



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Gépészmérnöki Szak

**Vasúti mozdony sebességváltó ház csapághüvelyének
gyártástervezése hagyományos szerszámgépekre**

Belső konzulens: Dr. Kári-Horváth Attila Lajos
egyetemi docens

Külső konzulens: Bánhegyi József
termelési vezető

Készítette: **Jóna Benjamin**
CIMIIR
levelező tagozat

Intézet/Tanszék: Műszaki Intézet, Gépészeti
Technológiák Központ, Anyagtudományi és
Gépipari Folyamatok Tanszék

Gödöllő
2024

MŰSZAKI INTÉZET
GÉPÉSZMÉRNÖK ALAPSZAK
Gépgyártó specializáció

SAKDOLOGOZAT
feladatlap

Jóna Benjamin (CIMIIR)

részére

A szakdolgozat címe:

**Vasúti mozdony sebességváltó ház csapágyhüvelyének gyártástervezése
hagyományos szerszámgépekre**

Feladatkiírás:

Bevezetés; Cégbemutató; Szakirodalom feldolgozása, Probléma bemutatása; Tervezés - a probléma megoldása: előgyártmány tervezése súllyesztékes kovácsolással; forgácsolási megmunkálások tervezése - esztergálás, fúrás, köszörülés; készüléktervezés - fűrőkészülék; Gazdasági számítások Összefoglalás

Közreműködő tanszék: Anyagtudományi- és Gépipari Folyamatok

Külső konzulens: Bánhegyi József, termelési vezető, Go-Metall Kft.

Belső konzulens: Dr. Kári-Horváth Attila Lajos, egyetemi docens

Beadási határidő: 2024. április 22

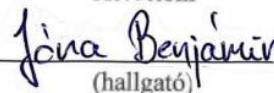
Gödöllő, 2024. február 12

Jóváhagyom


(tanszékvezető)

(szakfelelős)

Átvettem


(hallgató)

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

Gödöllő, 2024.


(külső konzulens)

Tartalom

1.	Bevezetés.....	6
2.	Cégbemutatós	8
3.	Szakirodalom feldolgozása	9
3.1.	Gyártástechnológiai eljárások kiválasztása.....	9
3.1.1.	Az előgyártmány meghatározása.....	9
3.1.2.	Forgácsolási technológiák meghatározása.....	10
3.2.	Kovácsolt előgyártmányok	10
3.3.	Süllyesztékes kovácsolás	11
3.3.1.	Kovácsdarab tervezése	12
3.3.2.	Süllyesztékes kovácsszerszám kialakítása.....	13
3.4.	Forgácsolási elmélet.....	14
3.4.1.	A forgácsolás mozgásviszonyai.....	15
3.4.2.	A forgácsolószerszám kialakítása és jellemzői	15
3.4.3.	A forgácsképződés folyamata.....	16
3.4.4.	Esztergálás	17
3.4.5.	Az esztergán végezhető műveletek.....	18
3.4.6.	Az esztergálás mozgásviszonyai	18
3.4.7.	Esztergagépek kialakítása.....	19
3.4.8.	Fúrás és furatmegmunkálás	19
3.4.9.	A fúrás mozgásviszonyai.....	20
3.4.10.	A furatmegmunkálás szerszámai	20
3.4.11.	Fúrógépek kialakítása	21
3.4.12.	Köszörülés	22
3.4.13.	Köszörűszerszám kialakítása.....	23
3.4.14.	Köszörülési módok.....	23

3.4.15.	Köszörűgépek	24
3.4.16.	Hűtő-kenő folyadékok alkalmazása.....	25
3.5.	Készüléktervezés.....	27
4.	Probléma bemutatása.....	29
5.	Tervezés - A probléma megoldása	31
5.1.	Előgyártmány tervezése	32
5.1.1.	Gépész darab.....	32
5.1.2.	Kovácsolással nem kialakítható geometriák.....	32
5.1.3.	Osztófelület megválasztása.....	32
5.1.4.	Bonyolultsági csoportszám meghatározása	33
5.1.5.	A forgácsolási hozzáadások megállapítása.....	33
5.1.6.	A fenékvastagság meghatározása	33
5.1.7.	Az oldalferdeségek meghatározása	33
5.1.8.	A lekerekítések meghatározása	34
5.1.9.	A kovácsolási tűrések meghatározása DIN szerint.....	34
5.1.10.	A kovácsdarab rajza.....	38
5.2.	Süllyesztékes kovácsszerszám tervezése	39
5.2.1.	A gyártási módszer meghatározása	39
5.2.2.	A sorjacsatorna típusának és méreteinek meghatározása	39
5.2.3.	A süllyesztéktömb fő méreteinek meghatározása	40
5.2.4.	A fecskefárok méreteinek meghatározása	41
5.2.5.	A vezetőcsapok méreteinek meghatározása	42
5.2.6.	A süllyesztéktömb anyagának megválasztása	43
5.2.7.	A süllyesztékfelek.....	43
5.2.8.	A kovácsdarab sorjázása.....	44

5.3.	Forgácsolás tervezése.....	45
5.3.1.	Műveleti sorrendterv.....	45
5.3.2.	Esztergáláshoz szükséges forgácsolási adatok meghatározása	45
5.3.3.	Fúráshoz szükséges forgácsolási adatok meghatározása.....	69
5.3.4.	Köszörüléshez szükséges forgácsolási adatok meghatározása	74
5.4.	Fúrókészülék tervezése	87
5.4.1.	Munkadarab központosítása	87
5.4.2.	Munkadarab bázisfelülete.....	88
5.4.3.	A készüléktest felépítése	89
5.4.4.	A fúrólap kialakítása.....	90
6.	Gazdasági számítás	93
7.	Összefoglalás.....	94
8.	Summary	95
9.	Nyilatkozatok	96
10.	Irodalomjegyzék	99
11.	Mellékletek jegyzéke.....	102

1. Bevezetés

Szakedolgozatom témája egy alkatrész gyártástervezésének lebonyolítását öleli fel, mely egy vasúti mozdony sebességváltó hajtóművében kap szerepet. Viszonylag kis alkatrész, mégis nélkülözhetetlen az alkalmazása, legyártása, pótlása, hiszen egy mozdony fő egységének elengedhetetlen eleméről van szó. A mozdony szerepe a vasúti közlekedésben a vonat vontatása. Elenyésző fontosságú problémának hangzik, azonban fontos belegondolnunk, mekkora szerepet játszik életünkben a vasúti közlekedés. A vasúti közlekedés a személyszállításon túl a teherszállításban is épp oly jelentős közlekedési forma. Nagy mennyiségek (akár személy vagy teheráru), nagy távolságokba történő szállításában játszik szerepet. Nehéz olyan iparágat találni, amely ne használná a vasúti teherszállítást, így életünk minden területét befolyásolja. Gördülékenységének fenntartásához pedig elengedhetetlen minden apró egységének rendeltetésszerű működése.

A GO-Metall Kft.-nél töltött szakmai gyakorlatom során megismerkedtem a cég felépítésével, valamint az egyedi alkatrészek gyártástervezésének folyamataival is. A cég tervezési osztályán végzett technológusi munkaköröm feladata a beérkezett műszaki rajzok áttekintése, a gyártás előkészítése, valamint a megfelelő gyártási dokumentációk elkészítése volt. A kapott műszaki rajz alapján szükséges az alkatrész gyártását megtervezni. Ezek közül, mely szakedolgozatom témáját is adja, egy csapágyhüvely gyártástervezésének folyamata.

Dolgozatom célja a mozdony sebességváltó házában szerepet kapó csapágypersely gyártásának megtervezése. Ennek megvalósításához a szükséges nemzetközi és hazai szakirodalmat áttekintem, melynek felhasználásával az alkalmazni kívánt műszaki elméletet kiemelem. Ezek a következő témákat ölelik fel:

- Kovácsolási elmélet, kovácsolt előgyártmány gyártása – ezen belül részletesen a süllyesztékes kovácsolás, valamint kovácsolással készült előgyártmányok és az ehhez szükséges szerszámok tervezése.
- Forgácsolási elmélet – a fémmegmunkálásban elsődlegesen alkalmazott, továbbá részletesen az alkalmazni kívánt forgácsolási műveletek, azok erő- és mozgásviszonyainak bemutatása.
- Hűtő-kenő folyadékok alkalmazásának bemutatása.
- Készüléktervezés elmélete – fűrókészülék tervezésének menete.

A szakirodalom feldolgozását követően részletesen bemutatom a megoldani kívánt problémát. A probléma bemutatását követően megoldást keresek a problémára, mely a műszaki tervezés keretein belül a gyártástervezést foglalja magában. A tervezés a következő lépéseket tartalmazza:

- Süllyesztékes kovácsolás technológiai tervezése
- Forgácsolás technológiai tervezése
- Készüléktervezés
- Gazdasági számítások

A szakirodalom áttekintésén, valamint a tervezési lépések megvalósításán keresztül megoldást próbálok nyújtani a felvázolt problémára. A tervezés során szükséges műszaki rajzokat és modelleket Solid Edge 2020 mérnöki szoftver segítségével készítem.

2. Cégbemutató

A Go-Metall Kft. magyar tulajdonban lévő családi kisvállalkozás, amely 1990-ben alakult gép- és gépalkatrészgyártás, valamint gépszerelési, fémmegmunkálási tevékenységek elvégzésére. A cég már évek óta fontos beszállítói szerepet kap számos vezető nyugat-európai gépgyártó vállalatnál. A vállalat nagy hangsúlyt fektet a hosszútávú partneri kapcsolatok kiépítésére. Fontos megemlíteni továbbá, hogy a vállalat több évtizedes tapasztalattal rendelkezik a gépalkatrész gyártás területén. A cég fő tevékenységi körei a következők:

- Gépalkatrészgyártás műszaki rajz alapján – a cég vállalja az öntvények gyártását egészen az öntőminta készítésétől az öntésen át, az alkatrészek teljes megmunkálását, szerelt darabok összeállítását valamint kiszállítását.
- Öntvények készre munkálása - lemezgrafitos öntvények, gömbgrafitos öntvények, acélöntvények valamint alumínium öntvények megmunkálása.
- Kisebb acélszerkezetek összeállítása és gyártása
- Alkatrészek szerelése

A cég egyedi darabok kis- és közepes nagyságrendű gyártását vállalja, mely erősségének is mondható. A leggyártott termékek elsősorban a szerszámgépiparban, az élelmiszeri gépiparban, az olaj- és gáziparban, valamint a kompresszor-gyártás területén kerülnek felhasználásra.

Fő termékek a következők: pumpaházak, forgattyús házak, hajtásházak, csapágyházak, csapágyfedelek, hajtókarok, keresztfejek, gépágyak, orsószekrények, egyéb szerszámgépipari alkatrészek, kompresszor alkatrészek.

Egyes munkafolyamatok elvégzése - mint például festés, felületkezelés, hőkezelés, homokfúvás, vágás (láng, lézer), fogazás, köszörülés, nyomáspróba, egyéb anyagvizsgálat – alvállalkozók bevonásával valósulnak meg.

3. Szakirodalom feldolgozása

A hazai és nemzetközi szakirodalom áttekintésén belül fontos kiemelni azon témákat, melyek a problémám megoldását segítik, ezeket a célkitűzésben részletezem. Egy legyártandó alkatrész életútja számos technológiai lépést ölel fel, amíg az alapanyagtól a végérvényesen használatra alkalmas alkatrészig eljutunk. Első lépésként fontos meghatározni, mely technológiai eljárások szükségesek a gyártás lebonyolításához.

3.1. Gyártástechnológiai eljárások kiválasztása

3.1.1. Az előgyártmány meghatározása

Az alkatrész műhelyrajzának áttekintése után, az alkatrész befoglaló méreteit és alakját megvizsgálva megállapítható, hogy az alkatrész gyártását előgyártmány készítésével szükséges kezdeni. A tervezés első szakaszának fő feladata az előgyártmány típusának megválasztása, valamint a ráhagyások mértékének meghatározása. Az előgyártmány az alkatrészgyártás kiinduló állapotát képezi. Az előgyártmányok típusa lehet pl.: hengerelt (rudak, lemezek és bugák), húzott (rudak), öntött, kovácsolt, porkohászati eljárással készített előgyártmányok. Előgyártmány gyártására akkor van szükségünk, ha a forgácsoló eljárás előgyártmányként nem a kereskedelemben kapható és szabvány szerint gyártott hengerelt, húzott, stb. terméket választjuk. Az előgyártmány típusának kiválasztását elsősorban az alkatrész alakja, meghatározó méretei, anyaga és a legyártani kívánt darabszám határozzák meg. Arra kell törekedni, hogy az előgyártmány előállítási költsége és alkatrészgyártás együttes költsége a lehető legkisebb legyen. Az öntés és kovácsolás nagy energiaigényű előgyártási technológiák. Ezeket akkor választjuk, ha az előgyártmány gyártása során fellépő többletköltségek a kisebb forgácsolási költségek árán megtérülnek. A gyártási költségek azonban a gyártott sorozatnagyságtól is függnének, így figyelembe kell venni a kritikus darabszámot is. Az előgyártmány gyártási technológiájának kiválasztása után meg kell határozni az előgyártmány méreteit, majd végül el kell készíteni az előgyártmány műhelyrajzát. [1] [2]

Jelen esetben az alkatrészrajzot megfigyelve láthatjuk, hogy a munkadarab anyaga Ck45 nemesíthető acél, ezért az előgyártmány gyártási technológiájaként a kovácsolást választjuk.

3.1.2. Forgácsolási technológiák meghatározása

Az előgyártmány gyártástervezését követően az alkatrészgyártás technológiai tervezésének a következő lépése a forgácsolási technológiák megtervezése. Az alkatrészrajzot megfigyelve láthatjuk, hogy a munkadarab a forgástengelyére szimmetrikus hengeres testet alkot. Ennek a megmunkálásához legideálisabb technológiai eljárás az esztergálás lesz. A fő alakadást és a méretpontos megmunkálást követően szükséges a munkadarab furatainak elkészítése, ezáltal a fúrás technológiai tervezése. A fúráshoz szükséges fúrókészülék tervezésének elméletét külön fejezetben tárgyalom. Ezt követően a munkadarab gyártásának befejező művelete a köszörülés.

Tehát a csapágyhüvely gyártástechnológiájához a következő forgácsolási eljárások tartoznak:

- Esztergálás
- Fúrás
- Köszörülés

Forgácsolási technológiák alkalmazása során elengedhetetlen a hűtő-kenő folyadék alkalmazása, így szükséges megemlíteni ennek szerepét is.

3.2. Kovácsolt előgyártmányok

A kovácsolás az alkatrészgyártásban alkalmazott képlékenyalakítási eljárás, amely a térfogatalakítás csoportjába tartozik. Kovácsolással későbbi megmunkálásra szoruló előgyártmányokat készíthetünk. Kovácsolt előgyártmányok alkalmazásának leginkább két jellemző esetét különböztetjük meg. Az egyik, amikor bizonyos mechanikai tulajdonságok elérése céljából alkalmazzuk a kovácsolást, a másik, amikor a legyártandó alkatrész darabszáma akkora, hogy kovácsolt előgyártmány alkalmazása gazdasági előnyökkel jár, a rúdanyag felhasználásával szemben. Kovácsolással a kész alkatrész alakját és méreteit jól megközelítő, kívánt mechanikai tulajdonságokkal rendelkező előgyártmányok készíthetők. Két alapvető kovácsolási eljárást különböztetünk meg:

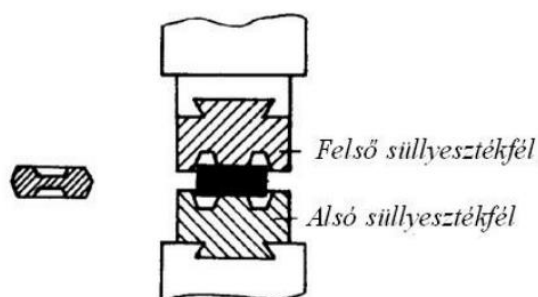
- szabadalakító kovácsolás
- süllyesztékes kovácsolás

Szabadalakító kovácsolás esetén jelentősen kisebb méretpontosság érhető el. A süllyesztékes kovácsolás jóval nagyobb pontosságot biztosít, azonban szükség van az alkatrész alakját

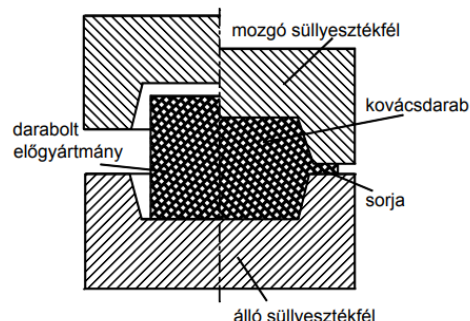
megformáló süllyeszték gyártására, amely viszonylag nagy költségeket jelent. A süllyesztékes kovácsolás alkalmazása ezért csak megfelelően nagy darabszám esetén gazdaságos. [1] [2] [3]

3.3. Süllyesztékes kovácsolás

Süllyesztékes kovácsolás esetén a munkadarabot a két szerszámfélben elhelyezkedő üreg ún. süllyeszték alakítja ki. Az alakítás során az előgyártmányt ütéssel vagy nyomással kényszerítjük arra, hogy vegye fel szerszámfelekben kialakított üregek alakját. A szerszámfelek a 3-1. ábrán láthatóak, ezeket alsó és felső süllyesztékfélnek nevezzük. [1] [2] [3]



3-1. ábra Süllyesztékes kovácsolás [2]



3-2. ábra Süllyesztékes kovácsolás folyamata [3]

A 3-2. ábrán látható az előgyártmány alakulásának folyamata. Az előgyártmány az ütés, ill. nyomás hatására felveszi a süllyesztékfélben kialakított üreg alakját. A süllyesztéküregekben az anyag áramlását az osztófelületen kifolyó sorja szabályozza. A ráhagyások meghatározása során így számolni kell a sorja térfogatából adódó anyagtöbblettel is. [4] [5]

A süllyesztékes kovácsolás esetén fontos megemlíteni, hogy a kovácsolás nem csak a munkadarab alakját és méreteit, hanem a mechanikai tulajdonságait is megváltoztatja, minden képlékenyalakítási művelethez hasonlóan. A kovácsolást mindig az anyagtól függő hőkezeléssel kell befejezni. Nemesíthető acéloknál nemesítéssel, betétedzhető acéloknál normalizálással. [3] [6]

Süllyesztékes kovácsolással csak olyan munkadarabok készíthetők, amelyek megfelelnek a kovácsolás technológiai jellemzőinek. A technológiai jellemzők a következőket tartalmazzák:

- a munkadarabnak megfelelően kialakított osztófelülettel kell rendelkeznie,
- a munkadarabon oldalferdeséget kell kialakítani,

- a munkadarab éleit le kell kerekíteni,
- ügyelni kell a legkisebb falvastagságra,
- süllyesztékes kovácsolással alámetszett munkadarabok nem készíthetők.

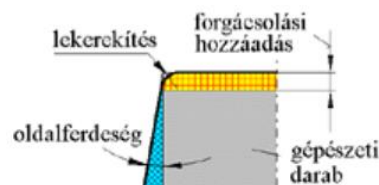
Ezeket a technológiai jellemzőket a kovácsdarab tervezésekor kell figyelembe venni. [1]

A kovácsolás gyártástervezésének két fő lépése van: (1) a kovácsdarab tervezése, valamint (2) a kovácsolási technológia illetve a szerszám tervezése.

3.3.1. Kovácsdarab tervezése

A kovácsdarabok tervezésekor mindig figyelembe kell venni a kovácsolástechnológiai szempontokat, a kész darab alakját és az utólagos megmunkálásokat is.

A kovácsdarab tervezése egy leegyszerűsített esetet tekintve a 3-3. ábrán látható lépésekben történik. (Az ábrán az alkatrésznek csak egy része látható, ez lehet pl. egy henger.)



3-3. ábra

Kovácsdarab tervezése [4]

A süllyesztékes kovácsolással készült munkadarabokat az öntvényekhez hasonlóan oldalferdeséggel és lekerekítésekkel kell ellátni a süllyesztékfelekből való kiemelhetőség miatt. A kovácsolt darabok rajzának elkészítése az öntött darabokhoz hasonló módon készül, mely a következő lépéseket tartalmazza: [1] [2] [4]

- 1) osztósík (osztófelület) kiválasztása
- 2) a ráhagyások meghatározása – a megmunkálásra kerülő felületekhez forgácsolási hozzáadásokat adunk hozzá
- 3) az oldalferdeségek meghatározása
- 4) élek lekerekítése

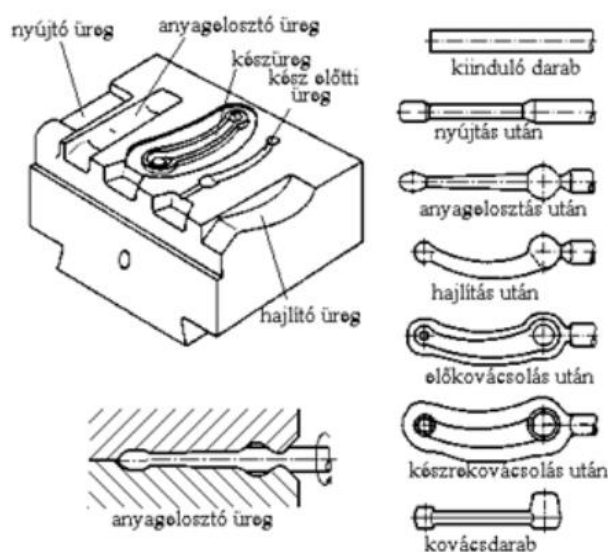
Az előgyártmány méreteit úgy kapjuk meg, hogy a kész munkadarab méreteihez hozzáadjuk, belső felületek esetén pedig kivonjuk a technológiai ráhagyások értékét. A ráhagyások értékét minden egyes megmunkált felületre külön-külön kell meghatározni. Ezeket a hozzáadásokat, oldalferdeségeket, lekerekítéseket a gépészeti szempontok alapján megtervezett munkadarabon helyezzük el, majd így készítjük el az előgyártmány rajzát. Így tehát a 3-3. ábrán is látható,

hogy süllyesztékes kovácsdarabokon a forgácsolási hozzáadások valamint az oldalferdeségek miatt a gépészeti darabhoz képest anyagtöbblettel kell számolni. [1] [2] [4]

A kovácsdarab tervezése a kovácsrajz elkészítésével zárul. A kovácsdarab rajza műszaki rajz, melyre a műszaki rajzkészítés szabványos előírásai vonatkoznak. A kovácsrajznak tartalmaznia kell a szükséges nézeteket, metszeteket, részletkiemeléseket, az osztófelület jelölését, a méreteket, tűréseket, illetve az esetleges szöveges előírásokat. [1] [4]

3.3.2. Süllyesztékes kovácsszerszám kialakítása

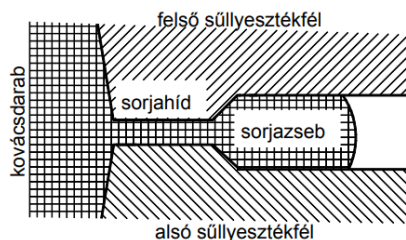
Süllyesztékes kovácsolás esetén a kiinduló előgyártmányból fokozatosan, lépésről lépésre közelítjük meg a kész darabot. A folyamatban alkalmazott lépések száma függ a munkadarab alakjától, nagyságától, anyagának alakíthatóságától, a hőmérsékleti viszonyoktól, a sorozatnagyságtól és még számos egyéb tényezőtől. A kovácsolási folyamat lépéseinek kialakításához a kész kovácsdarab kialakítása előtt előalakítást, előkovácsolást végzünk, mely a kovácsszerszám kialakítását is meghatározza. A kovácsszerszámban a készre alakító üregen kívül több előalakító üreg is kialakítható, az előalakító műveletek elvégzése érdekében. Az előalakító üregek típusai a következők lehetnek: nyomó üreg, nyújtó üreg, hajlító üreg, alakító üreg, anyagelosztó üreg. A több üreges kovácsszerszám kialakítását a 3-4. ábra szemlélteti. [4]



3-4. ábra Kovácsolás több üregben [4]

A készüreg elméletileg a kovácsdarab negatívja, ettől azonban méreteit tekintve különbözik. A készüreg kialakításának fontos tényezője a sorjacsatorna kialakítása, annak alakja és mérete. A sorja lényegében a két süllyesztékfél közötti hézagba folyó anyag, amely egyrészt kiegyenlíti a darabolt előgyártmányok eltérő térfogataiból adódó szórást, másrészt az ún. sorjareakció során szabályozza az üregben lévő nyomást és ezzel az üregtöltés folyamatát. A sorjacsatorna

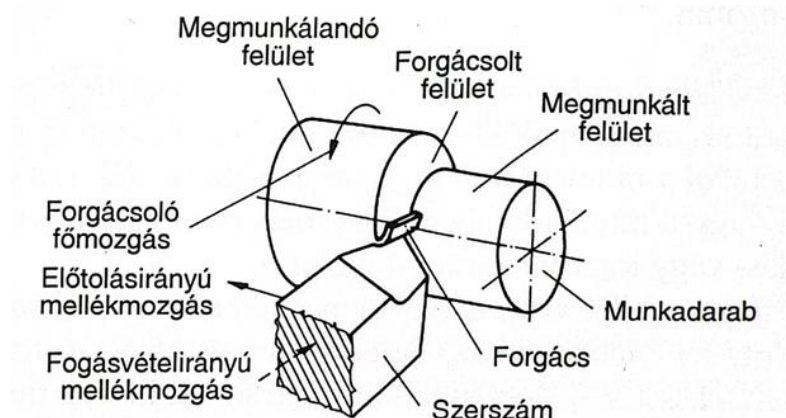
nem más, mint a két süllyesztékfél között kialakított hézag, mely két részből sorjahídból és sorjazsebből áll, melynek feladata a sorja elvezetése. A sorjacsatorna kitöltését a 3-5. ábra szemlélteti. [3] [4]



3-5. ábra Sorjacsatorna kitöltése [3]

3.4. Forgácsolási elmélet

A forgácsolás az alkatrészgyártás meghatározó, legtöbbször használt alapl művelete. A forgácsolás fogalma röviden anyagleválasztást jelent. A forgácsolás olyan megmunkálási eljárás, melynek során az előgyártmányról, attól jelentősen keményebb anyagú szerszámmal, mechanikus úton anyagrészeket távolítunk el a munkadarab kívánt alakjának elérése érdekében. Az előgyártmányt a forgácsolás során munkadarabnak, kész, szerelésre alkalmas állapotában pedig alkatrésznek nevezzük. A munkadarabról a felesleges anyag többletet, az ún. ráhagyást, egy erre alkalmas eszközzel (szerszámmal) kisebb-nagyobb részecskék formájában távolítjuk el. A leválasztott anyagrészecskéket forgácsnak nevezzük. A forgács leválasztásához a munkadarab és a szerszám között relatív elmozdulásra van szükség. Ezeket a mozgásokat forgácsolómozgásnak nevezzük, melyeket a szerszám gép biztosít. A forgácsolás során eltávolítani kívánt felületet megmunkálendő felületnek, ahol a szerszám a forgácsot már eltávolította, azt megmunkált felületnek nevezzük. Ahol a szerszám főele éppen dolgozik, forgácsolt felületnek nevezzük. A forgácsolás tényezőit a 3-6. ábra szemlélteti. [1] [7] [8] [9]



3-6. ábra A forgácsolás tényezői [7]

A forgácsolás számos eljárást foglal magában, melyek a következők: esztergálás, fúrás, marás, köszörülés, gyalulás, vésés, dörzsölés, reszelés stb. A megfelelő forgácsoló eljárás kiválasztását a munkadarab alakja, a megmunkálendő felület mérete, pontossága és felületi érdessége,

valamint a munkadarab anyagának mechanikai jellemzői (szilárdság, keménység) határozzák meg. [1] [7] [10]

3.4.1. A forgácsolás mozgásvizonyai

A forgácsolómozgás összetett mozgás, amely fő- és mellékmozgásokból áll. A forgácsoló mozgás összetevői határozzák meg a forgács hosszúságát, szélességét és vastagságát.

A forgácsoló főmozgás a forgácsleválasztás irányába történik, a forgácsleválasztást teszi lehetővé, melyet a szerszámgép főhajtóműve hoz létre. A főmozgás lehet folytonos vagy szakaszos, valamint forgó- vagy egyenes vonalú mozgás. A forgácsoló főmozgást végezheti a munkadarab vagy a szerszám is.

A forgácsoló mellékmozgások a forgács szélességét és vastagságát határozzák meg. A mellékmozgásokat a szerszámgép mellékmozgatója hozza létre. A mellékmozgásokat végezheti a szerszám, vagy a munkadarab is. A forgácsolást tekintve a mellékmozgás lehet előtolás- vagy fogásvételirányú mozgás. [7]

- Előtolásirányú mozgás, röviden előtolás, a forgács folyamatos leválasztását teszi lehetővé, mely a forgács vastagságát befolyásolja.
- Fogásvételirányú mellékmozgás az előtolásra merőleges, mindig szakaszos mozgás, mely rendszerint a forgács szélességét határozza meg. Az elmozdulás nagyságát fogásmélységnek, vagy fogásnak nevezzük.

3.4.2. A forgácsolószerszám kialakítása és jellemzői

A forgács leválasztását végző eszközt szerszámnak nevezzük. A forgácsoló szerszámokat különböző szempontok szerint lehet csoportosítani, melyek a következők:

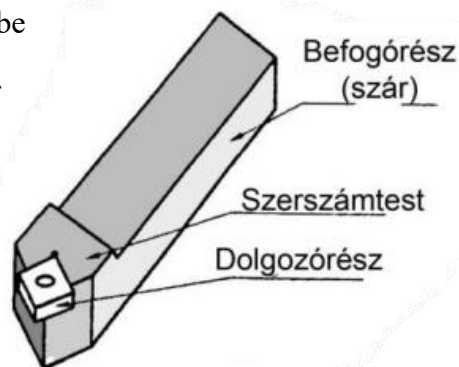
- rendeltetésük szerint: esztergakések, fúrók, marók, gyalu- és vésőkések, dörzsárak, köszörűkorongok, fűrészek, reszelők stb.
- élek száma szerint: egyélű (pl.: esztergakés, gyalukés, vésőkés), kétélű (pl.: csigafúró), szabályosan többélű (pl.: maró), szabálytalanul sokélű (pl.: köszörűkorong)
- anyaguk szerint: acél alapú szerszámanyagok (pl.: szerszámacél, gyorsacél), kemény szerszámanyagok (pl.: keményfém, kerámia), szuperkemény szerszámanyagok (gyémánt).

A forgácsolószerszám felépítését tekintve két fő részből, befogó-, másnéven csatlakozórészből, valamint dolgozórészből áll. A befogórész, vagy szár a szerszám befogására szolgáló rész, mely a szerszámgépbe, vagy készülékbe történik. A dolgozórész feladata a forgács leválasztása.

A forgácsolószerszám felépítése a 3-7. ábrán látható.

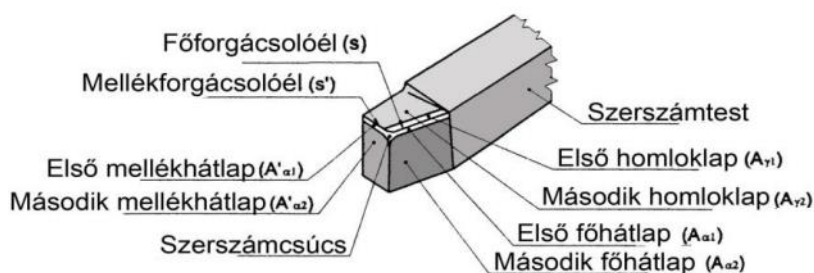
[7] [8]

A dolgozórészt a homlok- és hátlapok határolják, valamint ezek metszésvonalai a szerszám forgácsolóéleit határozzák meg. A szerszámcsúcs a főhátlap, a mellékhatlap és a homloklap találkozásánál helyezkedik el. A forgácsolószerszám jellegzetes felületei a 3-8. ábrán láthatók.



3-7. ábra

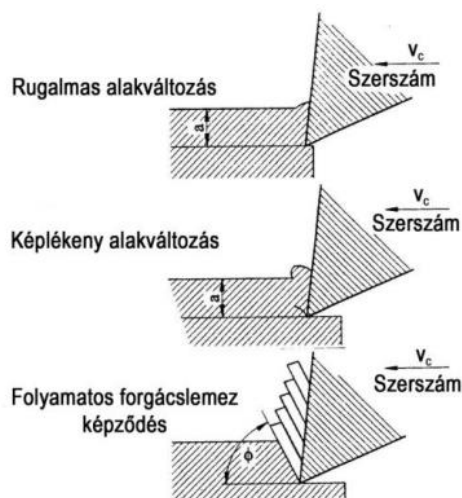
A forgácsolószerszám felépítése [8]



3-8. ábra A forgácsolószerszám jellegzetes felületei [8]

3.4.3. A forgácsképződés folyamata

A forgács leválasztása során a főmozgás hatására a munkadarab felületén alakváltozás történik. A forgácsleválasztás során a szerszám éle behatol az anyagba, amely kezdetben rugalmas alakváltozást, majd az anyagminőségtől függően képlékeny alakváltozást szenved. Az anyag összenyomódik, a homloklap előtt megduzzad, majd amikor az anyagra jellemző mechanikus igénybevétel kritikus értékét meghaladja, az anyag egy sík mentén elnyíródik. Ez az ún. nyírási sík. A forgács a felületről egymást követő lemezek formájában válik le, melyek a



3-9. ábra Forgácsképződés folyamata [8]

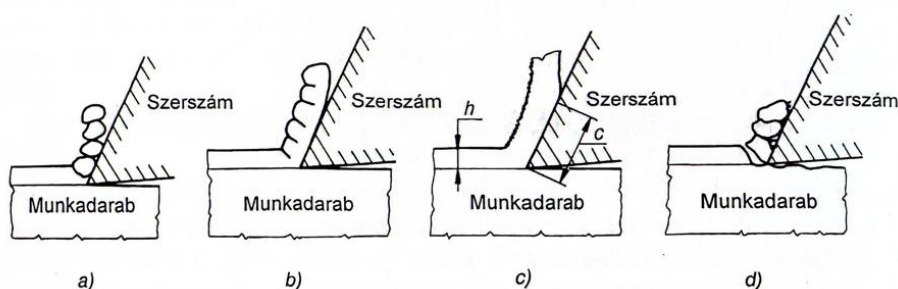
szerszám homloklapján elcsúsznak, rétegesen egymásra tolódnak és többé-kevésbé összehegednek. A keletkező forgács ezért nem homogén, hanem lemezekből összehegedt alakzat. A forgácsképződés folyamata és a nyírási sík kialakulása a 3-9. ábrán látható. A forgács alakja és mérete függ a munkadarab anyagától, képlékenységétől és a forgácsolás körülményeitől. Rideg anyagok esetében a forgács elemi, vagy töredezett forgács formájában válik le. Szívós, képlékeny anyagok esetében a forgács lehet elemi, lemezes, vagy akár folyóforgács is. [1] [7] [11] [12]

Elemi, vagy másnéven pattintott forgács (3-10a ábra) rideg anyagok forgácsolása esetén keletkezik. A forgácsselemek közel azonos méretűek és általában nem kapcsolódnak egymáshoz.

Lemezes, vagy átmeneti forgács (3-10b ábra) keletkezésekor a forgácsselemek a keletkező hő és nyomás hatására részlegesen összehegednek.

Folyóforgács (3-10c ábra) kialakulása általában szívós és képlékeny anyagok nagy sebességgel történő forgácsolása esetén történik. A folyóforgács szintén forgácsselemkből áll össze, azonban ezek szabad szemmel már nem különíthetők el az elcsúszási síkok mentén.

Töredezett forgács (3-10d ábra) kemény, rideg anyagok forgácsolása esetén alakul ki. A forgácsselemek különálló, egymással nem kapcsolódó részeket alkotnak, melyek térfogata eltérő. [7]



3-10. ábra Forgácsfajták [7]

3.4.4. Esztergálás

Az esztergálás a forgácsolási eljárások egy fajtája, mellyel elsősorban forgástestek munkálhatók meg. Ezek a forgástestek lehetnek tengelyek, tárcsák, perselyek vagy hüvelyek, de bizonyos esetekben lehetséges a hengerestől eltérő felületek megmunkálása is. Az esztergán az összetett mozgások segítségével lehetséges továbbá kúpos és egyéb alakos, pl. gömbfelület,

vagy csavarmenet készítése. Az esztergálás szerszáma egyélű, amellyel állandó keresztmetszetű forgács folyamatos leválasztása történik a forgácsolás során. [7] [11]

3.4.5. Az esztergán végezhető műveletek

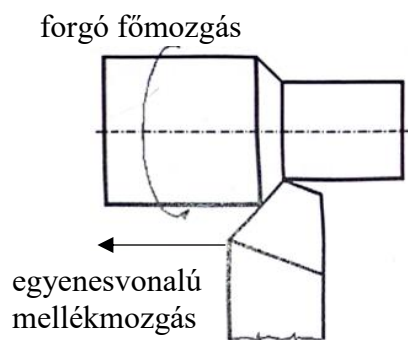
Az esztergálás alapvető művelete, a hengeres testek palástfelületének megmunkálása, azaz a hosszesztergálás. A tengelyek, tárcsák homlokfelületeit keresztesztergálással tudjuk elkészíteni. A furatok elkészítése történhet a szegnyereg tokmányába fogott csigafúró segítségével fúrással, vagy nagyobb átmérőjű furatok esetén furatesztergálással. Külső és belső hornyok készítése beszúróesztergálással történik, menetek készítését pedig menetesztergálásnak nevezzük. Továbbá a szerszámgép bizonyos beállításai mellett, különböző szerszámok és készülékek segítségével készíthetők kúpos, gömb vagy akár egyéb alakos felületek is. [7] [8]

3.4.6. Az esztergálás mozgásviszonyai

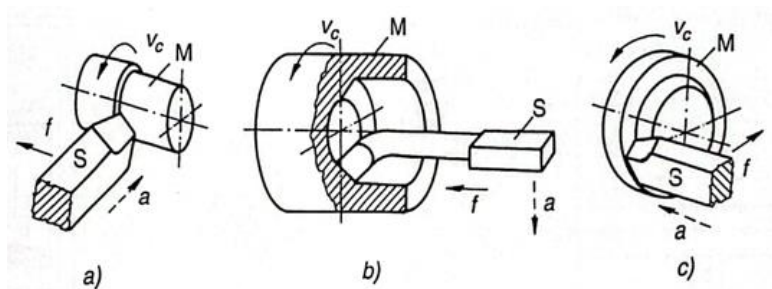
Esztergálás során a forgó főmozgást a szerszámgép befogókészülékébe (esztergatokmány, síktárcsa) rögzített munkadarab, a mellékmozgásokat pedig a késtartóba fogott szerszám végzi.

- Az előtolómozgás általában folyamatos, egyenes vonalú mozgás, mely hosszesztergálás esetén a szerszám a munkadarab tengelyirányába történő elmozdulását jelenti. Keresztesztergálás esetén az előtolómozgás a munkadarab tengelyére merőleges.
- A fogásvétel irányú mellékmozgás általában szakaszos, egyenes vonalú mozgás.

Az esztergálás fő és mellékmozgása a 3-11. ábrán, a hosszesztergálás (a), a furatesztergálás (b), és a keresztesztergálás, másnéven oldalazás (c) mozgásviszonyai pedig a 3-12. ábrán láthatók. [1] [7] [11]



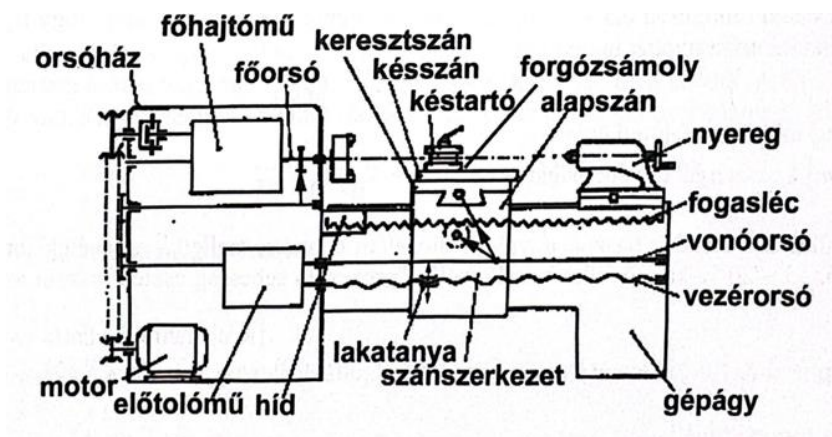
3-11. ábra Az esztergálás fő- és mellékmozgása [1]



3-12. ábra Az esztergálás mozgásviszonyai [7]

3.4.7. Esztergagépek kialakítása

Az esztergáláshoz alapvetően alkalmazott szerszámgép az egyetemes eszterga, vagy egyetemes csúcseszterga, amely külső és belső hengeres, valamint kúpos és sík felületek megmunkálására, továbbá különböző menetek készítésére alkalmas. Az eszterga olyan szerszámgép, amely a munkadarab forgó főmozgását, valamint a szerszám mellékmozgását egyidejűleg biztosítani képes. A munkadarab forgó mozgását a főhajtómű, a szerszám mozgását a főhajtóműtől függő, előtoló hajtómű, másnéven mellék-hajtómű biztosítja. Az egyetemes csúcseszterga felépítése a 3-13. ábrán látható. [1] [7] [11] [12]



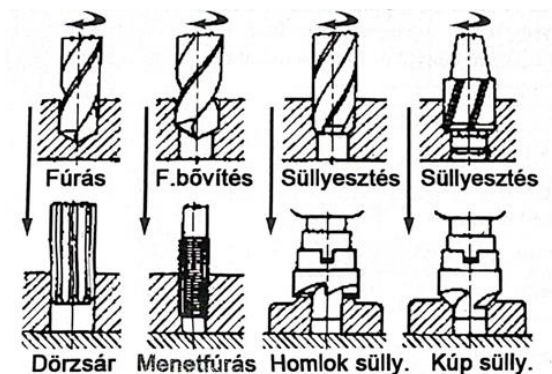
3-13. ábra Egyetemes csúcseszterga felépítése [1]

Az egyetemes csúcseszterga kisméretű változatát műszerészesztergának, növelt pontosságú változatát pedig finomesztergának nevezzük. Az egyetemes csúcsesztergán túl azonban számos egyéb különleges kialakítású esztergagép is létezik. [7] [8]

3.4.8. Fúrás és furatmegmunkálás

A fúrás belső forgásfelületek készítésére alkalmas forgácsoló eljárás, amely belső hengeres vagy kúpos felületek készítését teszi lehetővé. Fúrás esetén a forgácsolómozgást és az előtolómozgást végezheti a munkadarab is és a szerszám is. Furatmegmunkálás esetén a szerszám folyamatosan, állandó keresztmetszetű forgácsot választ le. A furatmegmunkálásnak számos művelete létezik, melyek a következők: központfúrás, telibe fúrás, felfúrás vagy furatbővítés, hengeres süllyesztés, vezetőcsapos süllyesztés, homloksüllyesztés, kúp- vagy

csúcssüllyesztés, dörzsárazás, furatbővítés fúrórúddal. Ezek közül néhányat a 3-14. ábra szemléltet. [1] [7]



3-14. ábra A fúrás műveletei [1]

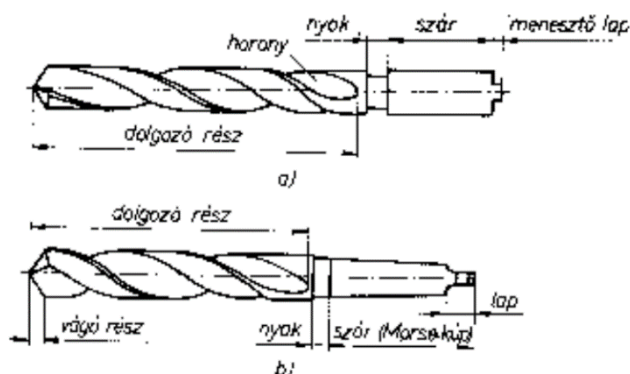
3.4.9. A fúrás mozgásvizonyai

A fúrás főmozgása folyamatos forgómozgás, az előtolómozgás pedig folyamatos egyenes vonalú mozgás, amely a szerszám tengelyének irányába történő elmozdulás. Fúrás esetén fogásvételirányú mozgás nincs. A fúrást többféle szerszámgépen lehet végezni (esztergagép, fúrógép, fúró-marómű stb.), ettől függően a forgácsolási mozgásvizonyai is eltérőek. [7] [11]

- Fúrógépen végzett fúrás esetén a forgácsoló főmozgást és az előtolómozgást is a szerszám végzi.
- Esztergagépen végzett fúrás esetén a forgó főmozgást a munkadarab végzi, az előtolómozgást pedig a szerszám végzi.

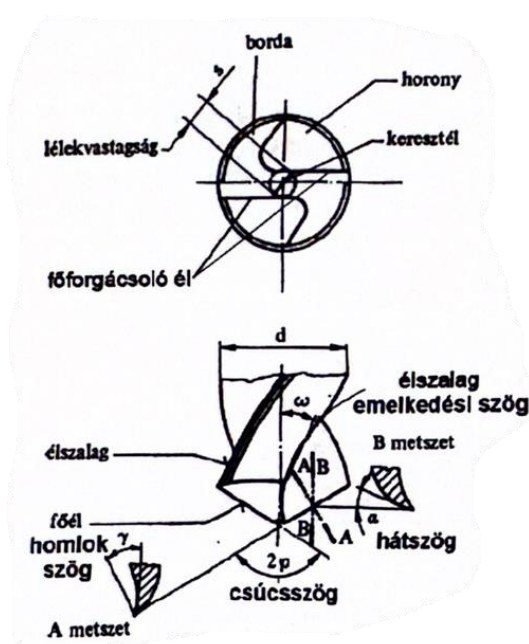
3.4.10. A furatmegmunkálás szerszámai

A fúráshoz legtöbbször alkalmazott szerszám a csigafúró, de továbbá a furatok megmunkálására alkalmas szerszámok a süllyesztők, dörzsárak és fúrórudak. A csigafúró hengeres testű, kétélű forgácsolószerszám, általános felépítése a 3-15. ábrán látható.



3-15. ábra A csigafúró felépítése [11]

A csigafúró elsődleges feladata a telibefúrás, azaz tömör anyagba való furat készítése, azonban alkalmas már meglévő furatok bővítésére is. A csigafúró élgeometriája szabályos, kúpos hegyén két főél található. A fúró dolgozó részének kialakítása a fúró testén spirálisan végigfutó horony kimarásával történik. Tehát a fúró dolgozó részét a hornyos rész képezi, melynek hosszúságát a furatmélység és az újraélezési tartalék határozzák meg. A horony a forgács elvezetésében játszik szerepet. A forgácsoló, vagy vágórész a csigafúró dolgozó részének azon szakasza, ahol a forgácsolóélek vannak kialakítva. A két főélt a keresztél köti össze, melynek forgácsolási



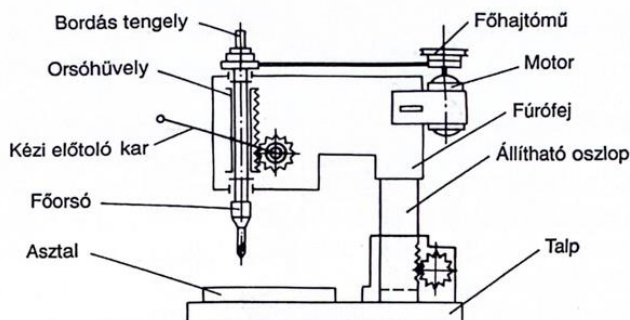
3-16. ábra A csigafúró forgácsolórészének kialakítása [1]

körülményei kedvezőtlenek. A csigafúró forgácsoló részének kialakítása és élszögei a 3-16. ábrán látható. A csigafúró befogásra alkalmas része általában hengeres (3-15a ábra), melynek befogása tokmányba vagy szorítóhüvelybe történik. Hengeres szárú csigafúrót csak 30mm átmérő alatt készítenek. A 3-15b ábrán a kúpos szárral készített csigafúró látható, melyet a fúrógép Morse-kúpos furatába lehet befogni. [1] [7] [11]

- A korszerű NC-esztergák fúószerszáma a laposfúró, mely nagy teljesítményre képes.
- A központfúrók központfuratok kialakítására alkalmas fúószerszám.
- Továbbá a furatbővítés szerszámai a süllyesztők, a fúrórudak és a dörzsárak. A dörzsárak kizárólag befejező megmunkáláshoz alkalmas szerszámok. [13]

3.4.11. Fúrógépek kialakítása

A fúrógépek feladata a fúráshoz szükséges forgácsolómozgás (főmozgás) és előtolómozgás (mellékmozgás) biztosítása. A fúrógépek szerkezeti kialakítása szerint léteznek egy- és többsörös fúrógépek, fúróművek és különleges fúrógépek. Kiválasztásukat a megmunkálni kívánt munkadarab mérete, tömege, valamint a megmunkálni kíván furat átmérője és pontossága, továbbá a gyártmány sorozatnagysága határozza meg.



3-17. ábra Asztali fűrőgép [7]

Az asztali fűrőgép (3-17. ábra) kis átmérőjű (10-15 mm) és rövid furatok készítésére alkalmas, egyszerű szerkezetű szerszámgép. A forgó főmozgást és az egyenes vonalú előtolómozgást is a fűrő főorsója végzi. Az előtolás kézi, mellékhajtóművel nem rendelkezik.

Az állványos fűrőgépek közepes és nagyobb méretű munkadarabok furatmegmunkálására alkalmas szerszámgépek. A megmunkálható maximális furatátmérő 40-60 mm.

Az oszlopos fűrőgép állványa oszlop, melyen a függőleges irányban állítható és elfordítható konzolos asztal helyezkedik el. Felépítése lényegében megegyezik az állványos fűrőgéppel. Oszlopos fűrőgéppel közepes nagyságú munkadarabok munkálthatók meg maximum 40 mm furatátmérőig.

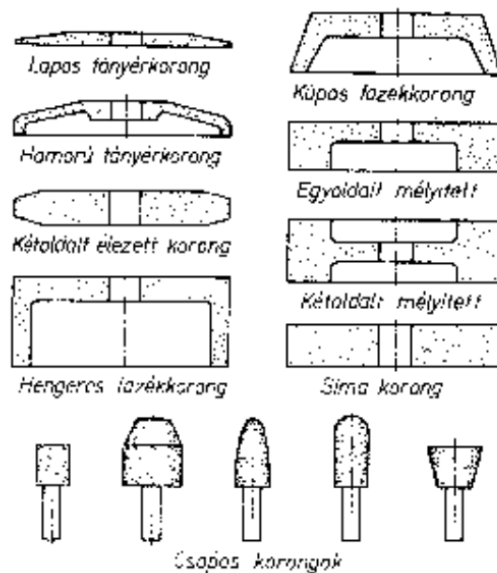
A sugárfűrőgépeket leginkább gépgyárakban alkalmazzák, közepes és nagyméretű munkadarabok furatainak megmunkálására. [1] [7] [11]

3.4.12. Kőszörülés

A kőszörülés szabálytalan élgeometriájú szerszámmal végzett forgácsolás, amely kemény anyagok (pl. acélok, edzett öntvények), valamint kemény kérgű felületek (pl. kéregöntvények) megmunkálására szolgál. A kőszörülés befejező megmunkálás, azonban nagyteljesítményű kőszörűgép alkalmazásával megvalósítható előkészítő, vagy nagyoló kőszörülés is. Előnye, hogy nagy pontosságú, sima, akár tükrös felület is előállítható kőszörüléssel. Kőszörüléssel sokféle felület megmunkálható, mely lehet henger, sík, kúp, vagy akár alakos felület is. A kőszörülési eljárások igen változatosak, a gépgyártásban számos területen alkalmazzák. [1] [7] [8] [11]

3.4.13. Kőszőrűszerszám kialakítása

A kőszőrülés abraszív eljárás, ahol a forgácsolás a kőszőrűkorong felületén található abraszív szemcsék koptatása révén jön létre. A forgácsolószerszám szabálytalan élgeometriájú, meghatározatlan mennyiségű abraszív szemcséből készülő, külsőre korong alakú szabályos forgástest. A csiszolóanyagot kötőanyag fogja össze korong, vagy hasáb alakúvá. A kőszőrűkorongot felépítő hagyományos szemcseanyagok a korund, a szilíciumkarbid, a kőbős bórnitrid és a gyémánt (elsősorban műgyémánt). Néhány jellegzetes kialakítású kőszőrűkorong a 3-18. ábrán látható. A kőszőrűszerszámok legfőbb paraméterei: a szemcseanyag, a szemcsenagyság, a kötőanyag, a kötéskeménység, a koncentrációs szerkezetszám (tömörség), az alak és a fő méretek.

