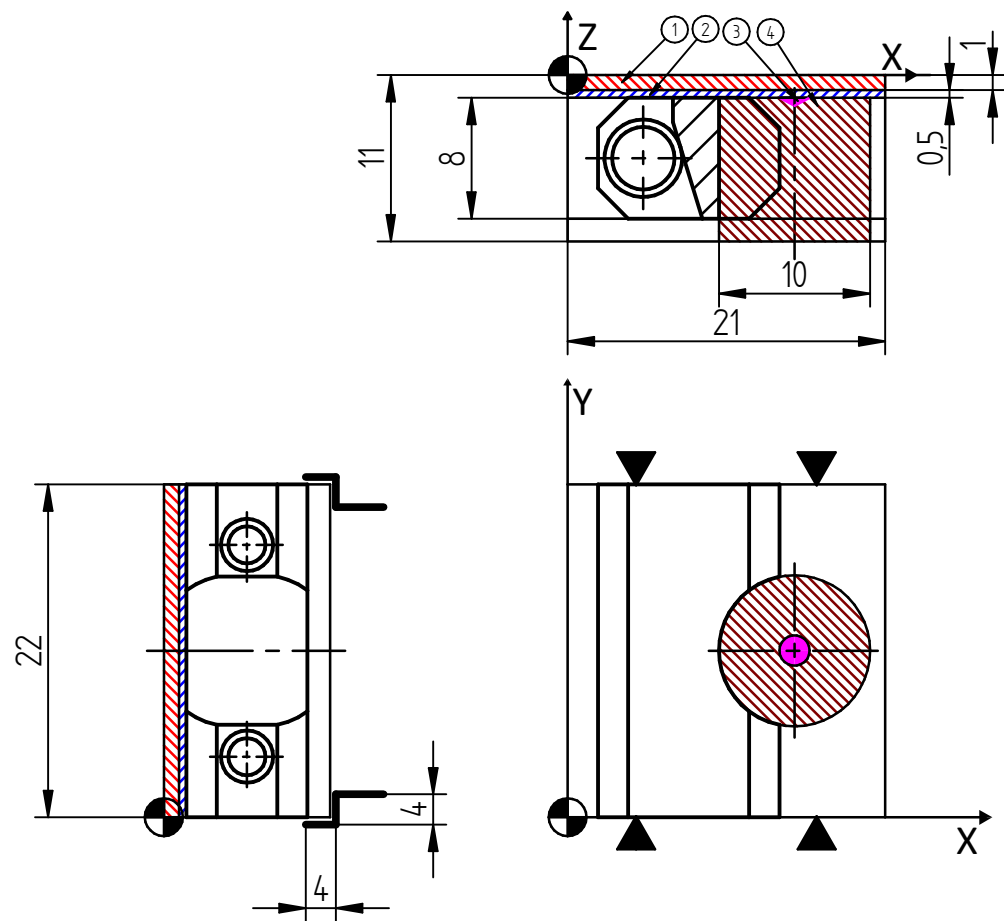
Felfogási és leválasztási terv

2	Menetfúrás	Kék
1	Letörés	Piros

Tervezte: Falusi Bálint
Rajzsám: 1.3.2

Dátum: 2022.11.20	Szerszámgép, Vezérlés: Optimum F150, Sinumerik 828D
Alkatrész neve: Forgató	A befogás eszköze: Gépsatu+keménypofa +síkköszörült hasáb

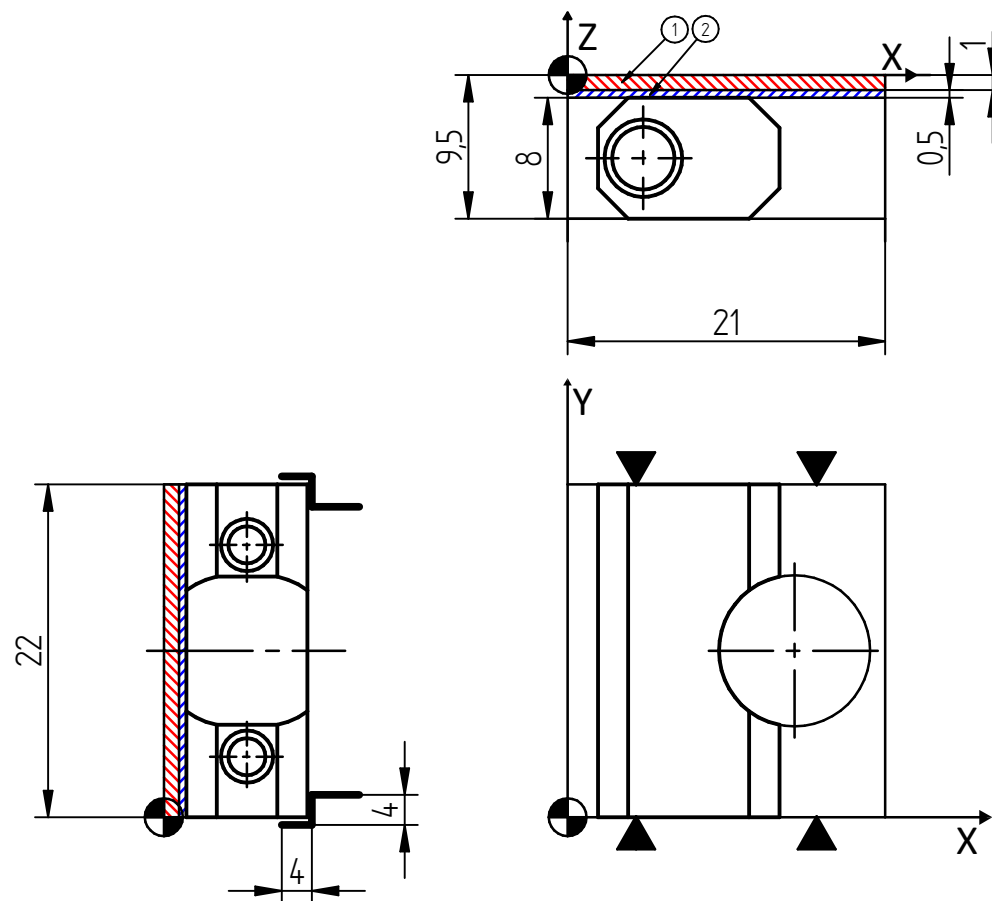
SOLID EDGE ACADEMIC COPY



4	Fúrás	Barna
3	Központfúrás	Lila
2	Simító síkmarás	Kék
1	Nagyoló síkmarás	Piros

Felfogási és leválasztási terv		Tervezte: Falusi Bálint
		Rajzszám: 1.3.3
Dátum: 2022.11.20	Szerszámgép, Vezérlés: Optimum F150, Sinumerik 828D	
Alkatrész neve: Forgató	A befogás eszköze: Gépsatu+lépcsős keménypofa	

SOLID EDGE ACADEMIC COPY

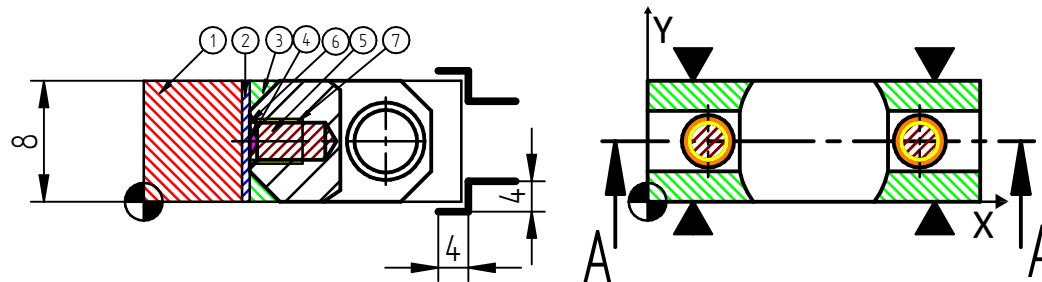
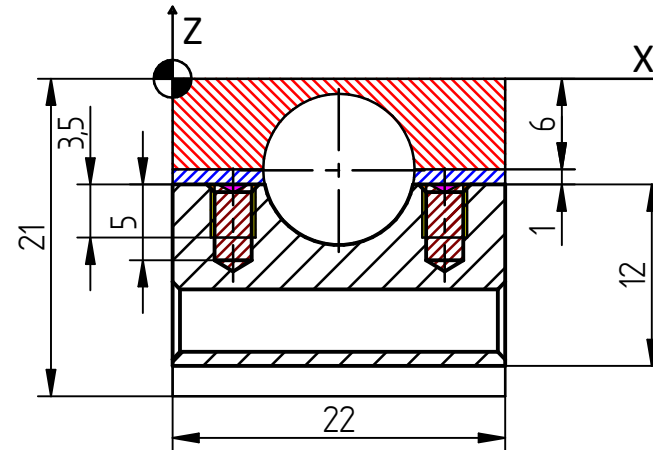


2	Simító síkmarás	Kék
1	Nagyoló síkmarás	Piros

Felfogási és leválasztási terv		Tervezte: Falusi Bálint
		Rajzsám: 1.3.4
Dátum: 2022.11.20	Szerszámgép, Vezérlés: Optimum F150, Sinumerik 828D	
Alkatrész neve: Forgató	A befogás eszköze: Gépsatu+lépcsős keménypofa	

SOLID EDGE ACADEMIC COPY

A-A (2 : 1)



7	Menetfúrás	Citrom
6	Süllyesztés	Narancs
5	Fúrás	Barna
4	Központfúrás	Lila
3	Letörés	Zöld
2	Simító síkmarás	Kék
1	Nagyoló síkmarás	Piros

Felfogási és leválasztási terv

Tervezte: Falusi Bálint

Rajkszám: 1.3.5

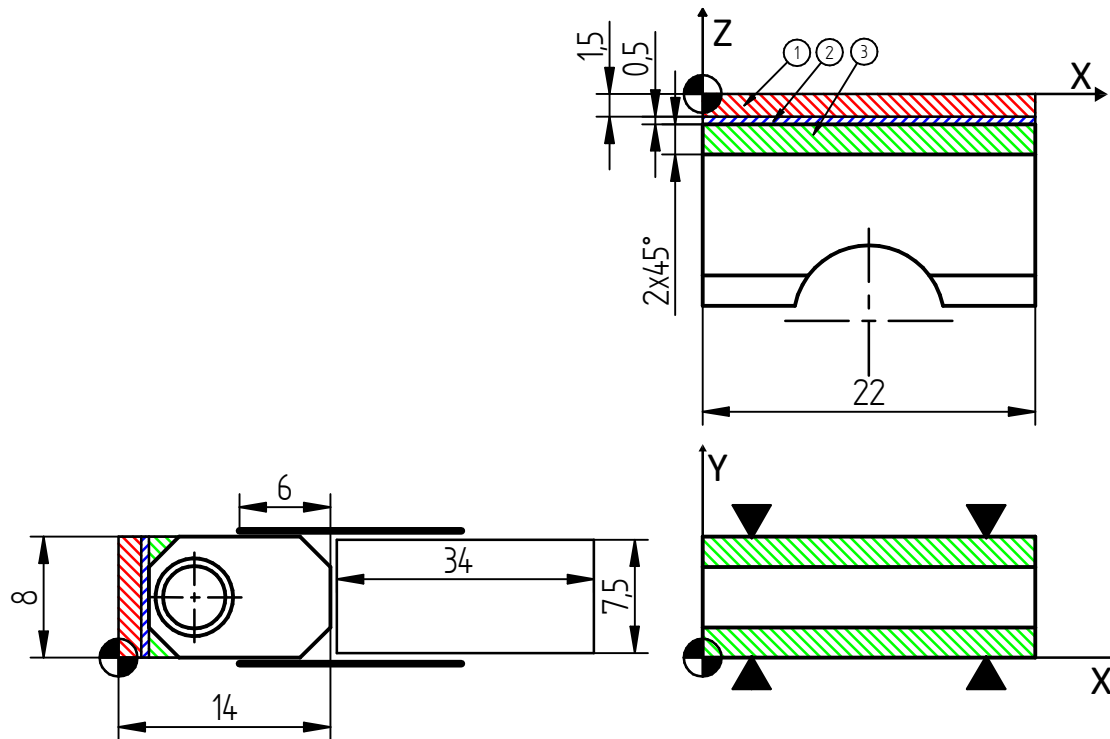
Dátum: 2022.11.20

Szerszámgép, Vezérlés: Optimum F150, Sinumerik 828D

Alkatrész neve: Forgató

A befogás eszköze: Gépsatu+lépcsős keménypofa

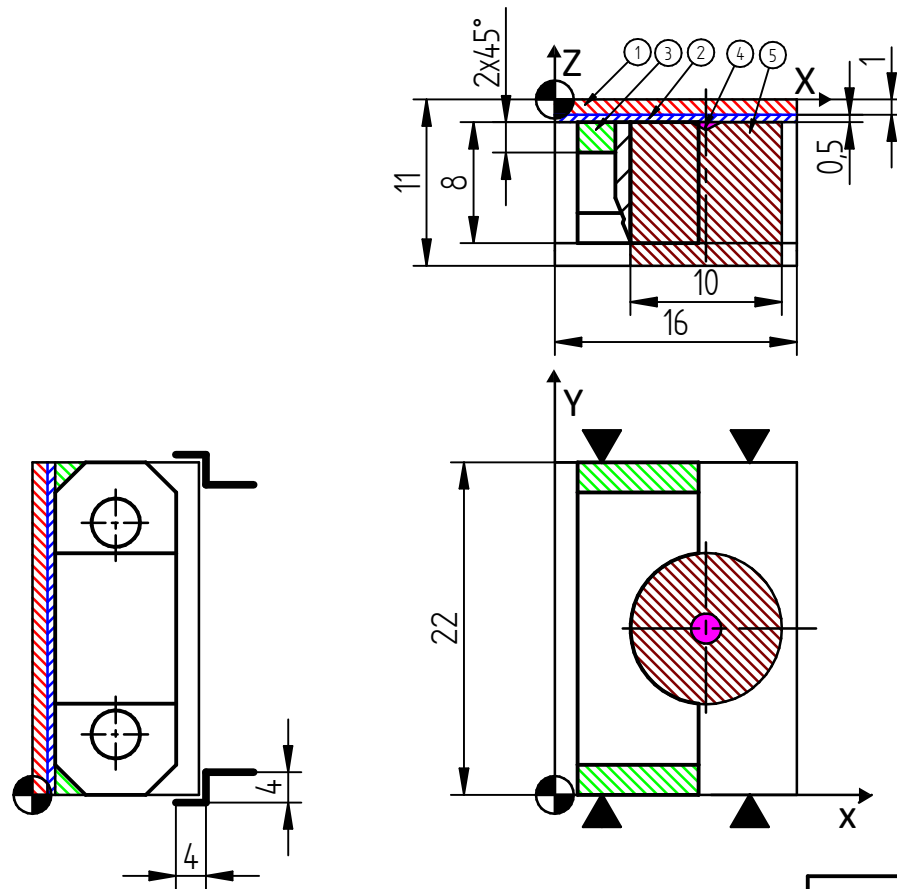
SOLID EDGE ACADEMIC COPY



3	Letörés	Zöld
2	Simító síkmarás	Kék
1	Nagyoló síkmarás	Piros

Felfogási és leválasztási terv		Tervezte: Falusi Bálint
		Rajzszám: 1.3.6
Dátum: 2022.11.20	Szerszámgép, Vezérlés: Optimum F150, Sinumerik 828D	
Alkatrész neve: Forgató	A befogás eszköze: Gépsatu+keménypofa +síkköszörült hasáb	