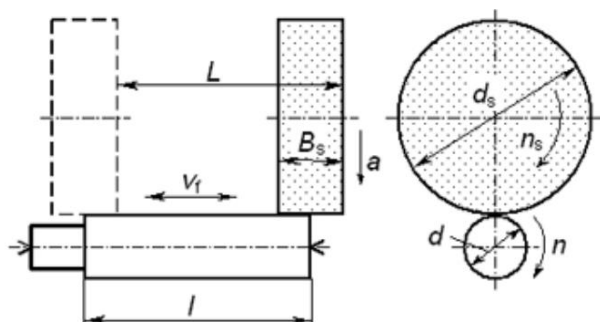


3-18. ábra Kőszőrűkorongok kialakítása [11]

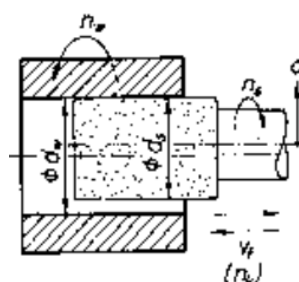
Kőszőrűszerszám kiválasztása esetén fontos a megfelelő szemcseméret megválasztása, melyet a felületminőségi és a kőszőrült szelvény alakpontossági követelményei határoznak meg. [1] [7] [11]

3.4.14. Kőszőrülési módok

Valamennyi kőszőrülési módszer esetén a forgácsoló mozgást a kőszőrűkorong végzi. Külső és belső hengeres felületek kőszőrülése esetén, mozgásviszonyokat tekintve megkülönböztetünk oldalelőtolásos, hosszelőtolásos, valamint beszúró eljárásokat. A munkadarab befogása szerint az eljárás lehet mereven befogott (tokmányba, csúcsok közé stb.) és csúcs nélküli. Az eljárások közül ide sorolható az oldalelőtolásos palástkőszőrülés (3-19. ábra), beszúró palástkőszőrülés, csúcs nélküli kőszőrülés, furatkőszőrülés (3-20. ábra).

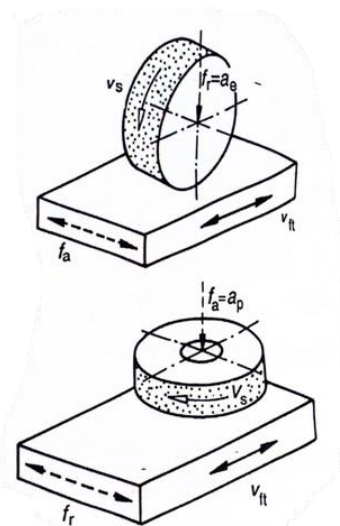


3-19. ábra Oldalelőtölösos palástkőszörülés [11]



3-20. ábra Furatkőszörülés [11]

Síkfelületek kőszörülése történhet a kőszörűkorong palástfelületével, illetve a korong homlokfelületével is. A kőszörűkorong palástfelületével végzett síkkőszörülés lassú, kis termelékenyséű, de pontos módszer. A korong homlokfelületével végzett síkkőszörülés nagy termelékenyséű eljárás, mivel a korong átmérője nagyobb a munkadarab szélességénél. A síkkőszörülés elvi vázlata a 3-21. ábrán látható. [1] [7] [11]

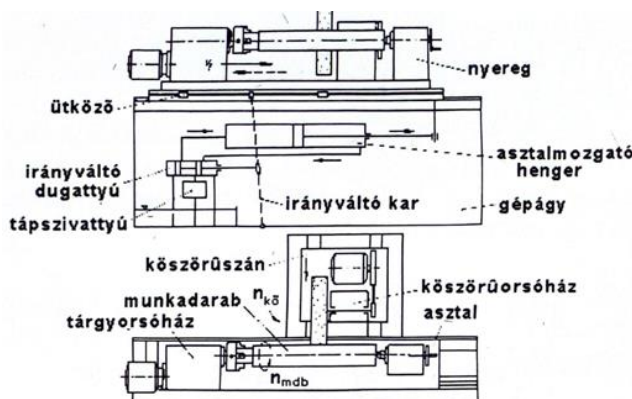


3-21. ábra Síkkőszörülés [7]

3.4.15. Kőszörűgépek

Kőszörülés esetén a forgácsoló főmozgást (a forgó főmozgást) a szerszám végzi. Az előtoló, illetve a fogásvételirányú mellékmozgásokat a munkadarab méretétől és a felület alakjától függően vagy a munkadarab vagy a szerszám végzi.

Az egyetemes palástkőszörű a legsokoldalúbban kihasználható kőszörűgép. A forgácsoló főmozgást a kőszörűkorong végzi. A munkadarabot tokmányba, csúcsok közé, vagy patronba lehet befogni. Egyetemes palástkőszörűn hengeres, kúpos felületek, sík homlokfelületek, valamint alakos külső és belső forgásfelületek munkálthatók meg. Az egyetemes palástkőszörűgép felépítése a 3-22. ábrán látható. [1] [11] [13]



3-22. ábra Egyetemes palástkőszőrű [1]

A csúcs nélküli kőszőrűgépek általában tömeggyártásban használatosak. Csúcs nélküli kőszőrűgépen a munkadarab befogása nem tokmányba vagy csúcsok közé történik. A munkadarab a kőszőrűkorong és a továbbító korong között helyezkedik el, támasztását illetve megvezetését pedig vezetősín (támasztóléc) végzi. A munkadarabdarab menesztéséről finom szemcsézetű gumi- vagy bakelitkötésű továbbító korong gondoskodik, mely súrlódó kapcsolat útján működik.

További kőszőrűgépek a furatkőszőrűgépek, mely felépítése az egyetemes palástkőszőrűgép felépítéséhez hasonlít, valamint a síkkőszőrűgépek. [1] [7] [11]

3.4.16. Hűtő-kenő folyadékok alkalmazása

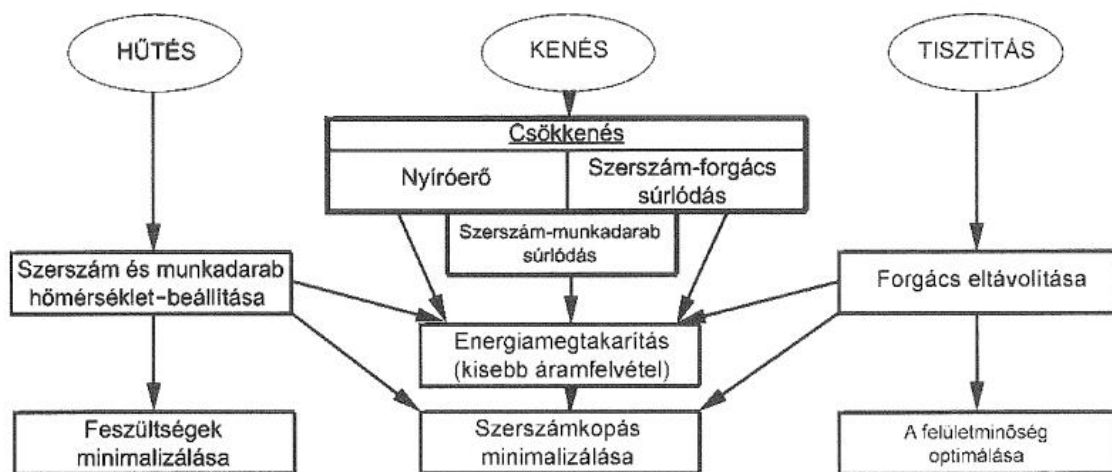
A hűtés és kenés célja a forgácsolás közben keletkező hő és surlódás csökkentése, mely további előnyökkel jár. Ezek a következők:

- A forgácsolósebesség 40%-al növelhető, hűtő-kenő folyadék alkalmazásával.
- A szerszám fogácsolóképessége javul, így simább felület alakítható ki.
- A szerszám kopása csökken, így élettartama hosszabb lesz.
- A forgácsoláshoz kisebb erő és teljesítmény szükséges.
- Mivel a munkadarab felmelegedése csökken, így hőtágulása is csökken, ezáltal a munkadarab mérése pontosabb lesz.

A hűtő-kenő folyadékok a munkadarab kialakításában közvetlenül nem vesznek részt, viszont hűtő, kenő képességük eredményeként hatékonyan befolyásolják a forgácsoláskor jelentkező tribológiai folyamatokat. A hűtő-kenő folyadékként használt legjobb alkalmazási lehetőséget a

hűtőolajok és forgácsoló olajok nyújtják. Mivel a legnagyobb hűtőhatása a víznek, a legjobb kenőhatása pedig az olajnak van, így a hűtőolaj, vagy emulzió nem más, mint olaj és víz kb. 1:5...1:20 arányú keveréke. Mivel a különböző alapanyagok a követelményeket csak változó mértékben elégítik ki, és elkeverésük is nehézkes, így a hűtő-kenő folyadékokat adalékolni kell.

A hűtő-kenő folyadékok egyik alapkövetelménye, hogy elő kell segítenie a forgács leválasztását. A hűtő-kenő folyadékokkal szemben támasztott további alapkövetelmények a hűtőhatás, kenőhatás, tisztító-, mosóhatás. Fontos feladata még a por megkötése, a szerszám védelme a kémiai reakcióktól és az adhéziós kopástól, a munkadarab felszínének átmeneti védelme, valamint a szerszámgép egyensúlyi hőmérsékletének biztosítása. A hűtő-kenő folyadékok hatását a szerszám élettartamára és a munkadarab minőségére a 3-23. ábra szemlélteti. [8] [12] [13] [15]



3-23. ábra Hűtő-kenő folyadékok hatása a szerszám élettartamára és a munkadarab minőségére. [10]

A jó hűtőhatáson és a kenőképességen kívül azt is megköveteljük a hűtő- és kenőanyagoktól, hogy az emberre ártalmatlanok legyenek, a szerszámgépet és a munkadarabot ne támadják meg, környezetbarát legyen, nehezen gyulladjon és öregedésálló legyen. A hűtő-kenő folyadékokkal szemben támasztott további követelmények: korrózióvédelem, ragadásmertesség, habzásmentesség, szűrhetőség, ülepíthetőség, idegen olajjal való összeférhetőség, tárolási stabilitás, vízzel való könnyű keveredés (emulgeálhatóság), hosszú élettartam, könnyű eltávolíthatóság. Továbbá meg kell felelnie a munkahelyi egészségvédelmi szabályoknak, valamint ki kell elégítenie az elhasznált hűtő-kenő folyadékok összetételéből adódó környezetvédelmi problémákat is.

A hűtő-kenő folyadék a forgácsolt felületre juttatása olykor történhet nyomással is, melynek előnye, hogy ezzel egyidejűleg a forgácsot is el tudjuk távolítani. [12] [10]

3.5. Készüléktervezés

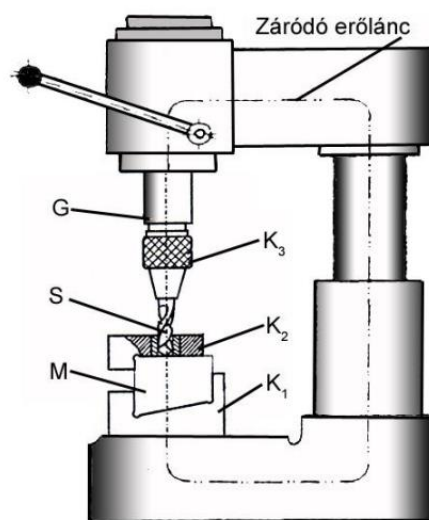
Alkatrészgyártás során az alkatrészek megmunkálása egy megmunkáló-rendszerben történik, melynek elemei a munkadarab (M), a készülék (K_1 , K_2 , K_3), a gép (G) és a szerszám (S). Ezt MKGS rendszernek nevezzük, mely a 3-24. ábrán látható.

Készülékeknek nevezzük azokat a berendezéseket, amelyek a megmunkálások során, a szerszámgépen és a szerszámon kívül, a műveletek végrehajtásához szükségesek, de a munkadarab alakításában közvetlenül nem vesznek részt. A forgácsológészülékek feladata a munkadarab, a szerszámgép és a szerszám összekötése. A betöltött szerepük szerint a készülékek a következő csoportba sorolhatók:

- szerszámbefogó készülékek (K_3 – fúrótokmány)
- szerszámvezető készülékek (K_2 – fúrólap)
- munkadarab-befogó készülékek (K_1)

A munkadarab befogó készülékek feladata a munkadarab és a szerszámgép meghatározott helyzetben való rögzítése a megmunkálás során. A készülék feladata a munkadarab vagy a szerszám helyzetének meghatározása, megbízható leszorítása, és esetenként a szerszám megvezetése. Készülékek alkalmazása fokozza a szerszámgép és a szerszám hatását, növeli a munka termelékenységét és csökkenti a megmunkáló rendszer hiányosságait. Készülékek alkalmazása leginkább sorozat- és tömeggyártásban elterjedt, azonban különleges pontossági követelmények elérése érdekében ezen kívül is alkalmazható.

Készülékek alkalmazása műszaki és gazdasági előnyökkel is jár. Műszaki előnyök közé tartozik a pontosság növelése, bonyolult felületekkel határolt sok egyforma munkadarab pontos



3-24. ábra Az MKGS-rendszer elemei [8]

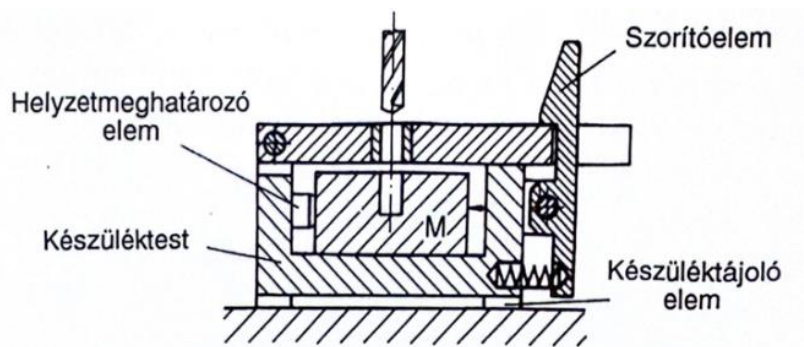
gyártása, vagy akár a szerszámgép pontosságától eltérő nagyobb pontosság elérése. Készülék alkalmazásának gazdasági előnyei közé tartozik a gyártási költségek csökkentése a mellékidők csökkenése által. A munkadarab beállítására, rögzítésére, mérésére, a szerszám beállítására fordított idők csökkennek. Továbbá csökken a selejt és javul a minőség is.

Technológiai rendeltetés szerint a készülékek lehetnek: esztergakészülékek, gyalukészülékek, fűrőkészülékek, marókészülékek, köszörűkészülékek stb. Felhasználási területük szerint pedig lehetnek: egytetemes készülékek és különleges készülékek. Az egytetemes készülékek rendszerint kereskedelemben beszerezhetők, sokféle különböző méretű és alakú munkadarab és szerszám befogására alkalmasak. A különleges készülékek csak egy adott munkadarab, rendszerint egyetlen műveletéhez alkalmas eszközök. Minden ilyen készülék külön tervezést és gyártást igényel. [1] [7] [8] [14] [15]

A készülékek fő szerkezeti elemei a következők:

- Helyzetmeghatározó elemek – meghatározzák a készülékben a munkadarab helyzetét.
- Szorító elemek – a munkadarabot az ülékre szorítják és a forgácsoló erő ellenében rögzítik.
- Készüléktest – a készülék vázát képezi.
- Készüléktájéoló elemek – feladatuk a készülék helyzetének és irányának meghatározása a szerszámgéphez képest.

Ezek a fő készülékelemek (3-25. ábra.) még kiegészíthetők szerszámvezető, szerszámbeállító elemekkel, továbbá osztószerkezettel.



3-25. ábra A forgácsológészülék fő elemei [7]

4. Probléma bemutatása

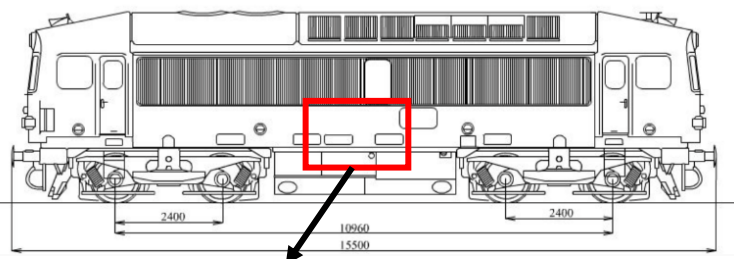
Szakdolgozatom témáját egy alkatrész legyártásának problémaköre adja. A már említett alkatrész megnevezése csapágyhüvely, vagy másnéven csapágypersely, amely egy vasúti mozdony sebességváltó hajtóművében helyezkedik el. A mozdony nem más, mint a MÁV M41 sorozatú dízel- hidraulikus mozdonya (4-1. ábra). A GO-Metall Kft. tervezési osztályán végzett technológusi munkaköröm feladata közé tartozik az említett csapágyhüvely gyártástervezése. A folyamathoz szükséges a beérkezett műszaki rajzok áttekintése, a gyártás előkészítése, valamint a megfelelő gyártási dokumentációk elkészítése. A műszaki rajz alapján szükséges az alkatrész, jelen esetben csapágyhüvely gyártását megtervezni. Fontos azonban megérteni, miért is szükséges valójában ennek az alkatrésznek a legyártása. Ha távolról tekintjük, mivel az alkatrész egy mozdony hajtómű házában kap szerepet, így fontos szempont a vasúti közlekedés életében. A hajtómű a mozdony erőátviteli rendszerének egyik fontos eleme, mely a behajtó tengelyen érkező nyomatékot és fordulatszámot fokozatonként vagy fokozatmentesen képes megváltoztatni az erőforrás és a hajtott gép lehetőségeinek és igényének megfelelően. Azonban alkatrész szinten is szükséges megemlíteni a tárgyalt csapágyhüvely szerepét. A hajtómű házban kap szerepet a csapágyhüvely, melynek feladata a tengely csapágyazása, megvezetése és a beépítési helyén az adott nagyobb egység megóvása. Csapágyperselyt a hajtóműházakban rendszeresen használnak, mivel működés közben a tengelyt érő terhelések hatására sérülhet a tengely felülete vagy a csapágy kap olyan terhelést, amely következtében berágódik, ezzel a csapágyhüvely felületét koptatja. A hajtóműházak furatait általában egyszer lehet perselyezni, újbóli legyártása pedig jelentős költséggel járna. Csapágyhüvely alkalmazása esetén viszont nem kell a hajtóműházat felfűzni, karbantartás során nem kell a hajtóműházat perselyezni így élettartama hosszú idejű lehet. Így csak a csapágyhüvelyt kell legyártani melynek, költsége elenyészik a hajtóműház, öntvényház költségéhez képest.

Dolgozatom célja a mozdony hajtómű házában szerepet kapó csapágypersely gyártásának megtervezése. Ennek megvalósításához segítségemre szolgál a hazai és nemzetközi szakirodalomban található mérnöki tudásanyag. A mozdony nézeti vázlata a 4-2. ábrán látható. A hajtómű kinematikai vázlata a 4-3. ábrán, a csapágyhüvely 3D-s ábrája pedig a 4-4. ábrán látható. A hajtómű elhelyezkedése a mozdonyon belül az 1. sz. mellékletben található, a 11-1. ábrán 2-es tételszámmal jelölve. A mozdony erőátviteli rendszerének vázlata a 2. sz.

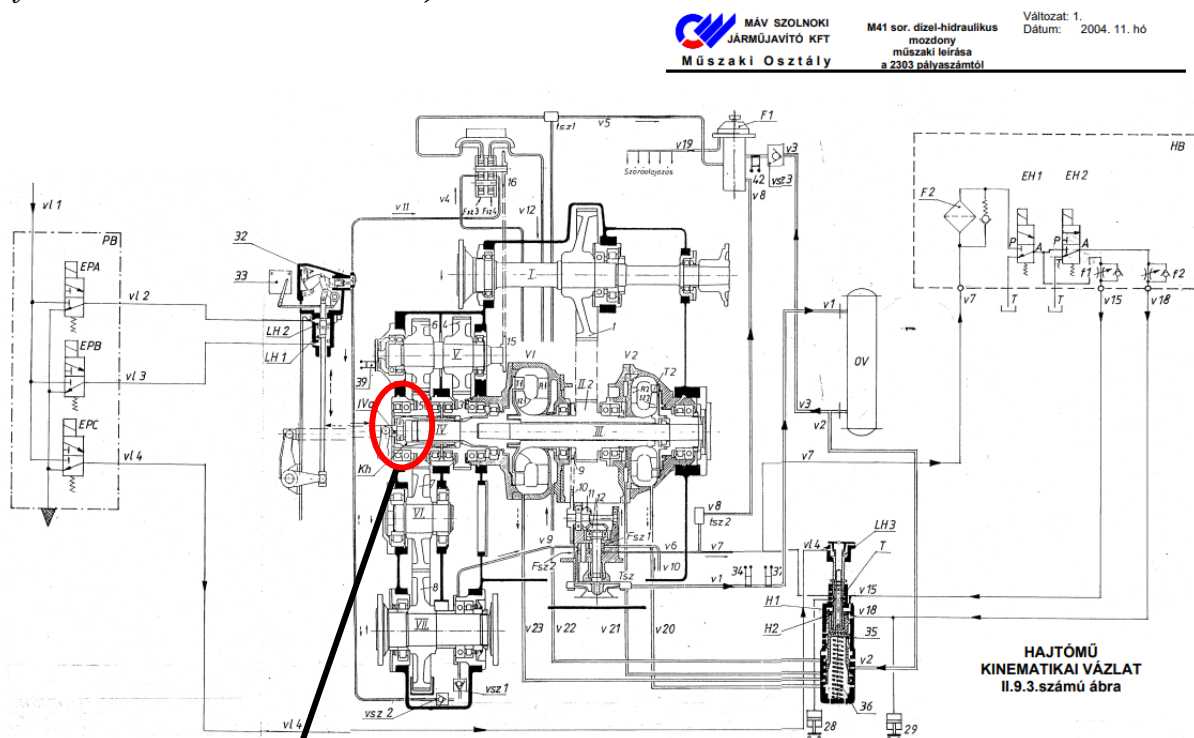
mellékletben a 11-2. ábrán látható. A beérkezett műszaki rajz a 3. sz. mellékletben a 11-3. ábrán látható. A csapágypersely készített műhelyrajza a 4. sz. mellékletben a 11-4. ábrán látható.



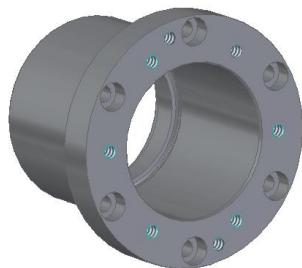
4-1. ábra MÁV M41 sorozatú
dízelt- hidraulikus mozdonya
(forrás: vasutmodell-centrum.hu)



4-2. ábra MÁV M41 sorozatú dízel- hidraulikus mozdony
nézeti vázlata (forrás: vasutmodell-centrum.hu)



4-3. ábra A hajtómű kinematikai vázlata [17]



4-4. ábra A csapágypersely 3D-s ábrája

5. Tervezés - A probléma megoldása

A tervezés során szükséges a csapágyhüvely gyártástechnológiáját megtervezni. Első lépésként ki kell választani az alkalmazni kívánt gyártástechnológiai eljárásokat, melyeket már korábban is tárgyaltam. A csapágyhüvely műhelyrajzának megtekintése után, az alkatrész befoglaló méreteit és alakját megvizsgálva megállapítható, hogy az alkatrész gyártását előgyártmány készítésével szükséges kezdeni. A műhelyrajzot megfigyelve láthatjuk, hogy a munkadarab anyaga Ck45 nemesíthető acél, ezért az előgyártmány gyártási technológiájaként a kovácsolást választjuk. Az előgyártmány gyártási technológiáját meghatároztuk, ezután meg kell határozni az előgyártmány méreteit, majd végül el kell készíteni az előgyártmány műhelyrajzát. Az előgyártmány gyártástervezését követően a tervezés következő lépése a forgácsolási technológiák tervezése. Mivel a csapágyhüvely a forgástengelyére szimmetrikus hengeres testet alkot, a megmunkálásához legideálisabb technológiai eljárás az esztergálás lesz. A fő alakadást és a méretpontos megmunkálást követően szükséges a munkadarab furatainak elkészítése, ezáltal a fúrás technológiai tervezése következik. A furatok pontos megmunkálásához fúrókészülék tervezése szükséges. Ezt követően a munkadarab gyártásának befejező művelete a köszörülés.

A csapágyhüvely anyaga: Ck45 nemesíthető acél.

A Ck45 nemesíthető acél tulajdonságai az 5-1. táblázatban láthatók.

5-1. táblázat Ck45 nemesíthető acél tulajdonságai

Anyagszám	1.1191
Rövid név	C45E
Régi név	Ck 45
Leírás	Nemesíthető acél
Összetétel Ötvözőanyag tartalom [%]	C: 0,42 - 0,50 Si: ≤ 0,40 Mn: 0,50 - 0,80 P: ≤ 0,030 S: ≤ 0,035 Cr: ≤ 0,40 Mo: ≤ 0,10 Ni: ≤ 0,40
Sűrűség [g/cm ³]	7,85
Folyáshatár - Rp _{0,2} / Re[N/mm ²]	≥ 430
Szakítószilárdság - Rm [N/mm ²]	650 - 800

5.1. Előgyártmány tervezése

Az előgyártmány tervezése a süllyesztékes kovácsdarab tervezését foglalja magában. Süllyesztékes kovácsdarabok tervezéséhez a német szabványban a **DIN 7523** és a **DIN 7526** tartalmaz előírásokat.

5.1.1. Gépész darab

A gépész darab és néhány fő mérete az 5-1. ábrán **METSZET A-A** látható.

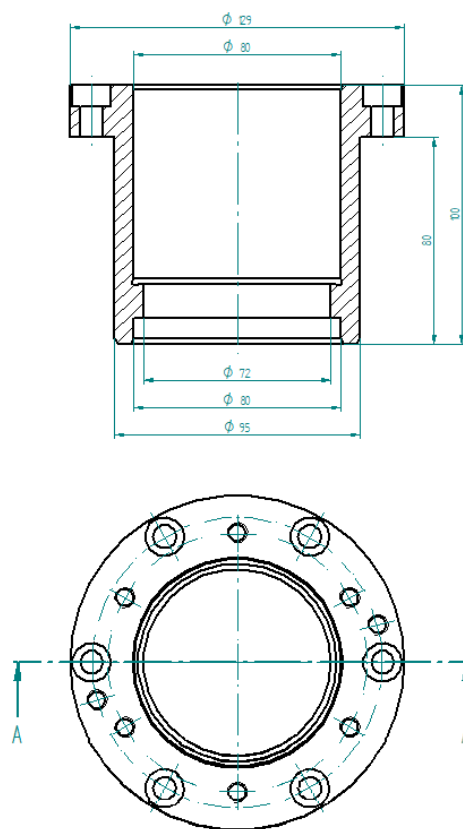
Anyagminőség: Ck45 nemesíthető acél.

A gépész darabot Solid Edge 2020-as CAD programban modelleztem. Ennek segítségével határozom meg a gépész darab térfogatát és tömegét.

A gépész darab térfogata: $V_{\text{gépész}} = 0,3184 \text{ dm}^3$

A gépész darab sűrűsége: $\rho = 7,8 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$

A gépész darab tömege: $m = 2,483 \text{ kg}$



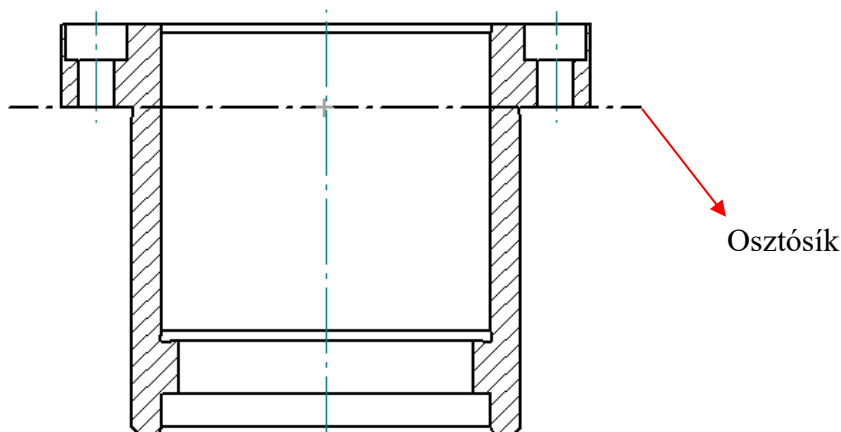
5-1. ábra Gépész darab

5.1.2. Kovácsolással nem kialakítható geometriák

A kovácsdarab geometriájának kialakításához meg kell határozni, hogy a gépész darab mely részei nem alakíthatók ki kovácsolással. Jelen esetben a csapágypersely karimáján található furatai nem alakíthatók ki kovácsolással.

5.1.3. Osztófelület megválasztása

A megválasztott osztósíkot az 5-2. ábra szemlélteti.



5-2. ábra Az osztósík kiválasztása

5.1.4. Bonyolultsági csoportszám meghatározása

A bonyolultsági csoportszámot a kovácsdarab geometriai alakja határozza meg. A bonyolultsági csoportszámot a DIN szabvány foglalja magában. Az 5. sz. mellékletben található táblázatból választva a bonyolultsági csoportszám: **213**

5.1.5. A forgácsolási hozzáadások megállapítása

A német szabványban a megmunkálási (forgácsolási) hozzáadások meghatározásával a **DIN 7523** 2. lapjának 2. pontja foglalkozik.

Forgácsolási hozzáadások a DIN 7523 szerint a 6. sz. mellékletben található táblázatból választva: **3 mm**

5.1.6. A fenékvastagság meghatározása

A **DIN 7523** 2. lapjának 6. pontja foglalkozik a fenékvastagság meghatározásával.

Fenékvastagság DIN 7523 szerint a 7. sz. mellékletben található táblázatból választva: **5 mm**

5.1.7. Az oldalferdeségek meghatározása

Azért, hogy a kovácsdarab a süllyesztéküregből kiemelhető legyen, az ütésirányba eső felületeket megfelelő dőléssel kell kiképezni. A szükséges oldalferdeség az alakító eljárástól függően a kovácsdarab alakja és nagysága szerint a belső és a külső felületeken eltérő mértékű.

Az oldalferdeségek meghatározásával a **DIN 7523** 2. lapjának 3. pontja foglalkozik.

Az oldalferdeségek értékei a DIN 7523 szerint a 8. sz. mellékletben található táblázatból választva, 0 szigorítási fokhoz tartozó, a szabvány által javasolt, a gyakorlatban elterjedten javasolt oldalferdeségi értékek, kilökő nélkül.

- Belső oldalferdeség: 6°
- Külső oldalferdeség: $4^\circ 30'$ → melyet 5° -ra választok

5.1.8. A lekerekítések meghatározása

A lekerekítések értékének meghatározásával a **DIN 7523** 2. lapjának 4. és 5. pontja foglalkozik.

Élek lekerekítése:

A megmunkálendő felületeken alkalmazandó éllekerekítési sugarak a 9. sz. mellékletben található táblázatból választhatók.

- A felső sülylesztékfélben a gépész darab magassága 20 mm, legnagyobb átmérője pedig 129 mm, ezért a táblázatból választott lekerekítés értéke: **5 mm**
- Az alsó sülylesztékfélben a gépész darab magassága 80mm, legnagyobb átmérője pedig 95 mm, ezért a táblázatból választott lekerekítés értéke: **8 mm**

Belső hornyolatok lekerekítése:

A belső hornyolatok lekerekítési sugarai a 10. sz. mellékletben található táblázatokból választhatók. Ha a kovácsdarabon a lekerekítések a darab közepe felé irányulnak, akkor belső hornyolatokról (r_{hb}), ha pedig a sorjacsatorna felé irányulnak, akkor külső hornyolatokról (r_{hk}) beszélünk. [4] Ezt a 11. sz. mellékletben található 11-12. ábra szemlélteti.

- Belső hornyolatok lekerekítése a DIN 7523 szerint: **22 mm**
- Külső hornyolatok lekerekítése a DIN 7523 szerint: **12 mm**

5.1.9. A kovácsolási tűrések meghatározása DIN szerint

A kovácsolási tűrések meghatározásával a **DIN 7526** szabvány foglalkozik.

a) A kovácsolás minősége:

A kovácsolás minőségének az **F** minőséget választom, mely tűrés a legtöbb felhasználói területen megfelel. Az általában alkalmazott kovácsoló berendezésekkel és a szokásos gyártási módszerekkel biztosítani lehet.

b) Anyagminőségi tényező:

Az anyagminőségi tényező: **M1** csoport, melynek jellemzője: legfeljebb 0,65 % C-t tartalmazó acél, amelyben a Mn, Cr, Ni, Mo, V és W ötvözőelemek összmennyisége nem haladja meg az 5 %-ot. Ezek az értékek az 5-1. táblázat alapján ellenőrizhetők.

c) A kovácsdarab bonyolultsága:

A kovácsdarab bonyolultságát (tagoltságát) az *S* tényező fejezi ki. A kovácsdarab bonyolultsági csoportjait az 5-3. ábra szemlélteti.

$$S = \frac{m_{kd}}{m_b} = \frac{6,465}{10,194} = 0,634 \rightarrow \textbf{S1 csoport}$$

S1 csoport:	$0,63 < S \leq 1$
S2 csoport:	$0,32 < S \leq 0,63$
S3 csoport:	$0,16 < S \leq 0,32$
S4 csoport:	$0 < S \leq 0,16$

5-3. ábra A kovácsdarab bonyolultsági csoportjai az *S* tényező függvényében [4]

Ahol:

m_{kd} - a kovácsdarab tömege

m_b - a kovácsdarab legnagyobb méretei által meghatározott burkolótest (hasáb vagy henger) tömege

A kovácsdarab tömegét CAD program segítségével határozom meg. $m_{kd} = 6,465 \text{ kg}$

d) A hossz-, szélesség és magasság irányú tűrések:

A kovácsdarab jellemzőit az 5-2. táblázat tartalmazza.

5-2. táblázat A kovácsdarab jellemzői

legnagyobb hosszúság:	139,02 mm
legnagyobb szélesség:	139,02 mm
legnagyobb vastagság:	106 mm
legnagyobb magasság:	83 mm
a kovácsdarab tömege:	6,465 kg
anyagminősége:	Ck45
anyagminőségi tényező:	M1
a befoglaló test (hasáb) tömege:	10,194 kg
a tagoltsági tényező:	S1

Az F minőségű kovácsdarabok tűrései és megengedett eltérései a DIN 7526 szerint határozhatók meg. A táblázat a 12. sz. mellékletben látható. A DIN 7526 szerint meghatározott tűréseket az 5-3. táblázat tartalmazza.

5-3. táblázat A kiválasztott tűrések

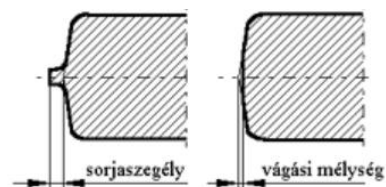
hosszúság irányú:	+ 1,7 mm - 0,8 mm
szélesség irányú:	+ 1,7 mm - 0,8 mm
vastagság irányú:	+ 1,7 mm - 0,8 mm

e) A megengedett elcsúszás:

A elcsúszásra vonatkozó tűrések meghatározása szintén a 12. sz. mellékletben található táblázat segítségével történik. Értéke: 1 mm

f) A megengedett sorjaszegély és vágási mélység

A sorjaszegély és vágási mélység megengedett értékei szintén a 12. sz. mellékletben található táblázat segítségével választhatók. A sorjaszegély az 5-4. ábrán látható. Értéke: 1,2 mm



5-4. ábra Sorjaszegély és vágási mélység [4]

g) A furatméretek tűrései

A furatméretek belső méretek, amelyek tűréseit mindig a legnagyobb szélességi (átmérő) méret alapján kell meghatározni. A megengedett eltérések legnagyobb és legkisebb méretét ebben az esetben fel kell cserélni. Értéke szintén a 12. sz. mellékletben található táblázat segítségével határozható meg. A furatméretek meghatározott tűréseit az 5-4. táblázat tartalmazza.

5-4. táblázat A furatméretek tűrései

Legnagyobb belső átmérő	80 mm
A furatméretek tűrése	+ 0,7 mm - 1,5 mm

h) A vastagsági méretek tűrései

A vastagsági méretek tűrései azokra a méretekre vonatkoznak, amelyek az osztófelületet keresztezik. Értéke a 13. sz. mellékletben található táblázat segítségével határozható meg. A vastagsági méretek meghatározott tűréseit az 5-5. táblázat tartalmazza.

5-5. táblázat Vastagsági méretek tűrései

Legnagyobb vastagság	100 mm
A vastagsági méretek tűrése	+ 1,5 mm - 0,7 mm

i) Megengedett görbeség és vetemedés

A megengedett görbeség, valamint a megengedett vetemedés a kovácsdarab legnagyobb hosszúsági vagy legnagyobb szélességi méretével határozható meg. Értéke a 14. sz. mellékletben található táblázat segítségével határozható meg. A megengedett görbeség és vetemedés értékeit az 5-6. táblázat tartalmazza.

5-6. táblázat megengedett görbeség és vetemedés

Legnagyobb hosszúság és szélesség	129 mm
Megengedett görbeség és vetemedés	0,8 mm

j) A középtávolságok tűrései

A középtávolságok tűrései szintén a legnagyobb hosszúsági vagy legnagyobb szélességi mérettel határozható meg. Értéke a 15. sz. mellékletben található táblázat segítségével határozható meg. A középtávolságok tűréseit az 5-7. táblázat tartalmazza.

5-7. táblázat A középtávolságok tűrései

Legnagyobb hosszúság és szélesség	129 mm
A középtávolságok tűrései	+/-0,4 mm

k) A lekerekítések tűrései

Az élek és hornyolatok lekerekítéseinek megengedett eltéréseit a 16. sz. mellékletben található táblázat adatai alapján lehet meghatározni. A lekerekítések tűréseit az 5-8. táblázat tartalmazza.

5-8. táblázat A lekerekítések tűrései

Lekerekítés mérete	Tűrés	
5 mm	+2,5 mm	-1,25 mm
8 mm	+4 mm	-2 mm
12 mm	+4,8 mm	-2,4 mm
22 mm	+8,8 mm	-4,4 mm

1) A sorjaszakáll megengedett méretei

A sorjaszakáll megengedett méretei szintén a 16. sz. mellékletben található táblázatból határozhatók meg. A sorjaszakáll megengedett méreteit az 5-9. táblázat tartalmazza.

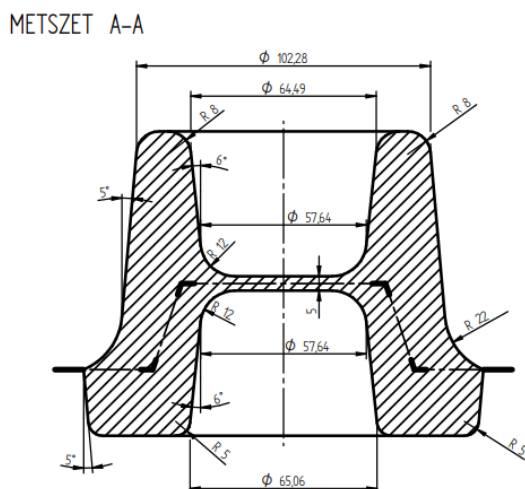
5-9. táblázat A sorjaszakáll megengedett méretei

A sorjaszakáll megengedett magassága	2,5 mm
A sorjaszakáll megengedett szélessége	1,2 mm

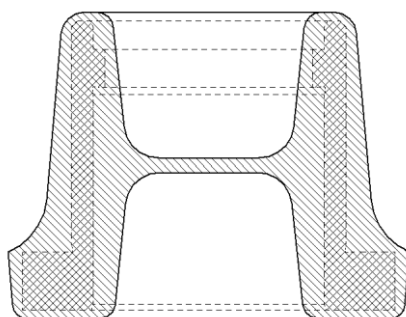
5.1.10. A kovácsdarab rajza

A kovácsdarab megtervezése a kovácsdarab rajzának (kovácsrajz) elkészítésével fejeződik be. A kovácsdarab rajzával kapcsolatos követelményeket az MSZ 7189 szabvány írja elő.

A kovácsdarab metszeti ábrázolása az 5-5. ábrán látható. A kovácsdarab és a gépész darab metszeti rajza az 5-6. ábrán látható. A kovácsdarab teljes műhelyrajza a 17. sz. mellékletben található.



5-5. ábra A kovácsdarab rajza

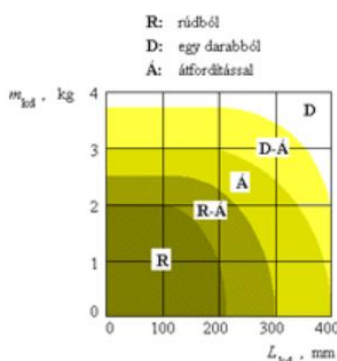


5-6. ábra A kovácsdarab és a gépész darab metszeti rajza

5.2. Süllyesztékes kovácszszer szám tervezése

5.2.1. A gyártási módszer meghatározása

A kovácsolási módszer kiválasztásához nyújt segítséget az 5-7. ábrán látható diagram. A diagramból kiolvasható a kovácsolási módszer a kovácsdarab tömegének és hosszának függvénye által. Mivel a kovácsdarab tömege $m_{kd} = 6,465 \text{ kg}$, így a kovácsolás egy darabból történik.



5-7. ábra Kovácsolási módszerek [4]

5.2.2. A sorjacsatorna típusának és méreteinek meghatározása

Az optimális sorjacsatorna méretének meghatározása meglehetősen bonyolult feladat. A következő összefüggéssel azonban megfelelő pontosságú eredményt érhetünk el.

$$h_s = 1,13 + 0,89 \cdot \sqrt{m_{kd}} - 0,017 \cdot m_{kd}$$

Ahol:

h_s – a sorjahíd magassága [mm]

m_{kd} – a kovácsdarab tömege [kg] $m_{kd} = 6,465 \text{ kg}$

A sorjahíd magassága a képlet alapján: 3,283 mm

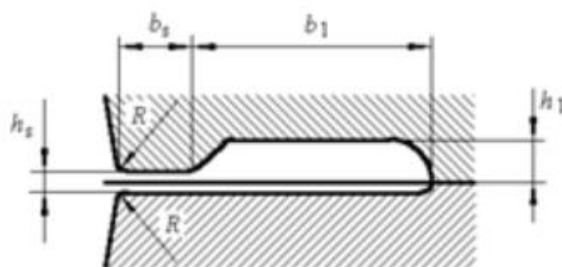
$$h_s = 1,13 + 0,89 \cdot \sqrt{6,465} - 0,017 \cdot 6,465 = 3,283 \text{ mm}$$

Mivel az összefüggés azt a legnagyobb h_s értéket adja, amivel az üregtöltés még éppen megvalósítható, ezért a kiszámolt értéket lefelé kell kerekíteni, hogy az üregtöltés biztos legyen. Ezek alapján a sorjahíd választott magassága: **3 mm**

A kiszámolt h_s érték alapján lehet a 18. sz. mellékletben található táblázatból a sorjacsatorna méreteit kiválasztani. A sorjacsatorna méreteit az 5-8. ábra szemlélteti, értékei pedig az 5-10. táblázatban találhatók.

5-10. táblázat A sorjacsatorna méretei

h_s	3 mm
h_1	5 mm
R	1,5 mm
b_s	10 mm
b_1	28 mm
A_{csat}	2,01 mm ²

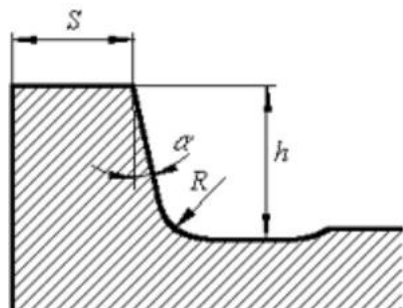


5-8. ábra A sorjacsatorna méretei [4]

5.2.3. A sülyesztéktömb fő méreteinek meghatározása

Az egyes falvastagságokat tapasztalati adatok alapján lehet meghatározni. Ha a sülyesztéktömbbe csupán egy üreget kell bemunkálni, akkor a tömb és az üreg széle közötti falvastagság az 5-9. ábra jelölései szerint: $S = T - 7 \text{ mm}$

A T tényezőt az 5-10. és 5-11. ábrán látható nomogramból állapíthatjuk meg.



Ahol:

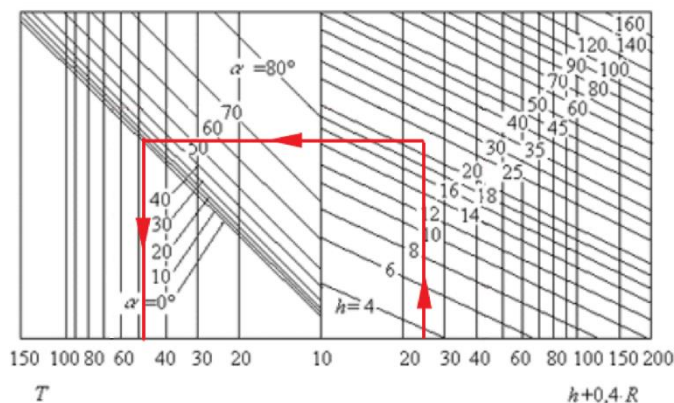
- h – üregmélység
- α – oldalferdesség
- R – lekerekítési sugár

5-9. ábra Sülyesztéktömb falvastagsága [4]

Alsó sülyesztékfél falvastagsága:

$$T = 50 \text{ mm}$$

$$S = 50 - 7 = 43 \text{ mm}$$

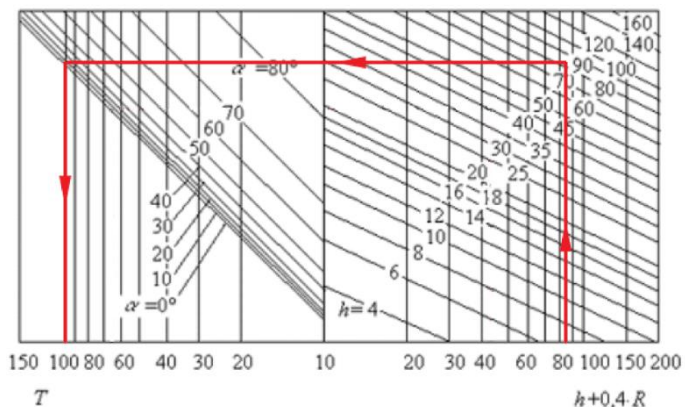


5-10. ábra T tényező nomogramból alsó sülyesztékfélre

Felső süllyesztékfél falvastagsága:

$$T = 100 \text{ mm}$$

$$S = 100 - 7 = 93 \text{ mm}$$



5-11. ábra T tényező nomogramból felső süllyesztékfélre

A felső süllyesztékfél falvastagsága $S = 93 \text{ mm}$ nagyobb, mint az alsó süllyesztékfél $S = 43 \text{ mm}$ falvastagsága, ezért a süllyesztéktömbök falvastagságát az alsó süllyesztékfél mérete határozza meg.

A kovácsdarab legnagyobb átmérője $D = 139 \text{ mm}$. A munkadarab hossza és szélessége azonos, ezért a süllyesztéktömb négyzet alakú lesz.

A süllyesztéktömb hossza és szélessége: A és $B = D + 2 \cdot S = 139 + 2 \cdot 93 = \mathbf{325 \text{ mm}}$

A süllyesztéktömb magassága táblázatból választható MSZ 5748 szabvány szerint. A táblázat a 19. sz. mellékletben látható. A süllyesztéktömb kiválasztott méretei az 5-11. táblázatban találhatók.

5-11. táblázat Süllyesztéktömb magassági méretei

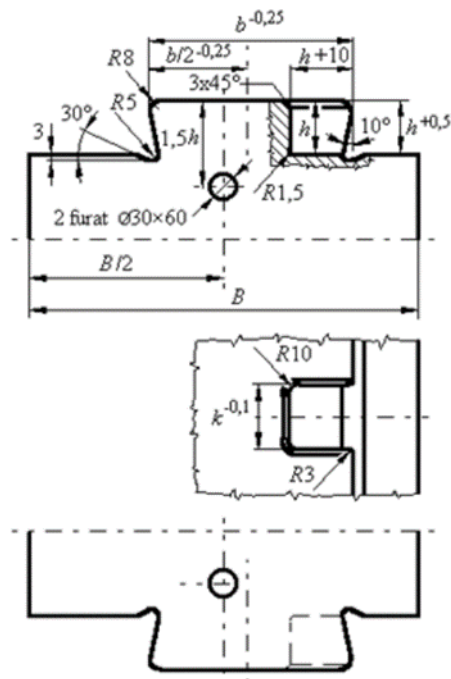
Alsó süllyesztéküreg magassága	23 mm
Alsó süllyesztéktömb magassága	180 mm
Felső süllyesztéküreg magassága	83 mm
Felső süllyesztéktömb magassága	355 mm

5.2.4. A fecskefarok méreteinek meghatározása

A fecskefarok és a reteszhorony méretei a 20. sz. mellékletben található táblázat segítségével határozható meg. A jellemző méreteket az 5-12. táblázat tartalmazza. A fecskefarok méretezése az 5-12. ábrán látható.

5-12. táblázat a fecskefarok választott méretei

Medve tömege	1 t
b	200 mm
h	50,5 mm
k	50 mm



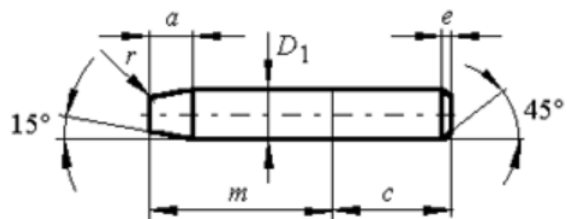
5-12. ábra A fecskefarok méretei [4]

5.2.5. A vezetőcsapok méreteinek meghatározása

Az alakításnál esetlegesen keletkező vízszintes irányú erők felvételéről gondoskodni kell, az alsó és a felső süllyesztékszerszám-feleket egymáshoz képest kölcsönösen vezetni kell. A süllyesztékek vezetésére csapokat kell használni. A vezetőcsapok szabványos méreteit a 21. sz. mellékletben található táblázat tartalmazza. A vezetőcsap választott méretei az 5-13. táblázat tartalmazza. A vezetőcsap méretezése az 5-13. ábrán látható.

5-13. táblázat A vezetőcsap méretei

D ₁	20 mm
a	10 mm
c	40 mm
e	2 mm
r	3 mm
m	100 mm



5-13. ábra A vezetőcsap méretezése [4]

A csapnak az alsó süllyesztékből kiálló m magasságát úgy kell megállapítani, hogy amikor a felső süllyeszték érintkezésbe lép az alakítandó anyaggal, a csap vége már a vezetőlyuk alsó részében legyen.

5.2.6. A süllyesztéktömb anyagának megválasztása

A süllyesztéktömb anyaga sokoldalú igénybevételnek van kitéve, ezért csak az ötvöztött acélok tudnak megfelelni a követelményeknek. Az ötvöztött süllyesztékacélok hő-, kopás- és korrózióálló, nagy keménységű és nagy melegszilárdságú, nagy tartósfolyású acélok. Mechanikai tulajdonságaik hőkezeléssel tág határok között változtathatók.

A választott acél: **NK-55NiCrMoV6 (1.2713)**

Az NK-55NiCrMoV6 szerszámacél ötvözőit az 5-14. táblázat tartalmazza

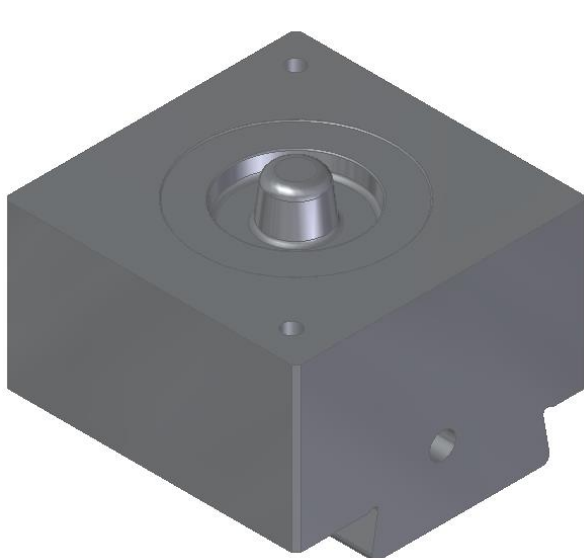
5-14. táblázat NK-55NiCrMoV6 szerszámacél ötvözői

Ötvözők %								
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	V	Mn
0,5-0,6	0,10-0,40	0,65- 0,95	<0,03	<0,03	0,6 – 0,8	1,5 – 1,8	0,07-0,12	0,65–0,95

A szerszámanyag kiválasztásához a 22. sz. mellékletben található táblázat nyújt segítséget.

5.2.7. A süllyesztékfelek

Az 5-14. ábrán az alsó, az 5-15. ábrán pedig a felső süllyesztékfél 3D-s ábrája látható.

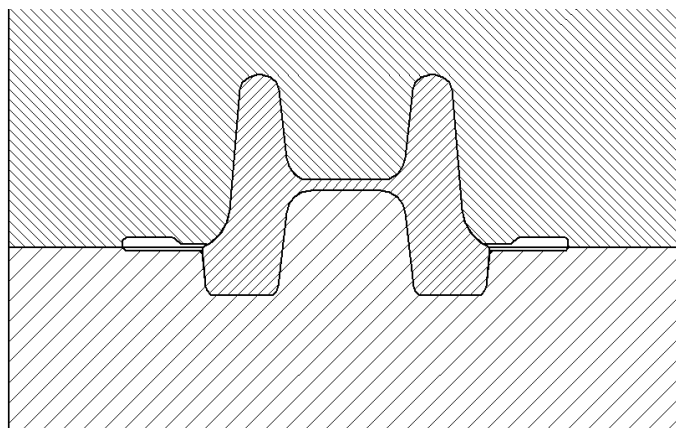


5-14. ábra Alsó süllyesztékfél



5-15. ábra Felső süllyesztékfél

Az alsó süllyesztékfél műhelyrajza a 23. sz. mellékletben található, a felső süllyesztékfél műhelyrajza pedig a 24. sz. mellékletben található. Az 5-16. ábrán az alsó és felső süllyesztékfél metszeti rajza látható, köztük a kovácsdarabbal. Az alsó és felső süllyesztékfél összeállítási rajza a 25. sz. mellékletben található.



5-16. ábra Süllyesztékfélék metszeti képe

5.2.8. A kovácsdarab sorjázása

A kovácsdarab sorjázása forgattyús sajton történik.

A sorjázáshoz szükséges erő: $F_s = 1,5 \cdot h_s \cdot K \cdot R_m$

Ahol:

- h_s – a sorja vastagsága $h_s = 3 \text{ mm}$
- K – a sorja hosszúsága (a kovácsdarab kerülete)
 $K = 436,76 \text{ mm}$ (CAD modell alapján)
- R_m – a kovácsdarab anyagának szakítószilárdsága hidegen

$$R_m = 650 - 800 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \text{ (a maximális } 800 \text{ N/mm}^2 \text{ értékel számolva)}$$

$$F_s = 1,5 \cdot h_s \cdot K \cdot R_m = 1,5 \cdot 3 \cdot 436,76 \cdot 800 = 1572336 \text{ N} = 1,57 \text{ MN}$$

5.3. Forgácsolás tervezése

5.3.1. Műveleti sorrendterv

A műveleti sorrendterv az egyes felületek megmunkálásának műveleti sorrendjét mutatja be. A műveleti sorrendterv az 5-15. táblázatban látható. A művelet és műveletelőzési sorrend lapja a 91. sz. mellékletben látható.

5-15. táblázat Műveleti sorrendterv

Sorszám	Művelet
1.	Esztergálás I.
2.	Esztergálás II.
3.	MEO
4.	Fúrás
5.	MEO
6.	Hőkezelés
7.	MEO
8.	Köszörülés I.
9.	Köszörülés II.
10.	Köszörülés III.
11.	Végellenőrzés

5.3.2. Esztergáláshoz szükséges forgácsolási adatok meghatározása

Az előgyártmány: süllyesztékes kovácsolással készült előgyártmány. A kovácsdarab műhelyrajra a 17. sz. mellékletben található.

Anyagminőség: Ck45 nemesíthető acél

Szakítószilárdság: $R_m = 650 - 800 \frac{N}{mm^2}$

Az előgyártmány befoglaló méretei: Ø139 mm x 106 mm

1. Művelet: Esztergálás I.

Az esztergálás I. műveleti utasítás lapja a 92. sz. mellékletben található.

A szerszámgép kiválasztása: EU 500-as egyetemes esztergapad. A kiválasztott EU 500-as esztergapad adatait az 5-16. táblázat tartalmazza.

(A szerszámgép adatai a 26. sz. mellékletben található táblázat segítségével határozhatók meg)

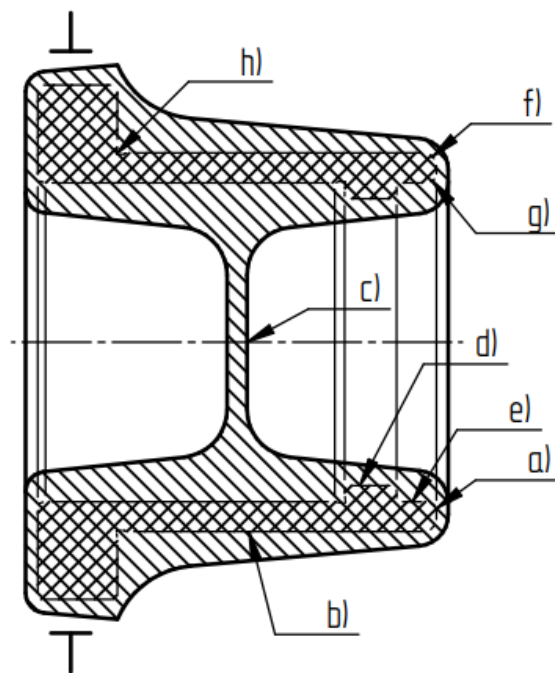
Befogás módja: készülékbe (a készülékkérő lap a 29. sz. mellékletben található)

5-16. táblázat Az EU 500-as egyetemes esztergapad adatai

Fokozati tényező	$\varphi = 1,25$
Fordulatszám határok	25-1250 1/min
Hosszelőtolás-határok	0,09-20 mm/ford
Keresztelőtolás-határok	0,045-10 mm/ford
Legnagyobb főforgácsolóerő	20000 N
Legnagyobb késszár-keresztmetszet	32x32 mm
Hajtómotor teljesítménye	10 kW

Esztergálás I. műveletelemeinek meghatározása

Az esztergálás I. műveletelemeit az 5-17. táblázat tartalmazza. A megmunkálandó felületek az 5-17. ábrán láthatók.



5-17. ábra Esztergálás I. felületei

5-17. táblázat Esztergálás I. műveletelemei

Sorszám	Művelet	Felület
1.1.	Homloknagyolás	a)
1.2.	Palástonagyolás Ø96,2 x 80 mm	b)
1.3.	Fúrás Ø22 x 5mm	c)
1.4.	Felúrás Ø36 x 5mm	c)
1.5.	Furatnagyolás Ø70,5 x 106 mm	d)
1.6.	Furatnagyolás Ø78,5 x 10 mm	e)
1.7.	Homloksimítás	a)
1.8.	Palástsímitás Ø95,3 x 80 mm	b)
1.9.	Furatsímitás Ø72 x 25 mm	d)
1.10.	Furatsímitás Ø80 H8 x 10 mm	e)
1.11.	Letörés 2x45°	f)
1.12.	Letörés 2x30°	g)
1.13.	Beszúrás DIN 509 - F 0,6x0,3	h)

A főforgácsoló erő kiválasztása:

- I. A szerszámra megengedett legnagyobb főforgácsoló erő: $F_f = 5350 \text{ N}$
L=50 mm késkinyúlás és 20x20 mm késszár keresztmetszet esetén.
(27. sz. melléklet táblázata alapján)
- II. A gépre megengedett legnagyobb főforgácsoló erő: $F_f = 20000 \text{ N}$ (5-14. táblázat)
- III. A munkadarab befogási módjától függő megengedett legnagyobb főforgácsoló erő:
(28 sz. melléklet táblázata alapján) $F_f = 450000 \text{ N}$

A technológiai adatok meghatározásához a három érték közül a legkisebb értéket kell figyelembe venni. $F_f = 5350 \text{ N}$

1.1 Homloknagyolás – a) felület

Az alkalmazott szerszám: Homlokélű esztergakés DIN 4977 ISO 5 R 20x20 P30

Forgácsolási ráhagyás a felületen: 3 mm

Simítási ráhagyás a felületen: 1 mm (30. sz. melléklet táblázata alapján)

A fogásmélység a ráhagyás alapján: $a = 3 - 1 = 2 \text{ mm}$

A fogások száma: $i = 1$

Előtolás értéke az $F_f = k_c \cdot f \cdot a$ összefüggés alapján:

$$f = \frac{F_f}{a \cdot k_c} = \frac{5350}{2 \cdot 1500} = 1,78 \frac{mm}{ford}$$

- A fajlagos forgácsolóerő: $k_c = 1500 \frac{N}{mm^2}$ (39. sz. melléklet alapján)

Az $\frac{a}{f}$ viszony nagysága: $\frac{a}{f} = \frac{2}{1,78} = 1,12$

Az ideális $\frac{a}{f}$ viszony a szakítószilárdság és a szerszámanyag függvényében 8:1 (42. sz. melléklet alapján)

A fogást nem kell megosztani, mivel $1,12 < 8$

A fogások száma: $i = 1$

Ezek alapján a fogásmélység: $a = 2 \text{ mm}$

A fogásmélységhez tartozó ideális előtolás értéke $f = \frac{a}{\frac{a}{f}} = \frac{2}{8} = 0,25 \frac{mm}{ford}$

→ az EU 500-as esztergán ez az érték beállítható: $f = 0,25 \frac{mm}{ford}$

(Az EU 500-as esztergán beállítható előtolás értékek a 43. sz. mellékletben található táblázatban láthatók.)

Mivel a fajlagos forgácsolóerő értéke az előtolástól függ, a megváltozott előtolás függvényében táblázatból választjuk ki a módosult k'_c értékét a h forgácsvastagság függvényében. (39. sz. melléklet táblázata alapján)

$$h = f \cdot \sin \kappa_r = 0,25 \cdot \sin 90^\circ = 0,25 \text{ mm}$$

- κ_r – a szerszám főél elhelyezési szöge. $\kappa_r = 90^\circ$

A módosult fajlagos forgácsolóerő: $k'_c = 2121 \frac{N}{mm^2}$

A keletkező forgácsoló erő nagysága:

$$F_{fv} = k'_c \cdot f \cdot a = 2121 \cdot 0,25 \cdot 2 = 1060,5 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_K \cdot K_{sz} \cdot K_m \cdot K_h \cdot K_k \cdot K_T \left[\frac{m}{min} \right]$$

A v_c forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatokat az 5-18. táblázat tartalmazza.

5-18. táblázat A forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatok

Alapsebesség	$v_0 = 100 \frac{m}{min}$
A főél elhelyezési szögétől függő módosító tényező	$K_K = 0,81$
A szerszámtól függő módosító tényező	$K_{sz} = 0,93$
A forgácsolás módjától függő módosító tényező	$K_m = 1$
Az anyag állapotától függő módosító tényező	$K_h = 0,95$
A munkadarab felületétől, kérgétől függő módosító tényező	$K_k = 0,8$
Az éltartamtól függő módosító tényező	$K_T = 1,2$

Az adatok meghatározása a 32. – 38. sz. melléklet alapján.

Behelyettesítve:

$$v_c = 100 \cdot 0,81 \cdot 0,93 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1,2 = 68,7 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 68,7}{101 \cdot \pi} = 216,51 \frac{1}{min}$$

Ahol D – a kiinduló átmérő a ráhagyással együtt: $D = 95 + 6 = 101 \text{ mm}$

A gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám: $n_{gépi} = 200 \frac{1}{min}$

(40. sz. melléklet táblázatából választva)

A megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{101 \cdot \pi \cdot 200}{1000} = 63,46 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete: $P = \frac{F_{fv} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{1060,5 \cdot 63,46}{60 \cdot 10^3} = 1,12 \text{ kW}$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása: $P_h = \frac{P}{\eta} = \frac{1,12}{0,8} = 1,4 \text{ kW}$

- Ahol $\eta = 0,8$ a szerszámgép hatásfoka.

A választott EU 500-as típusú esztergapadba beépített 10 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

A kiszámított adatok összegzését az 5-19. táblázat tartalmazza:

5-19. táblázat Kiszámított adatok

Fogásmélység	$a = 2 \text{ mm}$
Fogások száma	$i = 1$
Előtolás	$f = 0,25 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$
Forgácsoló erő	$F_{fv} = 1060,5 \text{ N}$
Forgácsolósebesség	$v_c = 63,46 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
Beállítandó fordulatszám	$n_{gépi} = 200 \frac{1}{\text{min}}$
Forgácsolás teljesítményszükséglete	$P = 1,12 \text{ kW}$
Hajtáshoz szükséges teljesítmény	$P_h = 1,4 \text{ kW}$

1.2 Palástnagyalás Ø96,2 x 80 mm – b) felület

Alkalmazott szerszám: Oldalélű esztergakés DIN 4980 ISO 6 R 20x20 P30

A forgácskeresztmetszet meghatározása:

Forgácsolási ráhagyás a felületen: 22 mm

(Mivel az előgyártmány kovácsolással készült, a felület oldalferdeséggel rendelkezik ezért a forgácsolási ráhagyás a felületen nem állandó. A legkisebb forgácsolási ráhagyás a felületen 3 mm, a legnagyobb pedig 22 mm)

Simítási ráhagyás a felületen: 0,6 mm (átmérőre: 1,2 mm) (41. sz. melléklet táblázata alapján)

$$\text{Fogásmélység: } a = \frac{D-d}{2} = \frac{139-96,2}{2} = 21,4 \text{ mm}$$

D – a legnagyobb kiinduló átmérő: $D = 139 \text{ mm}$

d – a megmunkált átmérő a simítási ráhagyás alapján: $d = 95 + 1,2 = 96,2 \text{ mm}$

Előtolás értéke az $F_f = k_c \cdot f \cdot a$ összefüggés alapján:

$$f = \frac{F_f}{a \cdot k_c} = \frac{5350}{21,4 \cdot 1500} = 0,167 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

- A fajlagos forgácsolóerő: $k_c = 1500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ (39. sz. melléklet alapján)

$$\text{Az } \frac{a}{f} \text{ viszony nagysága: } \frac{a}{f} = \frac{21,4}{0,167} = 128,14$$

Az ideális $\frac{a}{f}$ viszony a szakítószilárdság és a szerszámanyag függvényében 8:1 (42. sz. melléklet alapján)

A fogást meg kell osztani, mivel $128,14 > 8$

A fogások száma: $i = 5$

Ezek alapján a fogásmélység: $a = \frac{D-d}{2 \cdot i} = \frac{139-96,2}{2 \cdot 5} = 4,28 \text{ mm}$

A fogásmélységhez tartozó ideális előtolás értéke $f = \frac{a}{\frac{a}{f}} = \frac{4,28}{8} = 0,535 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

→ az EU 500-as esztergán beállítható legközelebbi előtolás értéke: $f = 0,56 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

(Az EU 500-as esztergán beállítható előtolás értékek a 43. sz. mellékletben található táblázatban láthatók.)

Mivel a fajlagos forgácsolóerő értéke az előtolástól függ, a megváltozott előtolás függvényében táblázatból választjuk ki a módosult k'_c értékét a h forgácsvastagság függvényében. (39. sz. melléklet táblázata alapján)

$$h = f \cdot \sin \kappa_r = 0,56 \cdot \sin 90^\circ = 0,56 \text{ mm}$$

- κ_r – a szerszám főél elhelyezési szöge. $\kappa_r = 90^\circ$

A módosult fajlagos forgácsolóerő: $k'_c = 1784 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

A keletkező forgácsoló erő nagysága:

$$F_{fv} = k'_c \cdot f \cdot a = 1784 \cdot 0,56 \cdot 4,28 = 4275,89 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_K \cdot K_{sz} \cdot K_m \cdot K_h \cdot K_k \cdot K_T \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$$

A v_c forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatokat az 5-20. táblázat tartalmazza.

5-20. táblázat A forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatok

Alapsebesség	$v_0 = 100 \frac{m}{min}$
A főél elhelyezési szögétől függő módosító tényező	$K_K = 0,81$
A szerszámtól függő módosító tényező	$K_{sz} = 0,93$
A forgácsolás módjától függő módosító tényező	$K_m = 1$
Az anyag állapotától függő módosító tényező	$K_h = 0,95$
A munkadarab felületétől, kérgétől függő módosító tényező	$K_k = 0,8$
Az éltartamtól függő módosító tényező	$K_T = 1,2$

Az adatok meghatározása a 32. – 38. sz. melléklet alapján.

Behelyettesítve:

$$v_c = 100 \cdot 0,81 \cdot 0,93 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1,2 = 68,7 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 68,7}{139 \cdot \pi} = 157,32 \frac{1}{min}$$

- Ahol D – a kiinduló átmérő. D = 139 mm

A gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám: $n_{gépi} = 160 \frac{1}{min}$

(40. sz. melléklet táblázatából választva)

A megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{139 \cdot \pi \cdot 160}{1000} = 69,87 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete: $P = \frac{F_{fv} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{4275,89 \cdot 69,87}{60 \cdot 10^3} = 4,98 kW$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása: $P_h = \frac{P}{\eta} = \frac{4,98}{0,8} = 6,23 kW$

- Ahol $\eta = 0,8$ a szerszámgép hatásfoka.

A választott EU 500-as típusú esztergapadba beépített 10 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

A kiszámított adatok összegzését az 5-21. táblázat tartalmazza:

5-21. táblázat Kiszámított adatok

Fogásmélység	$a = 4,28 \text{ mm}$
Fogások száma	$i = 5$
Előtolás	$f = 0,56 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$
Forgácsoló erő	$F_{fv} = 4275,89 \text{ N}$
Forgácsolósebesség	$v_c = 69,87 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
Beállítandó fordulatszám	$n_{gépi} = 160 \frac{1}{\text{min}}$
Forgácsolás teljesítményszükséglete	$P = 4,98 \text{ kW}$
Hajtáshoz szükséges teljesítmény	$P_h = 6,23 \text{ kW}$

1.3 Fúrás Ø22 x 5mm – c) felület

A csapágyhüvely furatának esztergálásához szükséges a fenékhártya kifúrása.

A fenékhártya vastagsága, azaz a fúrás hossza: 5 mm

A furatkés szélessége a hajlított szár miatt 28 mm. A furatkés keresztmetszete szögletes ezért a furatot nagyobbra kell készíteni. A a készítendő furat átmérője legyen 36 mm. 25 mm-nél nagyobb átmérő fölött nem fúrhatunk telibe, ezért a furatot elő kell fúrni $0,6 \times D$ átmérővel.

Az előfurat átmérője: $D = 0,6 \cdot 36 = 21,6 \text{ mm} \approx 22 \text{ mm}$

Alkalmazott szerszám: Csiga-fűrő Ø22 h8 HS18 0 1 MSZ3985

A szerszámbefogás módja: fúrótokmányba

Fogásmélység: $a = \frac{D}{2} = \frac{22}{2} = 11 \text{ mm}$

Az előtolás értéke: $f = 0,27 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$ (a 44. sz. melléklet táblázata alapján)

A fogások száma: $i = 1$

Az alkalmazott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_1 \cdot K_a \cdot K_{sz} \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$$

A v_c forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatokat az 5-22. táblázat tartalmazza.

5-22. táblázat A forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatok

Alapsebesség	$v_0 = 10 \frac{m}{min}$
A furat hosszának és átmérőjének viszonyától függő módosító tényező	$K_l = 1$
A munkadarab anyagától függő módosító tényező	$K_a = 0,85$
A szerszám anyagától függő módosító tényező	$K_{sz} = 1$

Az adatok meghatározása a 45. – 47. sz. melléklet alapján.

Behelyettesítve:

$$v_c = 10 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 1 = 8,5 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 8,5}{22 \cdot \pi} = 122,98 \frac{1}{min}$$

A gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám: $n_{gépi} = 125 \frac{1}{min}$

(40. sz. melléklet táblázatából választva)

A megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{22 \cdot \pi \cdot 125}{1000} = 8,64 \frac{m}{min}$$

A fúró nyomatékigénye:

$$M = F_1 \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot A \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{D \cdot f}{4} \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{D^2 \cdot f}{8 \cdot 10^3} [Nm]$$

$$M = 1500 \cdot \frac{22^2 \cdot 0,27}{8 \cdot 10^3} = 24,5 Nm$$

Ahol:

- F_1 - az egy élre eső főforgácsoló erő $F_1 = k_c \cdot A [N]$

- k_c - a fajlagos forgácsolóerő $\left[\frac{N}{mm^2} \right]$

A fajlagos forgácsolóerő: $k_c = 1500 \frac{N}{mm^2}$ (39. sz. melléklet alapján)

- A - a forgácskeresztmetszet $A = \frac{D \cdot f}{4} [mm^2]$

A fúráshoz szükséges teljesítmény:

$$P_c = \frac{M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{60 \cdot 10^3} = \frac{24,5 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 125}{60 \cdot 10^3} = 0,32 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása: $P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{0,32}{0,8} = 0,4 \text{ kW}$

- Ahol $\eta = 0,8$ a szerszám gép hatásfoka.

A választott EU 500-as típusú esztergapadba beépített 10 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

A kiszámított adatok összegzését az 5-23. táblázat tartalmazza:

5-23. táblázat Kiszámított adatok

Előtolás	$f = 0,27 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$
Forgácsolósebesség	$v_c = 8,64 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
Beállítandó fordulatszám	$n_{g\acute{e}pi} = 125 \frac{1}{\text{min}}$
Fúró nyomatékigénye	$M = 24,5 \text{ Nm}$
Fúráshoz szükséges teljesítmény	$P_c = 0,32 \text{ kW}$
Hajtáshoz szükséges teljesítmény	$P_h = 0,4 \text{ kW}$

1.4 Felfúrás Ø36 x 5mm – c) felület

A D=36 mm-es furat elkészítéséhez a 22 mm-es furatot fel kell fúrni.

Alkalmazott szerszám: Csiga fúró Ø36 C105U MSZ3986

A szerszám befogás módja: szegnyeregbe

Fogásmélység: $a = \frac{D-d}{2} = \frac{36-22}{2} = 7 \text{ mm}$

Ahol d – a kiinduló átmérő: $d = 22 \text{ mm}$ és D – a megmunkált átmérő: $D = 36 \text{ mm}$.

Az előtolás értéke: $f = 0,27 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

A fogások száma: $i = 1$

Az alkalmazott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_1 \cdot K_a \cdot K_{sz} \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$$

A v_c forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatokat az 5-24. táblázat tartalmazza.

5-24. táblázat A forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatok

Alapsebesség	$v_0 = 10 \frac{m}{min}$
A furat hosszának és átmérőjének viszonyától függő módosító tényező	$K_l = 1$
A munkadarab anyagától függő módosító tényező	$K_a = 0,85$
A szerszám anyagától függő módosító tényező	$K_{sz} = 1$

Az adatok meghatározása a 45. – 47. sz. melléklet alapján.

Behelyettesítve:

$$v_c = 10 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 1 = 8,5 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 8,5}{36 \cdot \pi} = 75,16 \frac{1}{min}$$

A gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám: $n_{gépi} = 80 \frac{1}{min}$

(40. sz. melléklet táblázatából választva)

A megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{36 \cdot \pi \cdot 80}{1000} = 9,05 \frac{m}{min}$$

A fúró nyomatékiigénye:

$$M = F_1 \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot A \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{D \cdot f}{4} \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{D^2 \cdot f}{8 \cdot 10^3} [Nm]$$

$$M = 1500 \cdot \frac{36^2 \cdot 0,27}{8 \cdot 10^3} = 65,61 Nm$$

Ahol:

- F_1 - az egy élre eső főforgácsoló erő $F_1 = k_c \cdot A [N]$

- k_c - a fajlagos forgácsolóerő $\left[\frac{N}{mm^2} \right]$

A fajlagos forgácsolóerő: $k_c = 1500 \frac{N}{mm^2}$ (39. sz. melléklet alapján)

- A - a forgácskeresztmetszet $A = \frac{D \cdot f}{4} [mm^2]$

A fúráshoz szükséges teljesítmény:

$$P_c = \frac{M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{60 \cdot 10^3} = \frac{65,61 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 80}{60 \cdot 10^3} = 0,55 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása: $P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{0,55}{0,8} = 0,69 \text{ kW}$

- Ahol $\eta = 0,8$ a szerszám gép hatásfoka.

A választott EU 500-as típusú esztergapadba beépített 10 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

A kiszámított adatok összegzését az 5-25. táblázat tartalmazza:

5-25. táblázat Kiszámított adatok

Előtolás	$f = 0,27 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$
Forgácsolósebesség	$v_c = 9,05 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
Beállítandó fordulatszám	$n_{gépi} = 80 \frac{1}{\text{min}}$
Fúró nyomatékigénye	$M = 65,61 \text{ Nm}$
Fúráshoz szükséges teljesítmény	$P_c = 0,55 \text{ kW}$
Hajtáshoz szükséges teljesítmény	$P_h = 0,69 \text{ kW}$

1.5 Furatnagylás Ø70,5 x 106 mm – d) felület

Alkalmazott szerszám: Furatkés átmenő furathoz DIN 4973 ISO 8 R 20x20 P30

A részletes számításokat az 52. sz. melléklet tartalmazza.

A kiszámított adatok összegzését az 5-26. táblázat tartalmazza:

5-26. táblázat Kiszámított adatok

Fogásmélység	$a = 3,45 \text{ mm}$
Fogások száma	$i = 5$
Előtolás	$f = 0,45 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$
Forgácsoló erő	$F_{fv} = 2928 \text{ N}$
Forgácsolósebesség	$v_c = 69,77 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
Beállítandó fordulatszám	$n_{gépi} = 315 \frac{1}{\text{min}}$
Forgácsolás teljesítményszükséglete	$P = 3,4 \text{ kW}$
Hajtáshoz szükséges teljesítmény	$P_h = 4,25 \text{ kW}$

1.6 Furatnagylvás Ø78,5 x 10 mm – e) felület

Alkalmazott szerszám: Furatkés zsákfurathoz DIN 4974 ISO 9 R 20x20 P30

A részletes számításokat az 53. sz. melléklet tartalmazza.

A kiszámított adatok összegzését az 5-27. táblázat tartalmazza:

5-27. táblázat Kiszámított adatok

Fogásmélység	$a = 4 \text{ mm}$
Fogások száma	$i = 1$
Előtolás	$f = 0,5 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$
Forgácsoló erő	$F_{fv} = 3568 \text{ N}$
Forgácsolósebesség	$v_c = 61,65 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
Beállítandó fordulatszám	$n_{gépi} = 250 \frac{1}{\text{min}}$
Forgácsolás teljesítményszükséglete	$P = 3,67 \text{ kW}$
Hajtáshoz szükséges teljesítmény	$P_h = 4,59 \text{ kW}$

1.7 Homloksimítás – a) felület

Az alkalmazott szerszám: Homlokélű esztergakés DIN 4977 ISO 5 R 20x20 P30

Simítási ráhagyás a felületen: 1 mm (30. sz. melléklet táblázata alapján)

A fogásmélység a ráhagyás alapján: $a = 1 \text{ mm}$

A fogások száma: $i = 1$

Az előtolás értékét az átlagos felületi érdesség $R_a = 3,2 \mu\text{m} = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$

és az esztergakés csúcsgugarának $r = 0,8 \text{ mm}$ figyelembevételével kell meghatározni a következő összefüggés alapján:

$$f = \sqrt{13 \cdot r \cdot R_a} = \sqrt{13 \cdot 0,8 \cdot 3,2 \cdot 10^{-3}} = 0,182 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

→ Az előtolás értéke megfelel a 49. sz. melléklet táblázata alapján

→ az EU 500-as esztergán beállítható legközelebbi előtolás értéke: $f = 0,18 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

(Az EU 500-as esztergán beállítható előtolás értékek a 43. sz. mellékletben található táblázatban láthatók.)

Az alkalmazott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_K \cdot K_{sz} \cdot K_m \cdot K_h \cdot K_k \cdot K_T \left[\frac{m}{min} \right]$$

A v_c forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatokat az 5-28. táblázat tartalmazza.

5-28. táblázat A forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatok

Alapsebesség	$v_0 = 100 \frac{m}{min}$
A főél elhelyezési szögétől függő módosító tényező	$K_K = 0,81$
A szerszámtól függő módosító tényező	$K_{sz} = 0,93$
A forgácsolás módjától függő módosító tényező	$K_m = 1$
Az anyag állapotától függő módosító tényező	$K_h = 0,95$
A munkadarab felületétől, kérgétől függő módosító tényező	$K_k = 0,8$
Az éltartamtól függő módosító tényező	$K_T = 1,2$

Az adatok meghatározása a 32. – 38. sz. melléklet alapján.

Behelyettesítve:

$$v_c = 100 \cdot 0,81 \cdot 0,93 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1,2 = 68,7 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 68,7}{96,2 \cdot \pi} = 227,32 \frac{1}{min}$$

Ahol D – a kiinduló átmérő ráhagyással együtt: D = 96,2 mm

A gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám: $n_{gépi} = 250 \frac{1}{min}$

(40. sz. melléklet táblázatából választva)

A megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{96,2 \cdot \pi \cdot 250}{1000} = 75,56 \frac{m}{min}$$

A kiszámított adatok összegzését az 5-29. táblázat tartalmazza:

5-29. táblázat Kiszámított adatok

Fogásmélység	$a = 1 \text{ mm}$
Fogások száma	$i = 1$
Előtolás	$f = 0,18 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$
Forgácsolósebesség	$v_c = 75,56 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
Beállítandó fordulatszám	$n_{\text{gépi}} = 250 \frac{1}{\text{min}}$

1.8 Palástsímitás Ø95,3 x 80 mm – b) felület

Az alkalmazott szerszám: Oldalélű esztergákész DIN 4980 ISO 6 R 20x20 P30

Simítási ráhagyás a felületen: 0,6 mm (átmérőre: 1,2 mm) (41. sz. melléklet táblázata alapján)

Köszörülési ráhagyás a felületen: 0,3 mm (átmérőre: 0,6 mm) (50. sz. melléklet táblázata alapján)

$$\text{Fogásmélység: } a = \frac{D-d}{2} = \frac{96,2-95,6}{2} = 0,3 \text{ mm}$$

D – a legnagyobb kiinduló átmérő: $D = 96,2 \text{ mm}$

d – a megmunkált átmérő a köszörülési ráhagyással: $d = 95 + 0,6 = 95,6 \text{ mm}$

A fogások száma: $i = 1$

Az előtolás értékét az átlagos felületi érdesség $R_a = 3,2 \mu\text{m} = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$

és az esztergákész csúcssugarának $r = 0,8 \text{ mm}$ figyelembevételével kell meghatározni a következő összefüggés alapján:

$$f = \sqrt{13 \cdot r \cdot R_a} = \sqrt{13 \cdot 0,8 \cdot 3,2 \cdot 10^{-3}} = 0,182 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

→ Az előtolás értéke megfelel a 49. sz. melléklet táblázata alapján

→ az EU 500-as esztergán beállítható legközelebbi előtolás értéke: $f = 0,18 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

(Az EU 500-as esztergán beállítható előtolás értékek a 43. sz. mellékletben található táblázatban láthatók.)

Az alkalmazott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_K \cdot K_{sz} \cdot K_m \cdot K_h \cdot K_k \cdot K_T \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$$

A v_c forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatokat az 5-30. táblázat tartalmazza.

5-30. táblázat A forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatok

Alapsebesség	$v_0 = 100 \frac{m}{min}$
A főél elhelyezési szögétől függő módosító tényező	$K_K = 0,81$
A szerszámtól függő módosító tényező	$K_{sz} = 0,93$
A forgácsolás módjától függő módosító tényező	$K_m = 1$
Az anyag állapotától függő módosító tényező	$K_h = 0,95$
A munkadarab felületétől, kérégtől függő módosító tényező	$K_k = 0,8$
Az éltartamtól függő módosító tényező	$K_T = 1,2$

Az adatok meghatározása a 32. – 38. sz. melléklet alapján.

Behelyettesítve:

$$v_c = 100 \cdot 0,81 \cdot 0,93 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1,2 = 68,7 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 68,7}{96,2 \cdot \pi} = 227,32 \frac{1}{min}$$

Ahol D – a kiinduló átmérő ráhagyással együtt: D = 96,2 mm

A gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám: $n_{gépi} = 250 \frac{1}{min}$

(40. sz. melléklet táblázatából választva)

A megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{96,2 \cdot \pi \cdot 250}{1000} = 75,56 \frac{m}{min}$$

A kiszámított adatok összegzését az 5-31. táblázat tartalmazza:

5-31. táblázat Kiszámított adatok

Fogásmélység	$a = 0,3 \text{ mm}$
Fogások száma	$i = 1$
Előtolás	$f = 0,18 \frac{mm}{ford}$
Forgácsolósebesség	$v_c = 75,56 \frac{m}{min}$
Beállítandó fordulatszám	$n_{gépi} = 250 \frac{1}{min}$

1.9 Furatsimítás Ø72 x 25 mm – d) felület

Az alkalmazott szerszám: Furatkés átmenő furathoz DIN 4973 ISO 8 R 20x20 P30

A részletes számításokat az 54. sz. melléklet tartalmazza.

A kiszámított adatok összegzését az 5-32. táblázat tartalmazza:

5-32. táblázat Kiszámított adatok

Fogásmélység	$a = 0,75 \text{ mm}$
Fogások száma	$i = 1$
Előtolás	$f = 0,125 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$
Forgácsolósebesség	$v_c = 71,25 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
Beállítandó fordulatszám	$n_{g\acute{e}pi} = 315 \frac{1}{\text{min}}$

1.10 Furatsimítás Ø80 H8 x 10 mm – e) felület

Az alkalmazott szerszám: Furatkés zsákfurathoz DIN 4974 ISO 9 R 20x20 P30

A részletes számításokat az 55. sz. melléklet tartalmazza.

A kiszámított adatok összegzését az 5-33. táblázat tartalmazza:

5-33. táblázat Kiszámított adatok

Fogásmélység	$a = 0,76 \text{ mm}$
Fogások száma	$i = 1$
Előtolás	$f = 0,125 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$
Forgácsolósebesség	$v_c = 62,85 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
Beállítandó fordulatszám	$n_{g\acute{e}pi} = 250 \frac{1}{\text{min}}$

1.11 Letörés 2x45°– f) felület

Alkalmazott szerszám: Hajlított esztergakés DIN 4972 ISO 2 R 20x20 P30

A letöréshez tartozó átmérő: $D = 95 \text{ mm}$

A fogásmélység a letörés mérete alapján: $a = 2\text{mm}$

A fogások száma: $i = 1$

Az előtolás értéke: $f = 0,1 \frac{\text{mm}}{\text{ford}} (\text{kézi})$

Az alkalmazott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_K \cdot K_{sz} \cdot K_m \cdot K_h \cdot K_k \cdot K_T \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$$

A v_c forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatokat az 5-34. táblázat tartalmazza.

5-34. táblázat A forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatok

Alapsebesség	$v_0 = 100 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
A főél elhelyezési szögétől függő módosító tényező	$K_K = 0,81$
A szerszámtól függő módosító tényező	$K_{sz} = 0,93$
A forgácsolás módjától függő módosító tényező	$K_m = 1$
Az anyag állapotától függő módosító tényező	$K_h = 0,95$
A munkadarab felületétől, kergétől függő módosító tényező	$K_k = 0,8$
Az éltartamtól függő módosító tényező	$K_T = 1,2$

Az adatok meghatározása a 32. – 38. sz. melléklet alapján.

Behelyettesítve:

$$v_c = 100 \cdot 0,81 \cdot 0,93 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1,2 = 68,7 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 68,7}{95 \cdot \pi} = 230,19 \frac{1}{\text{min}}$$

A gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám: $n_{g\acute{e}pi} = 250 \frac{1}{\text{min}}$

(40. sz. melléklet táblázatából választva)

A megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{95 \cdot \pi \cdot 250}{1000} = 74,61 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A kiszámított adatok összegzését az 5-35. táblázat tartalmazza:

5-35. táblázat Kiszámított adatok

Fogásmélység	$a = 2 \text{ mm}$
Fogások száma	$i = 1$
Előtolás	$f = 0,1 \frac{\text{mm}}{\text{ford}} (\text{kézi})$
Forgácsolósebesség	$v_c = 74,61 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
Beállítandó fordulatszám	$n_{\text{gépi}} = 250 \frac{1}{\text{min}}$

1.12 Letörés 2x30°– g) felület

Alkalmazott szerszám: Hajlított esztergákés DIN 4972 ISO 2 R 20x20 P30

A részletes számításokat az 56. sz. melléklet tartalmazza.

A kiszámított adatok összegzését az 5-36. táblázat tartalmazza:

5-36. táblázat Kiszámított adatok

Fogásmélység	$a = 2 \text{ mm}$
Fogások száma	$i = 1$
Előtolás	$f = 0,1 \frac{\text{mm}}{\text{ford}} (\text{kézi})$
Forgácsolósebesség	$v_c = 62,83 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
Beállítandó fordulatszám	$n_{\text{gépi}} = 250 \frac{1}{\text{min}}$

1.13 Beszúrás DIN 509 - F 0,6x0,3 - h) felület

Alkalmazott szerszám: Sarok esztergákés DIN 4978 ISO 3 R 20x20 P30

A részletes számításokat az 57. sz. melléklet tartalmazza.

A kiszámított adatok összegzését az 5-37. táblázat tartalmazza:

5-37. táblázat Kiszámított adatok

Fogásmélység	$a = 0,3 \text{ mm}$
Fogások száma	$i = 1$
Előtolás	$f = 0,1 \frac{\text{mm}}{\text{ford}} (\text{kézi})$
Forgácsolósebesség	$v_c = 74,61 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
Beállítandó fordulatszám	$n_{\text{gépi}} = 250 \frac{1}{\text{min}}$

2. Művelet: Esztergálás II.

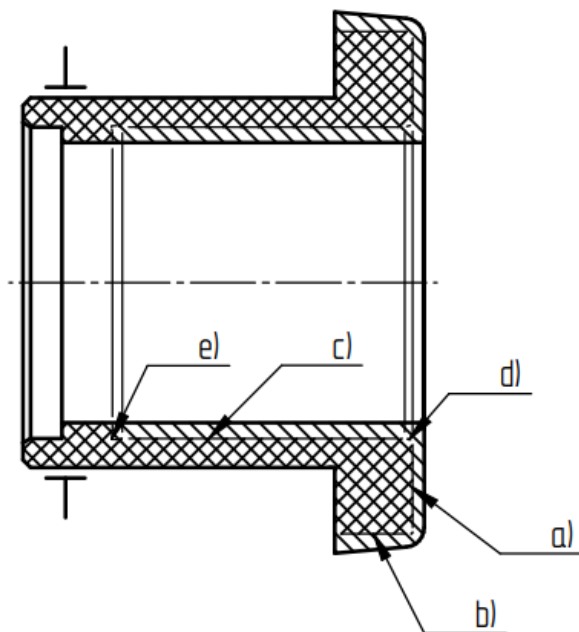
Az esztergálás II. műveleti utasítás lapja a 93. sz. mellékletben található.

A szerszámgép kiválasztása: EU 500-as egyetemes esztergapad. A kiválasztott EU 500-as esztergapad adatait az 5-16. táblázat tartalmazza.

Befogás módja: tokmányba

Esztergálás II. műveletelemeinek meghatározása

Az esztergálás II. műveletelemeit az 5-38. táblázat tartalmazza. A megmunkálandó felületek az 5-18. ábrán láthatók.



5-18. ábra Esztergálás II. felületei

5-38. táblázat Esztergálás II. műveletelemei

Sorszám	Művelet	Felület
2.1.	Homloknagyolás	a)
2.2.	Palástonagyolás Ø130,5 x 20 mm	b)
2.3.	Furatnagyolás Ø78,5 x 77±0,1 mm	c)
2.4.	Homloksimítás	a)
2.5.	Palástsimítás Ø129 x 20 mm	b)
2.6.	Furatsimítás Ø79,6 x 77±0,1 mm	c)
2.7.	Letörés 2x15°	d)
2.8.	Beszúrás DIN 509 - F 0,6x0,3	e)

A főforgácsoló erő kiválasztása:

- IV. A szerszámra megengedett legnagyobb főforgácsoló erő: $F_f = 5350 \text{ N}$
(27. sz. melléklet táblázata alapján)
- V. A gépre megengedett legnagyobb főforgácsoló erő: $F_f = 20000 \text{ N}$ (5-14. táblázat)
- VI. A munkadarab befogási módjától függő megengedett legnagyobb főforgácsoló erő:
(28 sz. melléklet táblázata alapján) $F_f = 450000 \text{ N}$

A technológiai adatok meghatározásához a három érték közül a legkisebb értéket kell figyelembe venni. $F_f = 5350 \text{ N}$

2.1 Homloknagyolás – a) felület

Az alkalmazott szerszám: Homlokélű esztergakés DIN 4977 ISO 5 R 20x20 P30

A részletes számításokat az 58. sz. melléklet tartalmazza.

A kiszámított adatok összegzését az 5-39. táblázat tartalmazza:

5-39. táblázat Kiszámított adatok

Fogásmélység	$a = 2 \text{ mm}$
Fogások száma	$i = 1$
Előtolás	$f = 0,25 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$
Forgácsoló erő	$F_{fv} = 1060,5 \text{ N}$
Forgácsolósebesség	$v_c = 67,86 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
Beállítandó fordulatszám	$n_{gépi} = 160 \frac{1}{\text{min}}$
Forgácsolás teljesítményszükséglete	$P = 1,2 \text{ kW}$
Hajtáshoz szükséges teljesítmény	$P_h = 1,5 \text{ kW}$

2.2 Palástonagyolás Ø130,5 x 20 mm – b) felület

Alkalmazott szerszám: Oldalélű esztergakés DIN 4980 ISO 6 R 20x20 P30

A részletes számításokat az 59. sz. melléklet tartalmazza.

A kiszámított adatok összegzését az 5-40. táblázat tartalmazza:

5-40. táblázat Kiszámított adatok

Fogásmélység	$a = 4,25 \text{ mm}$
Fogások száma	$i = 1$
Előtolás	$f = 0,56 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$
Forgácsoló erő	$F_{fv} = 4245,92 \text{ N}$
Forgácsolósebesség	$v_c = 69,87 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
Beállítandó fordulatszám	$n_{gépi} = 160 \frac{1}{\text{min}}$
Forgácsolás teljesítményszüksége	$P = 4,94 \text{ kW}$
Hajtáshoz szükséges teljesítmény	$P_h = 6,18 \text{ kW}$

2.3 Furatnagylás Ø78,5 x 77±0,1 mm – c) felület

Alkalmazott szerszám: Furatkés zsákfurathoz DIN 4974 ISO 9 R 20x20 P30

A részletes számításokat az 60. sz. melléklet tartalmazza.

A kiszámított adatok összegzését az 5-41. táblázat tartalmazza:

5-41. táblázat Kiszámított adatok

Fogásmélység	$a = 2 \text{ mm}$
Fogások száma	$i = 2$
Előtolás	$f = 0,25 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$
Forgácsoló erő	$F_{fv} = 1060,5 \text{ N}$
Forgácsolósebesség	$v_c = 61,65 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
Beállítandó fordulatszám	$n_{gépi} = 250 \frac{1}{\text{min}}$
Forgácsolás teljesítményszüksége	$P = 1,09 \text{ kW}$
Hajtáshoz szükséges teljesítmény	$P_h = 1,36 \text{ kW}$

2.4 Homloksimítás – a) felület

Az alkalmazott szerszám: Homlokélű esztergakés DIN 4977 ISO 5 R 20x20 P30

A részletes számításokat az 61. sz. melléklet tartalmazza.

A kiszámított adatok összegzését az 5-42. táblázat tartalmazza:

5-42. táblázat Kiszámított adatok

Fogásmélység	$a = 0,55 \text{ mm}$
Fogások száma	$i = 1$
Előtolás	$f = 0,18 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$
Forgácsolósebesség	$v_c = 65,6 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
Beállítandó fordulatszám	$n_{\text{gépi}} = 160 \frac{1}{\text{min}}$

2.5 Palástsímitás Ø129 x 20 mm – b) felület

Az alkalmazott szerszám: Oldalélű esztergákész DIN 4980 ISO 6 R 20x20 P30

A részletes számításokat az 62. sz. melléklet tartalmazza.

A kiszámított adatok összegzését az 5-43. táblázat tartalmazza:

5-43. táblázat Kiszámított adatok

Fogásmélység	$a = 0,75 \text{ mm}$
Fogások száma	$i = 1$
Előtolás	$f = 0,18 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$
Forgácsolósebesség	$v_c = 65,6 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
Beállítandó fordulatszám	$n_{\text{gépi}} = 160 \frac{1}{\text{min}}$

2.6 Furatsímitás Ø79,6 x 77±0,1 mm – c) felület

Az alkalmazott szerszám: Furatkész zsákfurathoz DIN 4974 ISO 9 R 20x20 P30

A részletes számításokat az 63. sz. melléklet tartalmazza.

A kiszámított adatok összegzését az 5-44. táblázat tartalmazza:

5-44. táblázat Kiszámított adatok

Fogásmélység	$a = 0,55 \text{ mm}$
Fogások száma	$i = 1$
Előtolás	$f = 0,125 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$
Forgácsolósebesség	$v_c = 62,52 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
Beállítandó fordulatszám	$n_{\text{gépi}} = 250 \frac{1}{\text{min}}$

2.7 Letörés 2x15°– d) felület

Alkalmazott szerszám: Hajlított esztergakés DIN 4972 ISO 2 R 20x20 P30

A részletes számításokat az 64. sz. melléklet tartalmazza.

A kiszámított adatok összegzését az 5-45. táblázat tartalmazza:

5-45. táblázat Kiszámított adatok

Fogásmélység	$a = 2 \text{ mm}$
Fogások száma	$i = 1$
Előtolás	$f = 0,1 \frac{\text{mm}}{\text{ford}} (\text{kézi})$
Forgácsolósebesség	$v_c = 62,83 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
Beállítandó fordulatszám	$n_{\text{gépi}} = 250 \frac{1}{\text{min}}$

2.8 Beszúrási DIN 509 - F 0,6x0,3 - e) felület

Alkalmazott szerszám: Sarok esztergakés DIN 4978 ISO 3 R 20x20 P30

A részletes számításokat az 65. sz. melléklet tartalmazza.

A kiszámított adatok összegzését az 5-46. táblázat tartalmazza:

5-46. táblázat Kiszámított adatok

Fogásmélység	$a = 0,3 \text{ mm}$
Fogások száma	$i = 1$
Előtolás	$f = 0,1 \frac{\text{mm}}{\text{ford}} (\text{kézi})$
Forgácsolósebesség	$v_c = 62,83 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
Beállítandó fordulatszám	$n_{\text{gépi}} = 250 \frac{1}{\text{min}}$

3. MEO

5.3.3. Fúráshoz szükséges forgácsolási adatok meghatározása

4. Művelet: Fúrás

Az fúrás műveleti utasítás lapja a 94. sz. mellékletben található.

A szerszámgép kiválasztása: OF-3 oszlopos fűrógép. A kiválasztott OF-3 oszlopos fűrógép adatait az 5-47. táblázat tartalmazza.

(A szerszámgép adatai a 66. sz. mellékletben található táblázat segítségével határozhatók meg)

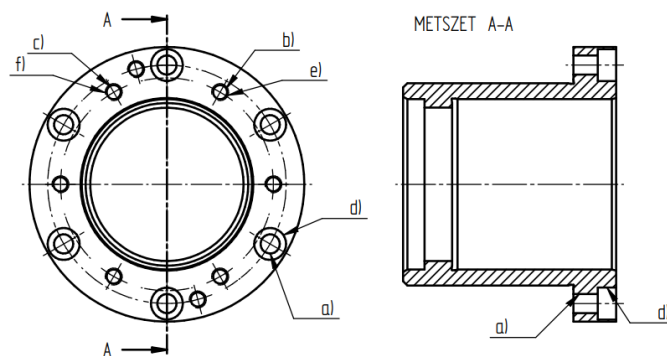
Befogás módja: fűrőkészülékbe

5-47. táblázat Az OF-3 oszlopos fűrógép adatai

Fokozati tényező	$\varphi = 1,4$
Fordulatszám határok	37,5-1900 1/min
Előtolás határok	0,075-1,9 mm/min
Fűrómotor teljesítménye	5,6 kW
Fűrómotor fordulatszáma	1440 1/min

A fűrés műveletelemeinek meghatározása

A fűrés műveletelemeit az 5-48. táblázat tartalmazza. A megmunkálandó felületek az 5-19. ábrán láthatók.



5-19. ábra A fűrés. felületei

5-48. táblázat Fűrés műveletelemei

Sorszám	Művelet	Felület
4.1.	Fűrés Ø9 x 20 mm (6x)	a)
4.2.	Fűrés Ø6,7 x 16 mm (6x)	b)
4.3.	Fűrés Ø6,7 x 20 mm (2x)	c)
4.4.	Fűrészüllesztés Ø15 x 8,6 mm (6x)	d)
4.5.	Menetfűrés M8 x 13 mm (6x)	e)
4.6.	Menetfűrés M8 x 20 mm (2x)	f)

4.1 Fúrás Ø9 x 20 mm (6x) – a) felület

Alkalmazott szerszám: Csigafúró Ø9 h8 HS18 0 1 MSZ3985

A részletes számításokat a 72. sz. melléklet tartalmazza.

A kiszámított adatok összegzését az 5-49. táblázat tartalmazza:

5-49. táblázat Kiszámított adatok

Előtolás	$f = 0,16 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$
Forgácsolósebesség	$v_c = 7,07 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
Beállítandó fordulatszám	$n_{\text{gépi}} = 250 \frac{1}{\text{min}}$
Fúró nyomatékigénye	$M = 2,43 \text{ Nm}$
Fúráshoz szükséges teljesítmény	$P_c = 0,06 \text{ kW}$
Hajtáshoz szükséges teljesítmény	$P_h = 0,075 \text{ kW}$

4.2 Fúrás Ø6,7 x 16 mm (6x) – b) felület

A furatba a későbbiekben menet készül. A menet mérete: M8

A magfurat átmérője: $D = 6,7 \text{ mm}$ (68. sz. melléklet táblázata alapján)

Alkalmazott szerszám: Csigafúró Ø6,7 h8 HS18 0 1 MSZ3985

A részletes számításokat a 73. sz. melléklet tartalmazza.

A kiszámított adatok összegzését az 5-50. táblázat tartalmazza:

5-50. táblázat Kiszámított adatok

Előtolás	$f = 0,16 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$
Forgácsolósebesség	$v_c = 7,47 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
Beállítandó fordulatszám	$n_{\text{gépi}} = 355 \frac{1}{\text{min}}$
Fúró nyomatékigénye	$M = 1,35 \text{ Nm}$
Fúráshoz szükséges teljesítmény	$P_c = 0,05 \text{ kW}$
Hajtáshoz szükséges teljesítmény	$P_h = 0,06 \text{ kW}$

4.3 Fúrás Ø6,7 x 20 mm (2x) – c) felület

A furatba a későbbiekben menet készül. A menet mérete: M8

A magfurat átmérője: $D = 6,7 \text{ mm}$ (68. sz. melléklet táblázata alapján)

Alkalmazott szerszám: Csigaűró Ø6,7 h8 HS18 0 1 MSZ3985

A kiszámított adatok megegyeznek a „4.2 Fúrás Ø6,7 x 16 mm (6x) – b) felület” adataival.