SOLID EDGE ACADEMIC COPY



5	Fúrás	Barna
4	Központfúrás	Lila
3	Letörés	Zöld
2	Simító síkmarás	Kék
1	Nagyoló síkmarás	Piros

Felfogási és leválasztási terv

Tervezte: Falusi Bálint

Rajzsám: 1.4.1

Dátum: 2022.11.20

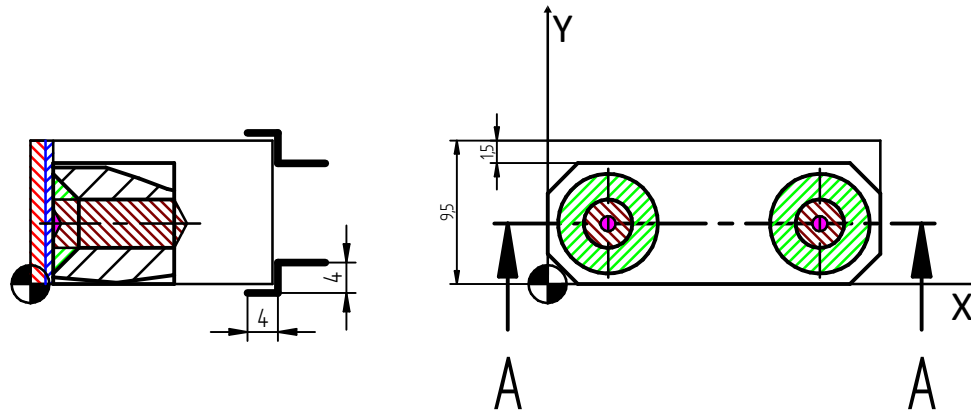
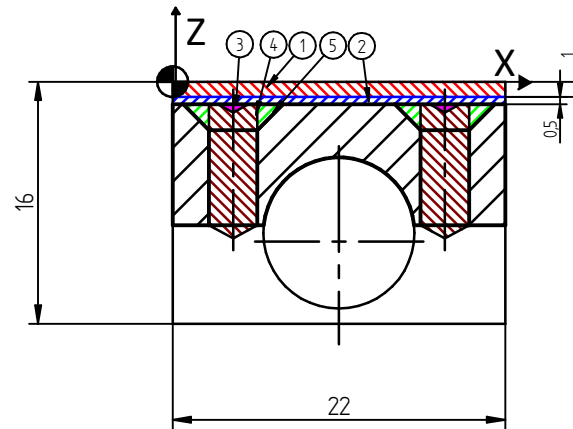
Szerszámgép, Vezérlés: Optimum F150, Sinumerik 828D

Alkatrész neve: Szorító

A befogás eszköze: Gépsatu+lépcsős keménypofa

SOLID EDGE ACADEMIC COPY

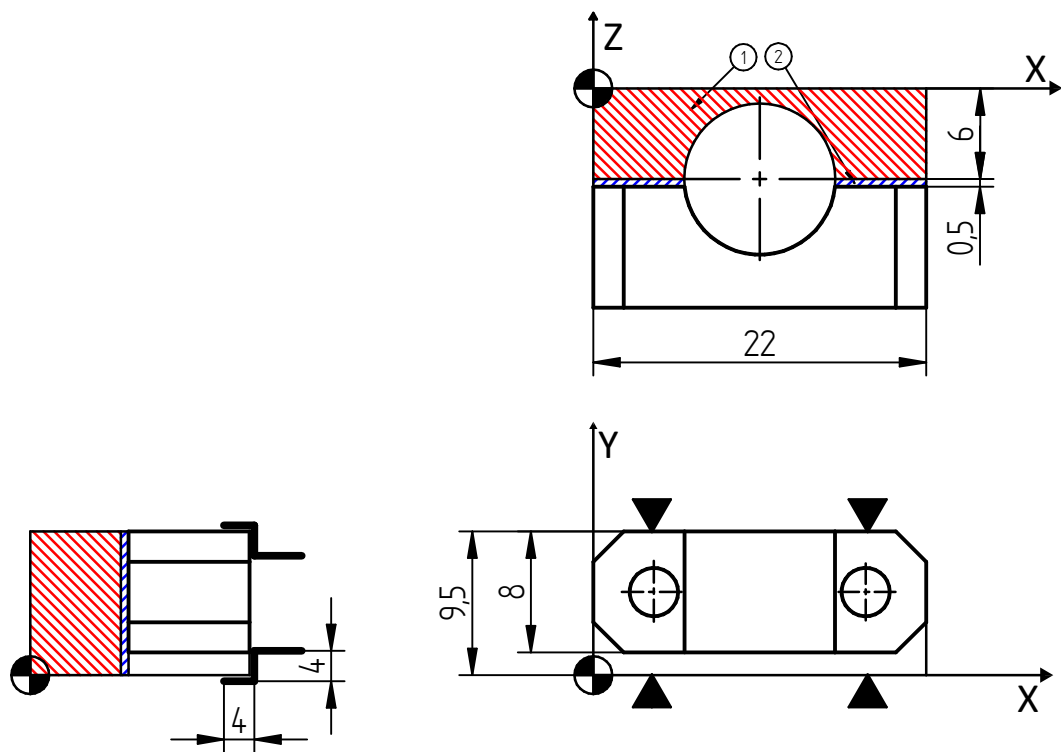
A-A (2 : 1)



5	Süllyesztés	Zöld
4	Fúrás	Barna
3	Központfúrás	Lila
2	Simító síkmarás	Kék
1	Nagyoló síkmarás	Piros

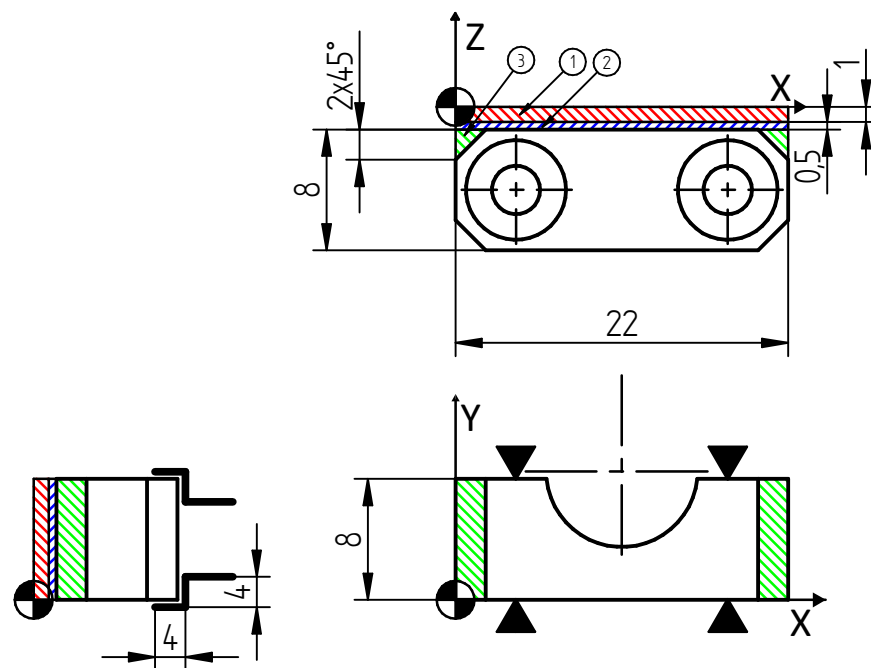
Felfogási és leválasztási terv		Tervezte: Falusi Bálint
		Rajzsám: 1.4.2
Dátum: 2022.11.20	Szerszámgép, Vezérlés: Optimum F150, Sinumerik 828D	
Alkatrész neve: Szorító	A befogás eszköze: Gépsatu+lépcsős keménypofa	

SOLID EDGE ACADEMIC COPY



2	Simító síkmarás	Kék
1	Nagyoló síkmarás	Piros
Tervezte: Falusi Bálint		
Rajzsám: 1.4.3		
Dátum: 2022.11.20		Szerszámgép, Vezérlés: Optimum F150, Sinumerik 828D
Alkatrész neve: Szorító		A befogás eszköze: Gépsatu+lépcsős keménypofa

SOLID EDGE ACADEMIC COPY



3	Letörés	Zöld
2	Simító síkmarás	Kék
1	Nagyoló síkmarás	Piros

Felfogási és leválasztási terv

Tervezte: Falusi Bálint

Rajzszám: 1.4.4

Dátum: 2022.11.20

Szerszámgép, Vezérlés: Optimum F150, Sinumerik 828D

Alkatrész neve: Szorító

A befogás eszköze: Gépsatu+lépcsős keménypofa

SOLID EDGE ACADEMIC COPY

4. számú melléklet
(20 oldal)

		MŰVELETI UTASÍTÁS		Műv. ut. szám: 01	Lapszám: 1				
Anyag: 1.4541	Rajzszám: 2.1.1	Munkadarab megnevezése: Felfogólap		Munkadarab jele: 1					
	Nyersméret: 21x30x200	Anyagállapot: normalizált	Művelet megnevezése: Marás	Művelet jele:	Műveletterv sz.:				

Vázlat:

Sor- szám	Műveletelem	Szerszám, mérőeszköz, készülék	v m/perc	n 1/perc	f _z mm	z db	a mm	i -
1	Előgyártmány méreteinek ellenőrzése	Mitutoyo 505-730 órás tolómérő						
2	Előgyártmány befogása	Format satu	Megjegyzés: Keménypofa lépcsőkön befogva					
3	Nullpont bemérés	FH – Haimer 3D taster	G54 szerinti koordinátarendszer					
4	Nagyoló síkmarás	120518.200 TiAlN	22,5	350	0,02	4	1,5	1
5	Simító síkmarás	120518.200 TiAlN	22,5	350	0,01	4	0,5	1
6	Ellenőrzés	Mitutoyo 505-730 órás tolómérő						
Készítette:			Dátum:					
Falusi Bálint			2022.11.20.					
Befogó készülék			Géptípus:					
Format Tensioner compact NC-FKS 125mm			Optimill F 150					

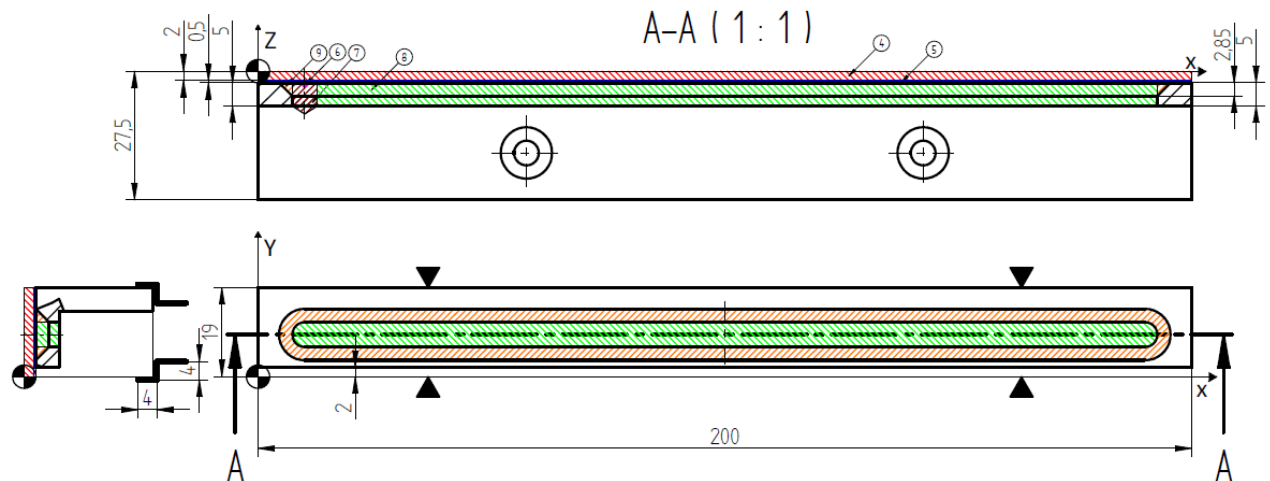
		MŰVELETI UTASÍTÁS		Műv. ut. szám: 02	Lapszám: 2			
Anyag: 1.4541	Rajzszám: 2.1.2	Munkadarab megnevezése: Felfogólap		Munkadarab jele: 1				
	Nyersméret: 19x30x200	Anyagállapot: normalizált	Művelet megnevezése: Marás	Művelet jele:	Műveletterv sz.:			

Vázlat:

Sor- szám	Műveletelem	Szerszám, mérőeszköz, készülék	v m/perc	n 1/perc	f _z mm	z db	a mm	i -
1	Előgyártmány méreteinek ellenőrzése	Mitutoyo 505-730 órás tolómérő						
2	Előgyártmány befogása	Format satu	Megjegyzés: Keménypofa lépcsőkön befogva					
3	Nullpont bemérés	FH – Haimer 3D taster	G54 szerinti koordinátarendszer					
4	Nagyoló síkmarás	120518.200 TiAlN	22,5	350	0,02	4	2	1
5	Simító síkmarás	120518.200 TiAlN	22,5	350	0,02	4	0,5	1
6	Ellenőrzés	Mitutoyo 505-730 órás tolómérő						
Készítette:			Dátum:					
Falusi Bálint			2022.11.20.					
Befogó készülék			Géptípus:					
Format Tensioner compact NC-FKS 125mm			Optimill F 150					

	MŰVELETI UTASÍTÁS			Műv. ut. szám: 03	Lapszám: 3
Anyag: 1.4541	Rajzsám: 2.1.3	Munkadarab megnevezése: Felfogólap		Munkadarab jele: 1	
	Nyersméret: 19x27,5x200	Anyagállapot: normalizált	Művelet megnevezése: Marás	Művelet jele:	Műveletterv sz.:

Vázlat:



Sor- szám	Műveletelem	Szerszám, mérőeszköz, készülék	v m/perc	n 1/perc	f _z mm	z d b	a mm	i -
1	Előgyártmány méreteinek ellenőrzése	Mitutoyo 505-730 órás tolómérő						
2	Előgyártmány befogása	Format satu	Megjegyzés: Keménypofa lépcsőkön befogva					
3	Nullpont bemérés	FH – Haimer 3D taster	G54 szerinti koordinátarendszer					
4	Nagyoló síkmarás	120518.200 TiAlN	22,5	350	0,02	4	2	1
5	Simító síkmarás	120518.200 TiAlN	22,5	350	0,01	4	0,5	1
6	Központfúrás	K1111-2	22,5	1800	0,02	2	4	1
7	Fúrás	A1211-5.3	16,8	1010	0,025	2	3	2
8	Horonymarás	120518.050 TiAlN	22,5	1400	0,005	4	1	5
9	Letörés	A1115-10	22,5	700	0,02	2	2,85	1
10	Ellenőrzés	Mitutoyo 505-730 órás tolómérő						

Készítette:

Falusi Bálint

Dátum:

2022.11.20.