A részletes számításokat a 74. sz. melléklet tartalmazza.

A kiszámított adatok összegzését az 5-51. táblázat tartalmazza:

5-51. táblázat Kiszámított adatok

Előtolás	$f = 0,16 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$
Forgácsolósebesség	$v_c = 7,47 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
Beállítandó fordulatszám	$n_{\text{gépi}} = 355 \frac{1}{\text{min}}$
Fúró nyomatékigénye	$M = 1,35 \text{ Nm}$
Fúráshoz szükséges teljesítmény	$P_c = 0,05 \text{ kW}$
Hajtáshoz szükséges teljesítmény	$P_h = 0,06 \text{ kW}$

4.4 Furatsüllyesztés Ø15 x 8,6 mm (6x) – d) felület

Alkalmazott szerszám: Csapos süllyesztő DIN 373 Z3 HSS 180° D15 x d9

A részletes számításokat a 75. sz. melléklet tartalmazza.

A kiszámított adatok összegzését az 5-52. táblázat tartalmazza:

5-52. táblázat Kiszámított adatok

Előtolás	$f = 0,4 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$
Forgácsolósebesség	$v_c = 8,48 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
Beállítandó fordulatszám	$n_{\text{gépi}} = 180 \frac{1}{\text{min}}$
Fúró nyomatékigénye	$M = 16,88 \text{ Nm}$
Fúráshoz szükséges teljesítmény	$P_c = 0,3 \text{ kW}$
Hajtáshoz szükséges teljesítmény	$P_h = 0,38 \text{ kW}$

4.5 Menetfúrás M8 x 13 mm (6x) – e) felület

Alkalmazott szerszám: Gépi menetfúró M8 DIN 371 B HSSE-TiCN terelőéles

A szerszámbefogás módja: fúrótokmányba

Menet hossza a furatban: 13 mm

Menetemelkedés: $P = 1,25 \text{ mm}$ (70. sz. melléklet táblázata alapján)

Az előtolás értéke: $f = 1,25 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

Az alkalmazott forgácsolósebesség meghatározása: $v_c = 4 \frac{\text{m}}{\text{min}}$

(A 71. sz. melléklet táblázata alapján)

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 4}{8 \cdot \pi} = 159,2 \frac{1}{\text{min}}$$

- Névleges átmérő: $D = 8 \text{ mm}$

A gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám a szerszámgép fokozati

tényezője alapján: $n_{\text{gépi}} = 180 \frac{1}{\text{min}}$

(67. sz. melléklet táblázatából választva)

A megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{\text{gépi}}}{1000} = \frac{8 \cdot \pi \cdot 180}{1000} = 4,52 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A kiszámított adatok összegzését az 5-53. táblázat tartalmazza:

5-53. táblázat Kiszámított adatok

Előtolás	$f = 1,25 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$
Forgácsolósebesség	$v_c = 4,52 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
Beállítandó fordulatszám	$n_{\text{gépi}} = 180 \frac{1}{\text{min}}$

4.6 Menetfúrás M8 x 20 mm (2x) – f) felület

Alkalmazott szerszám: Gépi menetfúró M8 DIN 371 B HSSE-TiCN terelőéles

A kiszámított adatok megegyeznek a „4.5 Menetfúrás M8 x 13 mm (6x) – e) felület” adataival.

A részletes számításokat a 76. sz. melléklet tartalmazza.

A kiszámított adatok összegzését az 5-54. táblázat tartalmazza:

5-54. táblázat Kiszámított adatok

Előtolás	$f = 1,25 \frac{mm}{ford}$
Forgácsolósebesség	$v_c = 4,52 \frac{m}{min}$
Beállítandó fordulatszám	$n_{gépi} = 180 \frac{1}{min}$

5. MEO

6. Művelet: Hőkezelés

Az hőkezelés műveleti utasítás lapja a 95. sz. mellékletben található.

Köszörülés előtt a munkadarabot hőkezelni kell. Hőkezelés módja: nemesítés.

7. MEO

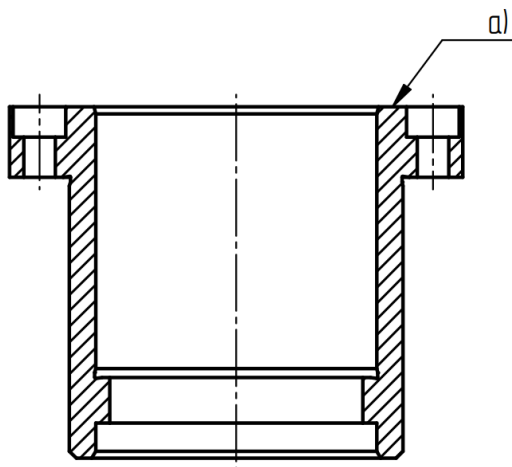
5.3.4. Köszörüléshez szükséges forgácsolási adatok meghatározása

8. Művelet: Köszörülés I.

Az köszörülés I. műveleti utasítás lapja a 96. sz. mellékletben található.

A köszörülés I. műveletelemeinek meghatározása

A köszörülés műveletelemeit az 5-55. táblázat tartalmazza. A megmunkálandó felületek az 5-20. ábrán láthatók.



5-20. ábra A köszörülés I. felülete

5-55. táblázat Köszörülés műveleteleme

Sorszám	Műveletelem	Felület
8.1.	Homlokfelület síkköszörülése	a)

8.1 Homlokfelület síkköszörülése – a) felület

A szerszám gép kiválasztása: KSVM-250 vízszintes tengelyű síkköszörűgép. A kiválasztott KSVM-250 vízszintes tengelyű síkköszörűgép adatait az 5-56. táblázat tartalmazza.

Befogás módja: mágnesasztalra

(A szerszám gép adatai a 77. sz. mellékletben található táblázat segítségével határozhatók meg)

5-56. táblázat KSVM-250 vízszintes tengelyű síkköszörűgép adatai

Köszörülhető hosszúság	800 mm
Köszörülhető szélesség	250 mm
Köszörülhető magasság	350 mm
A köszörűkorong méretei	Ø350 x 40 x Ø203
A köszörűorsó fordulatszáma	1440 f/min
Kézi előtolás egy skálaosztásra	0,01 mm
A köszörűorsó motor teljesítménye	5,6 kW
A köszörűorsó motor fordulatszáma	1440 f/min

Alkalmazott szerszám kiválasztása: (86 és 87. sz. melléklet táblázata alapján)

Sima alakú köszörűkő 350 x 40 x 203 – D x B x d – I. MSZ 4510 KA 50 K 7 Ke

A köszörűkorong fordulatszáma: $n_k = 1440 \frac{1}{min}$

A köszörűkorong átmérője: $D_k = 350 \text{ mm}$

A köszörűkorong szélessége: $B = 40 \text{ mm}$

A munkadarab megmunkálandó hossza: $l = D = 129 \text{ mm}$

A teljes köszörülési ráhagyás a felületen: $Z = 0,45 \text{ mm}$ (30. sz. melléklet táblázata alapján)

Oldalirányú előtolás kettőslöketenként: $f = 0,5 \cdot B = 0,5 \cdot 40 = 20 \text{ mm}$ (78. sz. melléklet táblázata alapján)

Az alkalmazott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_c = \frac{D_k \cdot \pi \cdot n_k}{1000} = \frac{350 \cdot \pi \cdot 1440}{1000} = 1583,36 \frac{m}{min} = 26,389 \frac{m}{s}$$

8.1.1. Nagyolás

Nagyolás esetén a köszörülési ráhagyás $\frac{2}{3}$ részét munkáljuk le.

Nagyoló köszörülési ráhagyás: $Z_n = \frac{2}{3} \cdot Z = \frac{2}{3} \cdot 0,45 = 0,3 \text{ mm}$

Fogásmélység nagyolásnál: $a = 0,05 \text{ mm}$ (78. sz. melléklet táblázata alapján)

Az asztal sebessége nagyolásnál: $v_w = 0,09 \frac{m}{s}$ (78. sz. melléklet táblázata alapján)

A forgácskeresztmetszet nagysága: $A_f = a \cdot f = 0,05 \cdot 20 = 1 \text{ mm}^2 = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$

Az időegység alatt leválasztott forgácsköbtartalom:

$$V_t = A_f \cdot v_w = 1 \cdot 10^{-6} \cdot 0,09 = 9 \cdot 10^{-8} \frac{m^3}{s}$$

A keletkező forgácsoló erő nagysága:

$$F_c = k_c \cdot \frac{V_t}{v_c} = 45000 \cdot 10^6 \cdot \frac{9 \cdot 10^{-8}}{26,389} = 153,47 \text{ N}$$

- A fajlagos forgácsolóerő nagyolásnál: $k_c = 45000 \frac{N}{mm^2} = 45000 \cdot 10^6 \frac{N}{m^2}$
(79. sz. melléklet alapján)

A köszörülés teljesítményigénye:

$$P_c = k_c \cdot V_t = 45000 \cdot 10^6 \cdot 9 \cdot 10^{-8} = 4050 \text{ W} = 4,05 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása: $P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{4,05}{0,8} = 5,06 \text{ kW}$

- Ahol $\eta = 0,8$ a szerszámgép hatásfoka.

A választott KSVM-250 vízszintes tengelyű síkköszörűgépbe beépített 5,6 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

A nagyoló fogások számának meghatározása: $i_n = \frac{Z_n}{a} = \frac{0,3}{0,05} = 6$

A nagyolásnál kiszámított adatok összegzését az 5-57. táblázat tartalmazza:

5-57. táblázat Kiszámított adatok

Fogásmélység	$a = 0,05 \text{ mm}$
Nagyoló fogások száma	$i = 6$
Oldalirányú előtolás kettőslöketenként	$f = 20 \text{ mm}$
Forgácsoló erő	$F_c = 153,47 \text{ N}$
Forgácsolósebesség	$v_c = 26,389 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
Asztal sebessége nagyolásnál	$v_w = 0,09 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
A köszörülés teljesítményigénye	$P_c = 4,05 \text{ kW}$
Hajtáshoz szükséges teljesítmény	$P_h = 5,06 \text{ kW}$

8.1.2. Simítás

Simítás esetén a köszörülési ráhagyás $\frac{1}{3}$ részét munkáljuk le.

Simító köszörülési ráhagyás: $Z_s = \frac{1}{3} \cdot Z = \frac{1}{3} \cdot 0,45 = 0,15 \text{ mm}$

Fogásmélység simításnál: $a = 0,01 \text{ mm}$ (78. sz. melléklet táblázata alapján)

Az asztal sebessége simításnál: $v_w = 0,09 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ (78. sz. melléklet táblázata alapján)

A forgácskeresztmetszet nagysága: $A_f = a \cdot f = 0,01 \cdot 20 = 0,2 \text{ mm}^2 = 2 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2$

Az időegység alatt leválasztott forgácsköbtartalom:

$$V_t = A_f \cdot v_w = 2 \cdot 10^{-7} \cdot 0,09 = 1,8 \cdot 10^{-8} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

A keletkező forgácsoló erő nagysága:

$$F_c = k_c \cdot \frac{V_t}{v_c} = 90000 \cdot 10^6 \cdot \frac{1,8 \cdot 10^{-8}}{26,389} = 61,39 \text{ N}$$

- A fajlagos forgácsolóerő simításnál: $k_c = 90000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 90000 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$
(79. sz. melléklet alapján)

A köszörülés teljesítményigénye:

$$P_c = k_c \cdot V_t = 90000 \cdot 10^6 \cdot 1,8 \cdot 10^{-8} = 1620 \text{ W} = 1,62 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása: $P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{1,62}{0,8} = 2,03 \text{ kW}$

- Ahol $\eta = 0,8$ a szerszám gép hatásfoka.

A választott KSVM-250 vízszintes tengelyű síkköszörűgépbe beépített 5,6 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

A simító fogások számának meghatározása: $i_s = \frac{Z_s}{a} = \frac{0,15}{0,01} = 15$

A kiszikráztató fogások száma: $i_x = 10$

A simításnál kiszámított adatok összegzését az 5-58. táblázat tartalmazza:

5-58. táblázat Kiszámított adatok

Fogásmélység	$a = 0,01 \text{ mm}$
Simító fogások száma	$i_s = 15$
Kiszikráztató fogások száma	$i_x = 10$
Oldalirányú előtolás kettőslöketenként	$f = 20 \text{ mm}$
Forgácsoló erő	$F_c = 61,39 \text{ N}$
Forgácsolósebesség	$v_c = 26,389 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
Asztal sebessége simításnál	$v_w = 0,09 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
A köszörülés teljesítményigénye	$P_c = 1,62 \text{ kW}$
Hajtáshoz szükséges teljesítmény	$P_h = 2,03 \text{ kW}$

9. Művelet: Köszörülés II.

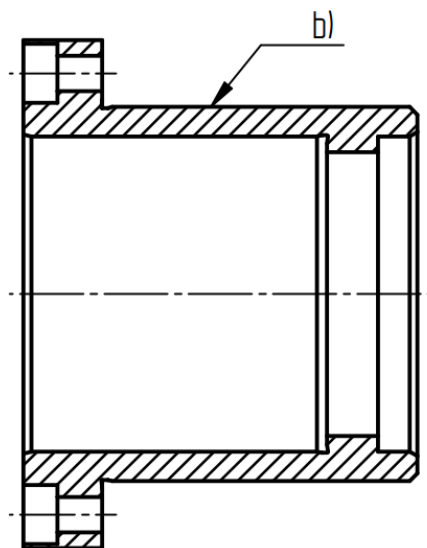
Az köszörülés II. műveleti utasítás lapja a 97. sz. mellékletben található.

A köszörülés II. műveletelemeinek meghatározása

A köszörülés műveletelemeit az 5-59. táblázat tartalmazza. A megmunkálandó felületek az 5-21. ábrán láthatók.

5-59. táblázat Köszörülés műveleteleme

Sorszám	Művelet	Felület
9.1.	Palástköszörülés Ø95 h6 x 80 mm	b)



5-21. ábra A köszörülés II. felülete

9.1 Palástköszörülés Ø95 h6 x 80 mm – b) felület

A szerszámgép kiválasztása: KU-250 egytetemes körköszörűgép. A kiválasztott KU-250 egytetemes körköszörűgép adatait az 5-60. táblázat tartalmazza.

Befogás módja: tokmányba

(A szerszámgép adatai a 80. sz. mellékletben található táblázat segítségével határozhatók meg)

5-60. táblázat KU-250 egytetemes körköszörűgép adatai

Köszörülhető legnagyobb átmérő	250 mm
Köszörülhető lyukátmérő	15-220 mm
A köszörűkorong méretei	Ø350 x 63 x Ø127
A köszörűkorong fordulata	1850 f/min
Tárgyforgató orsó fordulata fokozat nélkül	80-500 f/min
A hajtómotor teljesítménye	2,2 kW
A hajtómotor fordulatszáma	1440 f/min
A furatköszörű fordulatszáma	2880 f/min
A tárgyforgató motor teljesítménye	0,8/0,6 kW

Alkalmazott szerszám kiválasztása: (86 és 88. sz melléklet táblázata alapján)

Sima alakú köszörűkő 350 x 63 x 127 – D x B x d – I. MSZ 4510 KB 32 M 6 Ke

A köszörűkorong fordulatszáma: $n_k = 1850 \frac{1}{min}$

A köszörűkorong átmérője: $D_k = 350 \text{ mm}$

A köszörűkorong szélessége: $B = 63 \text{ mm}$

A kiinduló átmérő: $D_1 = 95,6 \text{ mm}$

Az elkészíteni kívánt méret: Ø95 h6, tehát a palást mérete: $D = 95_{-0,022}^{+0}$

A palást felső határmérete: $FH = 95,0 \text{ mm}$

A palást alsó határmérete: $AH = 94,978 \text{ mm}$

A palástot készítsük a közép méretre. $D_2 = \frac{FH+AH}{2} = \frac{95,0+94,978}{2} = 94,989 \text{ mm}$

A teljes köszörülési ráhagyás a felületen:

$$Z = \frac{D_1 - D_2}{2} = \frac{95,6 - 94,989}{2} = 0,3055 \text{ mm} \approx 0,305 \text{ mm}$$

Ha kerekített köszörülési ráhagyás alapján 0,305 mm-t munkálunk le akkor a megmunkált átmérő mérete: $D = 95,6 - (2 \cdot 0,305) = 94,99 \text{ mm}$

9.1.1. Nagyolás

Nagyolás esetén a köszörülési ráhagyás $\frac{2}{3}$ részét munkáljuk le.

Nagyoló köszörülési ráhagyás: $Z_n = \frac{2}{3} \cdot Z = \frac{2}{3} \cdot 0,305 = 0,203 \text{ mm} \approx 0,2 \text{ mm}$

Az előtolás meghatározása: $f = 0,3 \cdot B = 0,3 \cdot 63 = 18,9 \text{ mm} \approx 20 \text{ mm}$ (78. sz. melléklet táblázata alapján)

Az előtolás és a kőszélesség hányadosa: $\frac{f}{B} = \frac{20}{63} = 0,32$

Fogásmélység nagyolásnál: $a = 0,02 \text{ mm}$ (78. sz. melléklet táblázata alapján)

A munkadarab kerületi sebességének meghatározása:

$$v_w = v_{t0} \cdot k_d \cdot k_f \cdot k_a \left[\frac{m}{min} \right]$$

A v_w kerületi sebesség meghatározásához szükséges adatokat az 5-61. táblázat tartalmazza.

5-61. táblázat A forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatok

A munkadarab kerületi sebességének alapértéke	$v_{t0} = 15 \frac{m}{min}$
A korongátmérőtől függő tényező	$k_d = 0,8$
Az előtolás/köszélesség hányadosától függő tényező	$k_f = 0,6$
A forgásmélységtől függő tényező	$k_a = 0,55$

Az adatok meghatározása a 81. – 84. sz. melléklet alapján.

Behelyettesítve:

$$v_w = 15 \cdot 0,8 \cdot 0,6 \cdot 0,55 = 3,96 \frac{m}{min} = 0,066 \frac{m}{s}$$

A forgácskeresztmetszet nagysága: $A_f = a \cdot f = 0,02 \cdot 20 = 0,4 \text{ mm}^2 = 4 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2$

Az időegység alatt leválasztott forgácsköbtartalom:

$$V_t = A_f \cdot v_w = 4 \cdot 10^{-7} \cdot 0,066 = 2,64 \cdot 10^{-8} \frac{m^3}{s}$$

A köszörülés teljesítményigénye:

$$P_c = k_c \cdot V_t = 40000 \cdot 10^6 \cdot 2,64 \cdot 10^{-8} = 1056 \text{ W} = 1,056 \text{ kW}$$

- A fajlagos forgácsolóerő nagyolásnál: $k_c = 40000 \frac{N}{mm^2} = 40000 \cdot 10^6 \frac{N}{m^2}$
(79. sz. melléklet alapján)

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása: $P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{1,056}{0,8} = 1,32 \text{ kW}$

- Ahol $\eta = 0,8$ a szerszám gép hatásfoka.

A választott KU-250 egyetemes körköszörűgépbe beépített 2,2 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

A munkadarab fordulatszáma: $n_w = \frac{10^3 \cdot 60 \cdot v_w}{D \cdot \pi} = \frac{10^3 \cdot 60 \cdot 0,066}{95 \cdot \pi} = 13,27 \frac{1}{min}$

- Ahol D a munkadarab megmunkált átmérője: $D = 95 \text{ mm}$

A köszörűkorong kerületi sebessége:

$$v_k = D_k \cdot \pi \cdot n_k = 350 \cdot 10^{-3} \cdot \pi \cdot 1850 = 2034,18 \frac{m}{min}$$

A kerületi erő nagysága: $F_{ker} = \frac{P_c}{v_k} = \frac{1056 \cdot 60}{2034,18} = 31,15 \text{ N}$

A keletkező forgácsoló erő nagysága:

$$F_c = k_c \cdot f \cdot a \cdot \frac{n_w}{n_k} = 40000 \cdot 20 \cdot 0,02 \cdot \frac{13,27}{1850} = 114,77 \text{ N}$$

A nagyoló fogások számának meghatározása: $i_n = \frac{Z_n}{a} = \frac{0,2}{0,02} = 10$

A nagyolásnál kiszámított adatok összegzését az 5-62. táblázat tartalmazza:

5-62. táblázat Kiszámított adatok

Fogásmélység	$a = 0,02 \text{ mm}$
Nagyoló fogások száma	$i_n = 10$
Előtolás	$f = 20 \text{ mm}$
Forgácsoló erő	$F_c = 114,77 \text{ N}$
Köszörűkorong kerületi sebessége	$v_k = 2034,18 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
Munkadarab kerületi sebessége	$v_w = 3,96 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
Munkadarab fordulatszáma	$n_w = 13,27 \frac{1}{\text{min}}$
A köszörülés teljesítményigénye	$P_c = 1,056 \text{ kW}$
Hajtáshoz szükséges teljesítmény	$P_h = 1,32 \text{ kW}$

9.1.2. Simítás

Simítás esetén a köszörülési ráhagyás $\frac{1}{3}$ részét munkáljuk le.

Simító köszörülési ráhagyás: $Z_s = \frac{1}{3} \cdot Z = \frac{1}{3} \cdot 0,305 = 0,102 \text{ mm} \approx 0,105 \text{ mm}$

($Z_s = Z - Z_n = 0,305 - 0,2 = 0,105 \text{ mm}$)

Az előtolás meghatározása: $f = 0,2 \cdot B = 0,2 \cdot 63 = 12,6 \text{ mm} \approx 13 \text{ mm}$ (78. sz. melléklet táblázata alapján)

Fogásmélység simításnál: $a = 0,005 \text{ mm}$ (78. sz. melléklet táblázata alapján)

A munkadarab kerületi sebességének meghatározása: (78. sz. melléklet táblázata alapján)

$$v_w = 0,25 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 15 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A forgácskeresztmetszet nagysága: $A_f = a \cdot f = 0,005 \cdot 13 = 0,065 \text{ mm}^2 = 6,5 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2$

Az időegység alatt leválasztott forgácsköbtartalom:

$$V_t = A_f \cdot v_w = 6,5 \cdot 10^{-8} \cdot 0,25 = 1,63 \cdot 10^{-8} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

A köszörülés teljesítményigénye:

$$P_c = k_c \cdot V_t = 90000 \cdot 10^6 \cdot 1,63 \cdot 10^{-8} = 1467 \text{ W} = 1,467 \text{ kW}$$

- A fajlagos forgácsolóerő simításnál: $k_c = 90000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 90000 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$
(79. sz. melléklet alapján)

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása: $P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{1,467}{0,8} = 1,83 \text{ kW}$

- Ahol $\eta = 0,8$ a szerszám gép hatásfoka.

A választott KU-250 egyetemes körköszörűgépbe beépített 2,2 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

A munkadarab fordulatszáma: $n_w = \frac{10^3 \cdot 60 \cdot v_w}{D \cdot \pi} = \frac{10^3 \cdot 60 \cdot 0,25}{95 \cdot \pi} = 50,26 \frac{1}{\text{min}}$

- Ahol D a munkadarab megmunkált átmérője: $D = 95 \text{ mm}$

A köszörűkorong kerületi sebessége:

$$v_k = D_k \cdot \pi \cdot n_k = 350 \cdot 10^{-3} \cdot \pi \cdot 1850 = 2034,18 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A kerületi erő nagysága: $F_{ker} = \frac{P_c}{v_k} = \frac{1467 \cdot 60}{2034,18} = 43,27 \text{ N}$

A keletkező forgácsoló erő nagysága:

$$F_c = k_c \cdot f \cdot a \cdot \frac{n_w}{n_k} = 90000 \cdot 13 \cdot 0,005 \cdot \frac{50,26}{1850} = 158,93 \text{ N}$$

A simító fogások számának meghatározása: $i_s = \frac{Z_s}{a} = \frac{0,105}{0,005} = 21$

A kiszikráztató fogások száma: $i_x = 10$

A simításnál kiszámított adatok összegzését az 5-63. táblázat tartalmazza:

5-63. táblázat Kiszámított adatok

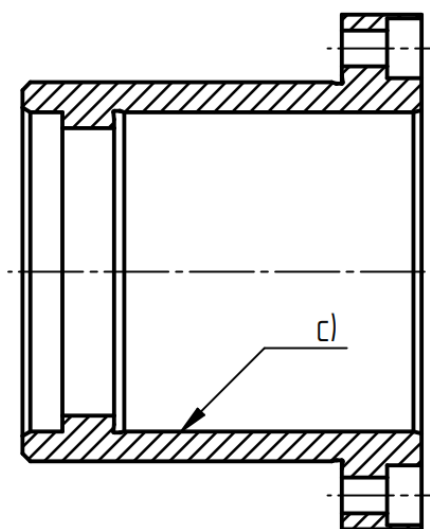
Fogásmélység	$a = 0,005 \text{ mm}$
Simító fogások	$i_s = 21$
Kiszikráztató fogások száma	$i_x = 10$
Előtolás	$f = 13 \text{ mm}$
Forgácsoló erő	$F_c = 158,93 \text{ N}$
Köszörűkorong kerületi sebessége	$v_k = 2034,18 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
Munkadarab kerületi sebessége	$v_w = 15 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
Munkadarab fordulatszáma	$n_w = 50,26 \frac{1}{\text{min}}$
A köszörülés teljesítményigénye	$P_c = 1,467 \text{ kW}$
Hajtáshoz szükséges teljesítmény	$P_h = 1,83 \text{ kW}$

10. Művelet: Köszörülés III.

Az köszörülés III. műveleti utasítás lapja a 98. sz. mellékletben található.

A köszörülés III. műveletelemeinek meghatározása

A köszörülés műveletelemeit az 5-64. táblázat tartalmazza. A megmunkálandó felületek az 5-22. ábrán láthatók.



5-22. ábra A köszörülés III. felülete

5-64. táblázat Kőszörülés műveleteleme

Sorszám	Művelet	Felület
10.1.	Furatkőszörülés Ø80 H6 x 77±0,1 mm	c)

10.1 Furatkőszörülés Ø80 H6 x 77±0,1 mm - c) felület

A szerszámgép kiválasztása: KU-250 egyetemes körkőszörűgép. A kiválasztott KU-250 egyetemes körkőszörűgép adatait az 5-51. táblázat tartalmazza.

Befogás módja: tokmányba

A kőszörűszerszám d átmérőjének meghatározása $D = 80 \text{ mm}$ átmérőjű furat kőszörülése esetén: (85. sz. melléklet táblázata alapján)

$$\frac{d}{D} = 0,8 \rightarrow d = 0,8 \cdot D = 0,8 \cdot 80 = 64 \text{ mm}$$

Alkalmazott szerszám kiválasztása: (86 és 89. sz. melléklet táblázata alapján)

Kereskedelmi forgalomban kapható furatkőszörű korong mérete: Ø50 x 40 x Ø16

Egyoldalt mélyített furatkőszörű korong 50 x 40 x 16 – DxBxd – V. MSZ 4517 KB 50 L 6 Ke

A kőszörűkorong fordulatszáma: $n_k = 2880 \frac{1}{\text{min}}$

A kőszörűkorong átmérője: $D_k = 50 \text{ mm}$

A kőszörűkorong szélessége: $B = 40 \text{ mm}$

A kiinduló átmérő: $D_1 = 79,6 \text{ mm}$

Az elkészíteni kívánt méret: Ø80 H6, tehát a furat mérete: $D = 80^{+0,019}_{-0}$

A furat felső határmérete: $FH = 80,019 \text{ mm}$

A furat alsó határmérete: $AH = 80,0 \text{ mm}$

A furatot készítsük a közép méretre. $D_2 = \frac{FH+AH}{2} = \frac{80,019+80}{2} = 80,0095 \text{ mm} \approx 80,01 \text{ mm}$

A teljes kőszörülési ráhagyás a felületen:

$$Z = \frac{D_2 - D_1}{2} = \frac{80,01 - 79,6}{2} = 0,205 \text{ mm}$$

A megmunkált átmérő mérete: $D = 79,6 + (2 \cdot 0,205) = 80,01 \text{ mm}$

A további részletes számításokat az 90. sz. melléklet tartalmazza.

10.1.1. Nagyolás

A nagyolásnál kiszámított adatok összegzését az 5-65. táblázat tartalmazza:

5-65. táblázat Kiszámított adatok

Fogásmélység	$a = 0,005 \text{ mm}$
Nagyoló fogások száma	$i_n = 30$
Előtolás	$f = 16 \text{ mm}$
Forgácsoló erő	$F_c = 65,04 \text{ N}$
Köszörűkorong kerületi sebessége	$v_k = 452,39 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
Munkadarab kerületi sebessége	$v_w = 7,3568 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
Munkadarab fordulatszáma	$n_w = 29,27 \frac{1}{\text{min}}$
A köszörülés teljesítményigénye	$P_c = 0,78 \text{ kW}$
Hajtáshoz szükséges teljesítmény	$P_h = 0,975 \text{ kW}$

10.1.2. Simítás

A simításnál kiszámított adatok összegzését az 5-66. táblázat tartalmazza:

5-66. táblázat Kiszámított adatok

Fogásmélység	$a = 0,001 \text{ mm}$
Simító fogások	$i_s = 55$
Kiszikráztató fogások száma	$i_x = 10$
Előtolás	$f = 8 \text{ mm}$
Forgácsoló erő	$F_c = 20,89 \text{ N}$
Köszörűkorong kerületi sebessége	$v_k = 452,39 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
Munkadarab kerületi sebessége	$v_w = 21 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
Munkadarab fordulatszáma	$n_w = 83,56 \frac{1}{\text{min}}$
A köszörülés teljesítményigénye	$P_c = 0,252 \text{ kW}$
Hajtáshoz szükséges teljesítmény	$P_h = 0,315 \text{ kW}$

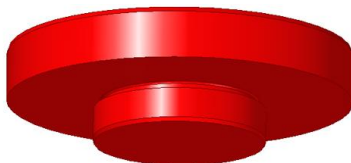
11. Végellenőrzés

5.4. Fúrókészülék tervezése

A fúrókészülék feladata a munkadarab helyzetmeghatározása, rögzítése valamint a szerszám megvezetése. A fúrókészülék egyben munkadarab-befogó és szerszámvezető készülék is. A fúrókészülék növeli a megmunkálás pontosságát, valamint csökkenti a megmunkálás idejét a munkadarab befogásának és a szerszám megvezetésének megkönnyítése révén. A csapágyperselyen elkészítendő furatok osztókörátmérőjének tűrése $\pm 0,2$ mm. A fúrókészüléknek lehetővé kell tennie a tűrésmezőn belüli megmunkálást.

5.4.1. Munkadarab központosítása

A csapágypersely forgásszimmetrikus hengeres test, ezért a készülékben központosításra van szükség. A csapágyperselyt megvizsgálva látható, hogy kevés olyan felület található rajta, mely méret pontos központosítást biztosítana. A csapágypersely már elkészült és tűréssel rendelkező $\varnothing 80$ H8 x 10 mm-es furata azonban alkalmas a munkadarab központosítására központosító tárcsa segítségével. A központosító tárcsa 3D-s modellje az 5-23. ábrán látható. A központosító tárcsa műhelyrajza a 99. sz. mellékletben található.



5-23. ábra Központosító tárcsa

Ahhoz, hogy a méretszórás miatt minden munkadarab felhelyezhető legyen a központosító tárcsára, a tárcsa átmérőjét a furat méretének alsó határméretére kell készíteni.

A furat tűrése $\varnothing 80$ H8, tehát a furat mérete: $D = 80^{+0,046}_{-0}$

A furat felső határmérete: $FH = 80,046$ mm

A furat alsó határmérete: $AH = 80,00$ mm

Ezek alapján a központosító tárcsa átmérője nem haladhatja meg a $D = 80$ mm-t.

A központosításhoz laza illesztést használok, így központosító tárcsa mérete legyen: $\varnothing 80$ f7.

Ebben az esetben a központosító tárcsa mérete $D = 80^{-0,030}_{-0,060}$

A tárcsa felső határmérete: $FH = 79,97$ mm

A furat alsó határmérete: $AH = 79,94$ mm

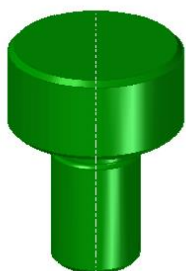
Ha a furat felső határméretre, $D = 80,046 \text{ mm}$ -re készül, a tárcsa pedig alsó $d = 79,94 \text{ mm}$ határméretre, akkor a központosítás tűrése $T = D - d = 80,046 - 79,94 = 0,106 \text{ mm}$.

A központosítás tűrése $0,106 \text{ mm}$, az elkészítendő furatok osztókörátmérőjének tűrése $\pm 0,2 \text{ mm}$, tehát a központosítás a megadott tűrésen belül lesz.

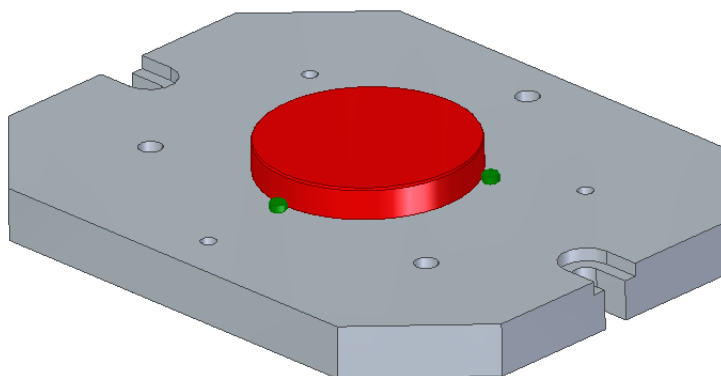
A központosító tárcsa anyaga: 100MnCrW4 - 1.2510.

5.4.2. Munkadarab bázisfelülete

A munkadarab felfekvését az alaplapon három pontos bázis biztosítja csapos ülékek segítségével. A csapos ülékek valamint a központosító tárcsa H7/p6 szoros illesztéssel épülnek be az alaplapba. A felhasznált csapos ülékek kereskedelmi forgalomban kaphatók. A csapos ülék 3D-s modellje az 5-24. ábrán látható. A zöld színnel jelölt csapos ülék valamint a piros színnel jelölt központosító tárcsa az alaplapba szerelve az 5-25. ábrán látható.

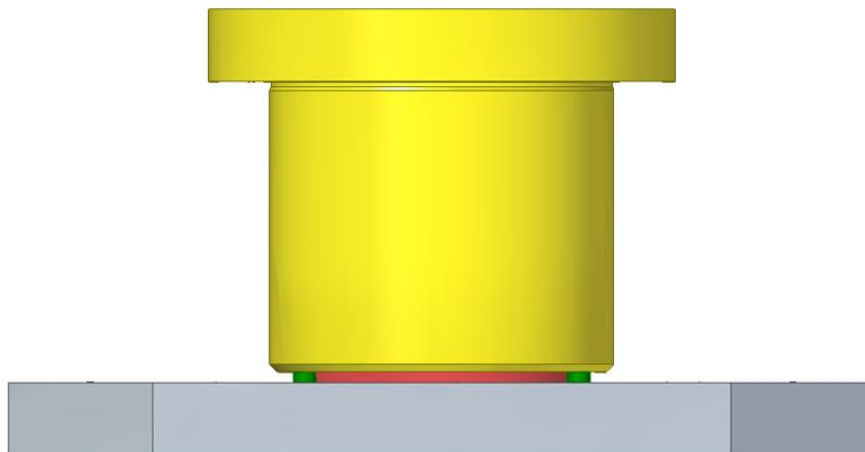


5-24. ábra Csapos ülék



5-25. ábra Csapos ülékek és a központosító tárcsa az alaplapban

A csapágypersely felfekvése a csapos ülékeken az 5-26. ábrán látható.

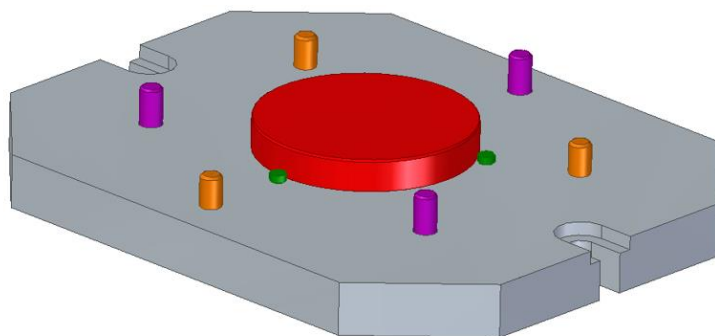


5-26. ábra A csapágypersely felfekvése a csapos ülékeken

5.4.3. A készüléktest felépítése

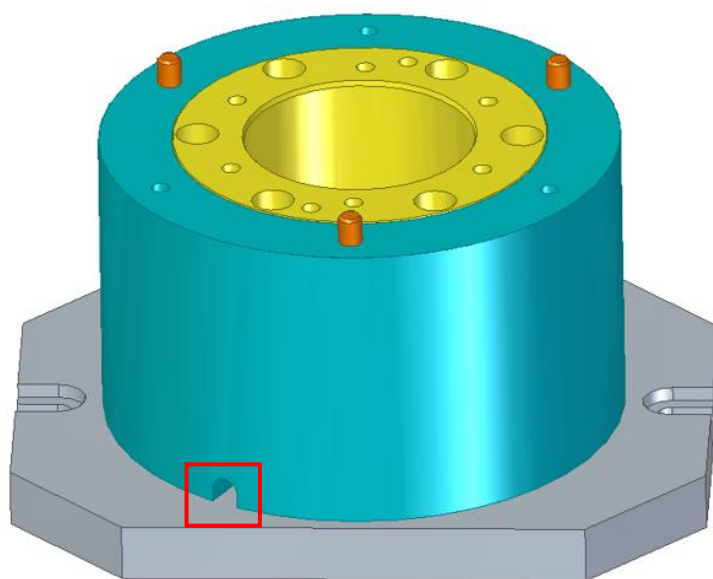
A készüléktest anyaga: S235JR – 1.0037 – szerkezeti acél.

A készüléktest szerelt, így külön elemekből áll. A készüléktest két elemből, egy alaplappból és egy hengeres készüléktestből áll. A készüléktest pozicionálása az alaplapon illesztőcsapok segítségével történik. Az illesztőcsapok az alaplappba szoros H7/p6 illesztéssel kerülnek beszerelésre, a készüléktest pedig átmeneti H7/m6-os illesztéssel kerül rá az illesztőcsapokra. A készüléktest alaplapra való rögzítéséről 3db belsőkulcsnyílású hengeresfejű csavar (DIN 912 M8x25) gondoskodik. Az alaplappba helyezett narancssárga színnel jelölt illesztőcsapok valamint a szereléshez szükséges lila színnel jelölt csavarok az 5-27. ábrán láthatók.



5-27. ábra Az alaplappba illesztett csapok valamint csavarok

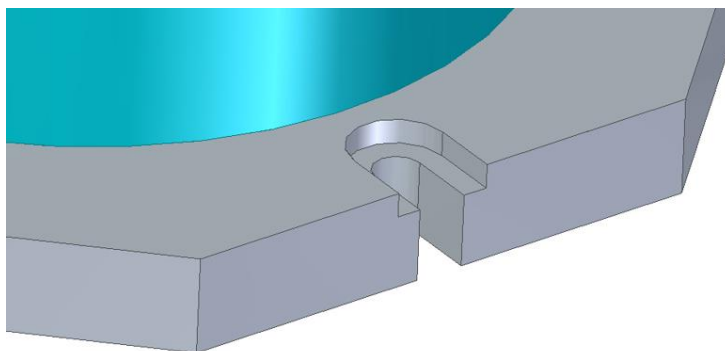
Az illesztőcsapokra kerül felhelyezésre a készüléktest. A fűrőlap pozicionálása szintén 3db illesztőcsap segítségével történik. Ennek szemléltetésére szolgál az 5-28. ábra, melyen már a készülékbe belehelyezett csapágypersely is látható.



5-28. ábra A készüléktest az alaplappra szerelve

Az készüléktest alsó peremén bema­rás található, mely a készüléktestbe bejutó hűtő-kenő folyadék elvezetésére szolgál. A bema­rás az 5-28. ábrán pirossal bekeretezve látható.

A készülék rögzítését a szerszám­gép asztalának T-hornyaiba helyezett kalapácsfejű csavarok és a készüléktesten (alap­lapon) kialakított készülékfülek segítségével lehet megoldani. A készülékfül kialakítása az 5-29. ábrán látható.



5-29. ábra A készülékfül kialakítása

Az alaplap és a készüléktest műhelyrajza a 100. és 101. sz. mellékletben található.

5.4.4. A fúrólap kialakítása

A fúrólap anyaga: S235JR – 1.0037 – szerkezeti acél.

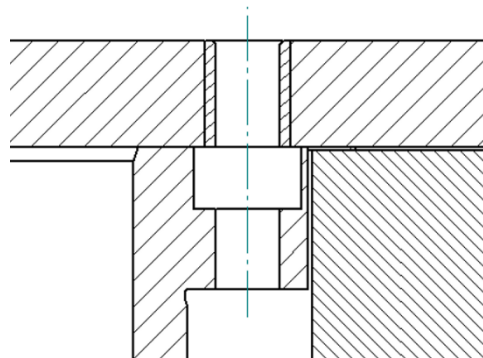
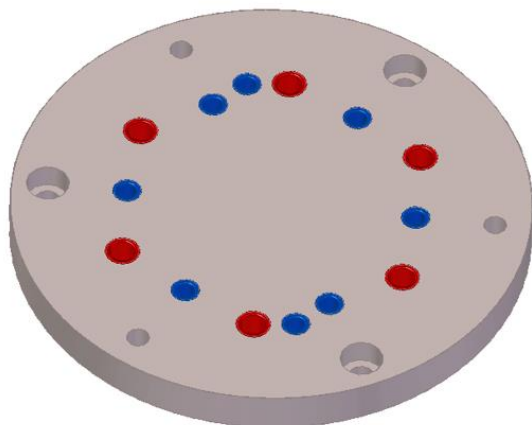
A fúrólap pozícionálására szolgáló illesztőcsap szoros H7/p6 illesztéssel kerül beszerelésre a készüléktestbe. A fúrólap és az illesztőcsap a gyakori illesztés miatt laza H7/g6 illesztéssel kerül kialakításra. Az illesztőcsapok az 5-28. ábrán narancssárga színnel jelölve láthatók.

A szerszám vezetése fúróperselyek segítségével történik, melyek alkalmazása biztosítja a furatok helyzetét és a furattengelyek irányát. A fúróperselyek szintén kereskedelmi forgalomban kapható fúróperselyek, melyek H7/p6 szoros illesztéssel kerülnek beszerelésre a fúrólapba. A fúróperselyek anyaga: 100MnCrW4 - 1.2510.

A fúróperselyek hosszának meghatározásához felhasznált gyakorlati útmutatás, hogy a fúrópersely hossza a fúró átmérőjének 1,5-2-szerese legyen. A fúrni kíván nagyobb átmérő $D = 9 \text{ mm}$.

Az $1,5 \cdot 9 = 13,5 \text{ mm}$ -t, valamint a $2 \cdot 9 = 18 \text{ mm} - t$ átlagolva $15,75 \text{ mm}$ -t kapunk. Ezek alapján a fúrópersely hossza legyen 15 mm , mely meghatározza a fúrólap vastagságát is.

A fűrőlap a fűrőperselyekkel együtt az 5-30. ábrán láthatók. A fűrőperselyek eltérő színe a méretkülönbségekre utal. A fűrőlapba illesztett fűrőpersely és annak illeszkedése a csapágypersely furatához az 5-31. ábrán látható metszeti ábrázolásban.

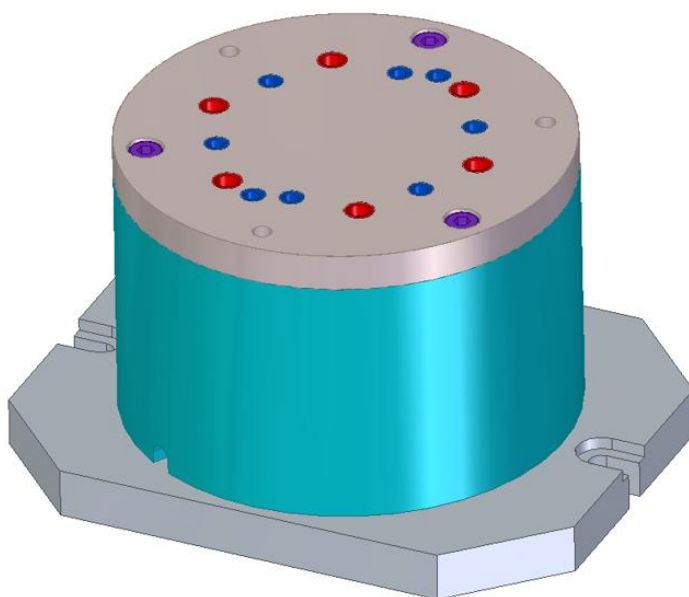


5-31. ábra Fűrőlap metszet részlet

5-30. ábra A fűrőperselyekkel szerelt fűrőlap

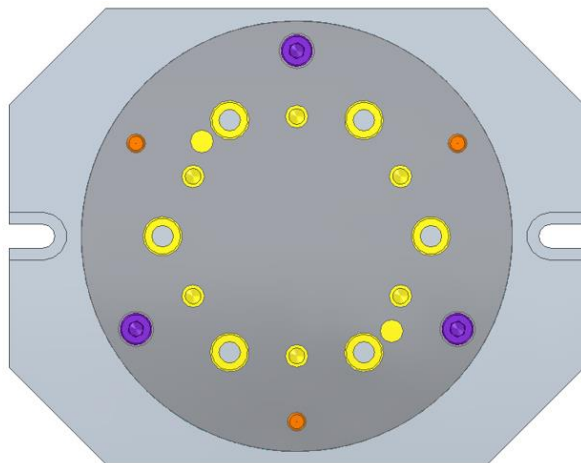
A munkadarab szorításáról a fűrőlap leszorítása gondoskodik, így a szorító erő a felfekvő felületre merőleges lesz. A készüléktest méretezése úgy történik, hogy a csapágypersely a készülékből minimálisan kiemelkedik, így a fűrőlap biztosan a munkadarab homlokfelületére fekszik fel. A fűrőlap rögzítése és leszorítása csavarok segítségével történik. A felhasznált csavarok: 3db belsőkulcsnyílású hengeresfejű csavar DIN 912 M8x20.

A készüléktestre szerelt fűrőlap, így a teljes összeszerelt fűrőkészülék az 5-32. ábrán látható.



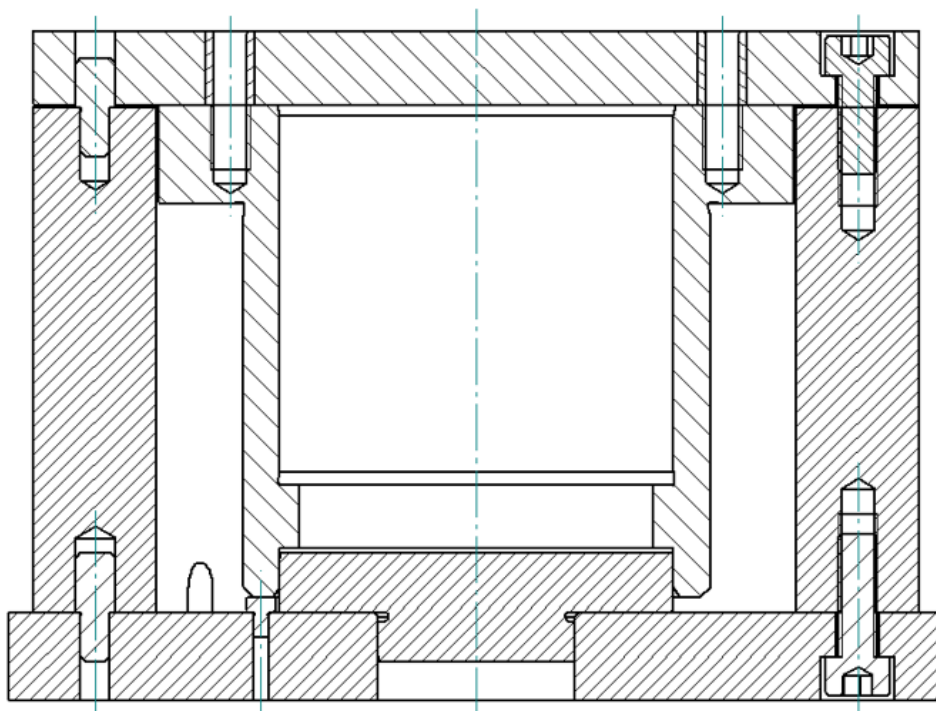
5-32. ábra Az összeszerelt fűrőkészülék

Az Ø6,7 mm és Ø9 mm-es furatok kifúrása valamint az Ø15 mm-es sülyesztett furatok és az M8-as menetek megmunkálása nem lehetséges egy fúrólap segítségével, ezért egy másik fúrólap kialakítása is szükséges, melynek már nem feladata a szerszám vezetése, csupán a munkadarab rögzítése. Ez a módosított fúrólap az 5-33. ábrán látható. A fúrólapok műhelyrajza a 102. és 103. sz. mellékletben található.



5-33. ábra A módosított fúrólap a készüléktestre szerelve

A teljes összeszerelt fúrókészülék a benne elhelyezkedő csapágypersellyel az 5-34. ábrán látható metszeti ábrázolásban. A fúrókészülék összeállítási rajza a 104. sz. mellékletben található.



5-34. ábra Az összeszerelt fúrókészülék metszeti rajza

6. Gazdasági számítás

A gazdasági számítás célja az alkatrész gyártási költségeinek meghatározása, egészen az alapanyagtól a beszerelésre kész alkatrészig.

A legyártandó csapágyperselyek darabszáma: 500 db

A csapágypersely legyártásának költségeit 1 db-ra, valamint 500 db-ra viszonyítva az 6-1. táblázat részletezi.

6-1. táblázat A csapágypersely legyártásának költségei

<u>A csapágypersely gyártási költsége</u>	<u>1 db</u>	<u>500 db</u>
Felhasznált Ck45 anyag ára	6.236,- Ft	3.117.870,- Ft
Felhasznált NK-55NiCrMoV6 anyag ára	834,- Ft	417.104,- Ft
Süllyesztékes kovácsszerszám tervezésének ára	240,- Ft	120.000,- Ft
Süllyesztékes kovácsszerszám legyártásának ára	360,- Ft	180.000,- Ft
Süllyesztékes kovácsolás ára	8.500,- Ft	4.250.000,- Ft
A kovácsdarab befogásához szükséges befogókészülék ára	112,- Ft	56.000,- Ft
Esztergálás költségei	3.375 Ft	1.687.500,- Ft
Fúrás költségei	1.500,- Ft	750.000,- Ft
Köszörülés költségei	5.000,- Ft	2.500.000,- Ft
Fúrókészülék tervezésének költsége	120,- Ft	60.000,- Ft
Fúrókészülék alapanyagának ára	34,- Ft	17.179,- Ft
A készülék megmunkálásának ára	108,- Ft	54.000,- Ft
<u>Összesen</u>	<u>26.419,- Ft</u>	<u>13.209.653,- Ft</u>

1 db csapágypersely gyártásának költsége: 26.419,- Ft + ÁFA

500 db csapágypersely gyártásának költsége: 13.209.653,- Ft + ÁFA

7. Összefoglalás

Szakdolgozatomban tárgyalt problémakör egy csapágyhüvely gyártástechnológiájának tervezése volt. A probléma megvizsgálása után választ kaptam, miért is fontos az említett alkatrész legyártása. A gyártást azonban megelőzte a tervezés. A tervezés során szükséges volt megvizsgálni az alkatrész felhasználásának körülményeit, valamint gyártási módszereinek lehetőségeit. Az alkatrész gyártástechnológiájának tervezése az előgyártmány tervezésével kezdődött. Az előgyártmány kialakításához a süllyesztékes kovácsolási technológiát választottam. A süllyesztékes kovácsolási technológia tervezéséhez első körben szükséges volt a kovácsdarab kialakításának megtervezése. Ezt követte a kovácsszerszám tervezése. A kovácsolt előgyártmány technológiai tervezését a forgácsolási megmunkálások technológiájának tervezése követte. A forgácsolás magában foglalja az esztergálás, fúrás és köszörülés folyamatait. A forgácsolási folyamathoz tartozik az egyes műveletek közti minőségellenőrzés, valamint a köszörülési folyamat előtt végzett hőkezelés. A fúrás műveletének megkönnyítéséhez, a sorozatgyártásban történő pontos, precíz megmunkáláshoz és a mellékidők csökkentéséhez szükséges volt fűrőkészülék tervezésére is. A fűrőkészülék lényeges paramétereinek meghatározása után a gyártáshoz szükséges műszaki rajzokat is elkészítettem, Solid Edge 2020 mérnöki tervezőszoftver segítségével. A technológiák tervezése során felhasználtam a hazai és nemzetközi szakirodalomban fellelhető mérnöki tudásanyagot, mely a munkámat lényegesen elősegítette. A gyártástechnológiák tervezését követően gazdasági számítást végeztem, az alkatrész legyártásának költségeit illetően. Ez meghatározza az alkatrész előállításának, továbbá értékesítésének árát. A csapágypersely gyártásának életútja az értékesítéssel lezárul.

Apró, jelentéktelennek tűnő alkatrész, mégis számos ember életében meghatározó szerepet játszik, még ha észre sem vesszük. A csapágypersely a vasúti mozdony hajtóművének elengedhetetlen tartozéka. A mozdony, pedig a vasúti közlekedés mozgatórugója, legyen szó akár személy-, vagy teherszállításról. A csapágypersely gyártástervezésének megoldásával számos embert érintő problémát sikerült megoldanom.

8. Summary

In my thesis, I focused on designing the manufacturing technology of a bearing bushing. After examining the problem, I gained insight into why manufacturing the mentioned component is important. However, manufacturing was preceded by design. During the design process, it was necessary to examine the conditions of the component's usage as well as the possibilities of manufacturing methods. The design of the component's manufacturing technology started with the design of the preform. For the preform design, I chose the upset forging technology. Designing the upset forging technology involved firstly designing the forged piece, followed by the design of the forging tool. The technological design of the forged preform was followed by the planning of machining operations. Machining includes turning, drilling, and grinding processes. Quality control between individual operations and heat treatment before grinding are part of the machining process. To facilitate the drilling operation, ensure precise machining in mass production, and reduce auxiliary times, it was necessary to design a drilling device. After determining the essential parameters of the drilling device, I also prepared the technical drawings necessary for production using Solid Edge 2020 engineering design software. During the design of the technologies, I utilized engineering knowledge available in domestic and international literature, which significantly facilitated my work. Following the design of the manufacturing technologies, I conducted economic calculations regarding the costs of manufacturing the component. This determines the cost of production and, consequently, the selling price. The lifecycle of bearing bushing manufacturing concludes with sales.

Although seemingly insignificant, the bearing bushing plays a crucial role in the lives of many people, even if we don't notice it. The bearing bushing is an essential component of the locomotive's drive system. The locomotive, in turn, is the driving force of railway transportation, whether it involves passenger or freight transportation. By solving the design of the bearing bushing manufacturing, I managed to solve a problem affecting numerous people.

9. Nyilatkozatok

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Jóna Benjamin
A Hallgató Neptun kódja: CIMIR
A dolgozat címe: Vasúti mozdony sebességváltó ház
csapágyhüvelyének gyártástervezése hagyományos
szerszámgepekre
A megjelenés éve: 2024
A tanszék neve: Anyagtudományi és Gépipari Folyamatok

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

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

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

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

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

Kelt: 2024 év 04 hó 10 nap

Jóna Benjamin
Hallgató aláírása



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

NYILATKOZAT

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

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

Kelt: 2024 év 04 hó 10 nap

Jóna Benjámin
Hallgató

NYILATKOZAT

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

A Záródolgozatot/Szakdolgozatot/Diplomadolgozatot záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom*.

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

Kelt: 2024 év 04 hó 10 nap

Dr. Kónya Károly Attila

Belső konzulens

*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!

KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A Jóna Benjámin (név) (hallgató Neptun azonosítója: CIMIR) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem³

Kelt: 2024 év 04 hó 10 nap

Dr. Kovács Anikó

Belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.

10. Irodalomjegyzék

A. Kári-Horváth , L. Pellényi , L. Szabó és L. Zsidai, Gépgyártástechnológia példatár [18] és segédlet, Gödöllő: Szent István Egyetemi Kiadó, 2006.

A. Kári-Horváth és T. I. Pataki, Szerszámok és készülékek, Gödöllő: Szent István [14] Egyetem Gépészmérnöki Kar, 2017.

A. Kári-Horváth, I. Pálincás és L. Zsidai , Mechanikai Technológiák, Gödöllő: Szent [5] István Egyetem Gépészmérnöki Kar, 2013.

B. Mikó, *Tengely jellegű alkatrész művelet tervezése*, Óbudai Egyetem [21] Anyagtudományi és Gyártástechnológiai Intézet, 2013.

E. G. Hiram, Munkadarab-befogó készülékek Példatár, Budapest: Műszaki [15] könyvkiadó, 1970.

Fémáru- és Szerszámgépgyár , EU-500 és EU-630 Csúcseszterga Gépkönyv, [19] Budapest: Fémáru- és Szerszámgépgyár .

G. D. Bagyinszki , B. Borossay , A. D. Kári-Horváth , T. Kovács-Coskun, A. Mucsi, [8] Á. D. Németh , I. Pálincás , Z. D. Szakál és L. D. Zsidai , *Anyagtechnológiák*, Typotex Kiadó, 2012.

G. Diószegi, Gépszerkezetek példatár, Budapest: Műszaki Könyvkiadó Kft., 1996. [28]

G. Fledrich , A. Kári-Horváth, G. Kakuk és L. Zsidai, Gépgyártástechnológia, Gödöllő: [1] Szent István Egyetemi Kiadó Nonprofit Kft., 2016.

G. Fledrich, A. Kári-Horváth, T. I. Pataki és L. Zsidai, Mechanikai technológiák, [6] Gödöllő: Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar, 2017.

G. Kakuk, A. Kári-Horváth, Z. Szakál és L. Zsidai, Gyártástervezés, Budapest: [9] Nemzeti szakképzési és felnőttképzési intézet, 2008.

-
- G. Rábel, Készülékszerkesztés, Budapest: Műszaki Könyvkiadó, 1968. [25]
- G. Ziaja, *Alakítástechnika*. [3]
- I. Dudás, Gépgyártástechnológia I., Budapest: Műszaki Könyvkiadó Kft., 2011. [29]
- J. Czverencz és A. Váradi, A gépgyártás készülékei I-II, Budapest: Műszaki Könyvkiadó, 1985. [27]
- J. Molnár és S. Szabó, Készüléktervezés, Miskolc: ME Kiadó, 1995. [23]
- K. Bakondi és Á. Kardos, A gépgyártás technológiája I, Budapest: Tankönyvkiadó, 1972. [26]
- L. D. Szabó, *Forgácsolás, hegesztés. Egyetemi jegyzet.*, Miskolci Egyetem, 2000. [11]
- L. Szabó, Süllyesztékes kovácsolás, Miskolc, 1997. [4]
- L. Zsidai , G. Kakuk , A. Kári-Horváth és Z. Szakál, *Forgácsoló eljárások tervezése*, [10] Budapest: Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet , 2008.
- L. Zsidai, A. Kári-Horváth, Z. Szakál és I. Pálincás, *Előgyártmány és képlékeny alakítási tervezési gyakorlat*, Budapest: Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet (NSZFI), 2008. [24]
- M. Ambrusné Alady , J. Árva és S. Nagy P., *Forgácsoló eljárások*, Műszaki Könyvkiadó Kft., 2017. [7]
- M. Horváth és S. Markos, Gépgyártástechnológia, Budapest: Műegyetemi Kiadó, 2001. [30]
- M. S. J. KFT, *M41 sor. dízel-hidraulikus mozdony műszaki leírása a 2303 pályaszámától*, Szolnok: MÁV Szolnoki Járműjavító KFT , 2004. [17]
- M. Stampfer, Gépipari Technológiák II, Pécs: Pollack Kiadó, 2008. [2]
- S. Sipos , B. Palásti-Kovács és R. Horváth, *Forgácsoló technológiák és szerszámai*, [13] Budapest: Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, 2015.

T. Fenyvessy , R. Fuchs, C. Gürtler M. és A. Plósz, Műszaki Táblázatok, Budapest: [20]
TCS Media Kft., 2015.

T. Kalotai , J. Kucher, T. Szele és J. Tihanyi , Szerszámgéptartozékok és készülékek, [22]
Budapest: Műszaki Könyvkiadó, 1969.

W. Bartsch, Esztergálás, Budapest: Műszaki Könyvkiadó, 1975. [12]

[Online]. Available: https://www.mavcsoport.hu/sites/default/files/upload/public-procurement/document/public/341-00-0001_m41_belso_ter_rajz.pdf. [16]
[Hozzáférés dátuma: 06 04 2024].

11. Mellékletek jegyzéke

1. sz. melléklet: M41 sorozatú mozdony elrendezése
2. sz. melléklet: M41 sorozatú mozdony erőátviteli rendszerének vázlata
3. sz. melléklet: A csapágyhüvely beérkezett műszaki rajza
4. sz. melléklet: A csapágypersely műhelyrajza
5. sz. melléklet: Bonyolultsági csoportszámok
6. sz. melléklet: Forgácsolási hozzáadások a DIN 7523 szerint
7. sz. melléklet: Fenékvastagságok a DIN 7523 szerint
8. sz. melléklet: Az oldalferdeségek értékei a DIN 7523 szerint
9. sz. melléklet: Élek lekerekítése a DIN 7523 szerint
10. sz. melléklet: Belső hornyolatok lekerekítése a DIN 7523 szerint
Külső hornyolatok lekerekítése a DIN 7523 szerint
11. sz. melléklet: Élek lekerekítései a kovácsdarabon
12. sz. melléklet: Az F minőségű kovácsdarabok tűrései és megengedett eltérései a DIN 7526 szerint
13. sz. melléklet: Az F minőségű kovácsdarabok tűrései és megengedett eltérései a DIN 7526 szerint
14. sz. melléklet: A megengedett görbeség és a megengedett vetemedés tűrései a DIN 7526 szerint
15. sz. melléklet: A középtávolságok tűrései a DIN 7526 szerint
16. sz. melléklet: Lekerekítések tűrései, valamint a sorjaszakáll megengedett méretei
17. sz. melléklet: A kovácsdarab műhelyrajza
18. sz. melléklet: Kalapácssüllyesztékek sorjacsatornájának méretei
19. sz. melléklet: Süllyesztőtömbök magassági méretei MSZ 5748 szerint
20. sz. melléklet: A fecskefarok és a reteszhorony méretei
21. sz. melléklet: Vezetőcsapok szabványos méretei
22. sz. melléklet: Süllyesztékacélok
23. sz. melléklet: Alsó süllyesztékfél műhelyrajza
24. sz. melléklet: Felső süllyesztékfél műhelyrajza
25. sz. melléklet: Alsó és felső süllyesztékfél összeállítási rajz
26. sz. melléklet: Egyetemes csúcsesztergák főbb műszaki adatai

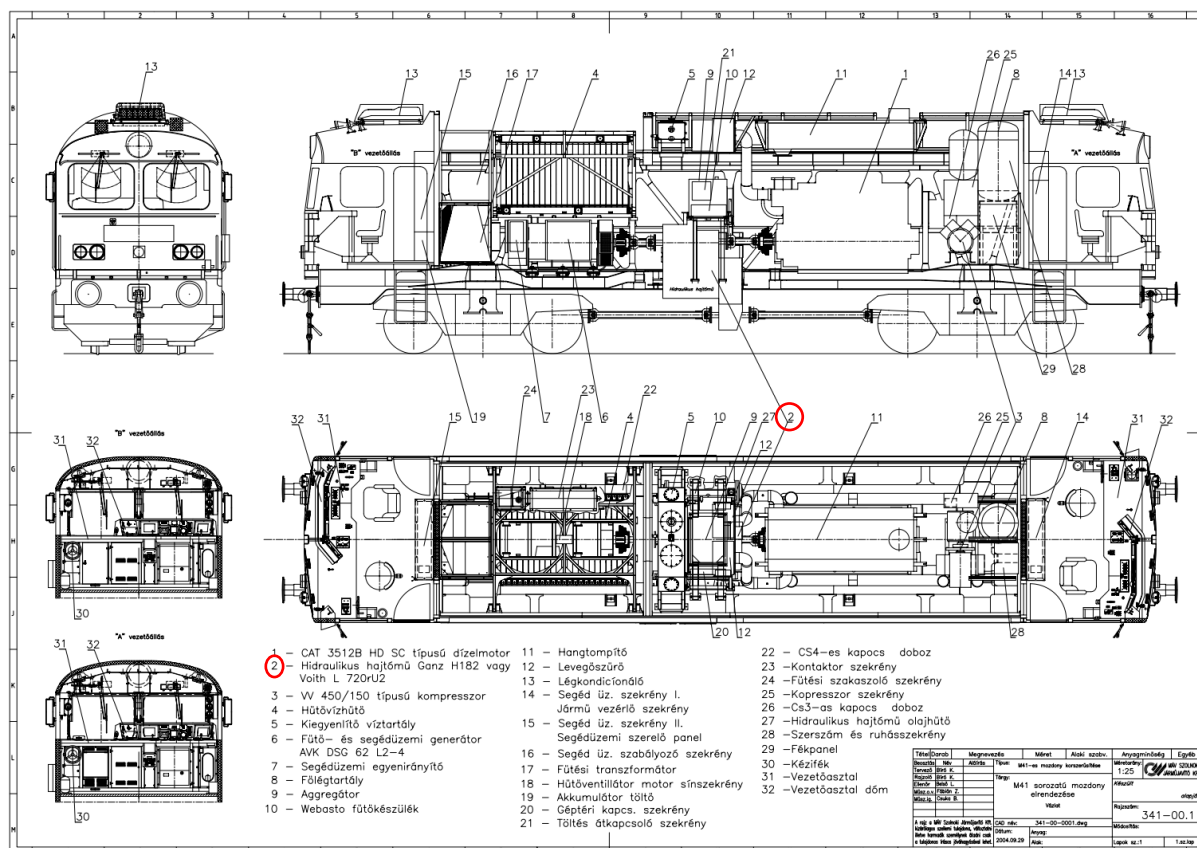
-
27. sz. melléklet: A megengedett forgácsolóerő a késszár szilárdsága alapján
28. sz. melléklet: A megengedett főforgácsolóerő a munkadarab maximálisan 0,1 mm lehajlása esetén
29. sz. melléklet: Készülékkérő lap befogókészülékhez
30. sz. melléklet: Ráhagyások homlokfelületek simító oldalazására, nagyoló oldalazásnál és köszörülésre simító oldalazásnál egy oldalra mm-ben
31. sz. melléklet: Előtolások nagyoló hossz- és síkesztergálásra, nagyoló gyalulásra és vésésre
32. sz. melléklet: A k_s fajlagos forgácsolási ellenállás nagysága
33. sz. melléklet: A forgácsoló-sebesség K_K módosító tényezője a κ szerint esztergálásra
34. sz. melléklet: A forgácsoló-sebesség K_{sz} módosító tényezője a késszár keresztmetszete szerint esztergálásra
35. sz. melléklet: A forgácsoló-sebesség K_m módosító tényezője a megmunkálási mód szerint esztergálásra
36. sz. melléklet: A forgácsoló-sebesség K_h módosító tényezője az anyagállapot szerint esztergálásra
37. sz. melléklet: A forgácsoló-sebesség K_k módosító tényezője a munkadarab felületi állapota szerint esztergálásra
38. sz. melléklet: A forgácsoló-sebesség K_T módosító tényezője az éltartam szerint esztergálásra
39. sz. melléklet: A fajlagos forgácsolóerő k_c értékei a h forgácsvastagság függvényében
40. sz. melléklet: EU 500-as esztergapadon beállítható fordulatszámok
41. sz. melléklet: Műveleti ráhagyások tengelyek simító esztergálására nagyoló megmunkálás után (átmérőre)
42. sz. melléklet: Az a/f viszony nagysága acél forgácsolása esetén
43. sz. melléklet: EU 500-as esztergapadon beállítható f előtolás értékei
44. sz. melléklet: Az előtolás értéke tömör anyagba fúráskor
45. sz. melléklet: A forgácsolósebesség alapértékei gyorsacél szerszámmal való fúrásra tömör anyagba (v_0)
46. sz. melléklet: A forgácsolósebesség K_1 módosító tényezője a furatmélység szerint fúrásra
47. sz. melléklet: A forgácsolósebesség K_a módosító tényezője a megmunkálandó anyag szerint fúrásra

-
48. sz. melléklet: Ráhagyások különféle furatmegmunkáláshoz az átmérőre mm-ben
49. sz. melléklet: Előtolás simító esztergálásra, simító gyalulásra és vésésre
50. sz. melléklet: Kösörülési ráhagyás külső hengeres felület simító esztergálásánál
51. sz. melléklet: Kösörülési ráhagyások simító furatesztergáláshoz az átmérőre mm-ben
52. sz. melléklet: „1.5. Furatnagyolás Ø70,5 x 106 mm – d) felület”-hez tartozó számítások
53. sz. melléklet: „1.6. Furatnagyolás Ø78,5 x 10 mm – e) felület”-hez tartozó számítások
54. sz. melléklet: „1.9. Furatsimítás Ø72 x 25 mm – d) felület”-hez tartozó számítások
55. sz. melléklet: „1.10. Furatsimítás Ø80 H8 x 10 mm – e) felület”-hez tartozó számítások
56. sz. melléklet: „1.12. Letörés 2x30° – g) felület”-hez tartozó számítások
57. sz. melléklet: „1.13. Beszúrás DIN 509 - F 0,6x0,3 - h) felület”-hez tartozó számítások
58. sz. melléklet: „2.1. Homloknagyolás – a) felület”-hez tartozó számítások
59. sz. melléklet: „2.2. Palástnagyolás Ø130,5 x 20 mm – b) felület”-hez tartozó számítások
60. sz. melléklet: „2.3. Furatnagyolás Ø78,5 x 77±0,1 mm – c) felület”-hez tartozó számítások
61. sz. melléklet: „2.4. Homloksimítás – a) felület”-hez tartozó számítások
62. sz. melléklet: „2.5. Palástsímítás Ø129 x 20 mm – b) felület”-hez tartozó számítások
63. sz. melléklet: „2.6. Furatsimítás Ø79,6 x 77±0,1 mm – c) felület”-hez tartozó számítások
64. sz. melléklet: „2.7. Letörés 2x15° – d) felület”-hez tartozó számítások
65. sz. melléklet: „2.8. Beszúrás DIN 509 - F 0,6x0,3 - e) felület”-hez tartozó számítások
66. sz. melléklet: Fúrógépek főbb műszaki adatai
67. sz. melléklet: Szerszámgépek terhelés alatti fordulatszáma
68. sz. melléklet: A magfurat méretei menetfúráskor
69. sz. melléklet: Az előtolás értéke [mm/ford] süllyesztéshez
70. sz. melléklet: Normálmenetek méretei mm-ben
71. sz. melléklet: A forgácsolósebesség irányértékei gépi menetfúrókhoz
72. sz. melléklet: „4.1 Fúrás Ø9 x 20 mm (6x) – a) felület”-hez tartozó számítások
73. sz. melléklet: „4.2 Fúrás Ø6,7 x 16 mm (6x) – b) felület”-hez tartozó számítások
74. sz. melléklet: „4.3 Fúrás Ø6,7 x 20 mm (2x) – c) felület”-hez tartozó számítások
75. sz. melléklet: „4.4 Furatsüllyesztés Ø15 x 8,6 mm (6x) – d) felület”-hez tartozó számítások
76. sz. melléklet: „4.6 Menetfúrás M8 x 20 mm (2x) – f) felület”-hez tartozó számítások
77. sz. melléklet: Síkkösörűgépek főbb műszaki adatai
78. sz. melléklet: Kösörülés forgácsolási adatai

-
79. sz. melléklet: Fajlagos forgácsolóerő nagysága acél köszörülésénél
80. sz. melléklet: Köszörűgépek főbb műszaki adatai
81. sz. melléklet: Különböző köszörülési munkáknál forgácsolási szempontból ajánlatos köszörűkorong és munkadarab kerületi sebességek (v , v_{t0})
82. sz. melléklet: A munkadarab kerületi sebességét módosító k_d tényező értékei nagyoló köszörülésnél
83. sz. melléklet: A munkadarab kerületi sebességét módosító k_f tényező értékei nagyoló köszörülésnél
84. sz. melléklet: A munkadarab kerületi sebességét módosító k_a tényező értékei nagyoló köszörülésnél
85. sz. melléklet: A köszörűszerszám d átmérőjének megválasztása D átmérőjű furat köszörüléséhez
86. sz. melléklet: Szabványos köszörűszerszámok
87. sz. melléklet: Köszörűszerszám gépi síkköszörüléshez
88. sz. melléklet: Köszörűszerszám gépi palástköszörüléshez
89. sz. melléklet: Köszörűszerszám gépi furatköszörüléshez
90. sz. melléklet: „10.1. Furatköszörülés Ø80 H6 x 77±0,1 mm - c) felület”-hez tartozó számítások
91. sz. melléklet: Művelet és műveletelőzési sorrend
92. sz. melléklet: Esztergálás I. műveleti utasítás
93. sz. melléklet: Esztergálás II. műveleti utasítás
94. sz. melléklet: Fúrás műveleti utasítás
95. sz. melléklet: Hőkezelés műveleti utasítás
96. sz. melléklet: Köszörülés I. műveleti utasítás
97. sz. melléklet: Köszörülés II. műveleti utasítás
98. sz. melléklet: Köszörülés III. műveleti utasítás
99. sz. melléklet: A központosító tárcsa műhelyrajza
100. sz. melléklet: Fúrókészülék alaplap műhelyrajza
101. sz. melléklet: Fúrókészülék test műhelyrajza
102. sz. melléklet: Fő fúrólap
103. sz. melléklet: Módosított fúrólap
104. sz. melléklet: Fúrókészülék összeállítási rajz

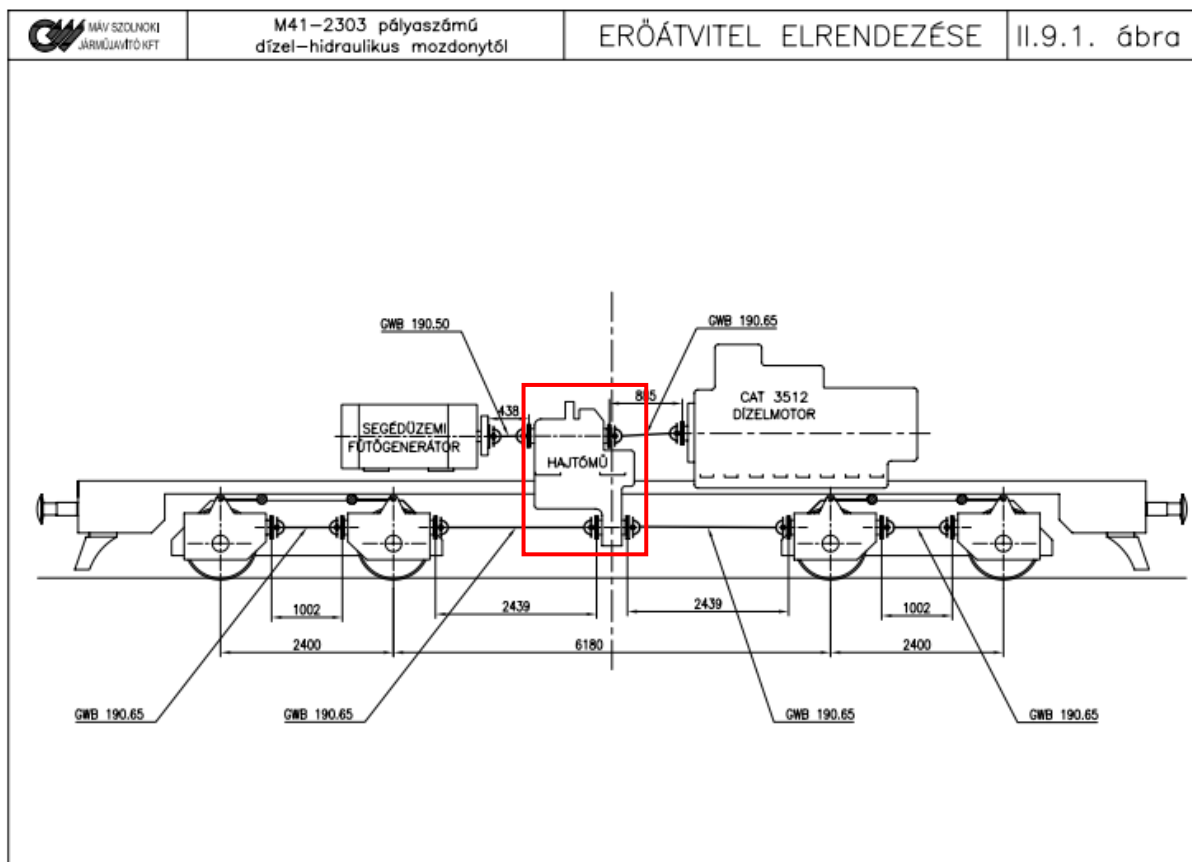
Mellékletek

1. sz. melléklet:



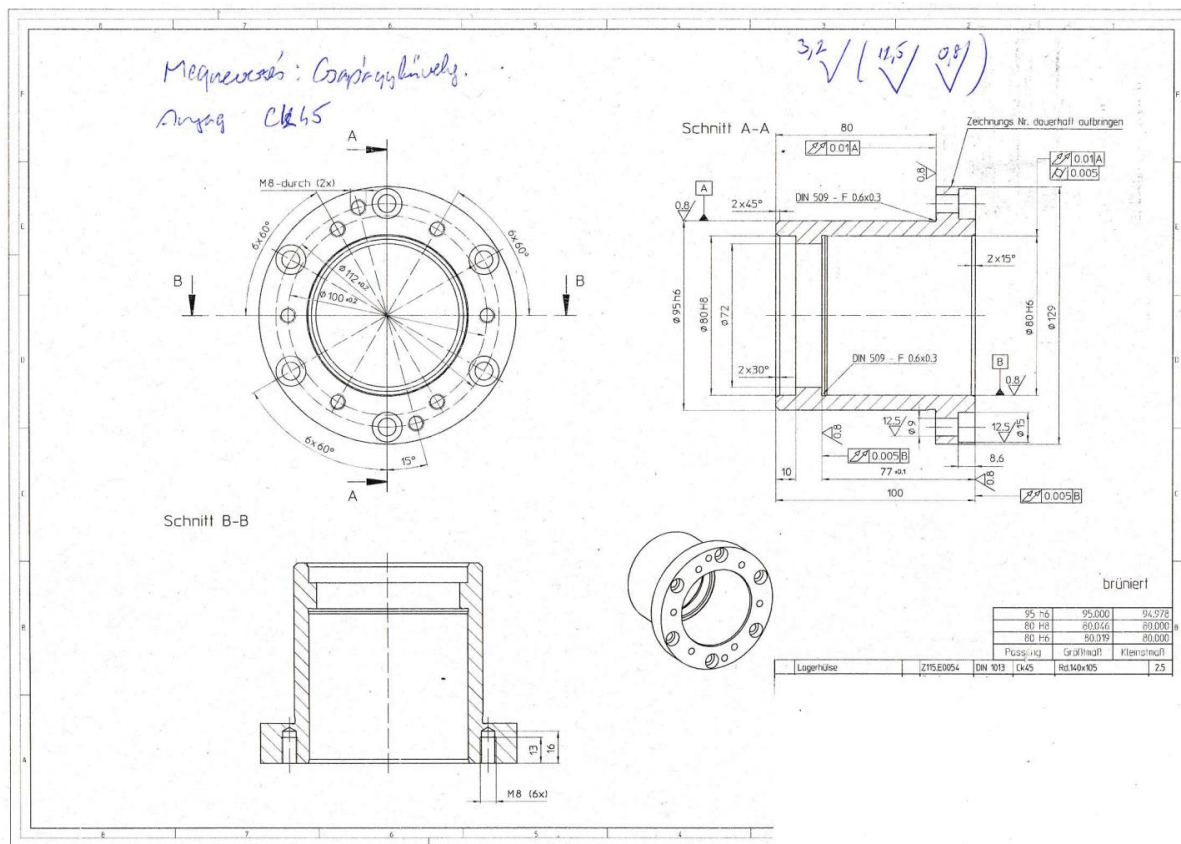
11-1. ábra M41 sorozatú mozdony elrendezése [16]

2. sz. melléklet:



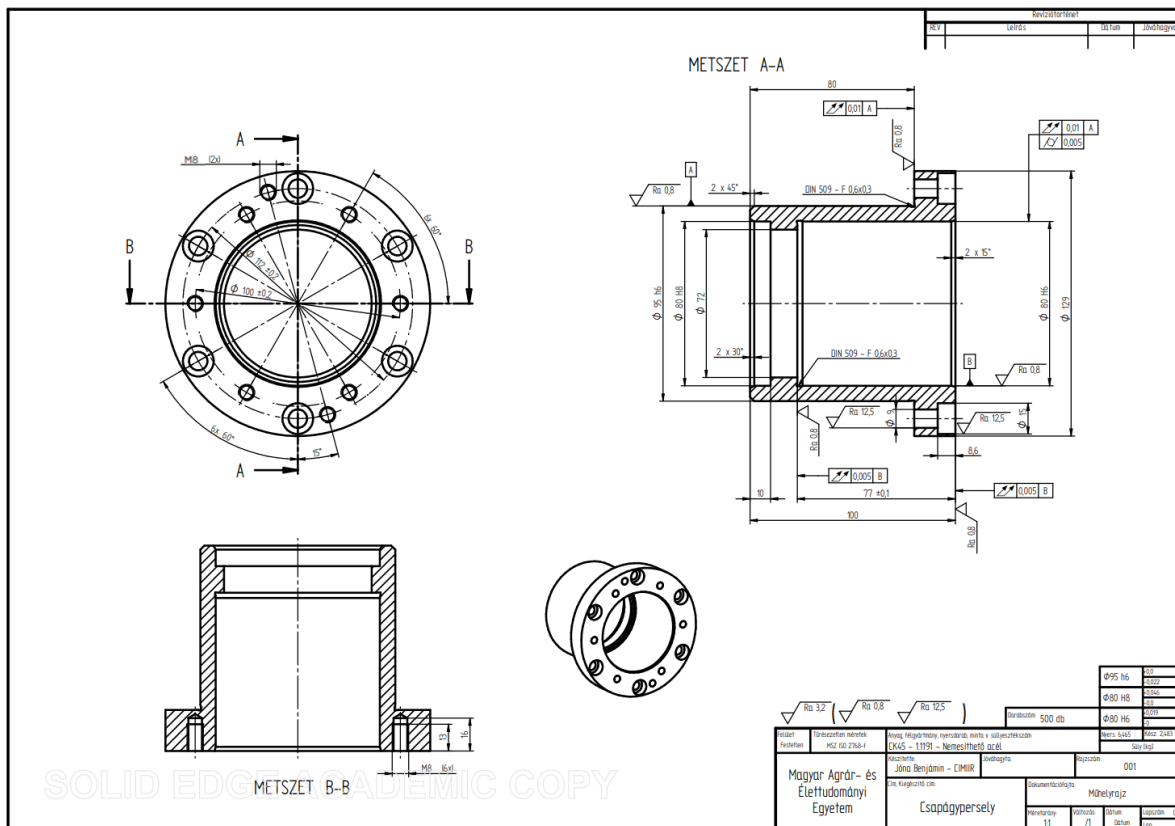
11-2. ábra M41 sorozatú mozdony erőátviteli rendszerének vázlata [17]

3. sz. melléklet:



11-3. ábra A csapágyhüvely beérkezett műszaki rajza

4. sz. melléklet:



11-4. ábra A csapágypersely műhelyrajza

5. sz. melléklet

Alcsop. Alakcsop.	Mellékalakzat nélkül	Agyrésszel	Agyrésszel és fúráttal	Peremmel (gyűrű)	Aggyal és peremmel
21	211	212	213	214	215
Egyoldali mellékalakzattal					
22	-	222	223	224	225
Kétoldali mellékalakzattal	-				

11-5. ábra Bonyolultsági csoportszámok [4]

6. sz. melléklet

Legn. méret (szél. v. vast.)		Hosszúcs kovácsdarabok - legnagyobb hosszúság								
Legn. vastagság		Tengelyszimmetrikus kovácsdarabok - legnagyobb átmérő								
-tól	-ig	40	40 63	63 100	100 160	160 250	250 400	400 630	630 1000	1000 1600
0	40	1.5 (1)	1.5 (1)	2 (1.5)	2 (1.5)	2.5 (1.5)	3 (2)	4 (3)	5 (3)	6 (3.5)
40	63	1.5 (1)	2 (1.5)	2 (1.5)	2.5 (1.5)	3 (2)	3.5 (2.5)	4.5 (3)	5.5 (3.5)	6.5 (4)
63	100	2 (1.5)	2 (1.5)	2.5 (1.5)	3 (2)	3 (2)	3.5 (2.5)	4.5 (3)	5.5 (3.5)	6.5 (4)
100	160	-	2.5 (1.5)	3 (2)	3 (2)	3.5 (2.5)	4 (3)	5 (3.5)	6 (4)	7 (4.5)
160	250	-	-	3 (2)	3.5 (2.5)	4 (3)	5 (3.5)	6 (4)	7 (4.5)	8 (5)
250	400	-	-	-	4 (3)	5 (3.5)	6 (4)	7 (4.5)	8 (5)	9 (6)

11-6. ábra Forgácsolási hozzáadások a DIN 7523 szerint [4]

7. sz. melléklet

Tengelyszimmm.			Nem tengelyszimmetrikus										
Átmérő <i>d</i>		Fenék- vast. <i>s</i>	Szélesség <i>b</i>		Hosszúság <i>l</i>								
-tól	-ig		-tól	-ig	25	25 40	40 63	63 100	100 160	160 250	250 400	400 630	
0	20	2 (1.5)	0	16	2 (1.5)	2.5 (1.5)	2.5 (1.5)	3 (2)	3 (2)	-	-	-	
20	50	4 (2)	16	40	-	4 (2)	4 (2)	4 (2)	5 (2.5)	5 (2.5)	7 (4)	7 (5)	
50	80	5 (3)	40	63	-	-	5 (3)	5 (3)	6 (4)	7 (5)	8 (5)	10 (7)	
80	125	7 (5)	63	100	-	-	-	7 (5)	8 (5)	10 (7)	10 (7)	13 (9)	
125	200	11 (7)	100	160	-	-	-	-	11 (7)	11 (7)	13 (9)	16 (11)	
200	315	16 (11)	160	250	-	-	-	-	-	16 (11)	18 (13)	22 (16)	
315	500	22 (16)	250	400	-	-	-	-	-	-	22 (16)	25 (18)	
500	800	32 (22)	400	630	-	-	-	-	-	-	-	32 (22)	

11-7. ábra Fenékvastagságok a DIN 7523 szerint [4]

8. sz. melléklet

Szigorítási fok	Belső oldalferdeség		Külső oldalferdeség	
	Kilókó nélkül	Kilókövel	Kilókó nélkül	Kilókövel
0	6° 1:10	3° 1:20	4°30' 1:12.5	2° 1:30
2	9° 1:6	6° 1:10	6° 1:10	3° 1:20
1	3° 1:20	1°30' 1:40	2° 1:30	0°30' 1:15

11-8. ábra Az oldalferdeségek értékei a DIN 7523 szerint [4]

9. sz. melléklet

Leg-nagyobb magasság az adott stílyeszték-félben		A kovácsdarab legnagyobb átmérője, illetve legnagyobb szélessége								
-tól	-ig	25	25 40	40 63	63 100	100 160	160 250	250 400	400 630	630 1000
0	16	3 (2)	3 (2)	4 (3)	4 (3)	4 (3)	5 (4)	5 (4)	-	-
16	40	4 (3)	4 (3)	5 (4)	5 (4)	5 (4)	6 (5)	6 (5)	8 (6)	10 (8)
40	63	-	6 (4)	6 (5)	6 (5)	6 (5)	8 (6)	8 (6)	10 (8)	12 (10)
63	100	-	-	8 (6)	8 (6)	8 (6)	10 (8)	10 (8)	12 (10)	16 (12)
100	160	-	-	-	10 (8)	10 (8)	12 (10)	12 (10)	16 (12)	20 (16)
160	250	-	-	-	-	12 (10)	12 (10)	16 (12)	20 (16)	25 (20)

11-9. ábra Élek lekerekítése a DIN 7523 szerint [4]

10. sz. melléklet

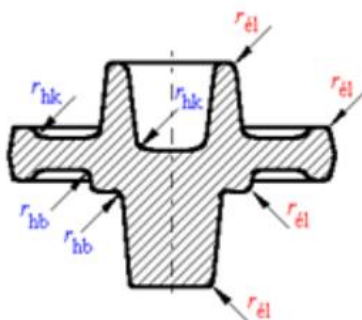
A mindenkori lépcsőzet magassága		A kovácsdarab legnagyobb átmérője, illetve legnagyobb szélessége							
-tól	-ig	25	25 40	40 63	63 100	100 160	160 250	250 400	400 630
0	16	4 (2)	5 (2)	6 (3)	8 (3)	10 (4)	12 (5)	14 (6)	16 (8)
16	40	6 (3)	8 (3)	10 (4)	12 (5)	14 (6)	16 (8)	18 (10)	20 (12)
40	63	-	12 (5)	14 (6)	16 (8)	18 (10)	20 (12)	22 (14)	25 (16)
63	100	-	-	18 (10)	20 (12)	22 (14)	25 (16)	28 (18)	32 (20)
100	160	-	-	-	25 (16)	28 (18)	32 (20)	36 (22)	40 (25)
160	250	-	-	-	-	36 (22)	40 (25)	50 (28)	63 (32)

11-10. ábra Belső hornyolatok lekerekítése a DIN 7523 szerint [4]

A mindenkori lépcsőzet magassága		A kovácsdarab legnagyobb átmérője, illetve legnagyobb szélessége							
-tól	-ig	25 40	25 40	40 63	63 100	100 160	160 250	250 400	400 630
0	16	3 (1.5)	4 (2)	5 (2)	6 (3)	8 (4)	10 (5)	12 (6)	14 (8)
16	40	4 (2)	5 (2)	6 (3)	8 (4)	10 (5)	12 (6)	14 (8)	16 (10)
40	63	-	6 (3)	8 (4)	10 (5)	12 (6)	14 (8)	16 (10)	20 (12)
63	100	-	-	12 (6)	14 (8)	16 (10)	18 (12)	20 (14)	25 (16)
100	160	-	-	-	18 (10)	20 (12)	22 (14)	25 (16)	32 (18)
160	250	-	-	-	-	25 (14)	28 (16)	32 (18)	40 (20)

11-11. ábra Külső hornyolatok lekerekítése a DIN 7523 szerint [4]

11. sz. melléklet



11-12. ábra Élek lekerekítései a kovácsdarabon [4]

12. sz. melléklet

Elcsúszás	Sorrészesítés	A szilárdság	Tömeg kg	Minőségi csoport	Tagoltsági csoport	Névfleges méret									
						-tól	0	32	100	160	250	400	630	1000	1600
						-ig	32	100	160	250	400	630	1000	1600	2500
						M1	M2	S1	S2	S3	S4	Tűrések és megengedett eltérések			
0,4	0,5		0	0,4		1,1	+0,7 -0,4	1,2	+0,8 -0,4	1,4	+0,9 -0,5	1,6	+1,1 -0,5	1,8	+1,2 -0,6
0,5	0,6		0,4	1		1,2	+0,8 -0,4	1,4	+0,9 -0,5	1,6	+1,1 -0,5	1,8	+1,2 -0,6	2,2	+1,3 -0,7
0,6	0,7		1	1,8		1,4	+0,9 -0,5	1,6	+1,1 -0,5	1,8	+1,2 -0,6	2,2	+1,3 -0,7	2,5	+1,5 -0,8
0,7	0,8		1,8	3,2		1,6	+1,1 -0,5	1,8	+1,2 -0,6	2,2	+1,3 -0,7	2,5	+1,5 -0,8	2,8	+1,7 -0,9
0,8	1		3,2	5,6		1,8	+1,2 -0,6	2	+1,3 -0,7	2,2	+1,5 -0,7	2,5	+1,7 -0,8	3,2	+1,9 -1,1
1	1,2		5,6	10		2	+1,3 -0,7	2,2	+1,5 -0,7	2,5	+1,7 -0,8	2,8	+1,9 -1,1	3,6	+2,1 -1,2
1,2	1,4		10	20		2,2	+1,5 -0,7	2,5	+1,7 -0,8	2,8	+1,9 -1,1	3,2	+2,1 -1,2	4	+2,3 -1,3
1,4	1,7		20	50		2,5	+1,7 -0,8	2,8	+1,9 -1,1	3,2	+2,1 -1,2	3,6	+2,3 -1,3	4,5	+2,7 -1,5
1,7	2		50	120		2,8	+1,9 -0,9	3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,3 -1,2	4	+2,5 -1,3	5	+3,0 -1,5
2	2,4		120	250		3,2	+2,1 -1,2	3,6	+2,3 -1,3	4	+2,5 -1,4	4,5	+2,7 -1,5	5,6	+3,3 -1,7
2,4	2,8					3,6	+2,3 -1,3	4	+2,5 -1,4	4,5	+2,7 -1,5	5,6	+3,0 -1,7	6,3	+3,7 -1,9
						4	+2,5 -1,3	4,5	+2,7 -1,5	5,6	+3,0 -1,7	6,3	+3,3 -1,9	7	+4,0 -2,1
						4,5	+2,7 -1,5	5	+3,0 -1,7	5,6	+3,3 -1,9	6,3	+3,7 -2,1	8	+4,5 -2,3
						5	+3,0 -1,7	5,6	+3,3 -1,9	6,3	+3,7 -2,1	7	+4,0 -2,3	8	+4,7 -2,5
						5,6	+3,3 -1,9	6,3	+3,7 -2,1	7	+4,0 -2,3	8	+4,7 -2,5	10	+5,6 -2,9

11-13. ábra Az F minőségű kovácsdarabok tűrései és megengedett eltérései a DIN 7526 szerint [4]

13. sz. melléklet

K l ö k ő n y.	Tömeg kg	Minő- ségi csop.	Tagoltsági csop.	Névleges méret																			
				-tól	0	16	40	63	100	160	250												
				-ig	16	40	63	100	160	250													
				Tűrések és megengedett eltérések																			
				M1	M2	S1	S2	S3	S4														
1	0	0,4								1	+0,7 -0,3	1,1	+0,7 -0,4	1,2	+0,8 -0,4	1,4	+0,9 -0,5	1,6	+1,1 -0,6	1,8	+1,2 -0,6	2	+1,3 -0,7
1,2	0,4	1,2								1,1	+0,7 -0,4	1,2	+0,8 -0,4	1,4	+0,9 -0,5	1,6	+1,1 -0,5	1,8	+1,2 -0,6	2	+1,3 -0,7	2,2	+1,5 -0,7
1,6	1	2,5								1,2	+0,8 -0,4	1,4	+0,9 -0,5	1,6	+1,1 -0,5	1,8	+1,2 -0,6	2	+1,3 -0,7	2,2	+1,5 -0,7	2,5	+1,7 -0,8
2	2,5	5								1,4	+0,9 -0,5	1,6	+1,1 -0,5	1,8	+1,2 -0,6	2	+1,3 -0,7	2,2	+1,5 -0,7	2,5	+1,7 -0,8	2,8	+1,9 -0,9
2,4	5	8								1,6	+1,1 -0,5	1,8	+1,2 -0,6	2	+1,3 -0,7	2,2	+1,5 -0,8	2,5	+1,7 -0,8	2,8	+1,9 -0,9	3,2	+2,1 -1,1
3,2	8	12								1,8	+1,2 -0,6	2	+1,3 -0,7	2,2	+1,5 -0,7	2,5	+1,7 -0,8	2,8	+1,9 -0,9	3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2
4	12	20								2	+1,3 -0,7	2,2	+1,5 -0,7	2,5	+1,7 -0,8	2,8	+1,9 -0,9	3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2	4	+2,7 -1,3
5	20	36								2,2	+1,5 -0,7	2,5	+1,7 -0,8	2,8	+1,9 -0,9	3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2	4	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5
6,4	36	63								2,5	+1,7 -0,8	2,8	+1,9 -0,9	3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2	4	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5	+3,3 -1,7
8	63	110								2,8	+1,9 -0,9	3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2	4	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5	+3,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9
10	110	200								3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2	4	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5	+3,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,0 -2,1
12,6	200	250								3,6	+2,4 -1,2	4	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5	+3,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,0 -2,1	7	+4,3 -2,3
										4	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5	+3,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,0 -2,1	7	+4,3 -2,3	8	+4,6 -2,4
										4,5	+3,0 -1,5	5	+3,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,0 -2,1	7	+4,3 -2,3	8	+4,6 -2,4	9	+4,9 -2,6
										5	+3,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,0 -2,1	7	+4,3 -2,3	8	+4,6 -2,4	9	+4,9 -2,6	10	+5,2 -2,8
										5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,0 -2,1	7	+4,3 -2,3	8	+4,6 -2,4	9	+4,9 -2,6	10	+5,2 -2,8	11	+5,5 -3,0
										6,3	+4,0 -2,1	7	+4,3 -2,3	8	+4,6 -2,4	9	+4,9 -2,6	10	+5,2 -2,8	11	+5,5 -3,0	12	+5,8 -3,2

11-14. ábra Az F minőségű kovácsdarabok tűrései és megengedett eltérései a DIN 7526 szerint [4]

14. sz. melléklet

Megengedett görbeség és vetemedés																
A kovácsolás minősége	Névleges méret															
	-tól	0	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000
	-ig	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
Eltérések																
F		0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.5	2.8	3.2
E		0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0

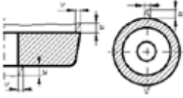
11-15. ábra A megengedett görbeség és a megengedett vetemedés tűrései a DIN 7526 szerint [4]

15. sz. melléklet

Középtávolságok tűrései												
A kovácsolás minősége	Névleges méret											
	-tól -ig	0 100	100 160	160 200	200 250	250 315	315 400	400 500	500 630	630 800	800 1000	1000 1250
	Tűrések											
F		+/-0.3	+/-0.4	+/-0.5	+/-0.6	+/-0.8	+/-1.0	+/-1.2	+/-1.6	+/-2.0	+/-2.5	+/-3.2
E		+/-0.25	+/-0.3	+/-0.4	+/-0.5	+/-0.6	+/-0.8	+/-1.0	+/-1.2	+/-1.6	+/-2.0	+/-2.5

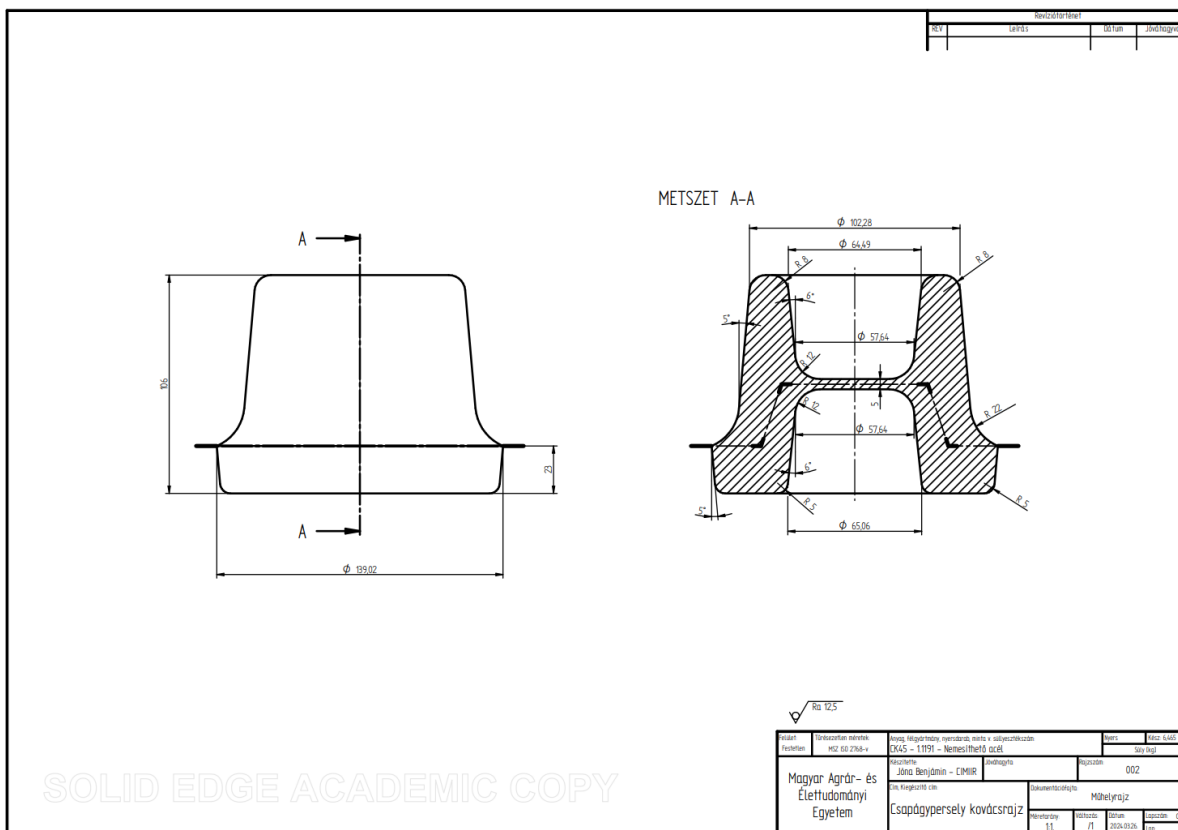
11-16. ábra A középtávolságok tűrései a DIN 7526 szerint [4]

16. sz. melléklet

Élek és hornyolatok lekerekítéseinek tűrései				
	Lekerekítés <i>r</i>		Tűrés	
	-tól	-ig		
	0	10	+0.5*r	-0.25*r
	10	32	+0.4*r	-0.2*r
	32	100	+0.32*r	-0.15*r
	100		+0.25*r	-0.1*r
A sorjaszakáll megengedett magassága és szélessége				
	Tömeg kg		Megengedett	
	-tól	-ig	magasság <i>u</i>	szélesség <i>v</i>
	0	1	1.0	0.5
	1	6	1.6	0.8
	6	40	2.5	1.2
	40	250	4.0	2.0

11-17. ábra Lekerekítések tűrései, valamint a sorjaszakáll megengedett méretei [4]

17. sz. melléklet



11-18. ábra A kovácsdarab műhelyrajza

18. sz. melléklet

Sor-szám	h_s mm	h_1 mm	R mm	I. Duzzasztás			II. Szélesítés			III. Fröccsentés		
				b_s mm	b_1 mm	A_{csat} mm ²	b_s mm	b_1 mm	A_{csat} mm ²	b_s mm	b_1 mm	A_{csat} mm ²
1.	0,6	3,0	1,0	6,0	18,0	0,52	6,0	20,0	0,61	8,0	22,0	0,74
2.	0,8	3,0	1,0	6,0	20,0	0,69	7,0	22,0	0,77	9,0	25,0	0,88
3.	1,0	3,0	1,0	7,0	22,0	0,80	8,0	25,0	0,91	10,0	28,0	1,04
4.	1,6	3,5	1,0	8,0	22,0	1,02	9,0	25,0	1,13	11,0	30,0	1,55
5.	2,0	4,0	1,5	9,0	25,0	1,36	10,0	28,0	1,53	12,0	32,0	1,77
6.	3,0	5,0	1,5	10,0	28,0	2,01	12,0	32,0	2,33	14,0	38,0	2,78
7.	4,0	6,0	2,0	11,0	30,0	2,63	14,0	38,0	3,44	15,0	42,0	3,85
8.	5,0	7,0	2,0	12,0	32,0	3,43	15,0	40,0	4,34	18,0	46,0	5,06
9.	6,0	8,0	2,5	13,0	35,0	4,35	16,0	42,0	5,30	20,0	50,0	6,42
10.	8,0	10,0	3,0	14,0	38,0	6,01	18,0	46,0	7,69	22,0	55,0	9,03
11.	10,0	12,0	3,0	15,0	40,0	7,68	20,0	50,0	9,88	25,0	69,0	12,08