Befogó készülék

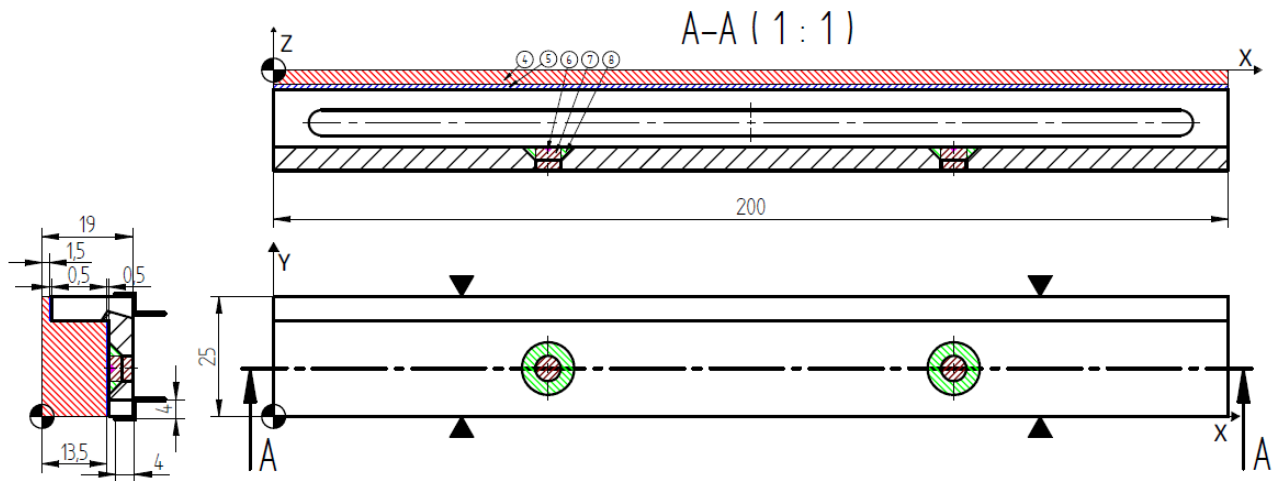
Format Tensioner compact NC-FKS 125mm

Géptípus:

Optimill F 150

	MŰVELETI UTASÍTÁS			Műv. ut. szám: 04	Lapszám: 4
Anyag: 1.4541	Rajzsám: 2.1.4	Munkadarab megnevezése: Felfogólap		Munkadarab jele: 1	
	Nyersméret: 19x25x200	Anyagállapot: normalizált	Művelet megnevezése: Marás	Művelet jele:	Műveletterv sz.:

Vázlat:



Sor-szám	Műveletelem	Szerszám, mérőeszköz, készülék	v m/perc	n 1/perc	f _z mm	z db	a mm	i -
1	Előgyártmány méreteinek ellenőrzése	Mitutoyo 505-730 órás tolómérő						
2	Előgyártmány befogása	Format satu	Megjegyzés: Keménypofa lépcsőkön befogva					
3	Nullpont bemérés	FH – Haimer 3D taster	G54 szerinti koordinátarendszer					
4	Nagyoló síkmarás	120518.200 TiAlN	22,5	350	0,02	4	1,5	9
5	Simító síkmarás	120518.200 TiAlN	22,5	350	0,01	4	0,5	2
6	Központfúrás	K1111-2	22,5	1800	0,02	2	4	1
7	Fúrás	A1211-5.3	16,8	1010	0,025	2	3	2
8	Süllyesztés	A1115-10	22,5	700	0,02	2	2,85	1
9	Ellenőrzés	Mitutoyo 505-730 órás tolómérő						

Készítette:

Falusi Bálint

Dátum:

2022.11.20.

Befogó készülék

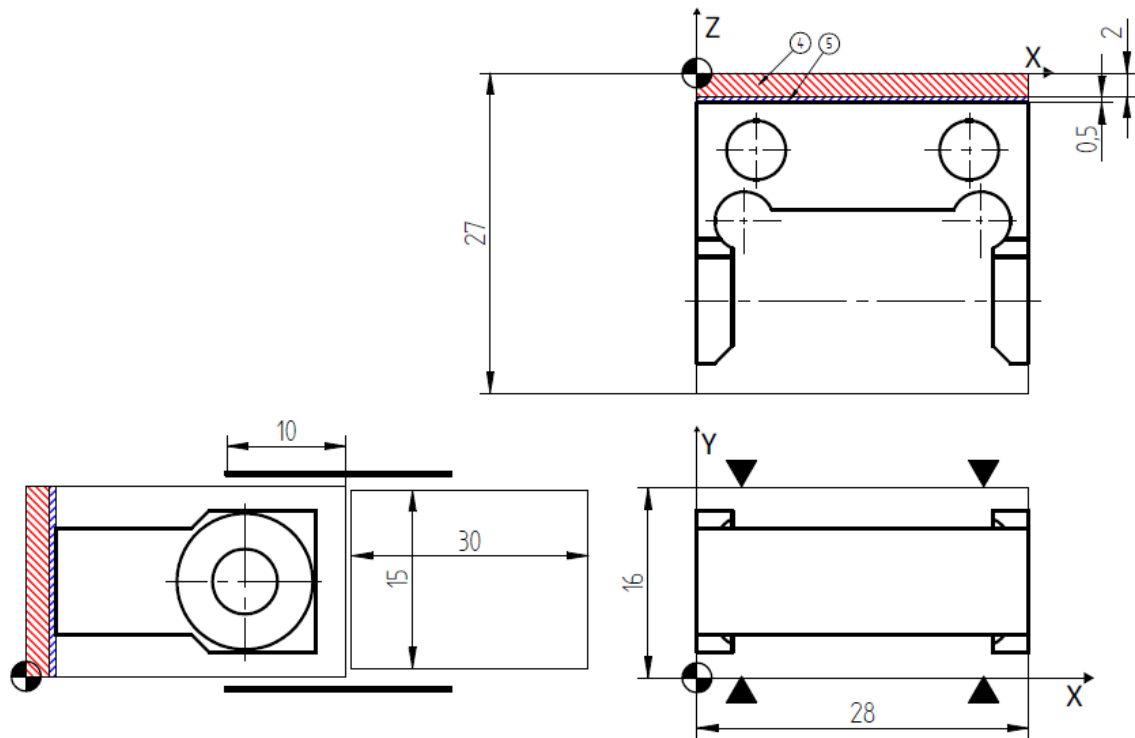
Format Tensioner compact NC-FKS 125mm

Géptípus:

Optimill F 150

	MŰVELETI UTASÍTÁS			Műv. ut. szám: 1	Lapszám: 1
Anyag: 1.4541	Rajzszám: 2.2.1	Munkadarab megnevezése: Közdarab		Munkadarab jele: 2	
	Nyersméret: 16x27x28	Anyagállapot: normalizált	Művelet megnevezése: Marás	Művelet jele:	Műveletterv sz.:

Vázlat:



Sor-szám	Műveletelem	Szerszám, mérőeszköz, készülék	v m/perc	n 1/perc	f _z mm	z db	a mm	i -
1	Előgyártmány méreteinek ellenőrzése	Mitutoyo 505-730 órás tolómérő						
2	Előgyártmány befogása	Format satu	Megjegyzés: Keménypofák közé befogva, síkköszörült hasáb alátámasztás					
3	Nullpont bemérés	FH – Haimer 3D taster	G54 szerinti koordinátarendszer					
4	Nagyoló síkmarás	120518.200 TiAlN	22,5	350	0,02	4	2	1
5	Simító síkmarás	120518.200 TiAlN	22,5	350	0,01	4	0,5	1
6	Ellenőrzés	Mitutoyo 505-730 órás tolómérő						

Készítette:

Falusi Bálint

Dátum:

2022.11.20.

Befogó készülék

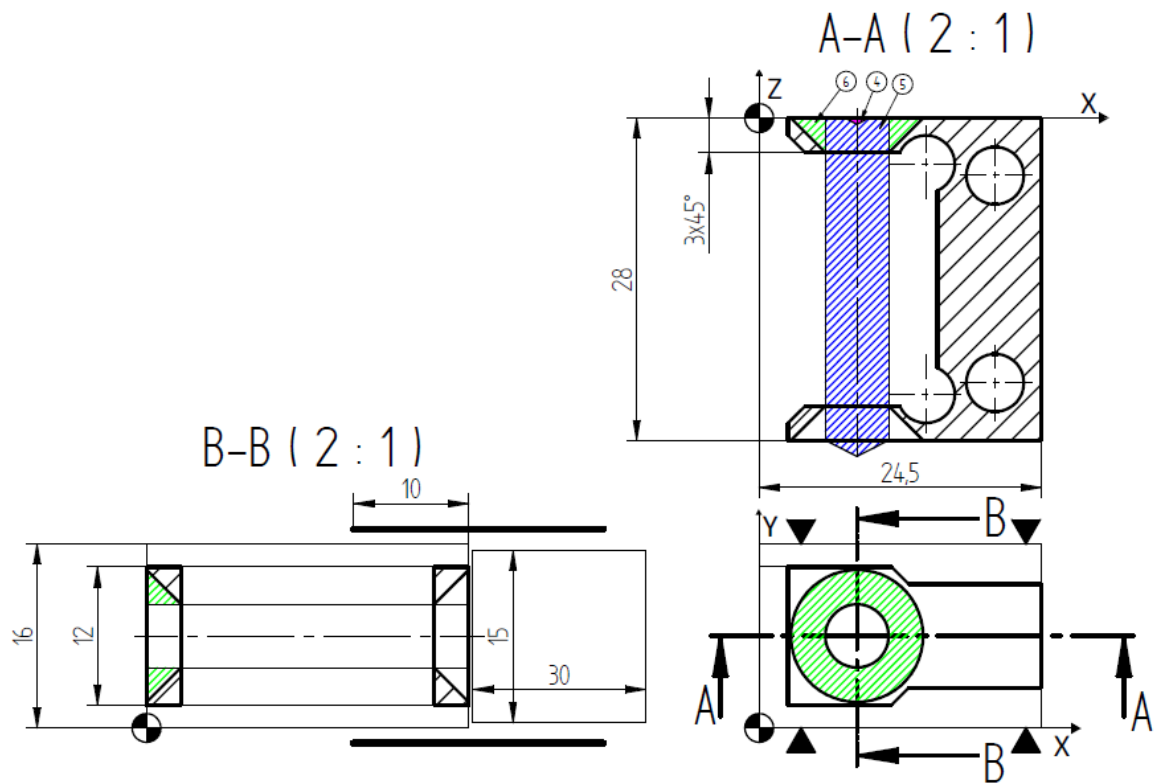
Format Tensioner compact NC-FKS 125mm

Géptípus:

Optimill F 150

	MŰVELETI UTASÍTÁS			Műv. ut. szám: 2	Lapszám: 2
Anyag: 1.4541	Rajzszám: 2.2.2	Munkadarab megnevezése: Közdarab		Munkadarab jele: 2	
	Nyersméret: 16x24,5x28	Anyagállapot: normalizált	Művelet megnevezése: Marás	Művelet jele:	Műveletterv sz.:

Vázlat:

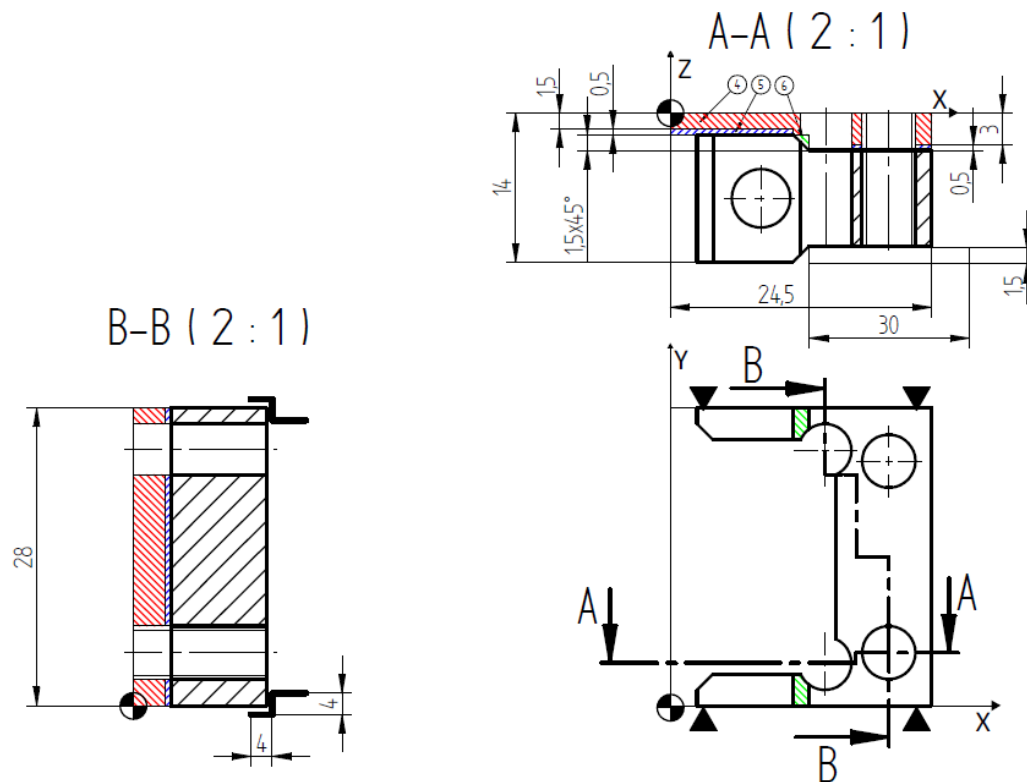


Sor-szám	Műveletelem	Szerszám, mérőeszköz, készülék	v m/perc	n 1/perc	f _z mm	z db	a mm	i -
1	Előgyártmány méreteinek ellenőrzése	Mitutoyo 505-730 óras tolómérő						
2	Előgyártmány befogása	Format satu	Megjegyzés: Keménypofák közé befogva, síkköszörült hasáb alátámasztás					
3	Nullpont bemérés	FH – Haimer 3D taster	G54 szerinti koordinátarendszer					
4	Központfúrás	K1111-2	22,5	1800	0,02	3	4	1
5	Fúrás	A1211-5.5	16,8	975	0,025	2	3	10
6	Süllyesztés	A1115-10	22,5	700	0,02	2	1,5	2
7	Ellenőrzés	Mitutoyo 505-730 óras tolómérő						
Készítette:			Dátum:					
Falusi Bálint			2022.11.20.					
Befogó készülék			Géptípus:					
Format Tensioner compact NC-FKS 125mm			Optimill F 150					

		MŰVELETI UTASÍTÁS		Műv. ut. szám: 4	Lapszám: 4				
Anyag: 1.4541	Rajzszám: 2.2.4	Munkadarab megnevezése: Közdarab		Munkadarab jele: 2					
	Nyersméret: 16x24,5x28	Anyagállapot: normalizált	Művelet megnevezése: Marás	Művelet jele:	Műveletterv sz.:				
Vázlat:									
Sor-szám	Műveletelem	Szerszám, mérőeszköz, készülék		v m/perc	n 1/perc	f _z mm	z db	a mm	i -
1	Előgyártmány méreteinek ellenőrzése	Mitutoyo 505-730 órás tolómérő							
2	Előgyártmány befogása	Format satu		Megjegyzés: Keménypofák közé befogva, síkköszörült hasáb alátámasztás					
3	Nullpont bemérés	FH – Haimer 3D taster		G54 szerinti koordinátarendszer					
4	Nagyoló síkmarás	120518.200 TiAlN		22,5	350	0,02	4	1,5	2
5	Simító síkmarás	120518.200 TiAlN		22,5	350	0,01	4	0,5	1
6	Letörés	A1115-10		22,5	700	0,02	2	1,5	1
7	Központfúrás	K1111-2		22,5	1800	0,02	2	4	1
8	Fúrás	A1211-5		16,8	1070	0,02	2	3	5
9	Fúrás	A1211-4.2		16,8	1280	0,015	2	3	5
10	Menetrúrás	M20513-M5		1,96	125	0,8	-	12,5	1
11	Ellenőrzés	Mitutoyo 505-730 órás tolómérő							
Készítette:				Dátum:					
Falusi Bálint				2022.11.20.					
Befogó készülék				Géptípus:					
Format Tensioner compact NC-FKS 125mm				Optimill F 150					

	MŰVELETI UTASÍTÁS			Műv. ut. szám: 5	Lapszám: 5
Anyag: 1.4541	Rajzszám: 2.2.5	Munkadarab megnevezése: Közdarab		Munkadarab jele: 2	
	Nyersméret: 14x24,5x28	Anyagállapot: normalizált	Művelet megnevezése: Marás	Művelet jele:	Műveletterv sz.:

Vázlat:



Sor-szám	Műveletelem	Szerszám, mérőeszköz, készülék	v m/perc	n 1/perc	f _z mm	z db	a mm	i -
1	Előgyártmány méreteinek ellenőrzése	Mitutoyo 505-730 órás tolómérő						
2	Előgyártmány befogása	Format satu	Megjegyzés: Keménypofa lépcsőkön befogva+1,5 mm vastag acéllemez alátámasztás					
3	Nullpont bemérés	FH – Haimer 3D taster	G54 szerinti koordinátarendszer					
4	Nagyoló síkmarás	120518.200 TiAlN	22,5	350	0,02	4	1,5	2
5	Simító síkmarás	120518.200 TiAlN	22,5	350	0,01	4	0,5	1
6	Letörés	A1115-10	22,5	700	0,02	2	1,5	1
7	Ellenőrzés	Mitutoyo 505-730 órás tolómérő						

Készítette:

Falusi Bálint

Dátum:

2022.11.20.

Befogó készülék

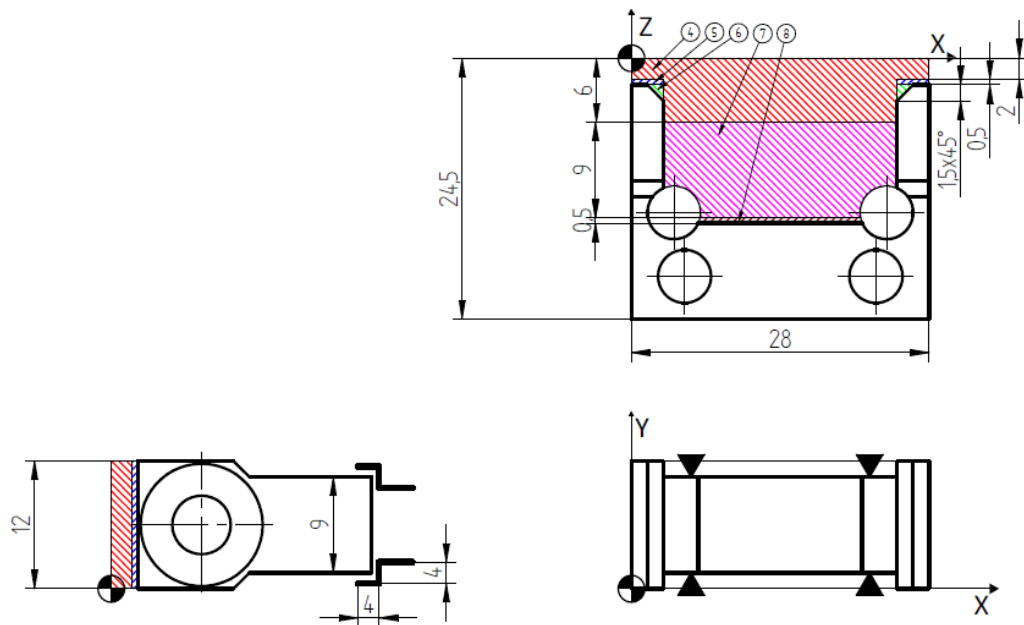
Format Tensioner compact NC-FKS 125mm

Géptípus:

Optimill F 150

	MŰVELETI UTASÍTÁS			Műv. ut. szám: 6	Lapszám: 6
Anyag: 1.4541	Rajzszám: 2.2.6	Munkadarab megnevezése: Közdarab		Munkadarab jele: 2	
	Nyersméret: 12x24,5x28	Anyagállapot: normalizált	Művelet megnevezése: Marás	Művelet jele:	Műveletterv sz.:

Vázlat:



Sor-szám	Műveletelem	Szerszám, mérőeszköz, készülék	v m/perc	n 1/perc	f _z mm	z db	a mm	i -
1	Előgyártmány méreteinek ellenőrzése	Mitutoyo 505-730 órás tolómérő						
2	Előgyártmány befogása	Format satu	Megjegyzés: Keménypofa lépcsőkön befogva+1,5 mm vastag acéllemez alátámasztás					
3	Nullpont bemérés	FH – Haimer 3D taster	G54 szerinti koordinátarendszer					
4	Nagyoló síkmarás	120518.200 TiAlN	22,5	350	0,02	4	2	3
5	Simító síkmarás	120518.200 TiAlN	22,5	350	0,01	4	0,5	1
6	Letörés	A1115-10	22,5	700	0,02	2	1,5	1
7	Nagyoló síkmarás	120518.200 TiAlN	22,5	350	0,02	4	2	5
8	Simító síkmarás	120518.200 TiAlN	22,5	350	0,01	4	0,5	1
9	Ellenőrzés	Mitutoyo 505-730 órás tolómérő						

Készítette:

Falusi Bálint

Dátum:

2022.11.20.

Befogó készülék

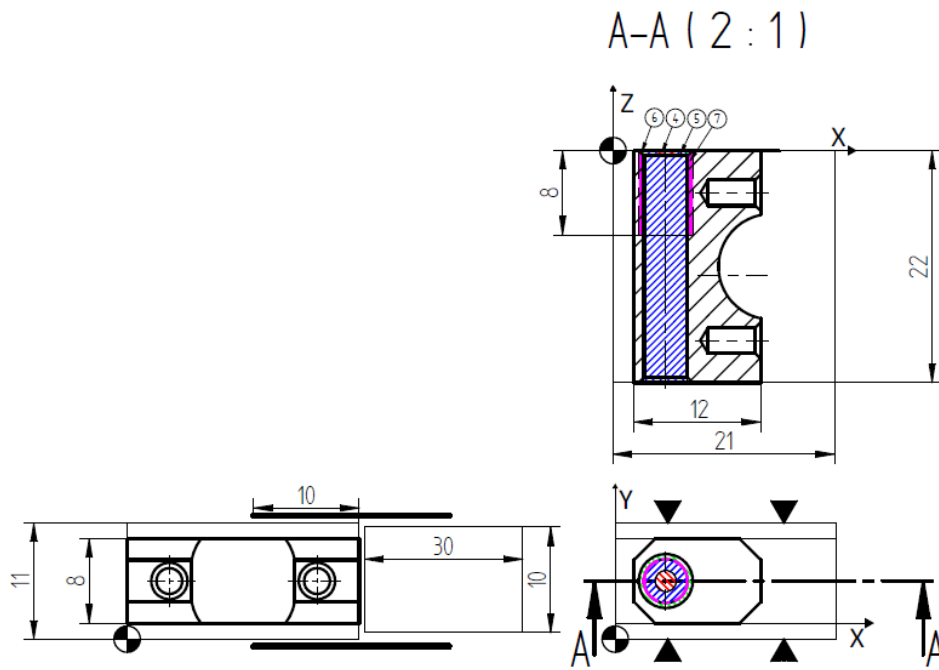
Format Tensioner compact NC-FKS 125mm

Géptípus:

Optimill F 150

	MŰVELETI UTASÍTÁS			Műv. ut. szám: 01	Lapszám: 1
Anyag: 1.4541	Rajzsám: 2.3.1	Munkadarab megnevezése: Forgató		Munkadarab jele: 3	
	Nyersméret: 11x21x22	Anyagállapot: normalizált	Művelet megnevezése: Marás	Művelet jele:	Műveletterv sz.:

Vázlat:



Sor-szám	Műveletelem	Szerszám, mérőeszköz, készülék	v m/perc	n 1/perc	f _z mm	z db	a mm	i -
1	Előgyártmány méreteinek ellenőrzése	Mitutoyo 505-730 órás tolómérő						
2	Előgyártmány befogása	Format satu	Megjegyzés: Keménypofák közé befogva, síkköszörült hasáb alátámasztás					
3	Nullpont bemérés	FH – Haimer 3D taster	G54 szerinti koordinátarendszer					
4	Központfúrás	K1111-2	22,5	1800	0,02	2	4	1
5	Fúrás	A1211-4.2	16,8	1280	0,015	2	3	8
6	Süllyesztés	A1115-10	22,5	700	0,02	2	0,5	1
7	Menetfúrás	M20513-M5	1,96	125	0,8	-	8	1
8	Ellenőrzés	Mitutoyo 505-730 órás tolómérő						

Készítette:

Falusi Bálint

Dátum:

2022.11.20.

Befogó készülék

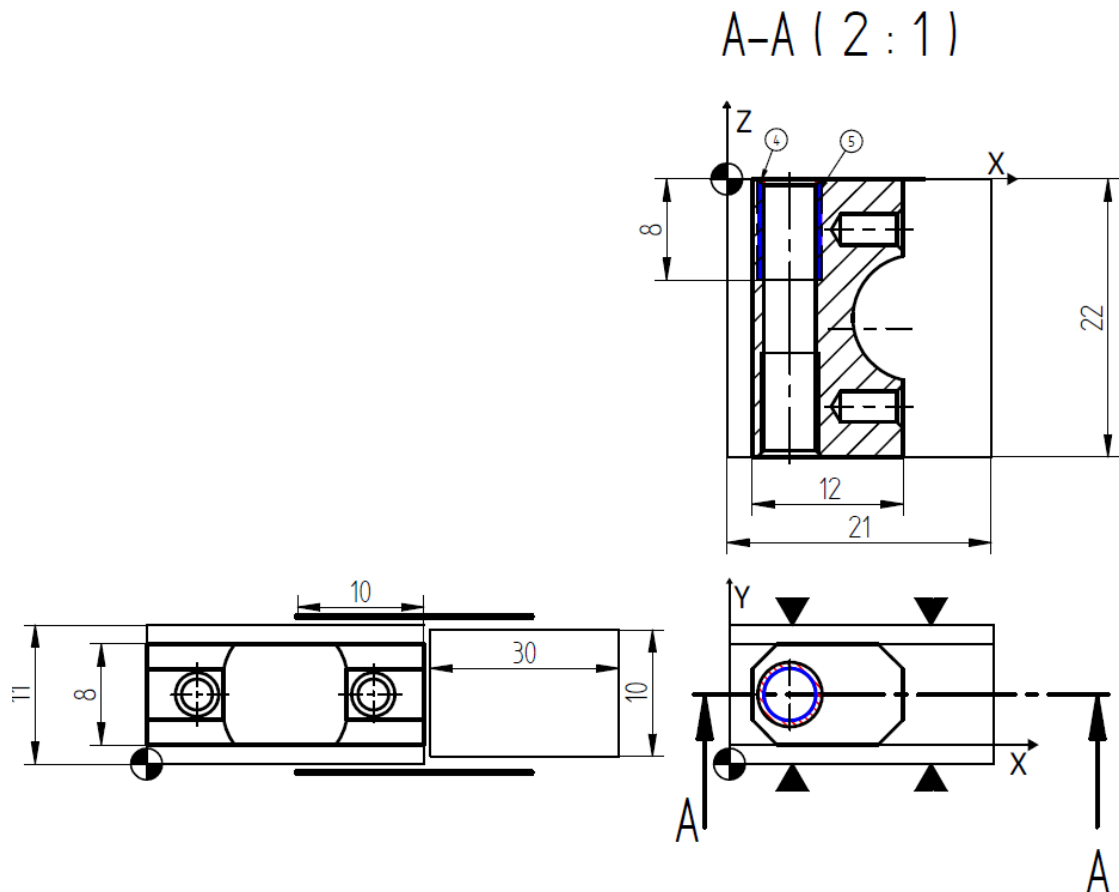
Format Tensioner compact NC-FKS 125mm

Géptípus:

Optimill F 150

	MŰVELETI UTASÍTÁS			Műv. ut. szám: 02	Lapszám: 2
Anyag: 1.4541	Rajzsám: 2.3.2	Munkadarab megnevezése: Forgató		Munkadarab jele: 3	
	Nyersméret: 11x21x22	Anyagállapot: normalizált	Művelet megnevezése: Marás	Művelet jele:	Műveletterv sz.:

Vázlat:



Sor-szám	Műveletelem	Szerszám, mérőeszköz, készülék	v m/perc	n 1/perc	f _z mm	z db	a mm	i -
1	Előgyártmány méreteinek ellenőrzése	Mitutoyo 505-730 órás tolómérő						
2	Előgyártmány befogása	Format satu	Megjegyzés: Keménypofák közé befogva, síkköszörült hasáb alátámasztás					
3	Nullpont bemérés	FH – Haimer 3D taster	G54 szerinti koordinátarendszer					
4	Süllyesztés	A1115-10	22,5	700	0,02	2	0,5	1
5	Menetfűrés	M20513-M5	1,96	125	0,8	-	8	1
6	Ellenőrzés	Mitutoyo 505-730 órás tolómérő						

Készítette:

Falusi Bálint

Dátum:

2022.11.20.