11-19. ábra Kalapácsstüllesztékek sorjacsatornájának méretei [4]

19. sz. melléklet

A stüllesztéküreg magassága h , mm		A stüllesztéktömb magassága C , mm
-tól	-ig	
0	10	100
10	20	160
20	30	180, 200
30	40	200, 225
40	50	250
50	100	280, 315, 355, 400
100	150	355, 400, 450, 500, 550

11-20. ábra Stüllesztéktömbök magassági
méretei MSZ 5748 szerint [4]

20. sz. melléklet

A medve tömege, t		b mm	h mm	k mm
-tól	-ig			
0	0,5	100	45,5	45
0,75	2	200	50,5	50
2,5	6	300	65,5	75
8,0	15	400	80,5	100

11-21. ábra A fecskefarok és a reteszhorony
méretei [4]

21. sz. melléklet

A csap jele	D_1 mm	D_2 mm	a mm	b mm	c mm	e mm	r mm
a	16	-	8	-	35	1,5	3
a	20	-	10	-	40	2	3
a	25	-	12	-	50	2,5	4
b	32	42	16	10	60	3	4
b	40	52	20	10	80	3	5
b	50	62	25	12	100	4	6
b	63	77	31	15	120	5	7
b	80	94	40	20	140	5	7
b	100	116	50	25	160	6	8
b	125	141	62	30	180	6	10

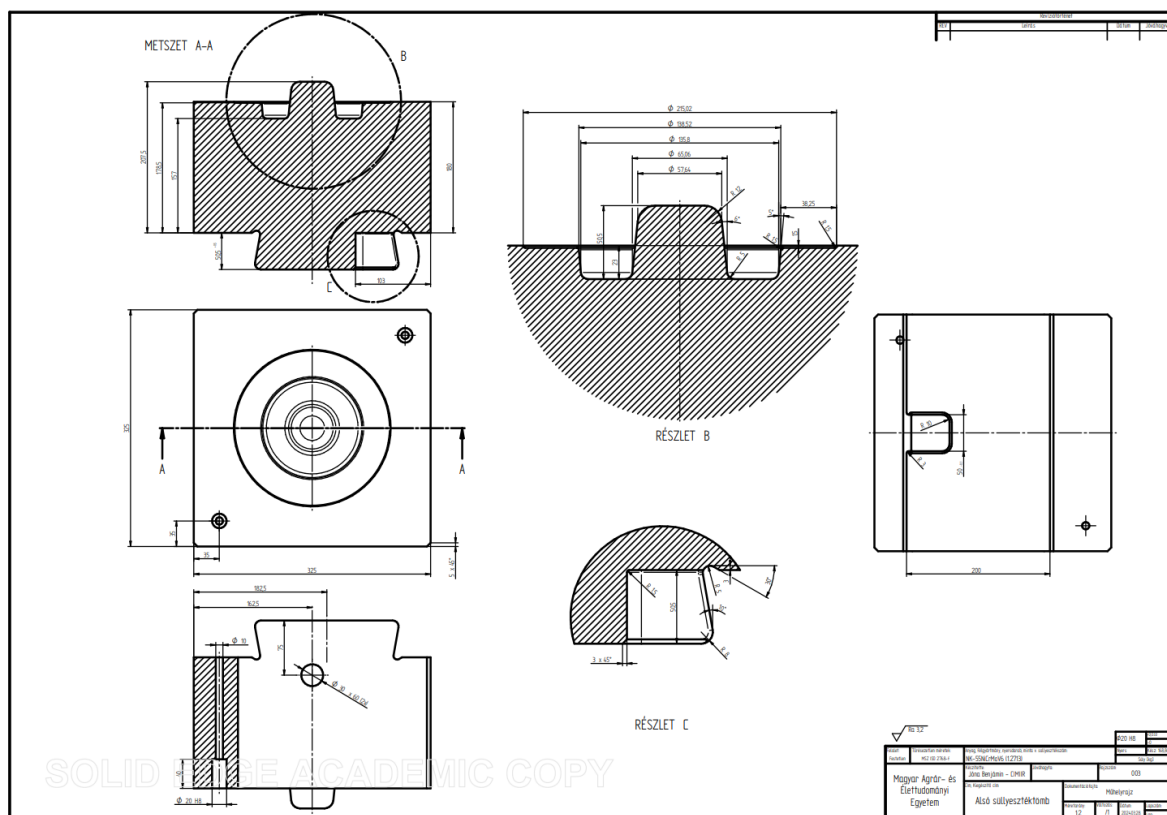
11-22. ábra Vezetőcsapok szabványos méretei [4]

22. sz. melléklet

Szabv. jel	Ötvözet jellege	Felhasználás	Ötvözők, %									
			C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	W	V	Mn
-	C-acél	Kis és közepes méretű és igénybevételű süllyeszték	0,55-0,65	< 0,3	0,5-0,9	< 0,05	< 0,05	-	-	-	-	-
NK	Ni-Cr-Mo	Közepes és nagy méretű és igénybevételű süllyeszték	0,5-0,65	< 0,4	0,5-0,7	< 0,04	< 0,04	0,6-1,0	1,3-1,8	-	-	0,2-0,4
-	Ni-Cr-Mo	Nagyon nagy méretű és teljesítményű süllyeszték	0,4-0,45	< 0,45	0,5-0,75	< 0,04	< 0,04	1,2-1,5	2,0-2,5	-	0,1-0,2	0,6-0,8
W3	W-Cr-Si	Melegszerszámacél	0,3-0,45	< 1,2	< 0,7	< 0,035	< 0,035	0,8-1,5	-	2,0-3,0	-	-
W2	W-Cr-V	Nagy teljesítményű süllyeszték betét	0,2-0,4	< 0,4	< 0,5	< 0,035	< 0,035	1,0-3,0	-	3,0-6,0	0,2-0,5	< 0,4
W1	W-Cr-V-Ni	Nagy teljesítményű süllyeszték betét	0,2-0,4	< 0,4	< 0,5	< 0,035	< 0,035	1,5-2,5	1,5-2,5	8,5-12,0	0,1-0,3	-
W6	W-Cr-Si	-	0,4-0,5	0,7-1,3	< 0,4	< 0,035	< 0,035	1,5-1,8	-	1,8-2,2	-	-

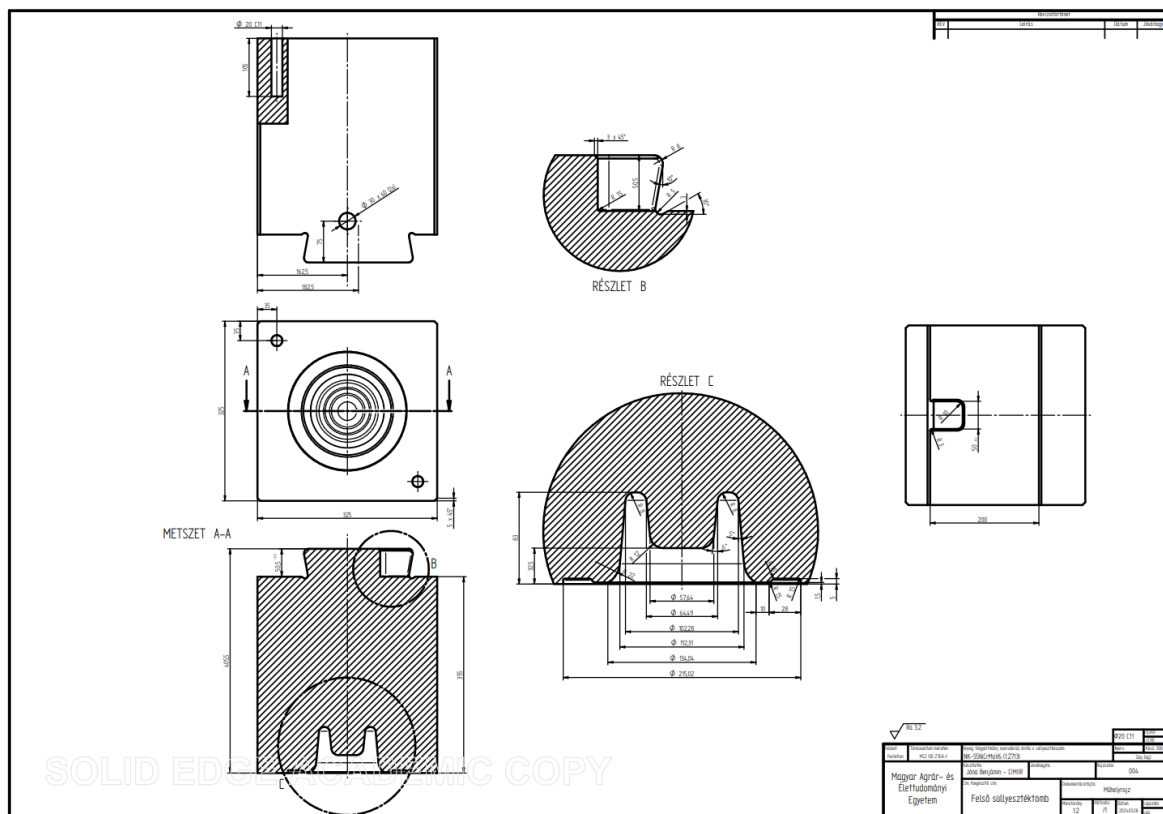
11-23. ábra Süllyesztékacélok [4]

23. sz. melléklet



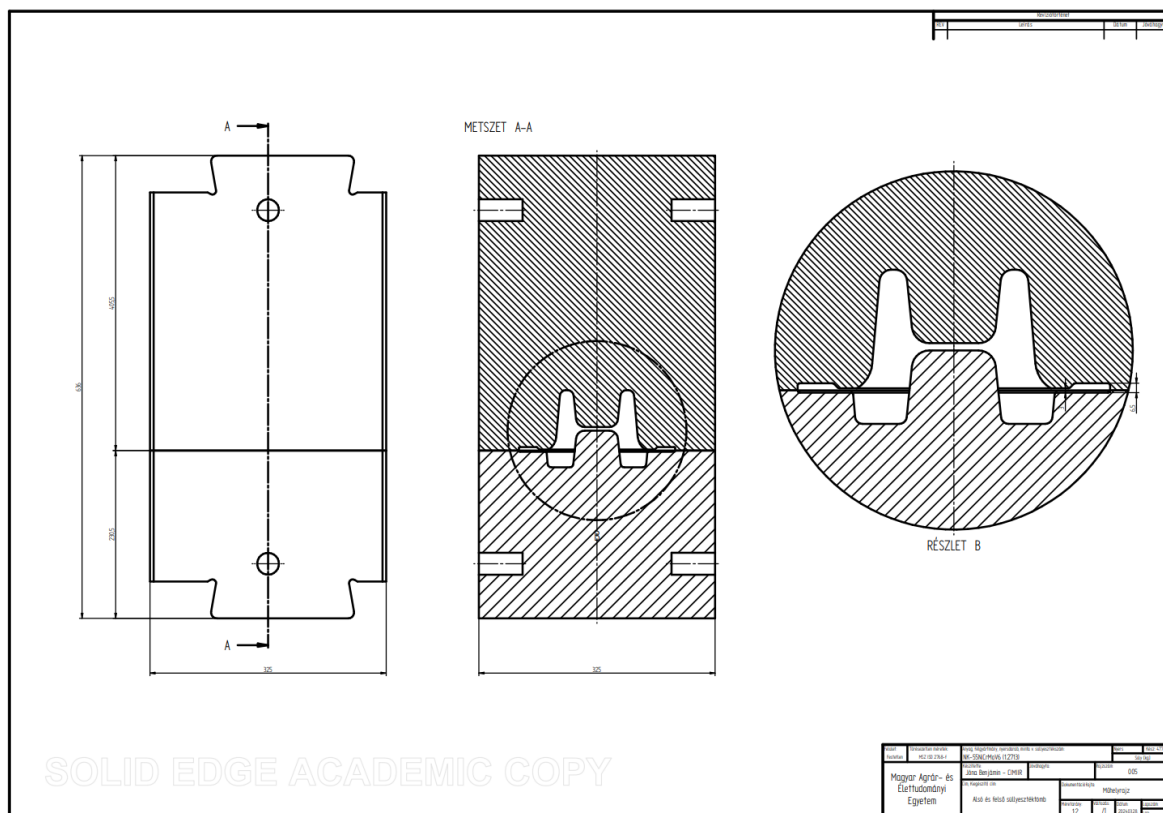
11-24. ábra Alsó süllyesztékfél műhelyrajza

24. sz. melléklet



11-25. ábra Felső süllyesztékfél műhelyrajza

25. sz. melléklet



11-26. ábra Alsó és felső süllyesztékfel összeállítási rajz

26. sz. melléklet

Megnevezés	A géptípus jele				
	E1N	E400	EU 500	MVE 280M	EU 630
Esztorgálható átmérő					
Agy felett [mm]	245	400	500	590	630
Szán felett [mm]	150	222	315	350	400
Mélyítésben [mm]	-	580	650	750	780
Csúcsávolságok [mm]	500	1000/1500	1500/2000/3000	1500/2000/300	1500/2000/3000
Legnagyobb tokmányátmérő [mm]	130	230	305	305	380
Legnagyobb síktárcsátmérő [mm]	245	300	510	550	630
Főorsó					
Furata [mm]	20	40	65	81	82
Fokozati tényező ϕ	-	1,4	1,25	1,25	1,25
Fordulatszám-határok $\left[\frac{1}{\text{min}} \right]$	60 – 1860	25 – 1120	25 – 1250	19 – 950	20 – 1000
Hosszelőtolás-határok $\left[\frac{\text{mm}}{\text{ford}} \right]$	0,045 – 2,6	0,0125 – 6	0,09 – 20	1,14 – 2,65	0,09 – 20
Keresztelőtolás-határok $\left[\frac{\text{mm}}{\text{ford}} \right]$	0,007 – 0,38	0,0062 – 3	0,045 – 10	0,04 – 0,88	0,045 – 10
Legnagyobb					
Főforgácsolóerő [N]	2000	12000	20000	17000	25000
Késszár-keresztmetszet [mm]	16 x 16	20 x 20	32 x 32	40 x 35	32 x 40
A vezérszár menetemelkedése [mm]	3	-	-	-	-
[menet/1"]	-	4	2	2	2
Hajtómotor teljesítménye [kW]	0,75/1,3	3,6	10	11	14

11-27. ábra Egyetemes csúcsesztergák főbb műszaki adatai [18]

27. sz. melléklet

Négyszetes vagy téglalap keresztmetszetű késszár												
Késszárgaság, h [mm]	Késszélesség, b [mm]	Késkinyúlás, L [mm]										
		10	25	50	100	150	200	250	300	350	400	500
		Megengedett forgácsolóerő, F [N]										
8	8	750	300	150	-	-	-	-	-	-	-	-
10	10	2200	1340	670	330	-	-	-	-	-	-	-
16	16	13600	5440	2720	1360	910	680	560	-	-	-	-
20	12	16000	6400	3200	1600	1070	800	640	530	-	-	-
	20	-	10700	5350	2760	1760	1340	1070	890	760	680	530
25	16	-	13300	6650	3340	2220	1670	1330	1110	960	840	670
	25	-	-	10400	5200	3470	2850	2080	1740	1420	1300	1040
30	20	-	-	12000	6000	4000	3000	2400	2000	1720	1500	1200
	30	-	-	-	9000	6000	4500	3600	3000	2570	2250	1800
40	25	-	-	-	13350	8900	6650	5350	4450	3800	3330	2670
	40	-	-	-	-	14220	10450	8550	7150	6100	5350	4270
50	40	-	-	-	-	-	-	-	16000	13700	12000	9000
63	40	-	-	96000	48000	32000	24000	19250	16000	13700	12000	9600
90	60	-	-	-	-	108000	81000	65200	54000	46000	40500	32400

11-28. ábra A megengedett forgácsolóerő a késszár szilárdsága alapján [18]

28. sz. melléklet

Munkadarab befogásának módja	A befogási H hosszúság hányszorosa a d átmérőnek	Munkadarab átmérője, mm									
		15	20	30	40	60	80	100	150	200	300
		A megengedett főforgácsolóerő, N									
Két csúcs között	10	720	960	1440	1920	2880	3840	4800	7200	9600	14400
	9	980	1300	1960	2620	3920	5220	6530	9800	13100	19600
	8	1410	1880	2820	3760	5640	7520	9400	14100	18800	28200
	7	2090	2780	4180	5560	8360	11120	13920	20900	27800	41800
	6	3340	4450	6680	8900	13360	17800	22200	33400	44500	66800
	5	5760	7680	11520	15360	23040	30720	38400	57600	76800	115200
Tokmányba és csúccsal támaszt	10	1630	2170	3260	4340	6520	8680	10850	16300	21700	32600
	9	2220	2950	4430	5900	8860	11800	14750	22200	29500	44300
	8	3190	4250	6380	8500	12760	17000	21250	31900	42500	63800
	7	4730	6300	9460	12600	18900	25200	31500	47300	63000	94600
	6	7550	10100	15100	20200	30200	40400	50500	75500	101000	151000
	5	13040	17360	26080	34720	52160	69450	86800	130400	173600	260800
Tokmányba	5	360	480	720	960	1440	1920	2400	3600	4800	7200
	4	720	960	1440	1920	2880	3840	4800	7200	9600	14400
	3	1660	2220	3320	4440	6640	8880	11100	16600	22200	33200
	2	5620	7500	11240	15000	22500	30000	37500	56200	75000	112400
	1	45000	60000	90000	120000	180000	240000	300000	450000	600000	900000

11-29. ábra A megengedett főforgácsolóerő a munkadarab maximálisan 0,1 mm lehajlása esetén [18]

29. sz. melléklet

Szerszám vagy készülékkérő lap

Vállalat: Go-Metall Kft.	Munkadarab megnevezése: Csapágypersely		Műveletterv száma:
Rajzsám: 001			
Művelet jele: 1.	Művelet megnevezése: Esztergálás I.	Gyártási jel:	
Szerszám vagy készülék neve: befogókészülék			
Vázlat:			
Műszaki előírás, magyarázat:			
Az ábrán látható kovácsdarab E400-as esztergán tokmányba történő befogásához szükséges befogókészülék kialakítása.			
Munkagép	Szerszám vagy készülék rajzszáma:	Egyszerre befogott darabok száma:	Készítendő készülék(db):
Megnevezés	Leltári szám	1 db	1 db
E400-as esztergapad			
Készülék jele:		Összes munkadarab száma:	Mérési eljárás:
		500 db	

11-30. ábra Készülékkérő lap befogókészülékhez

30. sz. melléklet

A munkadarab hossza [mm]	Nagyoló oldalazásnál simító oldalazásra	Simító oldalazásnál köszörülésre
50-ig	0,85	0,35
50 – 80	0,90	0,40
80 – 120	1,00	0,45
120 – 180	1,10	0,50
180 – 260	1,20	0,55
260 – 360	1,30	0,60
360 – 500	1,40	0,65

11-31. ábra Ráhagyások homlokfelületek simító oldalazására, nagyoló oldalazásnál és köszörülésre simító oldalazásnál egy oldalra mm-ben [18]

31. sz. melléklet

A munkadarab méret mm-ig		Fogásmélység [mm]			
		5-ig	5 – 8	8 – 12	12 – 30
L	D	Előtolás $\left[\frac{\text{mm}}{\text{ford}} \right]$			
57	18	> 0,25	-	-	-
94	30	0,2 – 0,5	-	-	-
157	50	0,4 – 0,8	0,3 – 0,6	-	-
251	80	0,6 – 1,2	0,5 – 1,0	-	-
377	120	1,0 – 1,6	0,7 – 1,3	0,5 – 1,0	-
565	180	1,4 – 2,0	1,1 – 1,8	0,8 – 1,5	-
816	260	1,8 – 2,6	1,5 – 2,0	1,1 – 2,0	1,0 – 1,5
1130	360	2,0 – 3,0	1,8 – 2,8	1,5 – 2,5	1,3 – 2,0
	360 felett	-	2,5 – 3,0	2,0 – 3,0	1,5 – 2,5

11-32. ábra Előtolások nagyoló hossz- és síkesztergálásra, nagyoló gyalulásra és vésésre [18]

32. sz melléklet

A munkadarab anyaga	$R_m \left[\frac{N}{mm^2} \right]$, ill. keménység	$v \left[\frac{m}{min} \right]$	$k_s \left[\frac{N}{mm^2} \right]$	Közepes forgácsvastagság, $a_k [mm]$						
				0,1	0,16	0,25	0,4	0,63	1	1,6
MSZ										
C15E	370	100	1480	2830	2480	2190	1920	1690	1480	1300
C35 R	550	100	1520	2790	2460	2190	1930	1710	1520	1340
E295	460	100	1500	2940	2560	2250	1960	1720	1500	1310
E360	820	100	1600	3350	2880	2490	2140	1850	1600	1370
C45 R	620	100	1570	2850	2520	2250	1990	1770	1570	1390
C45 E	520	100	1450	2570	2280	2040	1820	1620	1450	1290
C45	760	100	1580	2850	1520	2250	2000	1780	1580	1410
C60 R	770	100	1690	2770	2500	2270	2060	1860	1690	1520
	940	100	1740	3070	2720	2390	2170	1930	1740	1540
	HB 352	100	1920	3310	2950	2660	2380	2100	1920	1720
GO3	620	100	1730	3320	2900	2560	2240	1970	1730	1510
X20Cr13	HB 253	200	2500	4430	3950	3540	3140	2810		
X9CrNi18-8	HB 160	100	1600	3480	2880	2500	2140	1850		
	HB 163	100	1500	3520	2960	2510	2110	1900		
	590	100	1400	2400	2150	1940	1730	1559		
	680	100	1580	2790	2490	2230	1980	1770	1580	1410
	580	100	1446	2670	2360	2090	1850	1640	1645	1280
34CrMo4	630	100	1550	2960	2600	2290	2010	1770	1550	1360
	660	100	1530	2640	2360	2120	1900	1700	1530	1360
	1030	100	1500	2760	2440	2170	1920	1700	1500	1330
51CrV4	670	100	1580	2940	2590	2300	2030	1790	1580	1400
	HV 190	100	1420	2360	2120	1930	1740	1570		
	990	40	1360	2240	2030	1840	1660	1500		
	HV 330	30	1540	2440	2230	2040	1850	1690		
GG250	HB 200	100	1160	2110	1870	1660	1470	1300	1160	1030
	HB 230	100	1200	2180	1930	1720	1520	1350		
	360	100	1270	2300	2050	1840	1640	1440	1270	1130
Kéregöntvény	HRC 46	5	2060	3190	2940	2680	2450	2240	2060	1900

11-33. ábra A k_s fajlagos forgácsolási ellenállás nagysága [18]

33. sz melléklet

A munkadarab anyaga	A szerszám anyaga	Szerszámelhelyezési szög, κ						
		10	20	30	45	60	75	90
Acél, acélöntvény	HS 18 0 1			1,26	1,00	0,84	0,75	0,66
	P10	1,55	1,30	1,13	1,00	0,92	0,86	0,81
Öntöttvas	HS 18 0 1			1,20	1,00	0,88	0,83	0,73
	K20							
Rézötvözetek	HS18 0 1				1,13	1,00	0,93	0,83

11-34. ábra A forgácsoló-sebesség K_K módosító tényezője a κ szerint esztergálásra [18]

34. sz. melléklet

A munkadarab anyaga	A készár keresztmetszete, h x b, [mm]									
	6 x 6	10 x 10, Ø10, Ø12	12 x 16, 16 x 10	16 x 16, 20 x 12, Ø20	20 x 20, 25 x 16, Ø20	30 x 20, 25 x 25, Ø30	30 x 30, 40 x 25, Ø40	45 x 30, 40 x 40	60 x 40	90 x 60
Acél és acélöntvény	0,80	0,87	0,90	0,93	0,97	1,00	1,04	1,08	1,12	1,18
öntöttvas	0,89	0,93	0,95	0,97	0,98	1,00	1,02	1,04	1,06	1,09

11-35. ábra A forgácsoló-sebesség K_{sz} módosító tényezője a készár keresztmetszete szerint esztergálásra [18]

35. sz. melléklet

Megmunkálási mód	K_m
Hosszesztergálás általában	1
Le- és beszuró esztergálás	0,3
Hosszgyalulás	1
Harántgyalulás	0,8
Vésés	0,5

11-36. ábra A forgácsoló-sebesség K_m módosító tényezője a megmunkálási mód szerint esztergálásra [18]

36. sz. melléklet

Hengerelt acél		Hőkezelt acél		
Melegen hengerelt	Húzott	Normalizált	Lágyított	Nemesített
1,00	1,10	0,95	0,90	0,80

11-37. ábra A forgácsoló-sebesség K_h módosító tényezője az anyagállapot szerint esztergálásra [18]

37. sz. melléklet

A felület állapota	K_k
Megszakított felület, egyenlőtlen fogásmélység	0,7 – 0,8
Kérges, zárványos öntvényfelület	0,6 – 0,7

11-38. ábra A forgácsoló-sebesség K_k módosító tényezője a munkadarab felületi állapota szerint esztergálásra [18]

38. sz. melléklet

Szerszámanyag	Az éltartam hatványkitevője m	Éltartam, T [min]								
		30	60	90	120	150	240	360	480	600
Gyorsacél	Acél 0,125	1,1	1,0	0,95	0,92	0,90	0,85	0,80	0,78	0,75
	Öntöttvas 0,1	1,07	1,0	0,96	0,93	0,91	0,87	0,84	0,81	0,79
	Rézötvözetek 0,23	1,16	1,0	0,91	0,84	0,80	0,73	0,66	0,62	0,59
Keményfém	0,2	1,38	1,2	1,1	1,04	1,0	0,91	0,84	0,79	0,76

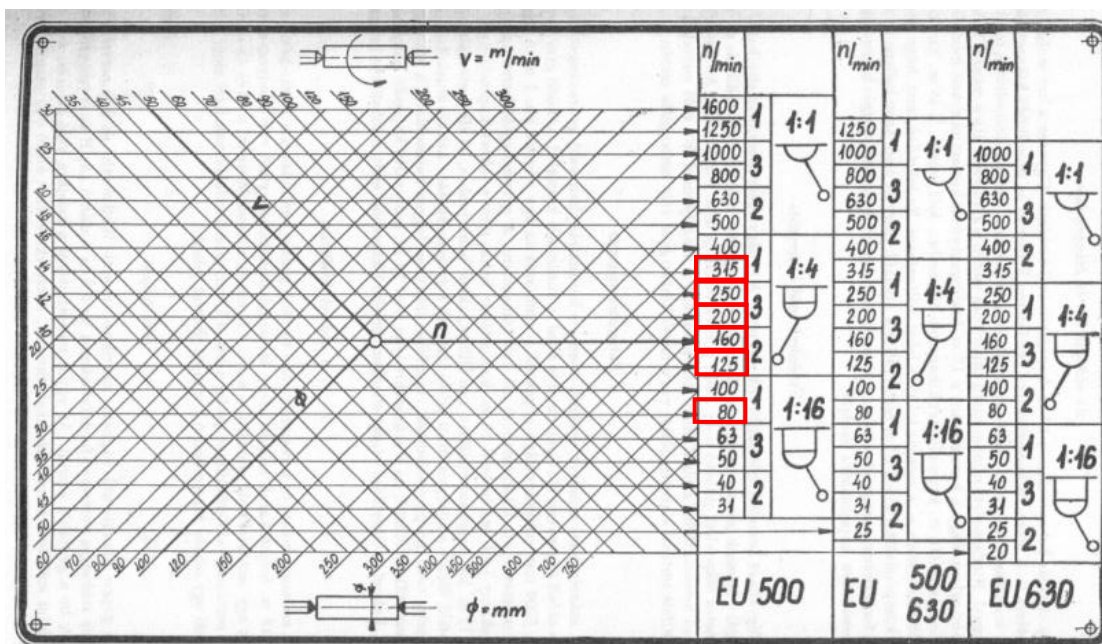
11-39. ábra A forgácsoló-sebesség K_T módosító tényezője az éltartam szerint esztergálásra [18]

39. sz. melléklet

Anyag- csoport	Anyag- szám	Anyagjelölés	$k_{cl,1}$ (N/mm ²)	m_t	ke értéke korrekció nélkül a h forgácsvastagság függvényében, MPa													
					0,08	0,1	0,13	0,16	0,2	0,25	0,32	0,4	0,5	0,63	0,8	1,25	1,6	2,5
1.	1.1121	Ck10	1350	0,21	2294	2189	2072	1984	1893	1806	1715	1636	1562	1488	1415	1288	1223	1114
	1.0401	C15																
	1.1158	Ck25																
2.	1.0715	9SMn28	1500	0,22	2615	2489	2350	2245	2137	2035	1927	1835	1747	1660	1575	1428	1353	1226
	1.0718	9SMnPb28																
	1.0723	15S20																
	1.0737	9SMnPb36																
	1.0718	9SMnPb28																
	1.0726	35S20																
	1.0727	45S20																
	1.0037	S235JR																
3.	1.0050	E295	1500	0,25	2820	2667	2498	2372	2243	2121	1994	1886	1784	1684	1586	1419	1334	1193
	1.0060	E335																
	1.1141	Ck15																
	1.0501	C35																
	1.1181	Ck35																
	1.0503	C45																
	1.0535	C55																
	1.1191	Ck45																
	1.0473	19Mn6																
	4.	1.1730																
1.0503		C45																
1.1221		Ck60																
1.1231		Ck67																
1.1248		Ck75																
1.1274		Ck101																
1.0904		55Si7																

11-40. ábra A fajlagos forgácsolóerő k_c értékei a h forgácsvastagság függvényében [20]

40. sz. melléklet



11-41. ábra EU 500-as esztergapadon beállítható fordulatszámok [19]

41. sz. melléklet

Átmérőcsoport, d [mm]	Befogási hosszúság, l [mm]					
	100-ig	100 – 300	300 – 500	500 – 1000	1000 – 2000	2000 felett
6 - 18	0,75	1,0	1,25	-	-	-
18 – 50	1,0	1,2	1,4	1,5	1,8	-
50 – 120	1,2	1,5	1,6	1,8	2,0	2,0
120 – 260	1,5	1,8	2,0	2,2	2,5	2,5
260 – 500	1,8	2,2	2,5	2,8	3,0	3,0

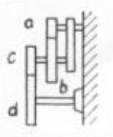
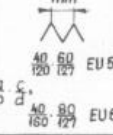
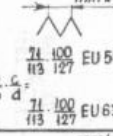
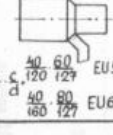
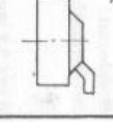
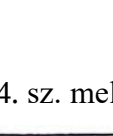
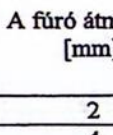
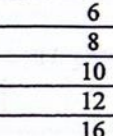
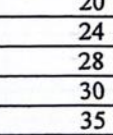
11-42. ábra Műveleti ráhagyások tengelyek simító esztergálására nagyoló megmunkálás után (átmérőre) [18]

42. sz. melléklet

A munkadarab anyagának szakítószilárdsága, $R_m \left[\frac{N}{mm^2} \right]$	A szerszám anyaga			
	gyorsacél	keményfém		
		P10	P20	P30
490 –ig	3,2 : 1	6 : 1	5 : 1	4 : 1
490 – 590	4 : 1	8 : 1	6 : 1	5 : 1
590 – 680	5 : 1	10 : 1	8 : 1	6 : 1
680 – 830	6 : 1	12,5 : 1	10 : 1	8 : 1
830 – 980	8 : 1	16 : 1	12,5 : 1	10 : 1
980 - 1370	12,5 : 1		20 : 1	16 : 1

11-43. ábra Az a/f viszony nagysága acél forgácsolása esetén [18]

43. sz. melléklet

	B	I												III											
	A	I						III						I						III					
	C	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
 mm 40 60 EU 500 120 127 40 80 EU 630 120 127	1:1 1:4 1:16	0,5				0,75		1		1,25		1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	7
 mm 71 100 EU 500 113 127 71 100 EU 630 113 127	1:1 1:4 1:16	0,5				0,75		1		1,25		1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	7
 mm 40 60 EU 500 120 127 40 80 EU 630 120 127	1:1 1:4 1:16	0,09	0,1	0,112	0,125	0,14	0,16	0,18	0,2	0,224	0,25	0,28	0,345	0,355	0,4	0,45	0,5	0,56	0,63	0,71	0,8	0,9	1,0	1,12	1,25
 mm 40 60 EU 500 120 127 40 80 EU 630 120 127	1:1 1:4 1:16	0,355	0,4	0,45	0,5	0,56	0,63	0,71	0,8	0,9	1,0	1,12	1,25	1,4	1,6	1,8	2,0	2,24	2,5	2,8	3,15	3,55	4,0	4,5	5,0
 mm 40 60 EU 500 120 127 40 80 EU 630 120 127	1:1 1:4 1:16	1,4	1,6	1,8	2,0	2,24	2,5	2,8	3,15	3,55	4,0	4,5	5,0	5,6	6,3	7,1	8,0	9,0	10,0	11,2	12,5	14	16	18	20
 mm 40 60 EU 500 120 127 40 80 EU 630 120 127	1:1 1:4 1:16	0,045	0,05	0,056	0,063	0,071	0,08	0,09	0,1	0,112	0,125	0,14	0,16	0,18	0,2	0,224	0,25	0,28	0,315	0,355	0,4	0,45	0,5	0,56	0,63
 mm 40 60 EU 500 120 127 40 80 EU 630 120 127	1:1 1:4 1:16	0,18	0,2	0,224	0,25	0,28	0,315	0,355	0,4	0,45	0,5	0,56	0,63	0,71	0,8	0,9	1,0	1,12	1,25	1,4	1,6	1,8	2,0	2,24	2,5
 mm 40 60 EU 500 120 127 40 80 EU 630 120 127	1:1 1:4 1:16	0,71	0,8	0,9	1,0	1,12	1,25	1,4	1,6	1,8	2,0	2,24	2,5	2,8	3,15	3,55	4,0	4,5	5,0	5,6	6,3	7,1	8,0	9,0	10,0

11-44. ábra EU 500-as esztergapadon beállítható felőtolás értékei [19]

44. sz. melléklet

A fúró átmérője [mm]	Mégmunkálendő anyag			
	Acél		Öntöttvas és színesfémek	
	$R_m \leq 900 \frac{N}{mm^2}$	$R_m \geq 900 \frac{N}{mm^2}$	HB ≤ 170	HB ≥ 170
2	0,025 – 0,055	0,010 – 0,028	0,05 – 0,07	0,03 – 0,05
4	0,060 – 0,11	0,025 – 0,05	0,06 – 0,10	0,055 – 0,095
6	0,090 – 0,16	0,045 – 0,09	0,10 – 0,20	0,08 – 0,13
8	0,12 – 0,20	0,08 – 0,12	0,15 – 0,25	0,10 – 0,18
10	0,14 – 0,22	0,09 – 0,15	0,18 – 0,27	0,14 – 0,21
12	0,16 – 0,26	0,12 – 0,16	0,25 – 0,30	0,19 – 0,25
16	0,20 – 0,30	0,12 – 0,20	0,26 – 0,37	0,22 – 0,29
20	0,22 – 0,32	0,14 – 0,24	0,29 – 0,40	0,25 – 0,32
24	0,25 – 0,35	0,15 – 0,25	0,30 – 0,44	0,26 – 0,34
28	0,27 – 0,37	0,15 – 0,28	0,32 – 0,46	0,29 – 0,35
30	0,28 – 0,40	0,16 – 0,30	0,35 – 0,48	0,30 – 0,38
35	0,30 – 0,41	0,18 – 0,32	0,38 – 0,50	0,33 – 0,41
40	0,31 – 0,42	0,23 – 0,34	0,35 – 0,55	0,36 – 0,45
50	0,32 – 0,50	0,25 – 0,35	0,40 – 0,60	0,38 – 0,48
60	0,35 – 0,55	0,27 – 0,37	0,50 – 0,65	0,42 – 0,55

11-45. ábra Az előtolás értéke tömör anyagba fúráskor [18]

45. sz. melléklet

Mégmunkálendő anyag		Furatátmérő, d [mm]																	
		2	4	6	8	10	12	16	20	24	28	30	35	40	45	50	55	60	65
		$v_0 \left[\frac{m}{min} \right]$																	
Ötvöztelen acél	$R_m \leq 500 \frac{N}{mm^2}$	30	38	40	29	31	33	23,5	23,5	24	24,5	24,5	25	25	25,2	25,2	26,5	27	27,5
	$R_m = 500 - 700 \frac{N}{mm^2}$	24,5	31	33	24,5	25,5	27	19,5	19,5	19,7	20	20	20,5	20,5	20,6	21	21,5	22	21,3
	$R_m \geq 700 \frac{N}{mm^2}$	20,5	26	27,5	20	21,5	23	16,2	16,2	16,5	17	17	17,2	17,2	17,4	17,5	18,3	18,5	18
Ötvöztött acél	$R_m = 700 - 900 \frac{N}{mm^2}$	12,9	16,3	17,2	12,5	13,3	14,2	10	10	10,3	10,5	10,5	10,8	10,8	10,9	11	11,4	11,6	11,2
	$R_m = 900 - 1100 \frac{N}{mm^2}$	10	12,5	13,2	9,5	10,2	11	7,7	7,7	6,9	8,1	8,1	8,2	8,2	8,3	8,4	8,7	9	8,6
Öntöttvas	$HB \leq 200$	26	32,5	34,5	25	26,5	28,5	20,2	20,2	20,6	21	21	21,5	21,5	21,6	22	22,8	23,2	22,4
	$HB \geq 200$	17	21,5	23	16,5	17,5	17	13,4	13,4	13,7	14	14	14,2	14,2	14,3	14,5	15,1	15,4	14,8
Réz, vörösoztvetek, bronz		47	60	63	45,5	49	52	37	37	37,7	38,5	38,5	39,3	39,3	39,6	40	41,5	42,5	41
Sárgaréz		43	54	57	41,5	44	47	38,6	38,6	34,2	35	35	35,8	35,8	36	36,5	38	38,6	37,2
Alumínium és ötvöztet		105	133	140	100	108	115	82,5	82,5	84	86	86	87,5	87,5	88	89,5	92,5	94,5	91

11-46. ábra A forgácsolósebesség alapértékei gyorsacél szerszámmal való fúrára tömör anyagba (v_0) [18]

46. sz. melléklet

Furatmélység	3d	4d	5d	6d	8d	10d
Módosító tényező, K_1	1,0	0,85	0,75	0,7	0,6	0,5

11-47. ábra A forgácsolósebesség K_1 módosító tényezője a furatmélység szerint fúrára [18]

47. sz melléklet

A munkadarab anyaga			Módosító tényező, K_a		
Megnevezés	Keménység, HB	Szakítószilárdság $R_m \left[\frac{N}{mm^2} \right]$	Forgácsoló-sebességre	Forgácsoló-erőre	Nyomatékra
Automataacélok	107 – 138	390 – 490	2,04	0,61	0,63
	138 – 169	490 – 590	1,68	0,72	0,73
	169 – 200	590 – 680	1,38	0,81	0,82
	200 – 236	680 – 785	1,20	0,90	0,90
Szénőtvöztetésű szerkezeti acélok	77 – 107	295 – 390	0,84	0,57	0,59
	107 – 138	390 – 490	1,03	0,68	0,70
	138 – 169	490 – 590	1,32	0,80	0,81
	169 – 200	590 – 680	1,14	0,90	0,91
	200 – 230	680 – 785	1,00	1,00	1,00
	230 – 262	785 – 880	0,90	1,10	1,09
Szénőtvöztetésű szerszámacélok és nehezen megmunkálható szerkezeti acélok	169 – 200	590 – 680	0,91	1,00	1,00
	200 – 230	680 – 785	0,80	1,10	1,10
	230 – 262	785 – 880	0,72	1,20	1,20
	262 – 280	880 – 981	0,65	1,30	1,30
Cr, Cr-Ni, Cr-V, Cr-Ni-V, Ni, Ni-Mo, Cr-Ni-Mo-V acélok	164 – 174	490 – 590	1,12	0,95	0,97
	174 – 203	590 – 680	0,97	1,08	1,09
	203 – 230	680 – 785	0,85	1,20	1,20
	230 – 260	785 – 880	0,76	1,32	1,30
	260 – 288	880 – 981	0,69	1,43	1,40
	288 – 317	981 – 1080	0,65	1,55	1,52
Mn, Cr-Mn, Cr-Mn-Mo, Cr-Mn-Ti, Cr-Si, Mo, W-Cr-Mo, Al, Cr-Al, Cr-Si-Mo acélok	146 – 174	490 – 590	0,92	0,95	0,97
	174 – 203	590 – 680	0,80	1,08	1,09
	203 – 230	680 – 785	0,70	1,20	1,20
	230 – 260	785 – 880	0,63	1,32	1,30
	260 – 288	880 – 981	0,57	1,43	1,41
	288 – 317	981 – 1080	0,54	1,55	1,52
	317 – 345	1080 – 1180	0,47	1,66	1,62
Wolframacélok	203 – 230	680 – 785	0,50	1,20	1,20
Gyorsacélok; krómmal erősen ötvözött szerszámacélok, korrozíóálló és szelepacélok	203 – 230	680 – 785	0,40	1,20	1,20
Sárgaréz			3,00		
Duralumínium, szilumin, Al.			5,00		
Elektron			6,00		
Öntöttvas	140 – 160		1,35	0,87	0,87
	160 – 180		1,15	0,93	0,93
	180 – 200		1,00	1,00	1,00
	200 – 220		0,85	1,06	1,06
	220 – 240		0,77	1,12	1,12
	240 – 260		0,69	1,12	1,12
Bronz, közepesen kemény kemény			3,00		
			1,50		

11-48. ábra A forgácsolósebesség K_a módosító tényezője a megmunkálendő anyag szerint fűzésre [18]

48. sz. melléklet

Furatátmérő [mm]	Fúrásnál furatesztergálásra	Fúrásnál dörzsölésre	Nagyoló furatesztergálásnál simító furatesztergálásra	Furatesztergálásnál dörzsölésre	Nagyoló dörzsölésnél simító dörzsölésre
6 – 10	-	0,30	-	-	0,08
10 – 18	0,80	0,35	-	-	0,09
18 – 30	1,20	0,40	-	-	0,10
30 – 50	1,50	0,50	1,20	0,30	0,12
50 – 80	-	-	1,50	0,35	0,14
80 – 120	-	-	1,80	0,40	0,17
120 – 180	-	-	2,00	0,50	-
180 – 260	-	-	2,30	0,60	-
260 – 360	-	-	2,60	-	-

11-49. ábra Ráhagyások különféle furatmegmunkáláshoz az átmérőre mm-ben [18]

49. sz. melléklet

Csúcs- sugár	Érdesség $R_a [\mu m]$							
	12,5		6,3		3,2		1,6	
	A forgácsolósebesség határa $\left[\frac{m}{min} \right]$							
	< 50	> 50	< 50	> 50	< 50	> 50	< 50	> 50
	Előtolás $\left[\frac{mm}{ford} \right]$							
0,5	-	-	-	-	0,08–0,15	0,1–0,15	0,02–0,04	0,03–0,06
1,0	0,2–0,4	0,3–0,5	0,1–0,2	0,12–0,24	0,08–0,2	0,1–0,2	0,03–0,06	0,05–0,08
1,5	0,3–0,6	0,4–0,65	0,25–0,3	0,2–0,4	0,1–0,25	0,15–0,25	0,03–0,08	0,05–0,1
2,1	0,4–0,6	0,5–0,7	0,25–0,4	0,3–0,5	-	-	-	-

11-50. ábra Előtolás simító esztergálásra, simító gyalulásra és vésésre [18]

50. sz. melléklet

Az alkatrész jellege	Befogási hosszúság, mm			
Síma, edzetlen	< 800	300–1200	1200–2000	> 2000
Lépcsős, edzetlen	< 400	400–800	800–1500	> 1500
Edzendő	< 200	200–500	500 felett	-
Csúcsnélküli köszörülés	< 200	200 felett	-	-
Átmérőcsoport, mm	Ráhagyás az átmérőre, mm			
< 10	0,25	0,3	-	-
10–18	0,3	0,35	0,45	-
18–30	0,35	0,4	0,55	0,8
30–50	0,4	0,5	0,65	0,95
50–80	0,5	0,6	0,75	1,19
80–120	0,6	0,7	0,85	1,25
120–180	0,65	0,8	1	1,45
180–260	-	0,9	1,1	1,65
260–360	-	-	1,25	1,85
360–500	-	-	-	2,1

11-51. ábra Köszörülési ráhagyás külső hengeres felület simító esztergálásánál [20]

51. sz. melléklet

Furatátmérő [mm]	Furathossz [mm]	
	100-ig	100 – 200
6 – 10	0,20	-
10 – 18	0,25	-
18 – 30	0,30	0,35
30 – 50	0,35	0,40
50 – 80	0,40	0,45
80 – 120	0,45	0,50
120 – 180	0,50	0,55
180 – 260	0,60	0,65
260 – 360	0,70	0,75

11-52. ábra Kösörülési ráhagyások simító furatesztergáláshoz az átmérőre mm-ben [18]

52. sz. melléklet

„1.5. Furatnagylás Ø70,5 x 106 mm – d) felület”-hez tartozó számítások.

Megmunkálás a munkadarab teljes hosszában +3 mm. A munkadarab teljes hossza a forgácsolási ráhagyással együtt 103 mm. Így a megmunkálási hossz: 106 mm

A furat megmunkáláshoz a késkinyúlás értéke min. 108 mm. L=100 mm-es késkinyúláshoz tartozó főforgácsoló erő értéke a 27. sz. melléklet táblázata alapján 20x20 mm-es késszár keresztmetszet esetén: $F_f = 2760 \text{ N}$

A forgácskeresztmetszet meghatározása:

Forgácsolási ráhagyás a felületen: 18 mm (Mivel az előgyártmány kovácsolással készült, a felület oldalferdeséggel rendelkezik ezért a forgácsolási ráhagyás a felületen nem állandó. A legnagyobb forgácsolási ráhagyás a felületen 18 mm: a furat átmérője $D_1=72$ mm, a furatesztergáláshoz előfűrt furat átmérője $D_2=36$ mm. $\frac{D_1-D_2}{2} = \frac{72-36}{2} = 18 \text{ mm}$)

Simítási ráhagyás a felületen: 0,75 mm (átmérőre: 1,5 mm) (48. sz. melléklet táblázata alapján)

$$\text{Fogásmélység: } a = \frac{D-d}{2} = \frac{70,5-36}{2} = 17,25 \text{ mm}$$

d – a kiinduló átmérő: $d = 36 \text{ mm}$

D – a megmunkált átmérő a simítási ráhagyás alapján: $D = 72 - 1,5 = 70,5 \text{ mm}$

Előtolás értéke az $F_f = k_c \cdot f \cdot a$ összefüggés alapján

$$f = \frac{F_f}{a \cdot k_c} = \frac{2760}{17,25 \cdot 1500} = 0,107 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

- A fajlagos forgácsolóerő: $k_c = 1500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ (39. sz. melléklet alapján)

$$\text{Az } \frac{a}{f} \text{ viszony nagysága: } \frac{a}{f} = \frac{17,25}{0,107} = 161,21$$

Az ideális $\frac{a}{f}$ viszony a szakítószilárdság és a szerszámanyag függvényében 8:1 (42. sz. melléklet alapján)

A fogást meg kell osztani, mivel $161,21 > 8$

A fogások száma: $i = 5$

$$\text{Ezek alapján a fogásmélység: } a = \frac{D-d}{2 \cdot i} = \frac{70,5-36}{2 \cdot 5} = 3,45 \text{ mm}$$

A fogásmélységhez tartozó ideális előtolás értéke $f = \frac{a}{\frac{a}{f}} = \frac{3,45}{8} = 0,43 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

→ az EU 500-as esztergán beállítható legközelebbi előtolás értéke: $f = 0,45 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

(Az EU 500-as esztergán beállítható előtolás értékek a 43. sz. mellékletben található táblázatban láthatók.)

Mivel a fajlagos forgácsolóerő értéke az előtolástól függ, a megváltozott előtolás függvényében táblázatból választjuk ki a módosult k'_c értékét a h forgácsvastagság függvényében. (39. sz. melléklet táblázata alapján)

$$h = f \cdot \sin \kappa_r = 0,45 \cdot \sin 75^\circ = 0,43 \text{ mm}$$

- κ_r – a szerszám főél elhelyezési szöge. $\kappa_r = 75^\circ$

$$\text{A módosult fajlagos forgácsolóerő: } k'_c = 1886 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

A keletkező forgácsoló erő nagysága:

$$F_{fv} = k'_c \cdot f \cdot a = 1886 \cdot 0,45 \cdot 3,45 = 2928 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_K \cdot K_{sz} \cdot K_m \cdot K_h \cdot K_k \cdot K_T \left[\frac{m}{min} \right]$$

A v_c forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatokat a 11-1. táblázat tartalmazza.

11-1. táblázat A forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatok

Alapsebesség	$v_0 = 100 \frac{m}{min}$
A főél elhelyezési szögétől függő módosító tényező	$K_K = 0,81$
A szerszámtól függő módosító tényező	$K_{sz} = 0,93$
A forgácsolás módjától függő módosító tényező	$K_m = 1$
Az anyag állapotától függő módosító tényező	$K_h = 0,95$
A munkadarab felületétől, kérgétől függő módosító tényező	$K_k = 0,8$
Az éltartamtól függő módosító tényező	$K_T = 1,2$

Az adatok meghatározása a 32. – 38. sz. melléklet alapján.

Behelyettesítve:

$$v_c = 100 \cdot 0,81 \cdot 0,93 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1,2 = 68,7 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 68,7}{70,5 \cdot \pi} = 310,18 \frac{1}{min}$$

A gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám: $n_{gépi} = 315 \frac{1}{min}$

(40. sz. melléklet táblázatából választva)

A megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{70,5 \cdot \pi \cdot 315}{1000} = 69,77 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete: $P = \frac{F_{fv} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{2928 \cdot 69,77}{60 \cdot 10^3} = 3,4 \text{ kW}$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása: $P_h = \frac{P}{\eta} = \frac{3,4}{0,8} = 4,25 \text{ kW}$

- Ahol $\eta = 0,8$ a szerszámgép hatásfoka.

A választott EU 500-as típusú esztergapadba beépített 10 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

53. sz. melléklet

„1.6. Furatnagylás Ø78,5 x 10 mm – e) felület”-hez tartozó számítások.

A forgácskeresztmetszet meghatározása:

$$\text{Forgácsolási ráhagyás a felületen: } \frac{D_1 - D_2}{2} = \frac{80 - 70,5}{2} = 4,75 \text{ mm}$$

- A jelenleg megmunkálni kívánt felület átmérője $D_1 = 80 \text{ mm}$.

- Az előzőleg megmunkált furat átmérője: $D_2 = 70,5 \text{ mm}$.

Simítási ráhagyás a felületen: 0,75 mm (átmérőre: 1,5 mm) (48. sz. melléklet táblázata alapján)

$$\text{Fogásmélység: } a = \frac{D - d}{2} = \frac{78,5 - 70,5}{2} = 4 \text{ mm}$$

d – a kiinduló átmérő: $d = 70,5 \text{ mm}$

D – a megmunkált átmérő a simítási ráhagyás alapján: $D = 80 - 1,5 = 78,5 \text{ mm}$

Előtolás értéke az $F_f = k_c \cdot f \cdot a$ összefüggés alapján

$$f = \frac{F_f}{a \cdot k_c} = \frac{5350}{4 \cdot 1500} = 0,89 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

- A fajlagos forgácsolóerő: $k_c = 1500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ (39. sz. melléklet alapján)

$$\text{Az } \frac{a}{f} \text{ viszony nagysága: } \frac{a}{f} = \frac{4}{0,89} = 4,49$$

Az ideális $\frac{a}{f}$ viszony a szakítószilárdság és a szerszámanyag függvényében 8:1 (42. sz. melléklet alapján)

A fogást nem kell megosztani, mivel $4,49 < 8$

A fogások száma: $i = 1$

Ezek alapján a fogásmélység: $a = 4 \text{ mm}$

A fogásmélységhez tartozó ideális előtolás értéke: $f = \frac{a}{\bar{a}} = \frac{4}{8} = 0,5 \frac{mm}{ford}$

→ az EU 500-as esztergán ez az érték beállítható, így: $f = 0,5 \frac{mm}{ford}$

(Az EU 500-as esztergán beállítható előtolás értékek a 43. sz. mellékletben található táblázatban láthatók.)