Befogó készülék

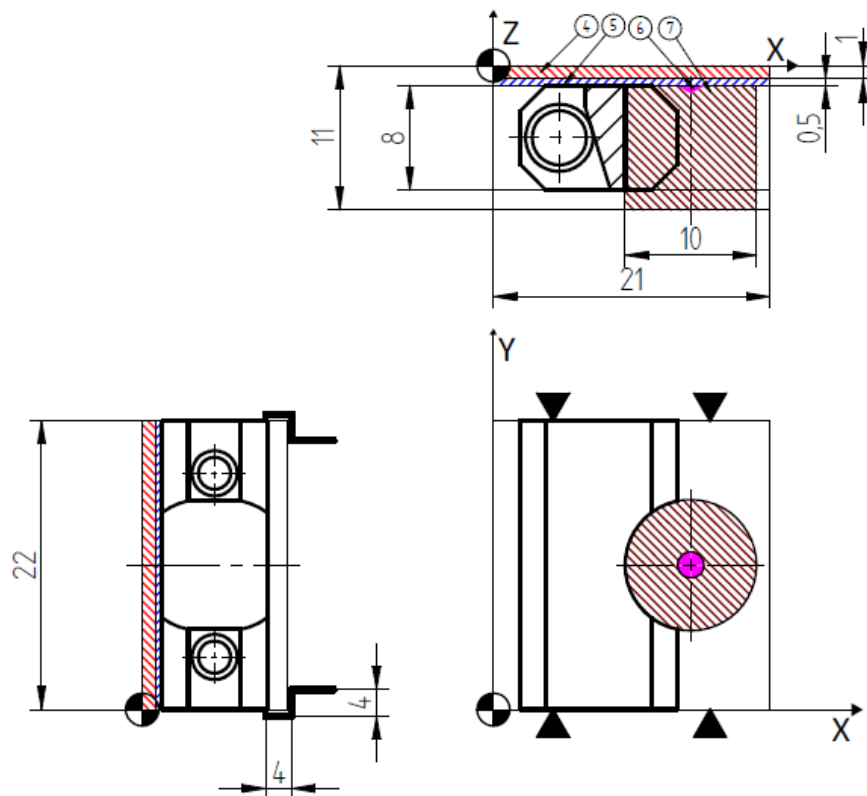
Format Tensioner compact NC-FKS 125mm

Géptípus:

Optimill F 150

	MŰVELETI UTASÍTÁS			Műv. ut. szám: 03	Lapszám: 3
Anyag: 1.4541	Rajzsám: 2.3.3	Munkadarab megnevezése: Forgató		Munkadarab jele: 3	
	Nyersméret: 11x21x22	Anyagállapot: normalizált	Művelet megnevezése: Marás	Művelet jele:	Műveletterv sz.:

Vázlat:



Sor-szám	Műveletelem	Szerszám, mérőeszköz, készülék	v m/perc	n 1/perc	f _z mm	z db	a mm	i -
1	Előgyártmány méreteinek ellenőrzése	Mitutoyo 505-730 órás tolómérő						
2	Előgyártmány befogása	Format satu	Megjegyzés: Keménypofa lépcsőkön befogva					
3	Nullpont bemérés	FH – Haimer 3D taster	G54 szerinti koordinátarendszer					
4	Nagyoló síkmarás	120518.200 TiAlN	22,5	350	0,02	4	1	1
5	Simító síkmarás	120518.200 TiAlN	22,5	350	0,01	4	0,5	1
6	Központfúrás	K1111-2	22,5	1800	0,02	2	4	1
7	Fúrás	A1211-10	18,9	600	0,05	2	3	4
8	Ellenőrzés	Mitutoyo 505-730 órás tolómérő						

Készítette:

Falusi Bálint

Dátum:

2022.11.20.

Befogó készülék

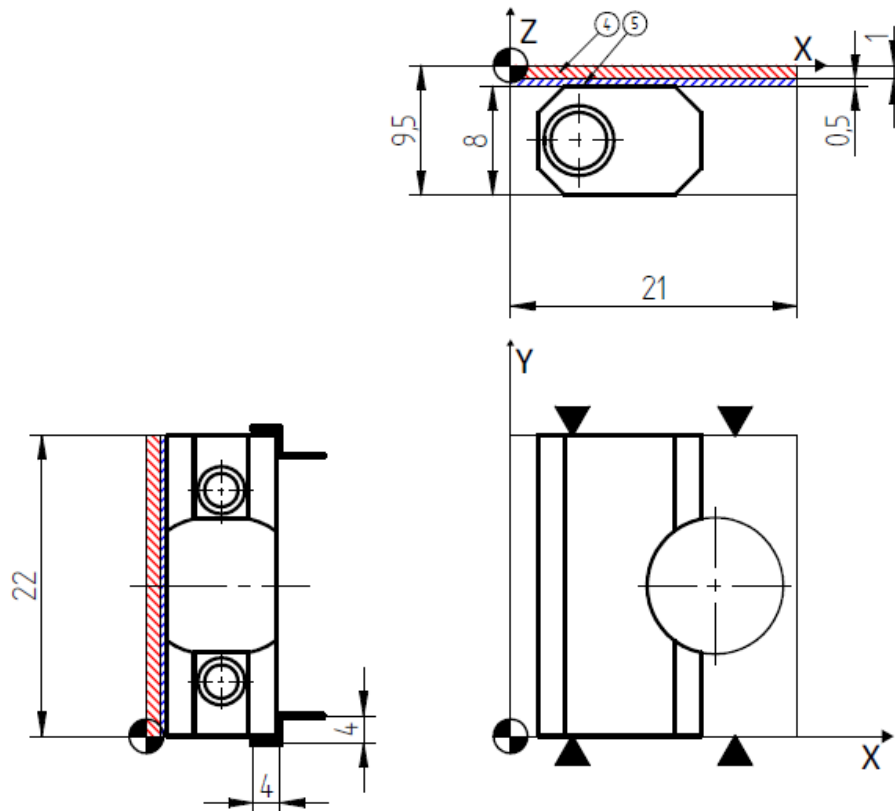
Format Tensioner compact NC-FKS 125mm

Géptípus:

Optimill F 150

	MŰVELETI UTASÍTÁS			Műv. ut. szám: 04	Lapszám: 4
Anyag: 1.4541	Rajkszám: 2.3.4	Munkadarab megnevezése: Forgató		Munkadarab jele: 3	
	Nyersméret: 9,5x21x22	Anyagállapot: normalizált	Művelet megnevezése: Marás	Művelet jele:	Műveletterv sz.:

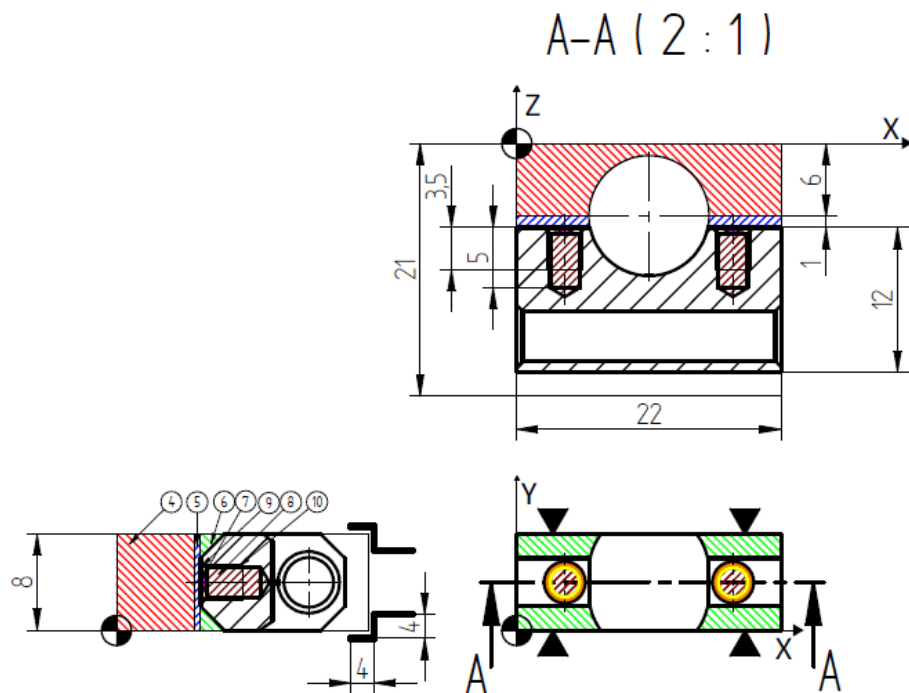
Vázlat:



Sor-szám	Műveletelem	Szerszám, mérőeszköz, készülék	v m/perc	n 1/perc	f _z mm	z db	a mm	i -
1	Előgyártmány méreteinek ellenőrzése	Mitutoyo 505-730 órás tolómérő						
2	Előgyártmány befogása	Format satu	Megjegyzés: Keménypofa lépcsőkön befogva					
3	Nullpont bemérés	FH – Haimer 3D taster	G54 szerinti koordinátarendszer					
4	Nagyoló síkmarás	120518.200 TiAlN	22,5	350	0,02	4	1	1
5	Simító síkmarás	120518.200 TiAlN	22,5	350	0,01	4	0,5	1
6	Ellenőrzés	Mitutoyo 505-730 órás tolómérő						
Készítette: Falusi Bálint			Dátum: 2022.11.20.					
Befogó készülék Format Tensioner compact NC-FKS 125mm			Géptípus: Optimill F 150					

	MŰVELETI UTASÍTÁS			Műv. ut. szám: 05	Lapszám: 5
Anyag: 1.4541	Rajzszám: 2.3.5	Munkadarab megnevezése: Forgató		Munkadarab jele: 3	
	Nyersméret: 8x21x22	Anyagállapot: normalizált	Művelet megnevezése: Marás	Művelet jele:	Műveletterv sz.:

Vázlat:



Sor-szám	Műveletelem	Szerszám, mérőeszköz, készülék	v m/perc	n 1/perc	f _z mm	z db	a mm	i -
1	Előgyártmány méreteinek ellenőrzése	Mitutoyo 505-730 órás tolómérő						
2	Előgyártmány befogása	Format satu	Megjegyzés: Keménypofa lépcsőkön befogva					
3	Nullpont bemérés	FH – Haimer 3D taster	G54 szerinti koordinátarendszer					
4	Nagyoló síkmarás	120518.200 TiAlN	22,5	350	0,02	4	2	3
5	Simító síkmarás	120518.200 TiAlN	22,5	350	0,01	4	1	1
6	Letörés	A1115-10	22,5	700	0,02	2	2	1
7	Központfúrás	K1111-2	22,5	1800	0,02	2	4	1
8	Fúrás	A1211-2.5	16,8	2150	0,01	2	3	2
9	Süllyesztés	A1115-10	22,5	700	0,02	2	0,5	1
10	Menetfúrás	M20513-M3	2,45	260	0,5	-	3,5	1
11	Ellenőrzés	Mitutoyo 505-730 órás tolómérő						

Készítette:

Falusi Bálint

Dátum:

2022.11.20.

Befogó készülék

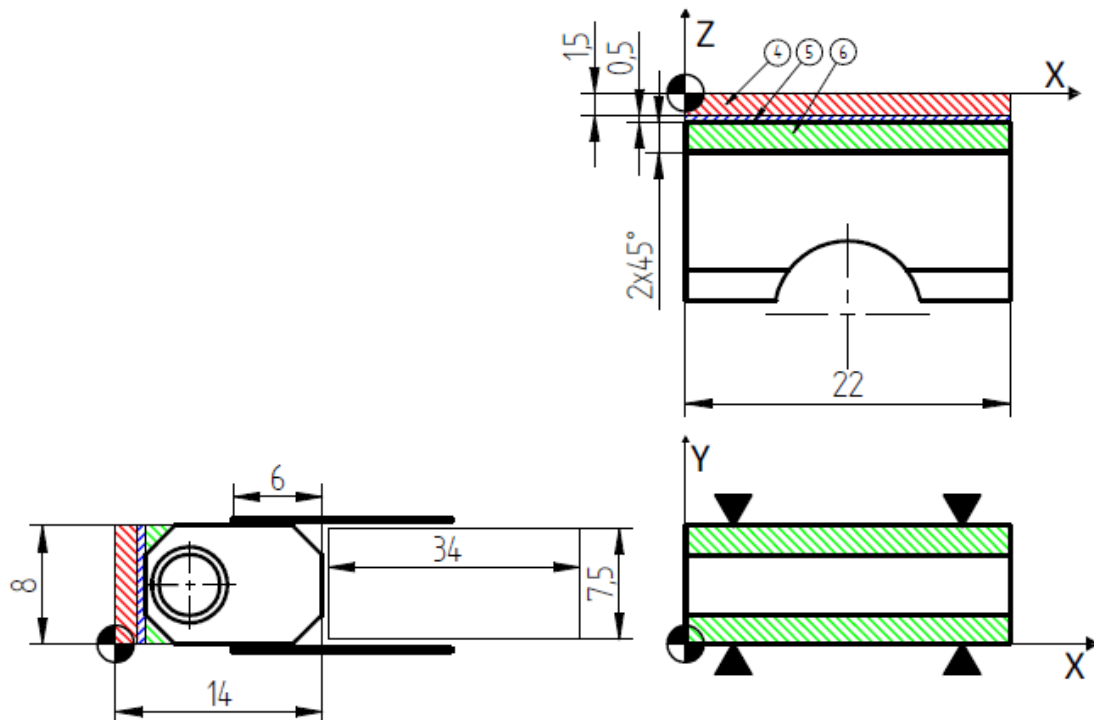
Format Tensioner compact NC-FKS 125mm

Géptípus:

Optimill F 150

	MŰVELETI UTASÍTÁS			Műv. ut. szám: 06	Lapszám: 6
Anyag: 1.4541	Rajzszám: 2.3.6	Munkadarab megnevezése: Forgató		Munkadarab jele: 3	
	Nyersméret: 8x14x22	Anyagállapot: normalizált	Művelet megnevezése: Marás	Művelet jele:	Műveletterv sz.:

Vázlat:



Sor-szám	Műveletelem	Szerszám, mérőeszköz, készülék	v m/perc	n 1/perc	f _z mm	z db	a mm	i -
1	Előgyártmány méreteinek ellenőrzése	Mitutoyo 505-730 órás tolómérő						
2	Előgyártmány befogása	Format satu	Megjegyzés: Keménypofák közé befogva + síkköszörült hasáb alátámasztás					
3	Nullpont bemérés	FH – Haimer 3D taster	G54 szerinti koordinátarendszer					
4	Nagyoló síkmarás	120518.200 TiAlN	22,5	350	0,02	4	1,5	1
5	Simító síkmarás	120518.200 TiAlN	22,5	350	0,01	4	0,5	1
6	Letörés	A1115-10	22,5	700	0,02	2	2	1
7	Ellenőrzés	Mitutoyo 505-730 órás tolómérő						

Készítette:

Falusi Bálint

Dátum:

2022.11.20.

Befogó készülék

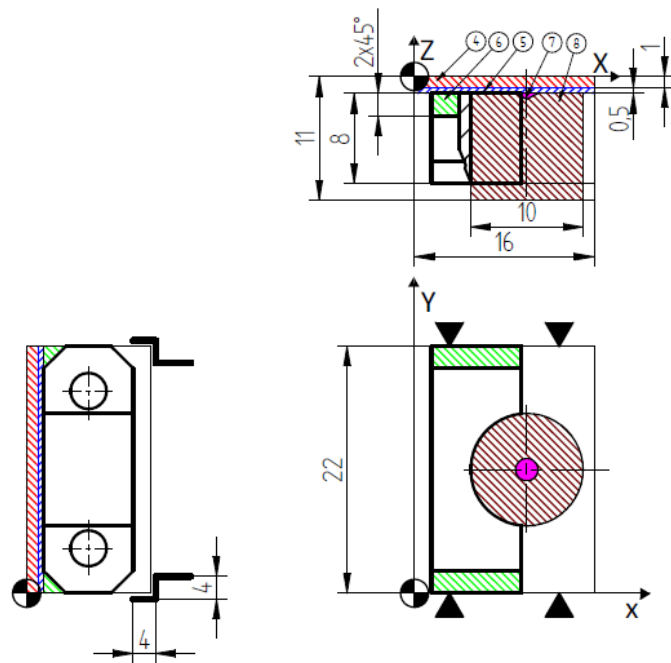
Format Tensioner compact NC-FKS 125mm

Géptípus:

Optimill F 150

	MŰVELETI UTASÍTÁS			Műv. ut. szám: 01	Lapszám: 1
Anyag: 1.4541	Rajzsám: 2.4.1	Munkadarab megnevezése: Szorító		Munkadarab jele: 4	
	Nyersméret: 11x16x22	Anyagállapot: normalizált	Művelet megnevezése: Marás	Művelet jele:	Műveletterv sz.:

Vázlat:



Sor-szám	Műveletelem	Szerszám, mérőeszköz, készülék	v m/perc	n 1/perc	f _z mm	z db	a mm	i -
1	Előgyártmány méreteinek ellenőrzése	Mitutoyo 505-730 óras tolómérő						
2	Előgyártmány befogása	Format satu	Megjegyzés: Keménypofa lépcsőkön befogva					
3	Nullpont bemérés	FH – Haimer 3D taster	G54 szerinti koordinátarendszer					
4	Nagyoló síkmarás	120518.200 TiAlN	22,5	350	0,02	4	1	1
5	Simító síkmarás	120518.200 TiAlN	22,5	350	0,01	4	0,5	1
6	Letörés	A1115-10	22,5	700	0,02	2	2	1
7	Központfúrás	K1111-2	22,5	1800	0,02	2	4	1
8	Fúrás	A1211-10	18,9	600	0,05	2	3	4
9	Ellenőrzés	Mitutoyo 505-730 óras tolómérő						

Készítette:

Falusi Bálint

Dátum:

2022.11.20.

Befogó készülék

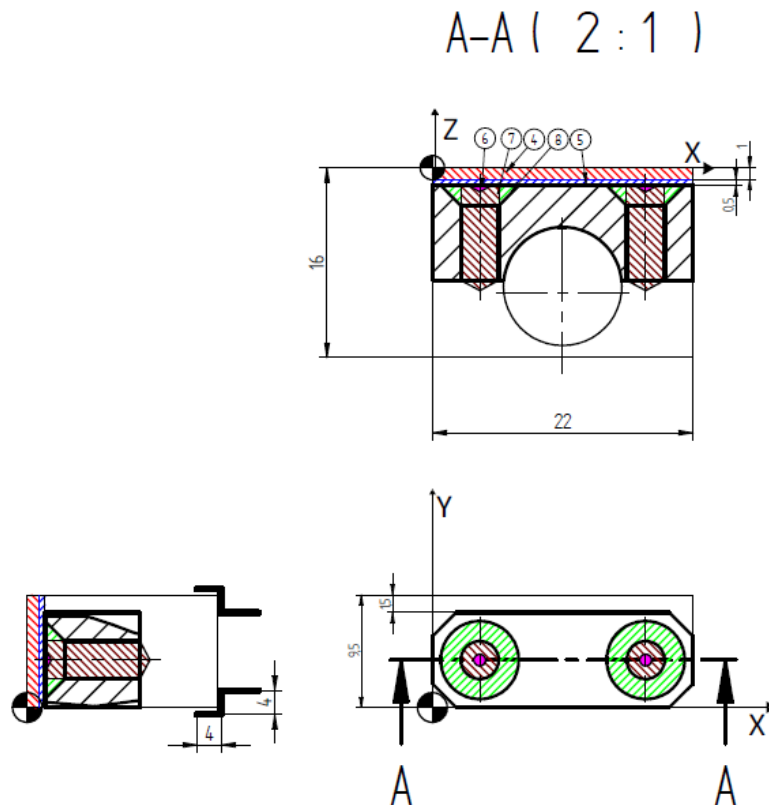
Format Tensioner compact NC-FKS 125mm

Géptípus:

Optimill F 150

	MŰVELETI UTASÍTÁS			Műv. ut. szám: 02	Lapszám: 2
Anyag: 1.4541	Rajzszám: 2.4.2	Munkadarab megnevezése: Szorító		Munkadarab jele: 4	
	Nyersméret: 16x9,5x22	Anyagállapot: normalizált	Művelet megnevezése: Marás	Művelet jele:	Műveletterv sz.:

Vázlat:



Sor-szám	Műveletelem	Szerszám, mérőeszköz, készülék	v m/perc	n 1/perc	f _z mm	z db	a mm	i -
1	Előgyártmány méreteinek ellenőrzése	Mitutoyo 505-730 órás tolómérő						
2	Előgyártmány befogása	Format satu	Megjegyzés: Keménypofa lépcsőkön befogva					
3	Nullpont bemérés	FH – Haimer 3D taster	G54 szerinti koordinátarendszer					
4	Nagyoló síkmarás	120518.200 TiAlN	22,5	350	0,02	4	1	1
5	Simító síkmarás	120518.200 TiAlN	22,5	350	0,01	4	0,5	1
6	Központfúrás	K1111-2	22,5	1800	0,02	2	4	1
7	Fúrás	A1211-3.2	16,8	1680	0,015	2	3	3
8	Süllyesztés	A1115-10	22,5	700	0,02	2	1,7	1
9	Ellenőrzés	Mitutoyo 505-730 órás tolómérő						

Készítette:

Falusi Bálint

Dátum:

2022.11.20.

Befogó készülék

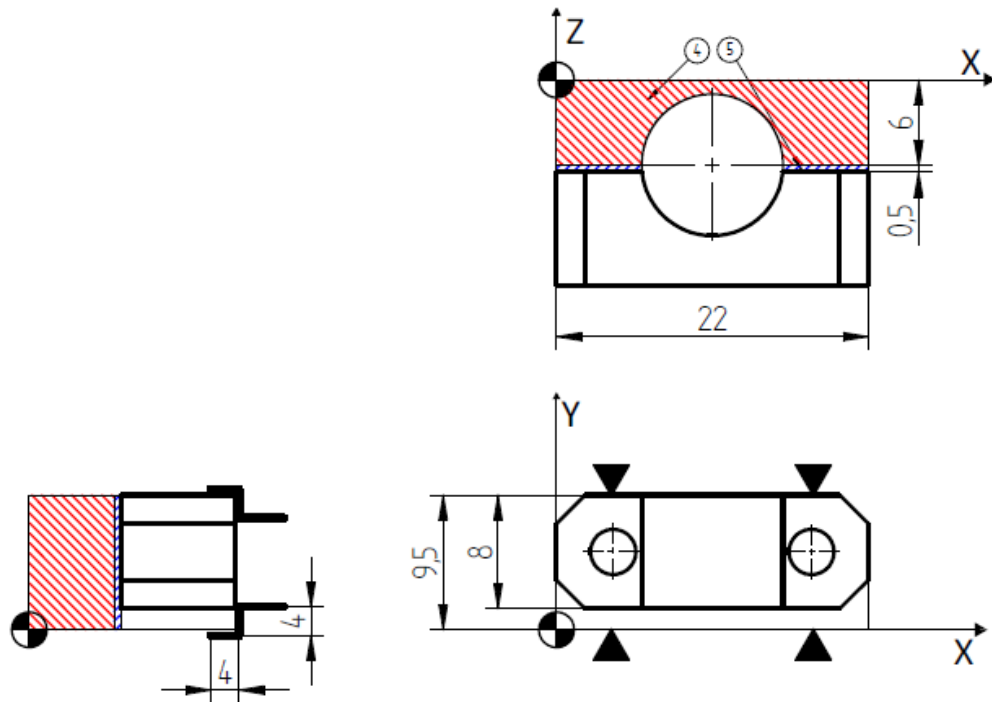
Format Tensioner compact NC-FKS 125mm

Géptípus:

Optimill F 150

	MŰVELETI UTASÍTÁS			Műv. ut. szám: 03	Lapszám: 3
Anyag: 1.4541	Rajzszám: 2.4.3	Munkadarab megnevezése: Szorító		Munkadarab jele: 4	
	Nyersméret: 9,5x14,5x22	Anyagállapot: normalizált	Művelet megnevezése: Marás	Művelet jele:	Műveletterv sz.:

Vázlat:



Sor-szám	Műveletelem	Szerszám, mérőeszköz, készülék	v m/perc	n 1/perc	f _z mm	z db	a mm	i -
1	Előgyártmány méreteinek ellenőrzése	Mitutoyo 505-730 órás tolómérő						
2	Előgyártmány befogása	Format satu	Megjegyzés: Keménypofa lépcsőkön befogva					
3	Nullpont bemérés	FH – Haimer 3D taster	G54 szerinti koordinátarendszer					
4	Nagyoló síkmarás	120518.200 TiAlN	22,5	350	0,02	4	2	3
5	Simító síkmarás	120518.200 TiAlN	22,5	350	0,01	4	0,5	1
6	Ellenőrzés	Mitutoyo 505-730 órás tolómérő						

Készítette:

Falusi Bálint

Dátum:

2022.11.20.

Befogó készülék

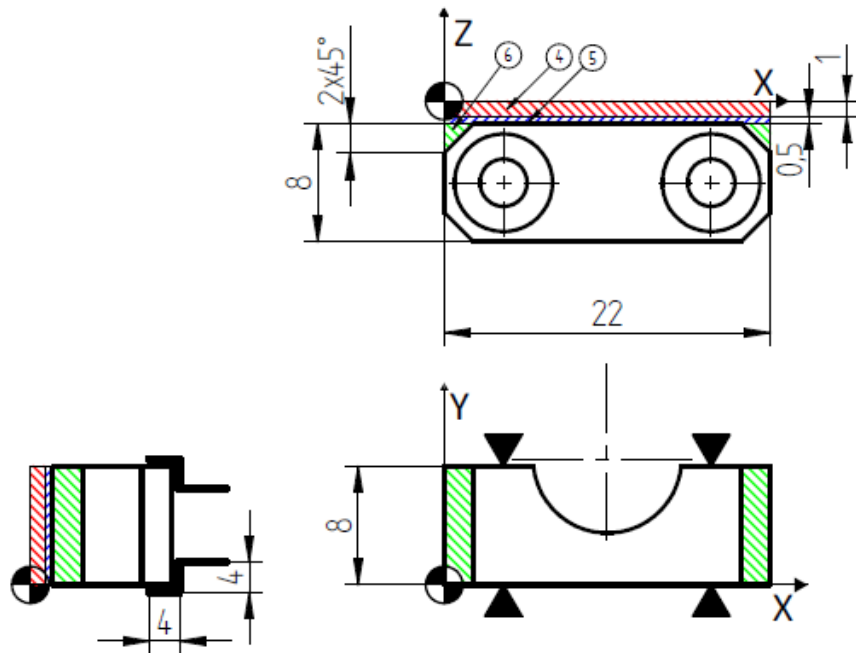
Format Tensioner compact NC-FKS 125mm

Géptípus:

Optimill F 150

	MŰVELETI UTASÍTÁS			Műv. ut. szám: 04	Lapszám: 4
Anyag: 1.4541	Rajzsám: 2.4.4	Munkadarab megnevezése: Szorító		Munkadarab jele: 4	
	Nyersméret: 8x9,5x22	Anyagállapot: normalizált	Művelet megnevezése: Marás	Művelet jele:	Műveletterv sz.:

Vázlat:



Sor-szám	Műveletelem	Szerszám, mérőeszköz, készülék	v m/perc	n 1/perc	f _z mm	z db	a mm	i -
1	Előgyártmány méreteinek ellenőrzése	Mitutoyo 505-730 órás tolómérő						
2	Előgyártmány befogása	Format satu	Megjegyzés: Keménypofa lépcsőkön befogva					
3	Nullpont bemérés	FH – Haimer 3D taster	G54 szerinti koordinátarendszer					
4	Nagyoló síkmarás	120518.200 TiAlN	22,5	350	0,02	4	1	1
5	Simító síkmarás	120518.200 TiAlN	22,5	350	0,01	4	0,5	1
6	Letörés	A1115-10	22,5	700	0,02	2	2	1
7	Ellenőrzés	Mitutoyo 505-730 órás tolómérő						

Készítette:

Falusi Bálint

Dátum:

2022.11.20.