Mivel a fajlagos forgácsolóerő értéke az előtolástól függ, a megváltozott előtolás függvényében táblázatból választjuk ki a módosult k'_c értékét a h forgácsvastagság függvényében. (39. sz. melléklet táblázata alapján)

$$h = f \cdot \sin \kappa_r = 0,5 \cdot \sin 95^\circ = 0,498 \text{ mm} \sim 0,5 \text{ mm}$$

- κ_r – a szerszám főél elhelyezési szöge. $\kappa_r = 95^\circ$

A módosult fajlagos forgácsolóerő: $k'_c = 1784 \frac{N}{mm^2}$

A keletkező forgácsoló erő nagysága:

$$F_{fv} = k'_c \cdot f \cdot a = 1784 \cdot 0,5 \cdot 4 = 3568 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_K \cdot K_{sz} \cdot K_m \cdot K_h \cdot K_k \cdot K_T \left[\frac{m}{min} \right]$$

A v_c forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatokat a 11-2. táblázat tartalmazza.

11-2. táblázat A forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatok

Alapsebesség	$v_0 = 100 \frac{m}{min}$
A főél elhelyezési szögétől függő módosító tényező	$K_K = 0,81$
A szerszámtól függő módosító tényező	$K_{sz} = 0,93$
A forgácsolás módjától függő módosító tényező	$K_m = 1$
Az anyag állapotától függő módosító tényező	$K_h = 0,95$
A munkadarab felületétől, kérgétől függő módosító tényező	$K_k = 0,8$
Az éltartamtól függő módosító tényező	$K_T = 1,2$

Az adatok meghatározása a 32. – 38. sz. melléklet alapján.

Behelyettesítve:

$$v_c = 100 \cdot 0,81 \cdot 0,93 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1,2 = 68,7 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 68,7}{78,5 \cdot \pi} = 278,57 \frac{1}{min}$$

A gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám: $n_{gépi} = 250 \frac{1}{min}$

(40. sz. melléklet táblázatából választva)

A megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{78,5 \cdot \pi \cdot 250}{1000} = 61,65 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete: $P = \frac{F_{fv} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{3568 \cdot 61,65}{60 \cdot 10^3} = 3,67 \text{ kW}$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása: $P_h = \frac{P}{\eta} = \frac{3,67}{0,8} = 4,59 \text{ kW}$

- Ahol $\eta = 0,8$ a szerszámgép hatásfoka.

A választott EU 500-as típusú esztergapadba beépített 10 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

54. sz. melléklet

„1.9. Furatsimítás Ø72 x 25 mm – d) felület”-hez tartozó számítások.

A számunkra szükséges simított felület hossza 23 mm, mivel a többi rész a későbbiekben leforgácsolásra kerül. Így a forgácsolt felület hossza legyen 25 mm.

Simítási ráhagyás a felületen: 0,75 mm (átmérőre: 1,5 mm) (48. sz. melléklet táblázata alapján)

Köszörülési ráhagyás nincs a felületen.

Fogásmélység: $a = \frac{D-d}{2} = \frac{72-70,5}{2} = 0,75 \text{ mm}$

d – a kiinduló átmérő a simítási ráhagyás alapján: $d = 72 - 1,5 = 70,5 \text{ mm}$

D – a megmunkált átmérő: $D = 72 \text{ mm}$

A fogások száma: $i = 1$

Az előtolás értékét az átlagos felületi érdesség $R_a = 3,2 \mu\text{m} = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$

és az esztergákés csúcssugarának $r = 0,4 \text{ mm}$ figyelembevételével kell meghatározni a következő összefüggés alapján:

$$f = \sqrt{13 \cdot r \cdot R_a} = \sqrt{13 \cdot 0,4 \cdot 3,2 \cdot 10^{-3}} = 0,129 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

→ Az előtolás értéke megfelel a 49. sz. melléklet táblázata alapján

→ az EU 500-as esztergán beállítható legközelebbi előtolás értéke: $f = 0,125 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

(Az EU 500-as esztergán beállítható előtolás értékek a 43. sz. mellékletben található táblázatban láthatók.)

Az alkalmazott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_K \cdot K_{sz} \cdot K_m \cdot K_h \cdot K_k \cdot K_T \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$$

A v_c forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatokat a 11-3. táblázat tartalmazza.

11-3. táblázat A forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatok

Alapsebesség	$v_0 = 100 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
A főél elhelyezési szögétől függő módosító tényező	$K_K = 0,81$
A szerszámtól függő módosító tényező	$K_{sz} = 0,93$
A forgácsolás módjától függő módosító tényező	$K_m = 1$
Az anyag állapotától függő módosító tényező	$K_h = 0,95$
A munkadarab felületétől, kergétől függő módosító	$K_k = 0,8$
Az éltartamtól függő módosító tényező	$K_T = 1,2$

Az adatok meghatározása a 32. – 38. sz. melléklet alapján.

Behelyettesítve:

$$v_c = 100 \cdot 0,81 \cdot 0,93 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1,2 = 68,7 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 68,7}{72 \cdot \pi} = 303,72 \frac{1}{\text{min}}$$

A gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám: $n_{\text{gépi}} = 315 \frac{1}{\text{min}}$

(40. sz. melléklet táblázatából választva)

A megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{\text{gépi}}}{1000} = \frac{72 \cdot \pi \cdot 315}{1000} = 71,25 \frac{m}{\text{min}}$$

55. sz melléklet

„1.10. Furatsimítás Ø80 H8 x 10 mm – e) felület”-hez tartozó számítások

Simítási ráhagyás a felületen: 0,75 mm (átmérőre: 1,5 mm) (48. sz. melléklet táblázata alapján)

Köszörülési ráhagyás nincs a felületen.

A furat tűrése Ø80 H8, tehát a furat mérete: $D = 80^{+0,046}_{-0}$

A furat felső határmérete: $FH = 80,046 \text{ mm}$

A furat alsó határmérete: $AH = 80,00 \text{ mm}$

A furatot készítsük a közép méretre. $D = \frac{FH+AH}{2} = \frac{80,046+80,00}{2} = 80,023 \text{ mm}$

Fogásmélység: $a = \frac{D-d}{2} = \frac{80,023-78,5}{2} = 0,7615 \text{ mm}$ Lefelé kerekítve: $a = 0,76 \text{ mm}$

d – a kiinduló átmérő a simítási ráhagyás alapján: $d = 80 - 1,5 = 78,5 \text{ mm}$

D – a megmunkált átmérő: $D = 80,023 \text{ mm}$

Ezek alapján a megmunkált átmérő mérete: $D = 78,5 + (2 \cdot 0,76) = 80,02 \text{ mm}$

A fogások száma: $i = 1$

Az előtolás értékét az átlagos felületi érdesség $R_a = 3,2 \mu\text{m} = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$

és az esztergakés csúcssugarának $r = 0,4 \text{ mm}$ figyelembevételével kell meghatározni a következő összefüggés alapján:

$$f = \sqrt{13 \cdot r \cdot R_a} = \sqrt{13 \cdot 0,4 \cdot 3,2 \cdot 10^{-3}} = 0,129 \frac{mm}{ford}$$

→ Az előtolás értéke megfelel a 49. sz. melléklet táblázata alapján

→ az EU 500-as esztergán beállítható legközelebbi előtolás értéke: $f = 0,125 \frac{mm}{ford}$

(Az EU 500-as esztergán beállítható előtolás értékek a 43. sz. mellékletben található táblázatban láthatók.)

Az alkalmazott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_K \cdot K_{sz} \cdot K_m \cdot K_h \cdot K_k \cdot K_T \left[\frac{m}{min} \right]$$

A v_c forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatokat a 11-4. táblázat tartalmazza.

11-4. táblázat A forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatok

Alapsebesség	$v_0 = 100 \frac{m}{min}$
A főél elhelyezési szögétől függő módosító tényező	$K_K = 0,81$
A szerszámtól függő módosító tényező	$K_{sz} = 0,93$
A forgácsolás módjától függő módosító tényező	$K_m = 1$
Az anyag állapotától függő módosító tényező	$K_h = 0,95$
A munkadarab felületétől, kérgétől függő módosító tényező	$K_k = 0,8$
Az éltartamtól függő módosító tényező	$K_T = 1,2$

Az adatok meghatározása a 32. – 38. sz. melléklet alapján.

Behelyettesítve:

$$v_c = 100 \cdot 0,81 \cdot 0,93 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1,2 = 68,7 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 68,7}{80,02 \cdot \pi} = 273,28 \frac{1}{min}$$

A gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám: $n_{gépi} = 250 \frac{1}{min}$

(40. sz. melléklet táblázatából választva)

A megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{80,02 \cdot \pi \cdot 250}{1000} = 62,85 \frac{m}{min}$$

56. sz. melléklet

„1.12. Letörés 2x30°- g) felület”-hez tartozó számítások

A letöréshez tartozó átmérő: $D = 80 \text{ mm}$

A fogásmélység a letörés mérete alapján: $a = 2 \text{ mm}$

A fogások száma: $i = 1$

Az előtolás értéke: $f = 0,1 \frac{\text{mm}}{\text{ford}} (\text{kézi})$

Az alkalmazott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_K \cdot K_{sz} \cdot K_m \cdot K_h \cdot K_k \cdot K_T \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$$

A v_c forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatokat a 11-5. táblázat tartalmazza.

11-5. táblázat A forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatok

Alapsebesség	$v_0 = 100 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
A főél elhelyezési szögétől függő módosító tényező	$K_K = 0,81$
A szerszámtól függő módosító tényező	$K_{sz} = 0,93$
A forgácsolás módjától függő módosító tényező	$K_m = 1$
Az anyag állapotától függő módosító tényező	$K_h = 0,95$
A munkadarab felületétől, kergétől függő módosító tényező	$K_k = 0,8$
Az éltartamtól függő módosító tényező	$K_T = 1,2$

Az adatok meghatározása a 32. – 38. sz. melléklet alapján.

Behelyettesítve:

$$v_c = 100 \cdot 0,81 \cdot 0,93 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1,2 = 68,7 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 68,7}{80 \cdot \pi} = 273,35 \frac{1}{\text{min}}$$

A gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám: $n_{gépi} = 250 \frac{1}{\text{min}}$

(40. sz. melléklet táblázatából választva)

A megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{80 \cdot \pi \cdot 250}{1000} = 62,83 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

57. sz. melléklet

„1.13. Beszúrás DIN 509 - F 0,6x0,3 - h) felület”-hez tartozó számítások.

A beszúráshoz tartozó átmérő: $D = 95 \text{ mm}$

A fogásmélység a beszúrás mérete alapján: $a = 0,3 \text{ mm}$

A fogások száma: $i = 1$

Az előtolás értéke: $f = 0,1 \frac{\text{mm}}{\text{ford}} (\text{kézi})$

Az alkalmazott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_K \cdot K_{sz} \cdot K_m \cdot K_h \cdot K_k \cdot K_T \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$$

A v_c forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatokat a 11-6. táblázat tartalmazza.

11-6. táblázat A forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatok

Alapsebesség	$v_0 = 100 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
A főél elhelyezési szögétől függő módosító tényező	$K_K = 0,81$
A szerszámtól függő módosító tényező	$K_{sz} = 0,93$
A forgácsolás módjától függő módosító tényező	$K_m = 1$
Az anyag állapotától függő módosító tényező	$K_h = 0,95$
A munkadarab felületétől, kergétől függő módosító tényező	$K_k = 0,8$
Az éltartamtól függő módosító tényező	$K_T = 1,2$

Az adatok meghatározása a 32. – 38. sz. melléklet alapján.

Behelyettesítve:

$$v_c = 100 \cdot 0,81 \cdot 0,93 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1,2 = 68,7 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 68,7}{95 \cdot \pi} = 230,19 \frac{1}{\text{min}}$$

A gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám: $n_{gépi} = 250 \frac{1}{\text{min}}$

(40. sz. melléklet táblázatából választva)

A megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{95 \cdot \pi \cdot 250}{1000} = 74,61 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

58. sz. melléklet

„2.1. Homloknagyolás – a) felület”-hez tartozó számítások

Forgácsolási ráhagyás a felületen: 3 mm

Simítási ráhagyás a felületen: 1 mm (30. sz. melléklet táblázata alapján)

A fogásmélység a ráhagyás alapján: $a = 3 - 1 = 2 \text{ mm}$

A fogások száma: $i = 1$

Előtolás értéke az $F_f = k_c \cdot f \cdot a$ összefüggés alapján:

$$f = \frac{F_f}{a \cdot k_c} = \frac{5350}{2 \cdot 1500} = 1,78 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

- A fajlagos forgácsolóerő: $k_c = 1500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ (39. sz. melléklet alapján)

Az $\frac{a}{f}$ viszony nagysága: $\frac{a}{f} = \frac{2}{1,78} = 1,12$

Az ideális $\frac{a}{f}$ viszony a szakítószilárdság és a szerszámanyag függvényében 8:1 (42. sz. melléklet alapján)

A fogást nem kell megosztani, mivel $1,12 < 8$

A fogások száma: $i = 1$

Ezek alapján a fogásmélység: $a = 2 \text{ mm}$

A fogásmélységhez tartozó ideális előtolás értéke $f = \frac{a}{\frac{a}{f}} = \frac{2}{8} = 0,25 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

→ az EU 500-as esztergán ez az érték beállítható: $f = 0,25 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

(Az EU 500-as esztergán beállítható előtolás értékek a 43. sz. mellékletben található táblázatban láthatók.)

Mivel a fajlagos forgácsolóerő értéke az előtolástól függ, a megváltozott előtolás függvényében táblázatból választjuk ki a módosult k'_c értékét a h forgácsvastagság függvényében. (39. sz. melléklet táblázata alapján)

$$h = f \cdot \sin \kappa_r = 0,25 \cdot \sin 90^\circ = 0,25 \text{ mm}$$

- κ_r – a szerszám főél elhelyezési szöge. $\kappa_r = 90^\circ$

A módosult fajlagos forgácsolóerő: $k'_c = 2121 \frac{N}{mm^2}$

A keletkező forgácsoló erő nagysága:

$$F_{fv} = k'_c \cdot f \cdot a = 2121 \cdot 0,25 \cdot 2 = 1060,5 N$$

Az alkalmazott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_K \cdot K_{sz} \cdot K_m \cdot K_h \cdot K_k \cdot K_T \left[\frac{m}{min} \right]$$

A v_c forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatokat a 11-7. táblázat tartalmazza.

11-7. táblázat A forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatok

Alapsebesség	$v_0 = 100 \frac{m}{min}$
A főél elhelyezési szögétől függő módosító tényező	$K_K = 0,81$
A szerszámtól függő módosító tényező	$K_{sz} = 0,93$
A forgácsolás módjától függő módosító tényező	$K_m = 1$
Az anyag állapotától függő módosító tényező	$K_h = 0,95$
A munkadarab felületétől, kérgétől függő módosító tényező	$K_k = 0,8$
Az éltartamtól függő módosító tényező	$K_T = 1,2$

Az adatok meghatározása a 32. – 38. sz. melléklet alapján.

Behelyettesítve:

$$v_c = 100 \cdot 0,81 \cdot 0,93 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1,2 = 68,7 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 68,7}{135 \cdot \pi} = 161,98 \frac{1}{min}$$

Ahol D – a kiinduló átmérő a ráhagyással: $D = 129 + 6 = 135 \text{ mm}$

A gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám: $n_{gépi} = 160 \frac{1}{min}$

(40. sz. melléklet táblázatából választva)

A megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{135 \cdot \pi \cdot 160}{1000} = 67,86 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete: $P = \frac{F_{fv} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{1060,5 \cdot 67,86}{60 \cdot 10^3} = 1,2 \text{ kW}$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása: $P_h = \frac{P}{\eta} = \frac{1,2}{0,8} = 1,5 \text{ kW}$

- Ahol $\eta = 0,8$ a szerszám gép hatásfoka.

A választott EU 500-as típusú esztergapadba beépített 10 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

59. sz. melléklet

„2.2. Palástnagyolás Ø130,5 x 20 mm – b) felület”-hez tartozó számítások

A forgácskeresztmetszet meghatározása:

Forgácsolási ráhagyás a felületen: 5 mm (Mivel az előgyártmány kovácsolással készült, a felület oldalferdeséggel rendelkezik ezért a forgácsolási ráhagyás a felületen nem állandó. A legkisebb forgácsolási ráhagyás a felületen 3 mm, a legnagyobb pedig 5 mm)

Simítási ráhagyás a felületen: 0,75 mm (átmérőre: 1,5 mm) (41. sz. melléklet táblázata alapján)

$$\text{Fogásmélység: } a = \frac{D-d}{2} = \frac{139-130,5}{2} = 4,25 \text{ mm}$$

D – a legnagyobb kiinduló átmérő: $D = 139 \text{ mm}$

d – a megmunkált átmérő a simítási ráhagyás alapján: $d = 129 + 1,5 = 130,5 \text{ mm}$

Előtolás értéke az $F_f = k_c \cdot f \cdot a$ összefüggés alapján:

$$f = \frac{F_f}{a \cdot k_c} = \frac{5350}{4,25 \cdot 1500} = 0,84 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

- A fajlagos forgácsolóerő: $k_c = 1500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ (39. sz. melléklet alapján)

$$\text{Az } \frac{a}{f} \text{ viszony nagysága: } \frac{a}{f} = \frac{4,25}{0,84} = 5,06$$

Az ideális $\frac{a}{f}$ viszony a szakítószilárdság és a szerszámanyag függvényében 8:1 (42. sz. melléklet alapján)

A fogást nem kell megosztani, mivel $5,06 < 8$

A fogások száma: $i = 1$

Ezek alapján a fogásmélység: $a = 4,25 \text{ mm}$

A fogásmélységhez tartozó ideális előtolás értéke $f = \frac{a}{f} = \frac{4,25}{8} = 0,531 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

→ az EU 500-as esztergán beállítható legközelebbi előtolás értéke: $f = 0,56 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

(Az EU 500-as esztergán beállítható előtolás értékek a 43. sz. mellékletben található táblázatban láthatók.)

Mivel a fajlagos forgácsolóerő értéke az előtolástól függ, a megváltozott előtolás függvényében táblázatból választjuk ki a módosult k'_c értékét a h forgácsvastagság függvényében. (39. sz. melléklet táblázata alapján)

$$h = f \cdot \sin \kappa_r = 0,56 \cdot \sin 90^\circ = 0,56 \text{ mm}$$

- κ_r – a szerszám főél elhelyezési szöge. $\kappa_r = 90^\circ$

A módosult fajlagos forgácsolóerő: $k'_c = 1784 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

A keletkező forgácsoló erő nagysága:

$$F_{fv} = k'_c \cdot f \cdot a = 1784 \cdot 0,56 \cdot 4,25 = 4245,92 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_K \cdot K_{sz} \cdot K_m \cdot K_h \cdot K_k \cdot K_T \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$$

A v_c forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatokat a 11-8. táblázat tartalmazza.

11-8. táblázat A forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatok

Alapsebesség	$v_0 = 100 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
A főél elhelyezési szögétől függő módosító tényező	$K_K = 0,81$
A szerszámtól függő módosító tényező	$K_{sz} = 0,93$
A forgácsolás módjától függő módosító tényező	$K_m = 1$
Az anyag állapotától függő módosító tényező	$K_h = 0,95$
A munkadarab felületétől, kérgétől függő módosító tényező	$K_k = 0,8$
Az éltartamtól függő módosító tényező	$K_T = 1,2$

Az adatok meghatározása a 32. – 38. sz. melléklet alapján.

Behelyettesítve:

$$v_c = 100 \cdot 0,81 \cdot 0,93 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1,2 = 68,7 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 68,7}{139 \cdot \pi} = 157,32 \frac{1}{min}$$

- Ahol D – a kiinduló átmérő: D = 139 mm

A gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám: $n_{gépi} = 160 \frac{1}{min}$

(40. sz. melléklet táblázatából választva)

A megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{139 \cdot \pi \cdot 160}{1000} = 69,87 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete: $P = \frac{F_{fv} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{4245,92 \cdot 69,87}{60 \cdot 10^3} = 4,94 \text{ kW}$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása: $P_h = \frac{P}{\eta} = \frac{4,94}{0,8} = 6,18 \text{ kW}$

- Ahol $\eta = 0,8$ a szerszámgép hatásfoka.

A választott EU 500-as típusú esztergapadba beépített 10 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

60. sz. melléklet

„2.3. Furatnagylás Ø78,5 x 77±0,1 mm – c) felület”-hez tartozó számítások

A megmunkálási hossz: 77 mm

A furat megmunkáláshoz a késkinyúlás értéke min. 80 mm. L=100 mm-es késkinyúláshoz tartozó főforgácsoló erő értéke a 27. sz. melléklet táblázata alapján 20x20 mm-es késszár keresztmetszet esetén: $F_f = 2760 \text{ N}$

A furat hosszának tűrése: ±0,1 mm

A forgácskeresztmetszet meghatározása:

$$\text{Forgácsolási ráhagyás a felületen: } \frac{D_1 - D_2}{2} = \frac{80 - 70,5}{2} = 4,75 \text{ mm}$$

- A jelenleg megmunkálni kívánt felület átmérője $D_1 = 80 \text{ mm}$.

- Az előzőleg megmunkált furat átmérője: $D_2 = 70,5 \text{ mm}$.

Simítási ráhagyás a felületen: 0,75 mm (átmérőre: 1,5 mm) (48. sz. melléklet táblázata alapján)

$$\text{Fogásmélység: } a = \frac{D-d}{2} = \frac{78,5-70,5}{2} = 4 \text{ mm}$$

d – a kiinduló átmérő: $d = 70,5 \text{ mm}$

D – a megmunkált átmérő a simítási ráhagyás alapján: $D = 80 - 1,5 = 78,5 \text{ mm}$

Előtolás értéke az $F_f = k_c \cdot f \cdot a$ összefüggés alapján

$$f = \frac{F_f}{a \cdot k_c} = \frac{2760}{4 \cdot 1500} = 0,46 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

- A fajlagos forgácsolóerő: $k_c = 1500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ (39. sz. melléklet alapján)

$$\text{Az } \frac{a}{f} \text{ viszony nagysága: } \frac{a}{f} = \frac{4}{0,46} = 8,7$$

Az ideális $\frac{a}{f}$ viszony a szakítószilárdság és a szerszámanyag függvényében 8:1 (42. sz. melléklet alapján)

A fogást meg kell osztani, mivel $8,7 > 8$

A fogások száma: $i = 2$

$$\text{Ezek alapján a fogásmélység: } a = \frac{D-d}{2 \cdot i} = \frac{78,5-70,5}{2 \cdot 2} = 2 \text{ mm}$$

A fogásmélységhez tartozó ideális előtolás értéke: $f = \frac{a}{\frac{a}{f}} = \frac{2}{8} = 0,25 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

→ az EU 500-as esztergán ez az érték beállítható, így: $f = 0,25 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

(Az EU 500-as esztergán beállítható előtolás értékek a 43. sz. mellékletben található táblázatban láthatók.)

Mivel a fajlagos forgácsolóerő értéke az előtolástól függ, a megváltozott előtolás függvényében táblázatból választjuk ki a módosult k'_c értékét a h forgácsvastagság függvényében. (39. sz. melléklet táblázata alapján)

$$h = f \cdot \sin \kappa_r = 0,25 \cdot \sin 95^\circ = 0,249 \text{ mm} \approx 0,25 \text{ mm}$$

- κ_r – a szerszám főél elhelyezési szöge. $\kappa_r = 95^\circ$

A módosult fajlagos forgácsolóerő: $k'_c = 2121 \frac{N}{mm^2}$

A keletkező forgácsoló erő nagysága:

$$F_{fv} = k'_c \cdot f \cdot a = 2121 \cdot 0,25 \cdot 2 = 1060,5 N$$

Az alkalmazott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_K \cdot K_{sz} \cdot K_m \cdot K_h \cdot K_k \cdot K_T \left[\frac{m}{min} \right]$$

A v_c forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatokat a 11-9. táblázat tartalmazza.

11-9. táblázat A forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatok

Alapsebesség	$v_0 = 100 \frac{m}{min}$
A főél elhelyezési szögétől függő módosító tényező	$K_K = 0,81$
A szerszámtól függő módosító tényező	$K_{sz} = 0,93$
A forgácsolás módjától függő módosító tényező	$K_m = 1$
Az anyag állapotától függő módosító tényező	$K_h = 0,95$
A munkadarab felületétől, kérgétől függő módosító tényező	$K_k = 0,8$
Az éltartamtól függő módosító tényező	$K_T = 1,2$

Az adatok meghatározása a 32. – 38. sz. melléklet alapján.

Behelyettesítve:

$$v_c = 100 \cdot 0,81 \cdot 0,93 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1,2 = 68,7 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 68,7}{78,5 \cdot \pi} = 278,57 \frac{1}{min}$$

A gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám: $n_{gépi} = 250 \frac{1}{min}$

(40. sz. melléklet táblázatából választva)

A megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{78,5 \cdot \pi \cdot 250}{1000} = 61,65 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete: $P = \frac{F_{fv} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{1060,5 \cdot 61,65}{60 \cdot 10^3} = 1,09 \text{ kW}$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása: $P_h = \frac{P}{\eta} = \frac{1,09}{0,8} = 1,36 \text{ kW}$

- Ahol $\eta = 0,8$ a szerszámgép hatásfoka.

A választott EU 500-as típusú esztergapadba beépített 10 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

61. sz. melléklet

„2.4. Homloksimítás – a) felület”-hez tartozó számítások

Simítási ráhagyás a felületen: 1 mm (30. sz. melléklet táblázata alapján)

Köszörülési ráhagyás a felületen: 0,45 mm (30. sz. melléklet táblázata alapján)

A fogásmélység a ráhagyás alapján: $a = 1 - 0,45 = 0,55 \text{ mm}$

A fogások száma: $i = 1$

Az előtolás értékét az átlagos felületi érdesség $R_a = 3,2 \mu\text{m} = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$

és az esztergakés csúcssugarának $r = 0,8 \text{ mm}$ figyelembevételével kell meghatározni a következő összefüggés alapján:

$$f = \sqrt{13 \cdot r \cdot R_a} = \sqrt{13 \cdot 0,8 \cdot 3,2 \cdot 10^{-3}} = 0,182 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

→ Az előtolás értéke megfelel a 49. sz. melléklet táblázata alapján

→ az EU 500-as esztergán beállítható legközelebbi előtolás értéke: $f = 0,18 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

(Az EU 500-as esztergán beállítható előtolás értékek a 43. sz. mellékletben található táblázatban láthatók.)

Az alkalmazott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_K \cdot K_{sz} \cdot K_m \cdot K_h \cdot K_k \cdot K_T \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$$

A v_c forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatokat a 11-10. táblázat tartalmazza.

11-10. táblázat A forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatok

Alapsebesség	$v_0 = 100 \frac{m}{min}$
A főél elhelyezési szögétől függő módosító tényező	$K_K = 0,81$
A szerszámtól függő módosító tényező	$K_{sz} = 0,93$
A forgácsolás módjától függő módosító tényező	$K_m = 1$
Az anyag állapotától függő módosító tényező	$K_h = 0,95$
A munkadarab felületétől, kérgétől függő módosító tényező	$K_k = 0,8$
Az éltartamtól függő módosító tényező	$K_T = 1,2$

Az adatok meghatározása a 32. – 38. sz. melléklet alapján.

Behelyettesítve:

$$v_c = 100 \cdot 0,81 \cdot 0,93 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1,2 = 68,7 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 68,7}{130,5 \cdot \pi} = 167,57 \frac{1}{min}$$

Ahol D – a kiinduló átmérő ráhagyással együtt: D = 130,5 mm

A gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám: $n_{gépi} = 160 \frac{1}{min}$

(40. sz. melléklet táblázatából választva)

A megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{130,5 \cdot \pi \cdot 160}{1000} = 65,6 \frac{m}{min}$$

62. sz. melléklet

„2.5. Palástsimítás Ø129 x 20 mm – b) felület”-hez tartozó számítások.

Simítási ráhagyás a felületen: 0,75 mm (átmérőre: 1,5 mm) (41. sz. melléklet táblázata alapján)

Köszörülési ráhagyás nincs a felületen.

$$\text{Fogásmélység: } a = \frac{D-d}{2} = \frac{130,5-129}{2} = 0,75 \text{ mm}$$

D – a legnagyobb kiinduló átmérő: D = 130,5 mm

d – a megmunkált átmérő: d = 129 mm

A fogások száma: $i = 1$

Az előtolás értékét az átlagos felületi érdesség $R_a = 3,2 \mu m = 3,2 \cdot 10^{-3} mm$

és az esztergákés csúcssugarának $r = 0,8 mm$ figyelembevételével kell meghatározni a következő összefüggés alapján:

$$f = \sqrt{13 \cdot r \cdot R_a} = \sqrt{13 \cdot 0,8 \cdot 3,2 \cdot 10^{-3}} = 0,182 \frac{mm}{ford}$$

→ Az előtolás értéke megfelel a 49. sz. melléklet táblázata alapján

→ az EU 500-as esztergán beállítható legközelebbi előtolás értéke: $f = 0,18 \frac{mm}{ford}$

(Az EU 500-as esztergán beállítható előtolás értékek a 43. sz. mellékletben található táblázatban láthatók.)

Az alkalmazott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_K \cdot K_{sz} \cdot K_m \cdot K_h \cdot K_k \cdot K_T \left[\frac{m}{min} \right]$$

A v_c forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatokat a 11-11. táblázat tartalmazza.

11-11. táblázat A forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatok

Alapsebesség	$v_0 = 100 \frac{m}{min}$
A főél elhelyezési szögétől függő módosító tényező	$K_K = 0,81$
A szerszámtól függő módosító tényező	$K_{sz} = 0,93$
A forgácsolás módjától függő módosító tényező	$K_m = 1$
Az anyag állapotától függő módosító tényező	$K_h = 0,95$
A munkadarab felületétől, kérégtől függő módosító tényező	$K_k = 0,8$
Az éltartamtól függő módosító tényező	$K_T = 1,2$

Az adatok meghatározása a 32. – 38. sz. melléklet alapján.

Behelyettesítve:

$$v_c = 100 \cdot 0,81 \cdot 0,93 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1,2 = 68,7 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 68,7}{130,5 \cdot \pi} = 167,57 \frac{1}{min}$$

Ahol D – a kiinduló átmérő ráhagyással együtt: D = 130,5 mm

A gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám: $n_{gépi} = 160 \frac{1}{min}$

(40. sz. melléklet táblázatából választva)

A megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{130,5 \cdot \pi \cdot 160}{1000} = 65,6 \frac{m}{min}$$

63. sz. melléklet

„2.6. Furatsimítás Ø79,6 x 77±0,1 mm – c) felület”-hez tartozó számítások

A furat hosszának tűrése: ±0,1 mm

Simítási ráhagyás a felületen: 0,75 mm (átmérőre: 1,5 mm) (48. sz. melléklet táblázata alapján)

Köszörülési ráhagyás a felületen: 0,2 mm (átmérőre: 0,4 mm) (51. sz. melléklet táblázata alapján.)

$$\text{Fogásmélység: } a = \frac{D-d}{2} = \frac{79,6-78,5}{2} = 0,55 \text{ mm}$$

d – a kiinduló átmérő a simítási ráhagyás alapján: $d = 80 - 1,5 = 78,5 \text{ mm}$

D – a megmunkált átmérő a köszörülési ráhagyás alapján: $D = 80 - 0,4 = 79,6 \text{ mm}$

A fogások száma: $i = 1$

Az előtolás értékét az átlagos felületi érdesség $R_a = 3,2 \mu m = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$

és az esztergákés csúcssugarának $r = 0,4 \text{ mm}$ figyelembevételével kell meghatározni a következő összefüggés alapján:

$$f = \sqrt{13 \cdot r \cdot R_a} = \sqrt{13 \cdot 0,4 \cdot 3,2 \cdot 10^{-3}} = 0,129 \frac{mm}{ford}$$

→ Az előtolás értéke megfelel a 49. sz. melléklet táblázata alapján

→ az EU 500-as esztergán ez az érték beállítható: $f = 0,125 \frac{mm}{ford}$

(Az EU 500-as esztergán beállítható előtolás értékek a 43. sz. mellékletben található táblázatban láthatók.)

Az alkalmazott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_K \cdot K_{sz} \cdot K_m \cdot K_h \cdot K_k \cdot K_T \left[\frac{m}{min} \right]$$

A v_c forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatokat a 11-12. táblázat tartalmazza.

11-12. táblázat A forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatok

Alapsebesség	$v_0 = 100 \frac{m}{min}$
A főél elhelyezési szögétől függő módosító tényező	$K_K = 0,81$
A szerszámtól függő módosító tényező	$K_{sz} = 0,93$
A forgácsolás módjától függő módosító tényező	$K_m = 1$
Az anyag állapotától függő módosító tényező	$K_h = 0,95$
A munkadarab felületétől, kérgétől függő módosító tényező	$K_k = 0,8$
Az éltartamtól függő módosító tényező	$K_T = 1,2$

Az adatok meghatározása a 32. – 38. sz. melléklet alapján.

Behelyettesítve:

$$v_c = 100 \cdot 0,81 \cdot 0,93 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1,2 = 68,7 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 68,7}{79,6 \cdot \pi} = 274,72 \frac{1}{min}$$

A gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám: $n_{gépi} = 250 \frac{1}{min}$

(40. sz. melléklet táblázatából választva)

A megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{79,6 \cdot \pi \cdot 250}{1000} = 62,52 \frac{m}{min}$$

64. sz. melléklet

„2.7. Letörés 2x15°– d) felület”-hez tartozó számítások.

A letöréshez tartozó átmérő: $D = 80 \text{ mm}$

A fogásmélység a letörés mérete alapján: $a = 2 \text{ mm}$

A fogások száma: $i = 1$

Az előtolás értéke: $f = 0,1 \frac{mm}{ford}$ (kézi)

Az alkalmazott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_K \cdot K_{sz} \cdot K_m \cdot K_h \cdot K_k \cdot K_T \left[\frac{m}{min} \right]$$

A v_c forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatokat a 11-13. táblázat tartalmazza.

11-13. táblázat A forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatok

Alapsebesség	$v_0 = 100 \frac{m}{min}$
A főél elhelyezési szögétől függő módosító tényező	$K_K = 0,81$
A szerszámtól függő módosító tényező	$K_{sz} = 0,93$
A forgácsolás módjától függő módosító tényező	$K_m = 1$
Az anyag állapotától függő módosító tényező	$K_h = 0,95$
A munkadarab felületétől, kérgétől függő módosító tényező	$K_k = 0,8$
Az éltartamtól függő módosító tényező	$K_T = 1,2$

Az adatok meghatározása a 32. – 38. sz. melléklet alapján.

Behelyettesítve:

$$v_c = 100 \cdot 0,81 \cdot 0,93 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1,2 = 68,7 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 68,7}{80 \cdot \pi} = 273,35 \frac{1}{min}$$

A gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám: $n_{gépi} = 250 \frac{1}{min}$

(40. sz. melléklet táblázatából választva)

A megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{80 \cdot \pi \cdot 250}{1000} = 62,83 \frac{m}{min}$$

65. sz. melléklet

„2.8. Beszúrás DIN 509 - F 0,6x0,3 - e) felület”hez tartozó számítások

A beszúráshoz tartozó átmérő: $D = 80 \text{ mm}$

A fogásmélység a beszúrás mérete alapján: $a = 0,3 \text{ mm}$

A fogások száma: $i = 1$

Az előtolás értéke: $f = 0,1 \frac{mm}{ford}$ (kézi)

Az alkalmazott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_K \cdot K_{sz} \cdot K_m \cdot K_h \cdot K_k \cdot K_T \left[\frac{m}{min} \right]$$

A v_c forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatokat a 11-14. táblázat tartalmazza.

11-14. táblázat A forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatok

Alapsebesség	$v_0 = 100 \frac{m}{min}$
A főél elhelyezési szögétől függő módosító tényező	$K_K = 0,81$
A szerszámtól függő módosító tényező	$K_{sz} = 0,93$
A forgácsolás módjától függő módosító tényező	$K_m = 1$
Az anyag állapotától függő módosító tényező	$K_h = 0,95$
A munkadarab felületétől, kérgétől függő módosító tényező	$K_k = 0,8$
Az éltartamtól függő módosító tényező	$K_T = 1,2$

Az adatok meghatározása a 32. – 38. sz. melléklet alapján.

Behelyettesítve:

$$v_c = 100 \cdot 0,81 \cdot 0,93 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1,2 = 68,7 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 68,7}{80 \cdot \pi} = 273,35 \frac{1}{min}$$

A gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám: $n_{gépi} = 250 \frac{1}{min}$

(40. sz. melléklet táblázatából választva)

A megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{80 \cdot \pi \cdot 250}{1000} = 62,83 \frac{m}{min}$$

66. sz. melléklet

Megnevezés	A géptípus jele						
	FAP-12 asztali pontossági fűrőgép	FOF-32 állványos fűrőgép	Oszlopos fűrőgép OF-3	RF-22	RF-31	RF-51	FHR-30 hordozható sugárfűrőgép
Legnagyobb fűrhető							
Átmérő acélba [mm]	12	32	60	40	60	80	25
Öntöttvasba [mm]	16	40	70	50	80	100	36
Legnagyobb fűrhető menetátmérő							
Acélba [mm]	-	-	70	50	70	100	-
Öntöttvasba [mm]	-	-	80	60	85	125	-
A fűrőrső fűrési mélysége [mm]	100	200	300	300	380	400	250
A fűrőrső							
Fokozati tényező φ	-	1,25	1,4	1,4	1,4	1,4	-
Fordulatszám határok $\left[\frac{f}{min}\right]$	375 – 4750	60 – 1200	37,5 – 1900	45 – 2000	19 – 1900	15 – 1500	95 – 750
Előtolás határok $\left[\frac{mm}{min}\right]$	Kézi	0,1 – 0,75	0,075 – 1,9	0,05 – 1,25	0,047 – 2	0,047 – 2	0,05 és 0,1
Fűrőmotor							
Teljesítménye [kW]	0,45	1,7/2,5	5,6	2,8	7	10	1/1,7
Fordulatszáma $\left[\frac{f}{min}\right]$	2880	1440/2880	1440	1440	1440	1440	720/1440

11-53. ábra Fűrőgépek főbb műszaki adatai [18]

67. sz. melléklet

$\varphi = 1,12$	$\varphi = 1,25$	$\varphi = 1,6$	$\varphi = 1,4$		$\varphi = 2$	
100				1000		
112	112	112	11,2		11,2	
125				125		
140	140	140		1400		1400
160			16			
180	180	180		180		180
200				2000		
224	224	224	22,4		22,4	
250				250		
280	280	280	2,8	2800	2,8	2800
315			31,5			
355	355	355		355		355
400			4	4000		
450	450	450	45		45	
500				500		
560	560	560	5,6	5600	5,6	5600
630			63			
710	710	710		710		710
800			8	8000		
900	900	900	90		90	
1000				1000		

11-54. ábra Szerszámgépek terhelés alatti fordulatszáma [18]

68. sz. melléklet

Menet		Furatátmérő, d [mm]	Menet		Furatátmérő, d [mm]
méter	Whitworth		méter	Whitworth	
M1		0,75	M16		13,8
M1,2		0,95	M18		15,3
M1,4		1,1		¾"	16,4
M1,7		1,35	M20		17,3
M2		1,6	M22	7/8"	19,3
M2,3		1,9	M24		20,7
M2,6		2,15		1"	22
M3		2,5	M27		23,7
M3,5		2,9		1 1/8"	24,7
M4		3,3	M30		26,1
M5		4,1		1 ¼"	27,9
M6		5	M33		29,2
	¼"	5,1	M36	1 3/8"	30,3
M7		6			31,5
	5/16"	6,5		1 ½"	33,5
M8		6,7	M39		34,6
M9		7,7		1 5/8"	35,8
	3/8"	7,9	M42		37
M10		8,4		1 ¾"	39
	7/16"	9,2	M45		40
M12		10,1		1 7/8"	41,5
	½"	10,5	M48		42,4
M14		11,8		2"	44,7
	5/8"	13,5	M52		46,4

11-55. ábra A magfúrat méretei menetfúráskor [18]

69. sz. melléklet

A súllyesztő átmérője [mm]	Mégmunkálendő anyag			
	Acél		Öntöttvas és színesfémek	
	$R_m \leq 900 \frac{N}{mm^2}$	$R_m \geq 900 \frac{N}{mm^2}$	$HB \leq 170$	$HB \geq 170$
15	0,30 – 0,50	0,20 – 0,40	0,40 – 0,80	0,35 – 0,65
18	0,30 – 0,60	0,25 – 0,50	0,45 – 0,80	0,36 – 0,70
20	0,30 – 0,60	0,30 – 0,50	0,50 – 0,85	0,40 – 0,75
25	0,35 – 0,65	0,30 – 0,55	0,55 – 0,90	0,45 – 0,80
30	0,40 – 0,70	0,35 – 0,60	0,60 – 0,95	0,50 – 0,85
35	0,45 – 0,80	0,35 – 0,60	0,70 – 1,00	0,55 – 0,90
40	0,50 – 0,90	0,40 – 0,65	0,75 – 1,00	0,60 – 0,95
45	0,55 – 0,95	0,50 – 0,75	0,80 – 1,10	0,65 – 1,00
50	0,55 – 0,95	0,50 – 0,75	0,85 – 1,20	0,70 – 1,00
60	0,60 – 1,00	0,50 – 0,80	0,90 – 1,25	0,75 – 1,10

11-56. ábra Az előtolás értéke [mm/ford] súllyesztéshez [18]

70. sz. melléklet

A menet jele d=D		Menet- emelkedés	Közép- átmérő	Magátmérő		Menetmélység		Lekere- kítés	Magfurat átmérője
1. sorozat	2. sorozat			Orsó	Anyá	Orsó	Anyá		
		P	$d_2 = D_2$	d_1	D_1	h_1	H_1	R	
M3		0,5	2,675	2,387	2,459	0,307	0,271	0,072	2,5
	M3,5	0,6	3,110	2,764	2,850	0,368	0,325	0,087	2,9
M4		0,7	3,545	3,141	3,242	0,429	0,379	0,101	3,3
	M4,5	0,75	4,013	3,580	3,688	0,460	0,406	0,108	3,7
M5		0,8	4,480	4,019	4,134	0,491	0,433	0,115	4,2
M6		1	5,350	4,773	4,917	0,613	0,541	0,114	5
M8		1,25	7,188	6,466	6,647	0,767	0,677	0,180	6,8
M10		1,5	9,026	8,160	8,376	0,920	0,812	0,217	8,5
M12		1,75	10,863	9,853	10,106	1,074	0,947	0,253	10,2
	M14	2	12,701	11,546	11,835	1,227	1,083	0,289	12
M16		2	14,701	13,546	13,835	1,227	1,083	0,289	14
	M18	2,5	16,376	14,933	15,297	1,534	1,353	0,361	15,5
M20		2,5	18,376	16,933	17,294	1,534	1,353	0,361	17,5
	M22	2,5	20,376	18,933	19,294	1,534	1,353	0,361	19,5
M24		3	22,051	20,319	20,752	1,840	1,624	0,433	21
	M27	3	25,051	23,319	23,752	1,840	1,624	0,433	24
M30		3,5	27,727	25,706	26,211	2,147	1,894	0,505	26,5
	M33	3,5	30,727	28,706	29,211	2,147	1,894	0,505	29,5
M36		4	33,402	31,093	31,670	2,454	2,165	0,577	32
	M39	4	36,402	34,093	34,670	2,454	2,165	0,577	35
M42		4,5	39,077	36,479	37,129	2,760	2,436	0,650	37,5
	M45	4,5	42,077	39,479	40,129	2,760	2,436	0,650	40,5
M48		5	44,752	41,866	42,587	3,067	2,706	0,722	43
	M52	5	48,752	45,866	46,587	3,067	2,706	0,722	47
M56		5,5	52,428	49,252	50,046	3,374	2,977	0,794	50,5
	M60	5,5	56,428	53,252	54,046	3,374	2,977	0,794	55
M64		6	60,103	56,639	57,505	3,681	3,248	0,866	58

11-57. ábra Normálmenetek méretei mm-ben [20]

71. sz. melléklet

Mégmunkálendő anyag		Forgácsolósebesség $\left[\frac{m}{min} \right]$
Acél	$R_m \leq 750 \frac{N}{mm^2}$	3,0 – 5,5
	$R_m \geq 750 \frac{N}{mm^2}$	2,5 – 4,0
Öntöttvas	$HB \leq 200$	4,0 – 7,0
	$HB \geq 200$	3,0 – 5,0
Temperöntvény		6,0 – 11,0
Bronz, sárgaréz		6,5 – 12,0

11-58. ábra A forgácsolósebesség irányértékei gépi menetfűrókhoz [18]

72. sz. melléklet

„4.1 Fúrás Ø9 x 20 mm (6x) – a) felület”-hez tartozó számítások.

A szerszámbefogás módja: fúrótokmányba

Furatátmérő: $D = 9 \text{ mm}$

Fogásmélység: $a = \frac{D}{2} = \frac{9}{2} = 4,5 \text{ mm}$

Az előtolás értéke: $f = 0,16 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$ (a 44. sz. melléklet táblázata alapján)

A fogások száma: $i = 1$

Az alkalmazott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_l \cdot K_a \cdot K_{sz} \left[\frac{m}{\text{min}} \right]$$

A v_c forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatokat a 11-15. táblázat tartalmazza.

11-15. táblázat A forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatok

Alapsebesség	v_0
A furat hosszának és átmérőjének viszonyától függő módosító tényező	$K_l = 1$
A munkadarab anyagától függő módosító tényező	$K_a = 0,85$
A szerszám anyagától függő módosító tényező	$K_{sz} = 1$

Az adatok meghatározása a 45. – 47. sz. melléklet alapján.

Behelyettesítve:

$$v_c = 10 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 1 = 8,5 \frac{m}{\text{min}}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 8,5}{9 \cdot \pi} = 300,6 \frac{1}{\text{min}}$$

A gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám a szerszámgép fokozati tényezője alapján: $n_{\text{gépi}} = 250 \frac{1}{\text{min}}$

(67. sz. melléklet táblázatából választva)

A megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{9 \cdot \pi \cdot 250}{1000} = 7,07 \frac{m}{min}$$

A fúró nyomatékigénye:

$$M = F_1 \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot A \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{D \cdot f}{4} \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{D^2 \cdot f}{8 \cdot 10^3} [Nm]$$

$$M = 1500 \cdot \frac{9^2 \cdot 0,16}{8 \cdot 10^3} = 2,43 Nm$$

Ahol:

- F_1 - az egy élre eső főforgácsoló erő $F_1 = k_c \cdot A [N]$

- k_c - a fajlagos forgácsolóerő $\left[\frac{N}{mm^2} \right]$

A fajlagos forgácsolóerő: $k_c = 1500 \frac{N}{mm^2}$ (39. sz. melléklet alapján)

- A - a forgácskeresztmetszet $A = \frac{D \cdot f}{4} [mm^2]$

A fúráshoz szükséges teljesítmény:

$$P_c = \frac{M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{60 \cdot 10^3} = \frac{2,43 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 250}{60 \cdot 10^3} = 0,06 kW$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása: $P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{0,06}{0,8} = 0,075 kW$

- Ahol $\eta = 0,8$ a szerszám gép hatásfoka.

A választott OF-3 oszlopos fúrógépbe beépített 5,6 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

73. sz. melléklet

„4.2 Fúrás Ø6,7 x 16 mm (6x) – b) felület”-hez tartozó számítások.

A szerszám befogás módja: fúrótokmányba

Furatátmérő: $D = 6,7 mm$

Fogásmélység: $a = \frac{D}{2} = \frac{6,7}{2} = 3,35 mm$

Az előtolás értéke: $f = 0,16 \frac{mm}{ford}$ (a 44. sz. melléklet táblázata alapján)

A fogások száma: $i = 1$

Az alkalmazott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_1 \cdot K_a \cdot K_{sz} \left[\frac{m}{min} \right]$$

A v_c forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatokat a 11-16. táblázat tartalmazza.

11-16. táblázat A forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatok

Alapsebesség	$v_0 = 10 \frac{m}{min}$
A furat hosszának és átmérőjének viszonyától függő módosító tényező	$K_l = 1$
A munkadarab anyagától függő módosító tényező	$K_a = 0,85$
A szerszám anyagától függő módosító tényező	$K_{sz} = 1$

Az adatok meghatározása a 45. – 47. sz. melléklet alapján.

Behelyettesítve:

$$v_c = 10 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 1 = 8,5 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 8,5}{6,7 \cdot \pi} = 403,8 \frac{1}{min}$$

A gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám a szerszámgép fokozati tényezője alapján: $n_{gépi} = 355 \frac{1}{min}$

(67. sz. melléklet táblázatából választva)

A megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{6,7 \cdot \pi \cdot 355}{1000} = 7,47 \frac{m}{min}$$

A fúró nyomatékigénye:

$$M = F_1 \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot A \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{D \cdot f}{4} \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{D^2 \cdot f}{8 \cdot 10^3} [Nm]$$

$$M = 1500 \cdot \frac{6,7^2 \cdot 0,16}{8 \cdot 10^3} = 1,35 Nm$$

Ahol:

- F_1 - az egy élre eső főforgácsoló erő $F_1 = k_c \cdot A [N]$

- k_c - a fajlagos forgácsolóerő $\left[\frac{N}{mm^2} \right]$

A fajlagos forgácsolóerő: $k_c = 1500 \frac{N}{mm^2}$ (39. sz. melléklet alapján)

- A - a forgácskeresztmetszet $A = \frac{D \cdot f}{4} [mm^2]$

A fúráshoz szükséges teljesítmény:

$$P_c = \frac{M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{60 \cdot 10^3} = \frac{1,35 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 355}{60 \cdot 10^3} = 0,05 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása: $P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{0,05}{0,8} = 0,06 \text{ kW}$

- Ahol $\eta = 0,8$ a szerszámgép hatásfoka.

A választott OF-3 oszlopos fűrógépbe beépített 5,6 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

74. sz. melléklet

„4.3 Fúrás Ø6,7 x 20 mm (2x) – c) felület”-hez tartozó számítások.

A szerszámbe fogás módja: fúrótokmányba

Furatátmérő: $D = 6,7 \text{ mm}$

Fogásmélység: $a = \frac{D}{2} = \frac{6,7}{2} = 3,35 \text{ mm}$

Az előtolás értéke: $f = 0,16 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$ (a 44. sz. melléklet táblázata alapján)

A fogások száma: $i = 1$

Az alkalmazott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_l \cdot K_a \cdot K_{sz} \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$$

A v_c forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatokat a 11-17. táblázat tartalmazza.

11-17. táblázat A forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatok

Alapsebesség	$v_0 = 10 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
A furat hosszának és átmérőjének viszonyától függő módosító tényező	$K_l = 1$
A munkadarab anyagától függő módosító tényező	$K_a = 0,85$
A szerszám anyagától függő módosító tényező	$K_{sz} = 1$

Az adatok meghatározása a 45. – 47. sz. melléklet alapján.

Behelyettesítve:

$$v_c = 10 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 1 = 8,5 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 8,5}{6,7 \cdot \pi} = 403,8 \frac{1}{min}$$

A gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám a szerszámgép fokozati tényezője alapján: $n_{gépi} = 355 \frac{1}{min}$

(67. sz. melléklet táblázatából választva)

A megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{6,7 \cdot \pi \cdot 355}{1000} = 7,47 \frac{m}{min}$$

A fúró nyomatékigénye:

$$M = F_1 \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot A \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{D \cdot f}{4} \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{D^2 \cdot f}{8 \cdot 10^3} [Nm]$$

$$M = 1500 \cdot \frac{6,7^2 \cdot 0,16}{8 \cdot 10^3} = 1,35 Nm$$

Ahol:

- F_1 - az egy élre eső főforgácsoló erő $F_1 = k_c \cdot A [N]$

- k_c - a fajlagos forgácsolóerő $\left[\frac{N}{mm^2} \right]$

A fajlagos forgácsolóerő: $k_c = 1500 \frac{N}{mm^2}$ (39. sz. melléklet alapján)

- A - a forgácskeresztmetszet $A = \frac{D \cdot f}{4} [mm^2]$

A fúráshoz szükséges teljesítmény:

$$P_c = \frac{M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{60 \cdot 10^3} = \frac{1,35 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 355}{60 \cdot 10^3} = 0,05 kW$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása: $P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{0,05}{0,8} = 0,06 kW$

- Ahol $\eta = 0,8$ a szerszámgép hatásfoka.