Befogó készülék

Format Tensioner compact NC-FKS 125mm

Géptípus:

Optimill F 150

5. számú melléklet
(16 oldal)

Felfogólap első felfogás NC kód:

```
N05 M6 T="D20 SZARMARO"
N10 F28 S350 M3 M8
N15 G0 X-12 Y1 Z2
N20 G1 Z-1.5
N25 G1 X212
N30 G1 Y10.5
N35 G1 X-12
N40 G1 Y23.5
N45 G1 X212
N50 G0 Z2
N55 G0 X-12 Y1
N60 F14 S350 M3
N65 G1 Z-2
N70 G1 X212
N75 G1 Y10.5
N80 G1 X-12
N85 G1 Y23.5
N90 G1 X212
N95 G0 Z2
N100 M30
```

Felfogólap második felfogás NC kód:

```
N05 M6 T="D20 SZARMARO"
N10 F28 S350 M3 M8
N15 G0 X-12 Y0.5 Z2
N20 G1 Z-2
N25 G1 X212
N30 G1 Y14.75
N35 G1 X-12
N40 G0 Z2
N45 F14 S350 M3
N50 G0 Y0.5
N55 G1 Z-2.5
N60 G1 X212
N65 G1 Y14.75
N70 G1 X-12
N75 G0 Z2
N80 M30
```

Felfogólap harmadik felfogás NC kód:

```
N05 M6 T="D20 SZARMARO"
N10 F28 S350 M3 M8
N15 G0 X-12 Y0.5 Z2
N20 G1 Z-2
N25 G1 X212
N30 G1 Y14.75
N35 G1 X-12
```

N40 G0 Z2.5
N45 F14 S350 M3
N50 G0 Y0.5
N55 G1 Z-2.5
N60 G1 X212
N65 G1 Y14.75
N70 G1 X-12
N75 G0 Z2.5
N80 M6 T="2 KP FURO"
N85 F80 S1800 M3 M8
N90 G0 X10 Y9 Z5
N95 MCALL CYCLE82(5,-2.5,2,-6.5)
N100 X10 Y9
N105 MCALL
N110 M6 T="D5.25 CSFURO"
N115 F50 S1010 M3 M8
N120 G0 X10 Y9 Z5
N125 MCALL CYCLE83(5,-2.5,2,-10,,,-5.5,,3,0,,1,1,3,,0,1)
N130 X10 Y9
N135 MCALL
N140 M6 T="D5 SZARMARO"
N145 F28 S1400 M3 M8
N150 G0 X10 Y9 Z5
N155 G0 Z-3.5
N160 G1 Y9.15
N165 G1 X10 F14
N170 G3 X9.876 Y8.915 Z-3.5 I0 J-0.15
N175 X10 Y8.85 Z-3.5 I0.124 J0.085 F19.6
N180 G1 X29.976
N185 G1 X190 F14
N190 G3 X190.149 Y8.981 Z-3.5 I0 J0.15
N195 X190.124 Y9.085 Z-3.5 I-0.149 J0.019 F19.6
N200 X190 Y9.15 Z-3.5 I-0.124 J-0.085 F25.2
N205 G1 X10
N210 G1 Y9 F28
N215 G1 Z-4.5
N220 G1 Y9.15
N225 G1 X10 F14
N230 G3 X9.876 Y8.915 Z-4.5 I0 J-0.15
N235 X10 Y8.85 Z-4.5 I0.124 J0.085 F19.6
N240 G1 X29.976
N245 G1 X190 F14
N250 G3 X190.149 Y8.981 Z-4.5 I0 J0.15
N255 X190.124 Y9.085 Z-4.5 I-0.149 J0.019 F19.6
N260 X190 Y9.15 Z-4.5 I-0.124 J-0.085 F25.2
N265 G1 X10
N270 G1 Y9 F28
N275 G1 Z-5.5
N280 G1 Y9.15
N285 G1 X10 F14

N290 G3 X9.876 Y8.915 Z-5.5 I0 J-0.15
 N295 X10 Y8.85 Z-5.5 I0.124 J0.085 F19.6
 N300 G1 X29.976
 N305 G1 X190 F14
 N310 G3 X190.149 Y8.981 Z-5.5 I0 J0.15
 N315 X190.124 Y9.085 Z-5.5 I-0.149 J0.019 F19.6
 N320 X190 Y9.15 Z-5.5 I-0.124 J-0.085 F25.2
 N325 G1 X10
 N330 G1 Y9 F28
 N335 G1 Z-6.5
 N340 G1 Y9.15
 N345 G1 X10 F14
 N350 G3 X9.876 Y8.915 Z-6.5 I0 J-0.15
 N355 X10 Y8.85 Z-6.5 I0.124 J0.085 F19.6
 N360 G1 X29.976
 N365 G1 X190 F14
 N370 G3 X190.149 Y8.981 Z-6.5 I0 J0.15
 N375 X190.124 Y9.085 Z-6.5 I-0.149 J0.019 F19.6
 N380 X190 Y9.15 Z-6.5 I-0.124 J-0.085 F25.2
 N385 G1 X10
 N390 G1 Y9 F28
 N395 G1 Z-7.5
 N400 G1 Y9.15
 N405 G1 X10 F14
 N410 G3 X9.876 Y8.915 Z-7.5 I0 J-0.15
 N415 X10 Y8.85 Z-7.5 I0.124 J0.085 F19.6
 N420 G1 X29.976
 N425 G1 X190 14
 N430 G3 X190.149 Y8.981 Z-7.5 I0 J0.15
 N435 X190.124 Y9.085 Z-7.5 I-0.149 J0.019 F19.6
 N440 X190 Y9.15 Z-7.5 I-0.124 J-0.085 F25.2
 N445 G1 X10
 N450 G0 Z2
 N455 M6 T="90 FOKOS"
 N460 F28 S700 M3 M8
 N465 G0 X119.742 Y6.781 Z10
 N470 G0 Z4.22
 N475 G1 Z-5.78
 N480 G1 X99.742
 N485 G1 X9.901 Y6.783
 N490 G2 X10 Y11.22 Z-5.78 I0.099 J2.217
 N495 G1 X190.099 Y11.217
 N500 G2 X190 Y6.78 Z-5.78 I-0.099 J-2.217
 N505 G1 X99.742 Y6.781
 N510 G1 X79.742 Y6.782
 N515 G1 Z4.22
 N520 G0 Z10
 N525 M30

Felfogólap negyedik felfogás NC kód:

N05 M6 T="D20 SZARMARO"

N10 F28 S350 M3 M8

N15 G0 X-12 Y-1.5 Z2

N20 G1 Z-1.5

N25 G1 X212

N30 G0 Y6.5

N35 G1 X-12

N40 G0 Y21

N45 G1 X212

N50 G0 Z3

N55 G0 X-12 Y0

N60 G1 Z-3

N65 G1 X212

N70 G0 Y10

N75 G1 X-12

N80 G0 Y0

N85 G1 Z-4.5

N90 G1 X212

N95 G0 Y10

N100 G1 X-12

N105 G0 Y0

N110 G1 Z-6

N115 G1 X212

N120 G0 Y10

N125 G1 X-12

N130 G0 Y0

N135 G1 Z-7.5

N140 G1 X212

N145 G0 Y10

N150 G1 X-12

N155 G0 Y0

N160 G1 Z-9

N165 G1 X212

N170 G0 Y10

N175 G1 X-12

N180 G0 Y0

N185 G1 Z-10.5

N190 G1 X212

N195 G0 Y10

N200 G1 X-12

N205 G0 Y0

N210 G1 Z-12

N215 G1 X212

N220 G0 Y10

N225 G1 X-12

N230 G0 Y0

N235 G1 Z-13.5

N240 G1 X212

N245 G0 Y10

N250 G1 X-12
 N255 G0 Z3
 N260 F14 S350 M3
 N265 G0 X-12 Y22.5
 N270 G1 Z-2
 N275 G1 X212
 N280 G0 Z3
 N285 G0 X-12 Y0
 N290 G0 Z-12
 N295 G1 Z-14
 N300 G1 X212
 N305 G0 Y10
 N310 G1 X-12
 N315 G0 Z3
 N320 M6 T="2 KP FURO"
 N325 F80 S1800 M3 M8
 N330 G0 X57.5 Y10 Z1
 N335 MCALL CYCLE82(1,-14,2,-18)
 N340 X57.5 Y10
 N345 X142.5 Y10
 N350 MCALL
 N355 M6 T="D5.25 CSFURO"
 N360 F50 S1010 M3 M8
 N365 G0 X57.5 Y10 Z1
 N370 MCALL CYCLE83(1,-14,2,-21.592,-17,,3,0,,1,1,3,,0,1)
 N375 X57.5 Y10
 N380 X142.5 Y10
 N385 MCALL
 N390 M6 T="90 FOKOS"
 N395 F28 S700 M3 M8
 N400 G0 X57.5 Y12.6 Z4
 N405 G0 Z-11.85
 N410 G1 Z-16.9
 N415 G3 X57.5 Y12.6 Z-16.9 I0 J-2.6
 N420 G0 Z4
 N425 G0 X142.5 Y7.4
 N430 G0 Z-11.85
 N435 G1 Z-16.9
 N440 G3 X142.5 Y7.4 Z-16.9 I0 J-2.6
 N445 G0 Z2
 N450 M30

Közdarab első felfogás NC kód:

N05 M6 T="D20 SZARMARO"
 N10 F28 S350 M3 M8
 N15 G0 X4 Y28 Z2
 N20 G0 Z0
 N25 G1 Z-2
 N30 G1 Y-12

```

N35 G1 X21
N40 G1 Y28
N45 G0 X4
N50 G1 Z-2.5 F14
N55 G1 Y-12
N60 G1 X21
N65 G1 Y28
N70 G0 Z2
N75 M30

```

Közdaráb második felfogás NC kód:

```

N05 M6 T="2 KP FURO"
N10 F80 S1800 M3 M8
N15 G0 X8.5 Y8 Z5
N20 MCALL CYCLE82(5,0,2,-4)
N25 X8.5 Y8
N30 MCALL
N35 M6 T="D5.5 CSFURO"
N40 F48 S975 M3 M8
N45 G0 X8.5 Y8 Z5
N50 MCALL CYCLE83(5,0,2,-30.652,-3,3,0,1,1,3,,0,1)
N55 X8.5 Y8
N60 MCALL
N65 M6 T="90 FOKOS"
N70 F28 S700 M3 M8
N75 G0 X8.5 Y8 Z6.014
N80 G0 Z-1.542
N85 G1 X8.333 Y10.702 F5.6
N90 G2 X7.884 Y10.637 Z-1.542 I0.167 J-2.702 F28
N95 G1 X8.333 Y10.702
N100 G1 X8.5 Y8 F5.6
N105 G1 Z-3.042 F28
N110 G1 X8.333 Y10.702 F5.6
N115 G3 X8.786 Y10.692 Z-3.042 I0.167 J-2.702 F28
N120 G1 X8.333 Y10.702
N125 G1 X8.5 Y8 F5.6
N130 G0 Z2
N135 M30

```

Közdaráb harmadik felfogás NC kód:

```

N05 M6 T="90 FOKOS"
N10 F28 S700 M3 M8
N15 G0 X8.5 Y8 Z6.014
N20 G0 Z-1.542
N25 G1 X8.333 Y10.702 F5.6
N30 G2 X7.884 Y10.637 Z-1.542 I0.167 J-2.702 F28
N35 G1 X8.333 Y10.702

```

N40 G1 X8.5 Y8 F5.6
 N45 G1 Z-3.042 F28
 N50 G1 X8.333 Y10.702 F5.6
 N55 G3 X8.786 Y10.692 Z-3.042 I0.167 J-2.702 F28
 N60 G1 X8.333 Y10.702
 N65 G1 X8.5 Y8 F5.6
 N70 G0 Z2
 N75 M30

Közdarab negyedik felfogás NC kód:

N05 M6 T="D20 SZARMARO"
 N10 F28 S350 M3 M8
 N15 G0 X22 Y-12 Z2
 N20 G1 Z-1.5
 N25 G1 Y40
 N30 G1 X6
 N35 G1 Y-12
 N40 G0 X23
 N45 G1 Z-3
 N50 G1 Y40
 N55 G0 Z2
 N60 G0 X7 Y-12
 N65 G1 Z-2 F14
 N70 G1 Y40
 N75 G0 Z2
 N80 G0 X23 Y-12
 N85 G1 Z-3.5
 N90 G1 Y40
 N95 G0 Z2
 N100 M6 T="90 FOKOS"
 N105 F28 S700 M3 M8
 N110 G0 X13 Y35 Z2
 N115 G1 Z-3.5
 N120 G1 Y-7
 N125 G0 Z2
 N130 M6 T="2 KP FURO"
 N135 F80 S1800 M3 M8
 N140 G0 X14.5 Y4 Z1
 N145 MCALL CYCLE82(1,-2,2,-7.5)
 N150 X14.5 Y4
 N155 X14.5 Y24
 N160 MCALL
 N165 G0 X20.5 Y5
 N170 MCALL CYCLE82(1,-3.5,2,-7.5)
 N175 X20.5 Y5
 N180 X20.5 Y23
 N185 MCALL
 N190 M6 T="D5 CSFURO"
 N195 F42 S1070 M3 M8

N200 G0 X14.5 Y4 Z1
 N205 MCALL CYCLE83(1,-2,2,-21.502,-5,,3,0,,1,1,3,,,0,1)
 N210 X14.5 Y4
 N215 X14.5 Y24
 N220 MCALL
 N225 M6 T="D4.2 CSFURO"
 N230 F38 S1280 M3 M8
 N235 G0 X20.5 Y5 Z1
 N240 MCALL CYCLE83(1,-3.5,2,-18.262,-6.5,,3,0,,1,1,3,,,0,1)
 N245 X20.5 Y5
 N250 X20.5 Y23
 N255 MCALL
 N260 M6 T="M5 FURO"
 N265 G0 X20.5 Y5 Z1
 N270 G95
 N275 MCALL CYCLE84(1,-3.5,2,-16,,0,3,,0.8,,125,125,3,0,,0,,)
 N280 X20.5 Y5
 N285 X20.5 Y23
 N290 MCALL
 N295 G94
 N300 M30

Közdaráb ötödik felfogás NC kód:

N05 M6 T="D20 SZARMARO"
 N10 F28 S350 M3 M8
 N15 G0 X22 Y-12 Z2
 N20 G1 Z-1.5
 N25 G1 Y40
 N30 G1 X6
 N35 G1 Y-12
 N40 G0 X23
 N45 G1 Z-3
 N50 G1 Y40
 N55 G0 Z2
 N60 G0 X7 Y-12
 N65 G1 Z-2 F14
 N70 G1 Y40
 N75 G0 Z2
 N80 G0 X23 Y-12
 N85 G1 Z-3.5
 N90 G1 Y40
 N95 G0 Z2
 N100 M6 T="90 FOKOS"
 N105 F28 S700 M3 M8
 N110 G0 X13 Y35 Z2
 N115 G1 Z-3.5
 N120 G1 Y-7
 N125 G0 Z2
 N130 M30

Közdarab hatodik felfogás NC kód:

```
N05 M6 T="D20 SZARMARO"  
N10 F28 S350 M3 M8  
N15 G0 X-12 Y6 Z2  
N20 G1 Z-2  
N25 G1 X40  
N30 G0 Z2  
N35 G0 X13 Y24  
N40 G1 Z-4  
N45 G1 Y-12  
N50 G0 X15  
N55 G1 Y24  
N60 G1 X13  
N65 G1 Z-6  
N70 G1 Y-12  
N75 G0 X15  
N80 G1 Y24  
N85 G0 Z2  
N90 G0 X1.5 Y-12 F14  
N95 G1 Z-2.5  
N100 G1 Y24  
N105 G0 X26.5  
N110 G1 Y-12  
N115 G0 Z2  
N120 T="90 FOKOS"  
N125 F28 S700 M3 M8  
N130 G0 X3 Y-7 Z2  
N135 G1 Z-4  
N140 G1 Y19  
N145 G0 X25  
N150 G1 Y-7  
N155 G0 Z2  
N160 M6 T="D20 SZARMARO"  
N165 F28 S350 M3 M8  
N170 G0 X13 Y24 Z2  
N175 G0 Z-6  
N180 G1 Z-8  
N185 G1 Y-12  
N190 G0 X15  
N195 G1 Y24  
N200 G1 X13  
N205 G1 Z-10  
N210 G1 Y-12  
N215 G0 X15  
N220 G1 Y24  
N225 G0 X13  
N230 G1 Z-12  
N235 G1 Y-12
```

N240 G1 X15
 N245 G1 Y24
 N250 G1 X13
 N255 G1 Z-14
 N260 G1 Y-12
 N265 G1 X15
 N270 G1 Y24
 N275 G1 X13
 N280 G1 Z-15
 N285 G1 Y-12
 N290 G1 X15
 N295 G1 Y24
 N300 G1 X14
 N305 G1 Z-15.5 F14
 N310 G1 Y-12
 N315 G0 Z2
 N320 M30

Forgató első felfogás NC kód:

N05 M6 T2 KP FURO"
 N10 F80 S1800 M3 M8
 N15 G0 X5 Y5.5 Z5
 N20 MCALL CYCLE82(5,0,1,-4)
 N25 X5 Y5.5
 N30 MCALL
 N35 M6 T="D4.2 CSFURO"
 N40 F38 S1280 M3 M8
 N45 G0 X5 Y5.5 Z5
 N50 MCALL CYCLE83(5,0,1,-24.262,-3,3,0,1,1,3,,0,1)
 N55 X5 Y5.5
 N60 MCALL
 N65 M6 T="90 FOKOS"
 N70 F28 S700 M3 M8
 N75 G0 X5 Y5.5 Z5
 N80 MCALL CYCLE82(5,0,1,-2.567)
 N85 X5 Y5.5
 N90 MCALL
 N95 M6 T="M5 MENETFURO"
 N100 M8
 N105 G0 X5 Y5.5 Z5
 N110 G95
 N115 MCALL CYCLE84(5,0,1,-8,0,3,0.8,125,125,3,0,0,,)
 N120 X5 Y5.5
 N125 MCALL
 N130 G94
 N135 M30

Forgató második felfogás NC kód:

```
N05 M6 T="90 FOKOS"
N10 F28 S700 M3 M8
N15 G0 X5 Y5.5 Z5
N20 MCALL CYCLE82(5,0,1,-2.567)
N25 X5 Y5.5
N30 MCALL
N35 M6 T="M5 MENETFURO"
N40 M8
N45 G0 X5 Y5.5 Z5
N50 G95
N55 MCALL CYCLE84(5,0,1,-8,,0,3,,0.8,,125,125,3,0,,0,,)
N60 X5 Y5.5
N65 MCALL
N70 G94
N75 M30
```

Forgató harmadik felfogás NC kód:

```
N05 M6 T="D20 SZARMARO"
N10 F28 S350 M3 M8
N15 G0 X0.5 Y34 Z2
N20 G0 Z2
N25 G1 Z-1
N30 G1 Y-12
N35 G0 X16
N40 G1 Y34
N45 G0 Z2
N50 G0 X0.5
N55 F14 S350
N60 G1 Z-1.5
N65 G1 Y-12
N70 G0 X16
N75 G1 Y34
N80 G0 Z2
N85 M6 T="2 KP FURO"
N90 F80 S1800 M3 M8
N95 G0 X15 Y11 Z5
N100 MCALL CYCLE82(5,-1,5,2,-5,5)
N105 X15 Y11
N110 MCALL
N115 M6 T="D10 CSFURO"
N120 F60 S600 M3 M8
N125 G0 X15 Y11 Z5
N130 MCALL CYCLE83(5,-1,5,2,-15.004,,,-4,5,,3,0,,1,1,3,,,0,1)
N135 X15 Y11
N140 MCALL
N145 M30
```

Forgató negyedik felfogás NC kód:

```
N05 M6 T="D20 SZARMARO"
N10 F28 S350 M3 M8
N15 G0 X0.5 Y34 Z2
N20 G1 Z-1
N25 G1 Y-12
N30 G0 X16
N35 G1 Y34
N40 G0 Z2
N45 F14 S350 M3
N50 G0 X0.5
N55 G1 Z-1.5
N60 G1 Y-12
N65 G0 X16
N70 G1 Y34
N75 G0 Z150
N80 M30
```

Forgató ötödik felfogás NC kód:

```
N05 M6 T="D20 SZARMARO"
N10 F28 S350 M3 M8
N15 G0 X34 Y4 Z2
N20 G0 Z-2
N25 G1 X-12
N30 G0 Z2
N35 G0 X34
N40 G0 Z-4
N45 G1 X-12
N50 G0 Z2
N55 G0 X34
N60 G0 Z-6
N65 G1 X-12
N70 G0 Z2
N75 G0 X34
N80 F14 S350 M3
N85 G0 Z-7
N90 G1 X-12
N95 G0 Z2
N100 M6 T="2 KP FURO"
N105 F80 S1800 M3 M8
N110 G0 X4 Y4 Z5
N115 MCALL CYCLE82(5,-7,2,-10)
N120 X4 Y4
N125 X18 Y4
N130 MCALL
N135 M6 T="D2.5 CSFURO"
N140 F43 S2150 M3 M8
N145 G0 X4 Y4 Z5
```

N150 MCALL CYCLE83(5,-7,2,-12.739,-9,,2,0,,1,1,3,,,0,1)
 N155 X4 Y4
 N160 X18 Y4
 N165 MCALL
 N170 M6 T="90 FOKOS"
 N175 F28 S700 M3 M8
 N180 G0 X4 Y4 Z5
 N185 MCALL CYCLE82(5,-7,2,-8.73)
 N190 X4 Y4
 N195 X18 Y4
 N200 MCALL
 N205 M6 T="M3 MENETFURO"
 N210 M8
 N215 G0 X4 Y4 Z5
 N220 G95
 N225 MCALL CYCLE84(5,-7,2,-10.5,,0,3,,0.5,,260,260,3,0,,0,,)
 N230 X4 Y4
 N235 X18 Y4
 N240 MCALL
 N245 G94
 N250 M6 T="90 FOKOS"
 N255 F28 S700 M3 M8
 N260 G0 X-7 Y-1 Z2
 N265 G0 Z-8
 N270 G1 Z-10
 N275 G1 X29
 N280 G0 Y9
 N285 G1 X-7
 N290 G0 Z2
 N295 M30

Forgató hatodik felfogás NC kód:

N05 M6 T="D20 SZARMARO"
 N10 F28 S350 M3 M8
 N15 G0 X34 Y4 Z2
 N20 G1 Z-1.5
 N25 G1 X-12
 N30 G0 Z2
 N35 G0 X34
 N40 F14 S350 M3
 N45 G1 Z-2
 N50 G1 X-12
 N55 G0 Z2
 N60 M6 T="90 FOKOS"
 N65 F28 S700 M3 M8
 N70 G0 X-7 Y-1 Z2
 N75 G0 Z-3
 N80 G1 Z-5
 N85 G1 X29

N90 G0 Y9
 N95 G1 X-7
 N100 G0 Z2
 N105 M30

Szorító első felfogás NC kód:

N05 T="D20 SZARMARO"
 N10 F28 S350 M3 M8
 N15 G0 X18 Y-12 Z2
 N20 G1 Z-1
 N25 G1 Y34
 N30 G1 X4
 N35 G1 Y-12
 N40 G0 Z2
 N45 F14 S350 M3
 N50 G0 X18
 N55 G1 Z-1.5
 N60 G1 Y34
 N65 G1 X4
 N70 G1 Y-12
 N75 G0 Z2
 N80 M6 T="2 KP FURO"
 N85 F80 S1800 M3 M8
 N90 G0 X10 Y11 Z3
 N95 MCALL CYCLE82(5,-1.5,2,-5.5)
 N100 X10 Y11
 N105 MCALL
 N110 M6 T="D10 CSFURO"
 N115 F60 S600 M3 M8
 N120 G0 X10 Y11 Z5
 N125 MCALL CYCLE83(5,-1.5,2,-15.004,-5.5,,4,0,,1,1,3,,0,1)
 N130 X10 Y11
 N135 MCALL
 N140 M6 T="90 FOKOS"
 N145 F28 S700 M3 M8
 N150 G0 X-7 Y-2.5 Z1
 N155 G1 Z-4.5
 N160 G1 X23
 N165 G1 Z-2.5
 N170 G1 Y24.5
 N175 G1 Z-4.5
 N180 G1 X-7
 N185 G0 Z2
 N190 M30

Szorító második felfogás NC kód:

```

N05 M6 T="D20 SZARMARO"
N10 F28 S350 M3 M8
N15 G0 X1 Y21.5 Z2
N20 G1 Z-1
N25 G1 Y-12
N30 G1 X16.5
N35 G1 Y21.5
N40 G0 Z2
N45 F14 S350
N50 G0 X1
N55 G1 Z-1.5
N60 G1 Y-12
N65 G1 X16.5
N70 G1 Y21.5
N75 G0 Z2
N80 M6 T="2 KP FURO"
N85 F80 S1800 M3 M8
N90 G0 X18 Y4 Z2
N95 MCALL CYCLE82(5,-1.5,2,-5.5)
N100 X18 Y4
N105 X4 Y4
N110 MCALL
N115 M6 T="D3.2 CSFURO"
N120 F50 S1680 M3 M8
N125 G0 X18 Y4 Z5
N130 MCALL CYCLE83(5,-1.5,2,-11.461,-4.5,3,0,1,1,3,,0,1)
N135 X18 Y4
N140 X4 Y4
N145 MCALL
N150 M6 T="90 FOKOS"
N155 F28 S700 M3 M8
N160 G0 X18 Y4 Z2
N165 MCALL CYCLE82(5,-1.5,2,-4.8)
N170 X18 Y4
N175 X4 Y4
N180 MCALL
N185 G0 Z150
N190 M30

```

Szorító harmadik felfogás NC kód:

```

N05 M6 T="D20 SZARMARO"
N10 F28 S350 M3 M8
N15 G0 X34 Y5.5 Z2
N20 G1 Z-2
N25 G1 X-12
N30 G1 Z0
N35 G1 X34

```

N40 G1 Z-4
 N45 G1 X-12
 N50 G1 Z-2
 N55 G1 X34
 N60 G1 Z-6
 N65 G1 X-12
 N70 G0 Z2
 N75 F14 S350
 N80 G0 X34
 N85 G1 Z-6.5
 N90 G1 X-12
 N95 G0 Z2
 N100 M30

Szorító negyedik felfogás NC kód:

N05 M6 T="D20 SZARMARO"
 N10 F28 S350 M3 M8
 N15 G0 X1.5 Y20 Z2
 N20 G1 Z-1
 N25 G1 Y-12
 N30 G1 X16
 N35 G1 Y20
 N40 G0 Z2
 N45 F14 S350
 N50 G0 X1.5 Y20
 N55 G1 Z-1.5
 N60 G1 Y-12
 N65 G1 X16
 N70 G1 Y20
 N75 G0 Z2
 N80 M6 T="90 FOKOS"
 N85 F28 S700 M3 M8
 N90 G0 X24.5 Y-7 Z2
 N95 G1 Z-4.5
 N100 G1 Y14.5
 N105 G1 X-2.5
 N110 G1 Y-7
 N115 G0 Z2
 N120 M30