A választott OF-3 oszlopos fúrógépbe beépített 5,6 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

75. sz. melléklet

„4.4 Furatsüllyesztés Ø15 x 8,6 mm (6x) – d) felület”-hez tartozó számítások.

A szerszámbefogás módja: fúrótokmányba

$$\text{Fogásmélység: } a = \frac{D-d}{2} = \frac{15-9}{2} = 3 \text{ mm}$$

d – a kiinduló átmérő: $d = 9 \text{ mm}$

D – a megmunkált átmérő: $D = 15 \text{ mm}$

Az előtolás értéke: $f = 0,4 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$ (a 69. sz. melléklet táblázata alapján)

A fogások száma: $i = 1$

Az alkalmazott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_l \cdot K_a \cdot K_{sz} \left[\frac{m}{\text{min}} \right]$$

A v_c forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatokat a 11-18. táblázat tartalmazza.

11-18. táblázat A forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatok

Alapsebesség	$v_0 = 10 \frac{m}{\text{min}}$
A furat hosszának és átmérőjének viszonyától függő módosító tényező	$K_l = 1$
A munkadarab anyagától függő módosító tényező	$K_a = 0,85$
A szerszám anyagától függő módosító tényező	$K_{sz} = 1$

Az adatok meghatározása a 45. – 47. sz. melléklet alapján.

Behelyettesítve:

$$v_c = 10 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 1 = 8,5 \frac{m}{\text{min}}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 8,5}{15 \cdot \pi} = 180,4 \frac{1}{\text{min}}$$

A gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám a szerszámgép fokozati tényezője alapján: $n_{\text{gépi}} = 180 \frac{1}{\text{min}}$

(67. sz. melléklet táblázatából választva)

A megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{15 \cdot \pi \cdot 180}{1000} = 8,48 \frac{m}{min}$$

A fúró nyomatékigénye:

$$M = F_1 \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot A \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{D \cdot f}{4} \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{D^2 \cdot f}{8 \cdot 10^3} [Nm]$$

$$M = 1500 \cdot \frac{15^2 \cdot 0,4}{8 \cdot 10^3} = 16,88 Nm$$

Ahol:

- F_1 - az egy élre eső főforgácsoló erő $F_1 = k_c \cdot A [N]$

- k_c - a fajlagos forgácsolóerő $\left[\frac{N}{mm^2} \right]$

A fajlagos forgácsolóerő: $k_c = 1500 \frac{N}{mm^2}$ (39. sz. melléklet alapján)

- A - a forgácskeresztmetszet $A = \frac{D \cdot f}{4} [mm^2]$

A fúráshoz szükséges teljesítmény:

$$P_c = \frac{M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{60 \cdot 10^3} = \frac{16,88 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 180}{60 \cdot 10^3} = 0,3 kW$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása: $P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{0,3}{0,8} = 0,38 kW$

- Ahol $\eta = 0,8$ a szerszám gép hatásfoka.

A választott OF-3 oszlopos fúrógépbe beépített 5,6 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

76. sz. melléklet

„4.6 Menetfúrás M8 x 20 mm (2x) – f) felület”-hez tartozó számítások.

A szerszám befogás módja: fúrótokmányba

Menet hossza a furatban: 20 mm

Menetemelkedés: $P = 1,25 mm$ (70. sz. melléklet táblázata alapján)

Az előtolás értéke: $f = 1,25 \frac{mm}{ford}$

Az alkalmazott forgácsolósebesség meghatározása: $v_c = 4 \frac{m}{min}$

(A 71. sz. melléklet táblázata alapján)

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 4}{8 \cdot \pi} = 159,2 \frac{1}{min}$$

- Névleges átmérő: $D = 8 mm$

A gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám a szerszámgép fokozati

tényezője alapján: $n_{gépi} = 180 \frac{1}{min}$

(67. sz. melléklet táblázatából választva)

A megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{8 \cdot \pi \cdot 180}{1000} = 4,52 \frac{m}{min}$$

77. sz. melléklet.

Megnevezés	A géptípus jele	
	KSVM-250 vízszintes tengelyű síkköszörűgép	KSFM-250 függőleges tengelyű síkköszörűgép
Köszörülhető		
Legnagyobb hosszúság [mm]	800	800
Legnagyobb szélesség [mm]	250	250
Legnagyobb magasság [mm]	350	350
A köszörűkorong méretei [mm]	Ø350 x 40 x Ø203	max. Ø300
A köszörűorsó fordulatszáma $\left[\frac{f}{min} \right]$	1440	1440
Köszörűszán		
Legnagyobb függőleges elmozdulása [mm]	400	380
Függőleges irányú önműködő elmozdulása [mm]	0,005 – 0,050	0,005 – 0,05
Keresztcsán		
Legnagyobb keresztirányú elmozdulása [mm]	300	-
Önműködő szakaszos előtolás határai [mm]	1 – 32	-
Kézi előtolás egy skálárosztásra [mm]	0,01	-
A köszörűorsó motor teljesítménye [kW]	5,6	13
A köszörűorsó motor fordulatszáma $\left[\frac{f}{min} \right]$	1440	1440

11-59. ábra Síkköszörűgépek főbb műszaki adatai [18]

78. sz. melléklet

Köszörülési mód	Megmunkálás	A tárgysebesség irányértékei v_w , m/s	Előtolás a szerszám szélességének (B) irányában f , mm	Fogásmélység a , mm
Palástköszörülés	nagyol	0,3—0,5	$(0,3—0,7) \cdot B$	0,015—0,05
	simít	0,25—0,4	$(0,2—0,4) \cdot B$	0,005—0,015
Furatköszörülés	nagyol	0,3—0,4	$(0,4—0,7) \cdot B$	0,005—0,002
	simít	0,3—0,4	$(0,2—0,4) \cdot B$	0,0025—0,001
Síkköszörülés korongpalástartal	nagyol	0,05—0,13	$(0,5—1) \cdot B$	0,05—0,15
	simít	0,05—0,13	kettőslöketenként	0,01—0,015
Síkköszörülés korong-homlokkal	nagyol	0,06—0,2		0,005—0,01
	simít	0,03—0,05		0,005—0,01
Csúcsnélküli köszörülés	nagyol	0,3—2		0,02—0,2
	simít	0,5—2		0,005—0,02

11-60. ábra Köszörülés forgácsolási adatai [20]

79. sz. melléklet

A fajlagos forgácsolóerő nagysága acél köszörülésénél, k_p , MPa			
Köszörülési eljárás	Nagyolás		Simítás
	edzetlen	edzett	
palástköszörülés	40 000	45 000	90 000
furatköszörülés	80 000	90 000	90 000
síkköszörülés korongpalástartal	45 000	45 000	90 000
síkköszörülés fazék alakú szerszámmal	22 500	22 500	90 000

11-61. ábra Fajlagos forgácsolóerő nagysága acél köszörülésénél [20]

80. sz. melléklet

Megnevezés	A géptípus jele	
	KU-250 egytetemes körköszörűgép	KSU-250 egytetemes szerszámköszörűgép
Köszörülhető		
Legnagyobb átmérő [mm]	250	250
Legnagyobb hossz [mm]	-	500
Legnagyobb átmérő támaszokkal [mm]	70	-
Köszörülhető lyukátmérő [mm]	15 – 220	-
Csúcsávolság [mm]	500/750	600
A köszörűkorong méretei [mm]	Ø350 x 63 x Ø127	-
A köszörűkorong fordulata $\left[\frac{f}{min} \right]$	1850	2800/5600
Köszörűorsófej		
Keresztirányú mozgása [mm]	90	-
Elforgathatósága	± 30°	345°
Asztal		
Hosszúsága [mm]	-	900
Hosszirányú mozgása [mm]	3 – 650, 3 – 900	500
elforgathatósága	± 6°, ± 5°	± 45°
Tárgyforgató orsó fordulata fokozat nélkül $\left[\frac{f}{min} \right]$	80 – 500	-
A hajtómotor teljesítménye [kW]	2,2	0,6/0,75
A hajtómotor fordulatszáma $\left[\frac{f}{min} \right]$	1440	1440/2880
A furatköszörű fordulatszáma $\left[\frac{f}{min} \right]$	2880	-

11-62. ábra Köszörűgépek főbb műszaki adatai [18]

81. sz. melléklet

A köszörülés módja	Munkadarab	Köszörűkorong kerületi sebessége $v \left[\frac{m}{s} \right]$	Munkadarab sebessége nagyolásnál $v_0 \left[\frac{m}{min} \right]$	
			Sima korongnál	Fazék- korongnál
Körköszörülés (külső hengerpaláston)	acél	30	15	-
	öntöttvas	25	15	-
	keményfém	8	-	-
	horganyötvözetek	35	30 – 40	-
	könnyűfém	35	30 – 40	-
Belső köszörülés (belső hengerpaláston)	acél	25	19	-
	öntöttvas	25	25	-
	keményfém	8	-	-
	horganyötvözetek	20	33	-
	könnyűfém	20	33	-
Síkköszörülés	acél	25	19	29
	öntöttvas	20	20	30
	keményfém	8	-	-
	horganyötvözetek	25	40	75
	könnyűfém	25	40	75
Szerszámköszörülés	acél	25	-	-
	keményfém	22 (kézi köszörülés)	-	-
	keményfém	12 (gépi köszörülés)	-	-
Vágás	acél, öntöttvas, fémek, műanyagok	45	-	-
Sorjázás	öntöttvas	30	-	-
	acél	30	-	-

11-63. ábra Különböző köszörülési munkáknál forgácsolási szempontból ajánlatos köszörűkorong és munkadarab kerületi sebességek (v , v_0) [18]

82. sz. melléklet

Korongátmérő [mm]	Külső körköszörülés	40	100	200	300
	Furatköszörülés	20	40	60	100
	Síkköszörülés fazékkoronggal	420	150	100	50
k_a		1,70	1,20	1,00	0,80

11-64. ábra A munkadarab kerületi sebességét módosító k_a tényező értékei nagyoló köszörülésnél [18]

83. sz. melléklet

Előtolás $\left[\frac{mm}{ford} \right]$ / Kőszélesség [mm]	0,30	0,40	0,50	0,70	
k_f	Külső körkőszőrülés	0,60	0,85	1,00	1,40
	Furatkőszőrülés	0,80	0,88	1,00	1,30
	Síkkőszőrülés	0,60	0,80	1,00	1,40

11-65. ábra A munkadarab kerületi sebességét módosító k_f tényező értékei nagyoló köszörülésnél [18]

84. sz. melléklet

Fogásmélység, a [mm]		0,005	0,01	0,015	0,02	0,05
k_a	Külső körkőszörülés	-	0,32	0,40	0,55	1,00
	Furatkőszörülés	0,40	0,65	1,00	1,25	-
	Síkkőszörülés					
	sima koronggal	0,45	1,00	1,00	1,55	2,40
	fazékkoronggal	-	0,87	0,87	1,00	1,4

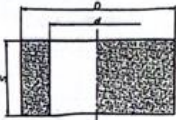
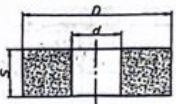
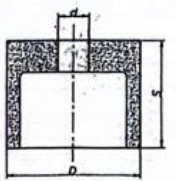
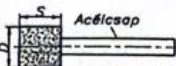
11-66. ábra A munkadarab kerületi sebességét módosító k_a tényező értékei nagyoló kőszörülésnél [18]

85. sz. melléklet

D [mm]	- 35	35 – 70	70 – 100	100 – 150	150 –
$\frac{d}{D}$	0,9	0,85	0,80	0,75	0,60 – 0,70

11-67. ábra A kőszörűszerszám d átmérőjének megválasztása D átmérőjű furat kőszörüléséhez [18]

86. sz. melléklet

Megnevezés, ábra	MSZ alakjel	Méretehatár [mm]		Minőségi jellemzők					Alkalmazási terület	
		D	S	Szemcse		Kötés- keménység	Tömörség	kötőanyag		
				anyaga	nagysága					
Gyűrű alakú, MSZ 4508										
	LI	175 - 700	63 - 250	KA, KB, SC	125 - 32	H-R	5-7	Ke, Ba	Általános műhelyhasználat , palást-, furat- és síkköszörülés, fogaskerék-, menet-, szerszámköször- rülés, élezés, sorjázás, fém, ásvány, műanyag darabolás	
Sima, MSZ 4510										
	I	4 - 900	0,4 - 200	KA, KB, KR, KF, SC, SCZ	315 - F14	E-Z	0- 12	Kc, Ba, Gu, Se, Si	Általános műhelyhasználat , palást-, furat- és síkköszörülés, fogaskerék-, menet-, szerszámköször- rülés, élezés, sorjázás, fém, ásvány, műanyag darabolás	
Fazék alakú, MSZ 4514										
	XXI	40 - 300	25 - 150	KA, KB, SC, SCZ	125 - 6	E-P	5-7	Ke, Ba	Síkköszörülés, szerszámok élezése, köszörülése	
Csapos, MSZ 4522										
	LXI	2 - 63	3 - 63	KA, KB, SC, SCZ	125 - F10	I-S	3-6	Ke	Kézi köszörűgépeken és hajlékony tengelyű gépeken	

11-68. ábra Szabványos köszörűszerszámok [18]

87. sz. melléklet

Munkadarab		Sima	Fazék alakú		Szegmens (tömörség: 7)
		Szerszámtátnérő, d [mm]			
		200	200	200 – 350	
Acél	$R_m \leq 700MPa$	KA 50 K	KA 50 K	KA 63 K	KA 100 K
		KB 50 K	KB 50 K	KB 63 K	KB 100 K
	$700 \leq R_m \leq 1200MPa$	KA 50 I	KA 50 I	KA 63 I	KA 100 J
Betétben edzett acél, edzett szerszámacél		KA 50 I	KA 63 I	KA 80 I	KA 80 I
		KA 50 J	KA 63 J	KA 80 J	KA 80 J
Edzett gyorsacél		KA 50 G	KA 50 G	KA 63 G	KA 80 I
					KA 80 H
Keményfém		SC 32 G	SC 32 G	SC 40 G	SC 40 H
		SCZ 32 G	SCZ 32 G	SCZ 40 G	SCZ 40 H
Öntöttvas		KA 50 I	KA 50 I	KA 63 I	KA 80 I
		SC 50 I	SC 50 I	SC 50 I	SC 50 I
Horganyötvözet, könnyűfém		SC 63 I	SC 63 I	SC 100 I	SC 125 I

11-69. ábra Kőszörűszerszám gépi síkkőszörüléshez [18]

88. sz. melléklet

Munkadarab		Szerszám
Acél	$R_m \leq 700MPa$	KB 32 M
	$700 \leq R_m \leq 1200MPa$	KB 32 L
Betétben edzett acél, edzett szerszámacél		KA 32 K
		KA 32 L
Edzett gyorsacél		KA 32 J
		KA 32 I
Keménység		SC 32 I
		SC 25 H
		SCZ 25 H
Öntöttvas		SC 32 I
		KA 32 I
Horganyötvözet, könnyűfém		SC 50 I

11-70. ábra Kőszörűszerszám gépi palástkőszörüléshez [18]

89. sz. melléklet

Munkadarab		Szerszámtátnérő, d [mm]			
		16	20 – 30	40 – 80	100 – 125
Acél	$R_m \leq 700MPa$	KB 25 M	KB 32 L	KB 50 L	KB 50 J
	$700 \leq R_m \leq 1200MPa$	KA 25 L	KA 32 K	KA 50 J	KA 50 I
Betétben edzett acél, edzett szerszámacél		KA 25 K	KA 32 J	KA 50 I	KA 50 H
		KA 25 L	KA 32 K	KA 50 J	KA 50 I
Öntöttvas		SC 25 K	SC 32 J	SC 50 I	SC 63

11-71. ábra Kőszörűszerszám gépi furatkőszörüléshez [18]

90. sz. melléklet

„10.1. Furatköszörülés Ø80 H6 x 77±0,1 mm - c) felület”-hez tartozó számítások

10.1.1. Nagyolás

Nagyolás esetén a köszörülési ráhagyás $\frac{2}{3}$ részét munkáljuk le.

Nagyoló köszörülési ráhagyás: $Z_n = \frac{2}{3} \cdot Z = \frac{2}{3} \cdot 0,205 = 0,1367 \text{ mm} \approx 0,15 \text{ mm}$

Az előtolás meghatározása: $f = 0,4 \cdot B = 0,4 \cdot 40 = 16 \text{ mm}$ (78. sz. melléklet táblázata alapján)

Az előtolás és a kőszélesség hányadosa: $\frac{f}{B} = \frac{16}{40} = 0,4$

Fogásmélység nagyolásnál: $a = 0,005 \text{ mm}$ (78. sz. melléklet táblázata alapján)

A munkadarab kerületi sebességének meghatározása:

$$v_w = v_{t0} \cdot k_d \cdot k_f \cdot k_a \left[\frac{m}{min} \right]$$

A v_w kerületi sebesség meghatározásához szükséges adatokat az 5-20. táblázat tartalmazza.

5-20. táblázat A forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatok

A munkadarab kerületi sebességének alapértéke	$v_{t0} = 19 \frac{m}{min}$
A korongátmérőtől függő tényező	$k_d = 1,1$
Az előtolás/kőszélesség hányadosától függő tényező	$k_f = 0,88$
A forgásmélységtől függő tényező	$k_a = 0,4$

Az adatok meghatározása a 81. – 84. sz. melléklet alapján.

Behelyettesítve:

$$v_w = 19 \cdot 1,1 \cdot 0,88 \cdot 0,4 = 7,3568 \frac{m}{min} = 0,1226 \frac{m}{s}$$

A forgácskeresztmetszet nagysága: $A_f = a \cdot f = 0,005 \cdot 16 = 0,08 \text{ mm}^2 = 8 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2$

Az időegység alatt leválasztott forgácsköbtartalom:

$$V_t = A_f \cdot v_w = 8 \cdot 10^{-8} \cdot 0,1226 = 9,808 \cdot 10^{-9} \frac{m^3}{s}$$

A köszörülés teljesítményigénye:

$$P_c = k_c \cdot V_t = 80000 \cdot 10^6 \cdot 9,808 \cdot 10^{-9} = 784,64 \text{ W} = 0,78 \text{ kW}$$

- A fajlagos forgácsolóerő nagyolásnál: $k_c = 80000 \frac{N}{mm^2} = 80000 \cdot 10^6 \frac{N}{m^2}$

(79. sz. melléklet alapján)

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása: $P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{0,78}{0,8} = 0,975 \text{ kW}$

- Ahol $\eta = 0,8$ a szerszám gép hatásfoka.

A választott KU-250 egyetemes körköszörűgépbe beépített 2,2 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

A munkadarab fordulatszáma: $n_w = \frac{10^3 \cdot 60 \cdot v_w}{D \cdot \pi} = \frac{10^3 \cdot 60 \cdot 0,1226}{80 \cdot \pi} = 29,27 \frac{1}{min}$

- Ahol D a munkadarab megmunkált átmérője: $D = 80 \text{ mm}$

A köszörűkorong kerületi sebessége:

$$v_k = D_k \cdot \pi \cdot n_k = 50 \cdot 10^{-3} \cdot \pi \cdot 2880 = 452,39 \frac{m}{min}$$

A kerületi erő nagysága: $F_{ker} = \frac{P_c}{v_k} = \frac{784,64 \cdot 60}{452,39} = 104,07 \text{ N}$

A keletkező forgácsoló erő nagysága:

$$F_c = k_c \cdot f \cdot a \cdot \frac{n_w}{n_k} = 80000 \cdot 16 \cdot 0,005 \cdot \frac{29,27}{2880} = 65,04 \text{ N}$$

A nagyoló fogások számának meghatározása: $i_n = \frac{Z_n}{a} = \frac{0,15}{0,005} = 30$

10.1.2. Simítás

Simítás esetén a köszörülési ráhagyás $\frac{1}{3}$ részét munkáljuk le.

Simító köszörülési ráhagyás: $Z_s = \frac{1}{3} \cdot Z = \frac{1}{3} \cdot 0,205 = 0,0683 \text{ mm} \approx 0,055 \text{ mm}$

($Z_s = Z - Z_n = 0,205 - 0,15 = 0,055 \text{ mm}$)

Az előtolás meghatározása: $f = 0,2 \cdot B = 0,2 \cdot 40 = 8 \text{ mm}$ (78. sz. melléklet táblázata alapján)

Fogásmélység simításnál: $a = 0,001 \text{ mm}$ (78. sz. melléklet táblázata alapján)

A munkadarab kerületi sebességének meghatározása: (78. sz. melléklet táblázata alapján)

$$v_w = 0,35 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 21 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A forgácskeresztmetszet nagysága: $A_f = a \cdot f = 0,001 \cdot 8 = 8 \cdot 10^{-3} \text{ mm}^2 = 8 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2$

Az időegység alatt leválasztott forgácsköbtartalom:

$$V_t = A_f \cdot v_w = 8 \cdot 10^{-9} \cdot 0,35 = 2,8 \cdot 10^{-9} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

A köszörülés teljesítményigénye:

$$P_c = k_c \cdot V_t = 90000 \cdot 10^6 \cdot 2,8 \cdot 10^{-9} = 252 \text{ W} = 0,252 \text{ kW}$$

- A fajlagos forgácsolóerő simításnál: $k_c = 90000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 90000 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$
(79. sz. melléklet alapján)

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása: $P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{0,252}{0,8} = 0,315 \text{ kW}$

- Ahol $\eta = 0,8$ a szerszámgép hatásfoka.

A választott KU-250 egyetemes körköszörűgépbe beépített 2,2 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

$$\text{A munkadarab fordulatszáma: } n_w = \frac{10^3 \cdot 60 \cdot v_w}{D \cdot \pi} = \frac{10^3 \cdot 60 \cdot 0,35}{80 \cdot \pi} = 83,56 \frac{1}{\text{min}}$$

- Ahol D a munkadarab megmunkált átmérője: $D = 80 \text{ mm}$

A köszörűkorong kerületi sebessége:

$$v_k = D_k \cdot \pi \cdot n_k = 50 \cdot 10^{-3} \cdot \pi \cdot 2880 = 452,39 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

$$\text{A kerületi erő nagysága: } F_{ker} = \frac{P_c}{v_k} = \frac{252 \cdot 60}{452,39} = 33,42 \text{ N}$$

A keletkező forgácsoló erő nagysága:

$$F_c = k_c \cdot f \cdot a \cdot \frac{n_w}{n_k} = 90000 \cdot 8 \cdot 0,001 \cdot \frac{83,56}{2880} = 20,89 \text{ N}$$

A simító fogások számának meghatározása: $i_s = \frac{Z_s}{a} = \frac{0,055}{0,001} = 55$

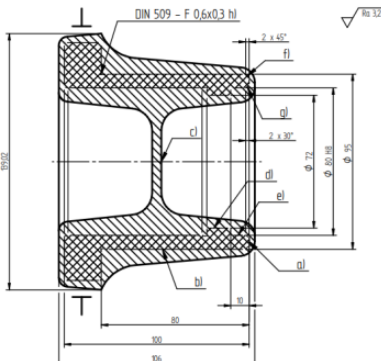
A kiszikráztató fogások száma: $i_x = 10$

91. sz. melléklet

Go-Metall Kft.					Művelet és műveletelőzési sorrend					Induló típus			
Rajzszám: 001					Munkadarab megnevezése: Csapágypersely								
v. k.h.	Anyag kódex				Anyagmegnevezés, méret, minőség				ME.	Bruttó 500 db		Nettó 500 db	
					Anyag: Ck45 – 1.1191								
					Előgyártmány: süllyesztékes kovácsolással készült előgyártmány								
					Nyersméret: Ø 139,02 x 106 mm								
Műv. sorr.	Lap sz.	Költs hely	Hom. ker	Műv. sz.	Művelet megnevezése				Nor. f.	Norm. 500 db perc		Norm. 500 db Ft	
1.	1.				Esztergálás I.								
2.	2.				Esztergálás II.								
3.					MEO								
4.	3.				Fúrás								
5.					MEO								
6.	4.				Hőkezelés								
7.					MEO								
8.	5.				Köszörülés I.								
9.	6.				Köszörülés II.								
10.	7.				Köszörülés III.								
11.					Végellenőrzés								
Kiállította	Kelt	Ellenőrizte		Kelt	Főtechnológus		Kelt	Anyagnomás	Kelt	Időelemző		Kelt	
Jóna Benjámin	2024. 04.02.												
Jel	Javította	Kelt		Ellenőrizte		Kelt	Jel	Javította	Kelt	Ellenőrizte		Kelt	

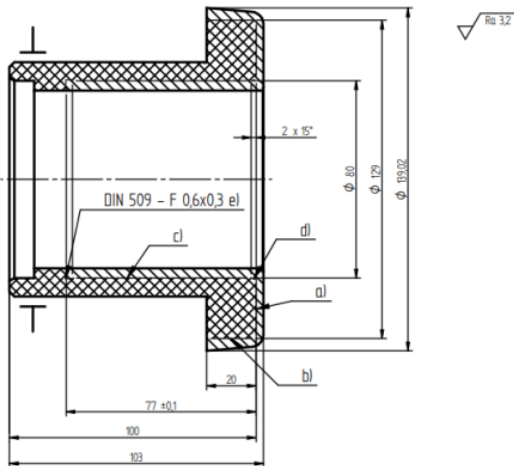
11-72. ábra Művelet és műveletelőzési sorrend

92. sz. melléklet

Go-Metall Kft.			MŰVELETI UTASÍTÁS forgácsolásra			Lapszám: 7/1.						
Rajzszám: 001			Munkadarab megnevezése: Csapágypersely			Művelet száma: 1.						
Anyag: Ck45 – 1.1191		Nyersméret: Ø 139,02 x 106 mm		Művelet megnevezése: Esztergálás I.		Műveleti ut. száma: 010						
Vázlat:												
 <table border="1" data-bbox="1075 848 1281 927"><tr><td>Ø80 H8</td><td>+0,046</td></tr><tr><td></td><td>-0,0</td></tr></table>									Ø80 H8	+0,046		-0,0
Ø80 H8	+0,046											
	-0,0											
Sorsz.	Művelet tagozódása	Megm. felület	Szorszám, mérőeszköz., készülék	v m/min	n f/min	f mm/f	a mm.	i				
	Befog készülékbe											
1.1.	Homloknagyolás	a	Homlokélű esztergakés DIN 4977 ISO 5 R 20x20 P30	63,46	200	0,25	2	1				
1.2.	Palástnagyolás Ø96,2 x 80 mm	b	Oldalélű esztergakés DIN 4980 ISO 6 R 20x20 P30	69,87	160	0,56	4,28	5				
1.3.	Fúrás Ø22 x 5mm	c	Csigafúró Ø22 h8 HS18 0 1 MSZ3985	8,64	125	0,27		1				
1.4.	Felfúrás Ø36 x 5mm	c	Csigafúró Ø36 C105U MSZ3986	9,05	80	0,27		1				
1.5.	Furatnagyolás Ø70,5 x 106 mm	d	Furatkés átmenő furathoz DIN 4973 ISO 8 R 20x20 P30	69,77	315	0,45	3,45	5				
1.6.	Furatnagyolás Ø78,5 x 10 mm	e	Furatkés zsákfurathoz DIN 4974 ISO 9 R 20x20 P30	61,65	250	0,5	4	1				
1.7.	Homloksimítás	a	Homlokélű esztergakés DIN 4977 ISO 5 R 20x20 P30	75,56	250	0,18	1	1				
1.8.	Palástsímitás Ø95,3 x 80 mm	b	Oldalélű esztergakés DIN 4980 ISO 6 R 20x20 P30	75,56	250	0,18	0,3	1				
1.9.	Furatsímitás Ø72 x 25 mm	d	Furatkés átmenő furathoz DIN 4973 ISO 8 R 20x20 P30	71,25	315	0,125	0,75	1				
1.10.	Furatsímitás Ø80,02 (Ø80H8) x 10 mm	e	Furatkés zsákfurathoz DIN 4974 ISO 9 R 20x20 P30	62,85	250	0,125	0,76	1				
1.11.	Letörés 2x45°	f	Hajlított esztergakés DIN 4972 ISO 2 R 20x20 P30	74,61	250	0,1	2	1				
1.12.	Letörés 2x30°	g	Hajlított esztergakés DIN 4972 ISO 2 R 20x20 P30	62,83	250	0,1	2	1				
1.13.	Beszúrás DIN 509 - F 0,6x0,3	h	Sarok esztergakés DIN 4978 ISO 3 R 20x20 P30	74,61	250	0,1	0,3	1				
	Ellenőrzés		Digitális tolómérő 150x40 / 0,01 Furatmikrométer DIN 863 d 62- 75 / 0,005 Furatmikrométer DIN 863 d 75-88 / 0,005 Felületi érdesség mérő 200x1/1000 Hűtés: emulzió									
Kiállította:		Kelte:	Ellenőrizte:	Kelte:	Darabidő:	Elkészülési idő:	Érv.darabszámra:					
Jóna Benjámin		2024. 04. 02.			norm. i. pótidő	norm. i. pótidő	-tól -ig					
Javítások							1	500				
Jel	Javította:	Kelte:	Ellenőr.:	Kelte:	Géptípus			gép l.sz				
					norm.			a EU 500				
								b				
								c				
								d				

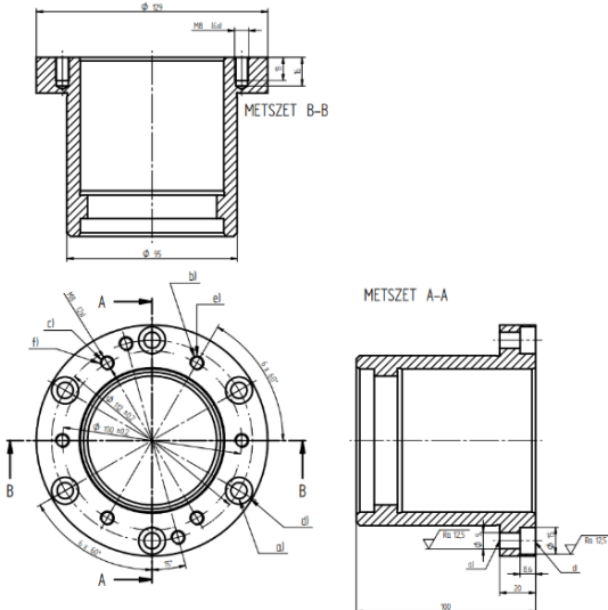
11-73. ábra Esztergálás I. műveleti utasítás

93. sz. melléklet

Go-Metall Kft.		MŰVELETI UTASÍTÁS forgácsolásra		Lapszám: 7/2.				
Rajzszám: 001		Munkadarab megnevezése: Csapágypersely		Művelet száma: 2.				
Anyag: Ck45 – 1.1191	Nyersméret: Ø 139,02 x 103 mm	Művelet megnevezése: Esztergálás II.		Műveleti ut. száma: 011				
Vázlat:								
								
Sorsz	Művelet tagozódása	Megm. felület	Szerszám, mérőeszköz., készülék	v m/min	n f/min	f mm/f	a mm.	i
	Befog tokmányba							
2.1.	Homloknagyolás	a	Homlokélű esztergakés DIN 4977 ISO 5 R 20x20 P30	67,86	160	0,25	2	1
2.2.	Palástnagyolás Ø130,5 x 20 mm	b	Oldalélű esztergakés DIN 4980 ISO 6 R 20x20 P30	69,87	160	0,56	4,25	1
2.3.	Furatnagyolás Ø78,5 x 77±0,1 mm	c	Furatkés szákfurathoz DIN 4974 ISO 9 R 20x20 P30	61,65	250	0,25	2	1
2.4.	Homloksimítás	a	Homlokélű esztergakés DIN 4977 ISO 5 R 20x20 P30	65,6	160	0,18	0,55	1
2.5.	Palástsimítás Ø129 x 20 mm	b	Oldalélű esztergakés DIN 4980 ISO 6 R 20x20 P30	65,6	160	0,18	0,75	1
2.6.	Furatsimítás Ø79,6 x 77±0,1 mm	c	Furatkés szákfurathoz DIN 4974 ISO 9 R 20x20 P30	62,52	250	0,125	0,55	1
2.7.	Letörés 2x15°	d	Hajlított esztergakés DIN 4972 ISO 2 R 20x20 P30	62,83	250	0,1	2	1
2.8.	Beszúrás DIN 509 - F 0,6x0,3		Sarok esztergakés DIN 4978 ISO 3 R 20x20 P30	62,83	250	0,1	0,3	1
	Ellenőrzés		Digitális tolómérő 150x40 / 0,01 Furatmikrométer DIN 863 d 75-88 / 0,005 Felületi érdesség mérő 200x1/1000 Hűtés: emulzió					
Kiállította:		Kelte:	Ellenőrizte:	Kelte:	Darabidő:	Elkészülési idő:	Érv.darabszámra:	
Jóna Benjámin		2024. 04. 02.			norm. i. pótidő	norm. i. pótidő	-tól	-ig
Javítások							1	500
Jel	Javította:	Kelte:	Ellenőr.:	Kelte:	Géptípus		gép l.sz	
					norm.	a	EU 500	
						b		
						c		
						d		

11-74. ábra Esztergálás II. műveleti utasítás

94. sz. melléklet

Go-Metall Kft.		MŰVELETI UTASÍTÁS forgácsolásra		Lapszám: 7/3.				
Rajzsám: 001		Munkadarab megnevezése: Csapágypersely		Művelet száma: 4.				
Anyag: Ck45 – 1.1191	Nyersméret: Ø 129 x 100 mm	Művelet megnevezése: Fúrás		Műveleti ut. száma: 012				
Vázlat:								
								
Sorsz	Művelet tagozódása	Megm. felület	Szerszám, mérőeszköz., készülék	v m/min	n f/min	f mm/f	a mm.	i
	Befog fúrókészülékbe							
4.1.	Fúrás Ø9 x 20 mm (6x)	a	Csigafúró Ø9 h8 HS18 0 1 MSZ3985	7,07	250	0,16		1
4.2.	Fúrás Ø6,7 x 16 mm (6x)	b	Csigafúró Ø6,7 h8 HS18 0 1 MSZ3985	7,47	355	0,16		1
4.3.	Fúrás Ø6,7 x 20 mm (2x)	c	Csigafúró Ø6,7 h8 HS18 0 1 MSZ3985	7,47	355	0,16		1
4.4.	Furatsüllyesztés Ø15x8,6 mm (6x)	d	Csapos süllyesztő DIN 373 Z3 HSS 180° D15 x d9	8,48	180	0,4		1
4.5.	Menetfúrás M8 x 13 mm (6x)	e	Gépi menetfúró M8 DIN 371 B HSSE-TiCN terelőéles	4,52	180	1,25		1
4.6.	Menetfúrás M8 x 20 mm (2x)	f	Gépi menetfúró M8 DIN 371 B HSSE-TiCN terelőéles	4,52	180	1,25		1
	Ellenőrzés		Digitális tolómérő 150x40 / 0,01 Furatmikrométer DIN 863 d 12- 16 / 0,005 Furatmikrométer DIN 863 d 8- 10 / 0,005 Metrikus, kétoldalú dugós idomszer, 6H, M8x1.25 mm Felületi érdesség mérő 200x1/1000 Hűtés: emulzió					
Kiállította:		Kelte:	Ellenőrizte:	Kelte:	Darabidő:	Elkészítési idő:	Érv.darabszáma:	
Jóna Benjámin		2024. 04. 02.			norm. i. pótidő	norm. i. pótidő	-tól	-ig
Javítások							1	500
Jel	Javította:	Kelte:	Ellenőr.:	Kelte:	Géptípus		gép l.sz	
					norm.		a	OF-3
							b	
							c	
							d	

11-75. ábra Fúrás műveleti utasítás

95. sz. melléklet

Go-Metall Kft.		MŰVELETI UTASÍTÁS hőkezelésre			Lapszám: 7/4.				
Rajzsám: 001		Munkadarab megnevezése: Csapágypersely			Művelet száma: 6.				
Anyag: Ck45 – 1.1191	Nyersméret: Ø 129 x 100 mm		Művelet megnevezése: Hőkezelés		Műveleti ut. száma: 013				
Vázlat:									
Sorsz	Művelet tagozódása	Megm. felület	Szerszám, mérőeszköz., készülék		v m/min	n f/min	f mm/f	a mm.	i
	Nemesítés								
	Edzés								
6.1.	Hevítés 880°C		Nagyfrekvenciás áram						
6.2.	Hőntartás 880°C		Nagyfrekvenciás áram						
6.3.	Hűtés		Víz						
6.4.	Hevítés 450°C		Nagyfrekvenciás áram						
6.5.	Hőntartás 450°C		Nagyfrekvenciás áram						
6.6.	Hűtés		Nyugvó levegőn						
Kiadította:		Kelte:	Ellenőrizte:	Kelte:	Darabidő:	Elkészülési idő:	Érv.darabszámra:		
Jóna Benjámin		2024. 04. 02.			norm. i. pótidő	norm. i. pótidő	-tól	-ig	
Javítások							1	500	
Jel	Javította:	Kelte:	Ellenőr.:	Kelte:	Géptípus		gép l.sz		
					norm.		a		
							b		
							c		
							d		

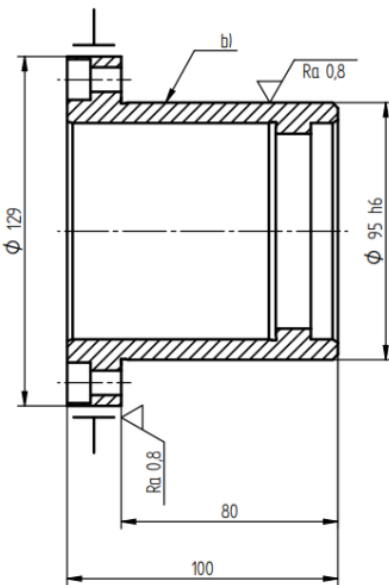
11-76. ábra Hőkezelés műveleti utasítás

96. sz. melléklet

Go-Metall Kft.		MŰVELETI UTASÍTÁS forgácsolásra		Lapszám: 7/5.				
Rajzszám: 001		Munkadarab megnevezése: Csapágypersely		Művelet száma: 8.				
Anyag: Ck45 – 1.1191	Nyersméret: Ø 129 x 100 mm	Művelet megnevezése: Köszörülés I.		Műveleti ut. száma: 014				
Vázlat:								
Sorsz.	Művelet tagozódása	Megm. felület	Szerszám, mérőeszköz., készülék	v m/min	n _k f/min	f mm/k	a mm.	i
	Befog mágnesasztalra							
8.1.1.	Homlokfelület sikköszörülése Nagyolás	a	Sima alakú köszörűkő 350 x 40 x 203 – D x B x d – I. MSZ 4510 KA 50 K 7 Ke	26,389	1440	20	0,05	6
8.1.2.	Homlokfelület sikköszörülése Simítás	a	Sima alakú köszörűkő 350 x 40 x 203 – D x B x d – I. MSZ 4510 KA 50 K 7 Ke	26,389	1440	20	0,01	15
8.1.3.	Kiszikráztatás	a	Sima alakú köszörűkő 350 x 40 x 203 – D x B x d – I. MSZ 4510 KA 50 K 7 Ke	26,389	1440	20		10
	Ellenőrzés		Digitális tolómérő 150x40 / 0,01 Mikrométer 100 - 125 / 0,01 Felületi érdesség mérő 100x1/1000					
			Hűtés: emulzió					
Kiállította:	Kelte:	Ellenőrizte:	Kelte:	Darabidő:	Elkészülési idő:	Érv.darabszáma:		
Jóna Benjámin	2024. 04. 02.			norm. i. pótidő	norm. i. pótidő	-tól	-ig	
Javítások						1	500	
Jel	Javította:	Kelte:	Ellenőr.:	Kelte:	Géptípus		gép l.sz	
					norm.	a	KSVM-250	
						b		
						c		
						d		

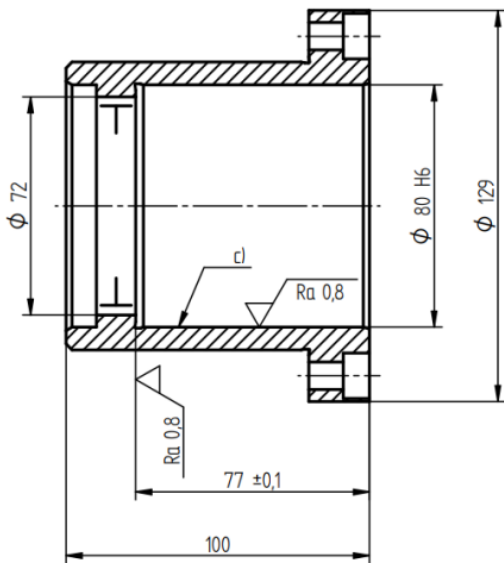
11-77. ábra Köszörülés I. műveleti utasítás

97. sz. melléklet

Go-Metall Kft.		MŰVELETI UTASÍTÁS forgácsolásra		Lapszám: 7/6.				
Rajzszám: 001		Munkadarab megnevezése: Csapágypersely		Művelet száma: 9.				
Anyag: Ck45 – 1.1191	Nyersméret: Ø 129 x 100 mm	Művelet megnevezése: Köszörülés II.		Műveleti ut. száma: 015				
Vázlat:								
<table border="1" data-bbox="1099 1128 1329 1207"><tr><td rowspan="2">Ø95 h6</td><td>+0,0</td></tr><tr><td>-0,022</td></tr></table>						Ø95 h6	+0,0	-0,022
Ø95 h6	+0,0							
	-0,022							
Sorsz.	Művelet tagozódása	Megm. felület	Szerszám, mérőeszköz., készülék	v m/min	n _w f/min	f mm/k	a mm.	i
	Befog tokmányba							
9.1.1.	Palástköszörülés Ø95 h6 x 80 mm Nagyolás	b	Sima alakú köszörűkő 350 x 63 x 127 – D x B x d – I. MSZ 4510 KB 32 M 6 Ke	2034,18	13,27	20	0,02	10
9.1.2.	Palástköszörülés Ø95 h6 x 80 mm Simítás	b	Sima alakú köszörűkő 350 x 63 x 127 – D x B x d – I. MSZ 4510 KB 32 M 6 Ke	2034,18	15	13	0,005	21
9.1.3.	Kiszikráztatás	b	Sima alakú köszörűkő 350 x 63 x 127 – D x B x d – I. MSZ 4510 KB 32 M 6 Ke	2034,18	15	13		10
	Ellenőrzés		Digitális tolómérő 150x40 / 0,01 Mikrométer 75 - 100 / 0,01 Felületi érdesség mérő 100x1/1000					
			Hűtés: emulzió					
Kiállította:		Kelte:	Ellenőrizte:	Kelte:	Darabidő:	Elkészülési idő:	Érv.darabszámra:	
Jóna Benjámin		2024. 04. 02.			norm. i. pótidő	norm. i. pótidő	-tól	-ig
Javítások							1	500
Jel	Javította:	Kelte:	Ellenőr.:	Kelte:	Géptípus		gép l.sz	
					norm.	a	KU-250	
						b		
						c		
						d		

11-78. ábra Köszörülés II. műveleti utasítás

98. sz. melléklet

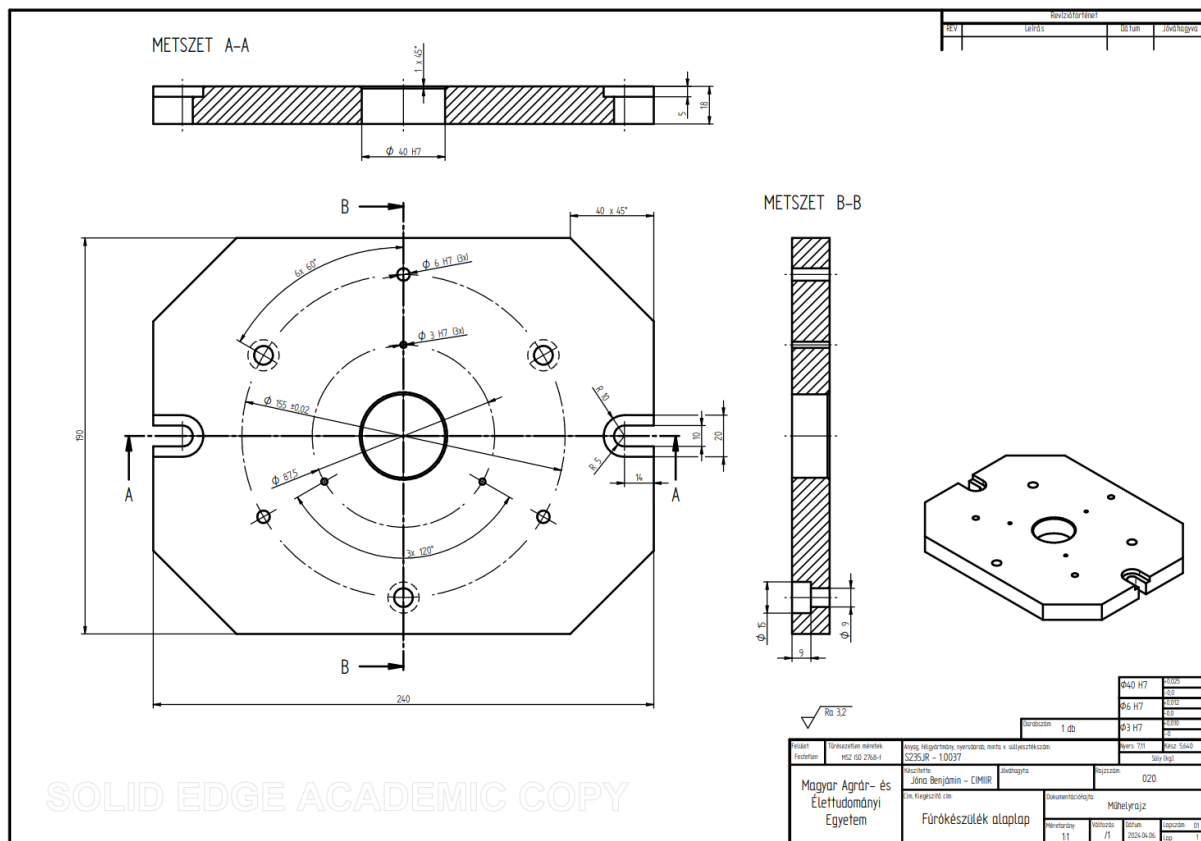
Go-Metall Kft.		MŰVELETI UTASÍTÁS forgácsolásra		Lapszám: 7/7.					
Rajzsám: 001		Munkadarab megnevezése: Csapágypersely		Művelet száma: 10.					
Anyag: Ck45 – 1.1191	Nyersméret: Ø 129 x 100 mm	Művelet megnevezése: Kőszörülés III.		Műveleti ut. száma: 016					
Vázlat:									
<table data-bbox="1099 1128 1331 1207"><tr><td>Ø80 H6</td><td>+0,019</td></tr><tr><td></td><td>-0,0</td></tr></table>						Ø80 H6	+0,019		-0,0
Ø80 H6	+0,019								
	-0,0								
Sorsz.	Művelet tagozódása	Megm. felület	Szerszám, mérőeszköz., készülék	v m/min	n _s f/min	f mm/k	a mm.	i	
	Befog tokmányba								
10.1.1.	Furatkőszörülés Ø80 H6 x 77±0,1 Nagyolás	c	Egyoldalt mélyített furatkőszörű korong 50 x 40 x 16 – Dx Bxd – V. MSZ 4517 KB 50 L 6 Ke	452,39	29,27	16	0,005	30	
10.1.2.	Furatkőszörülés Ø80 H6 x 77±0,1 Simítás	c	Egyoldalt mélyített furatkőszörű korong 50 x 40 x 16 – Dx Bxd – V. MSZ 4517 KB 50 L 6 Ke	452,39	83,56	8	0,001	55	
10.1.3.	Kiszikráztatás	c	Egyoldalt mélyített furatkőszörű korong 50 x 40 x 16 – Dx Bxd – V. MSZ 4517 KB 50 L 6 Ke	452,39	83,56	8		10	
	Ellenőrzés		Digitális tolómérő 150x40 / 0,01 Furatmikrométer DIN 863 d 75-88 / 0,005 Felületi érdesség mérő 100x1/1000						
			Hűtés: emulzió						
Kiállította:		Kelte:	Ellenőrizte:	Kelte:	Darabidő:	Elkészülési idő:	Érv.darabszámra:		
Jóna Benjámín		2024. 04. 02.			norm. i. pótidő	norm. i. pótidő	-tól	-ig	
Javítások							1	500	
Jel	Javította:	Kelte:	Ellenőr.:	Kelte:	Géptípus		gép l.sz		
					norm.		a	KU-250	
							b		
							c		
							d		

11-79. ábra Kőszörülés III. műveleti utasítás

[illegible]

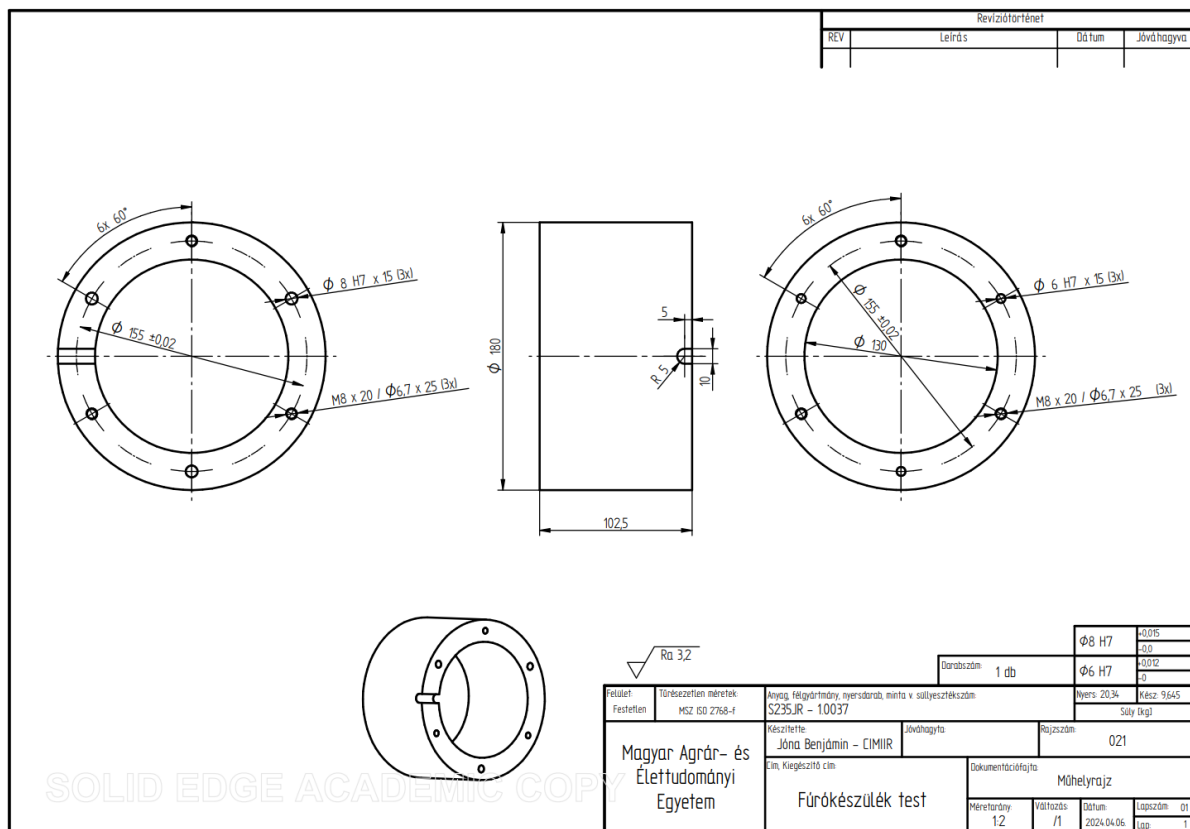
11-80. ábra A központosító tárcsa műhelyrajza

100. sz. melléklet



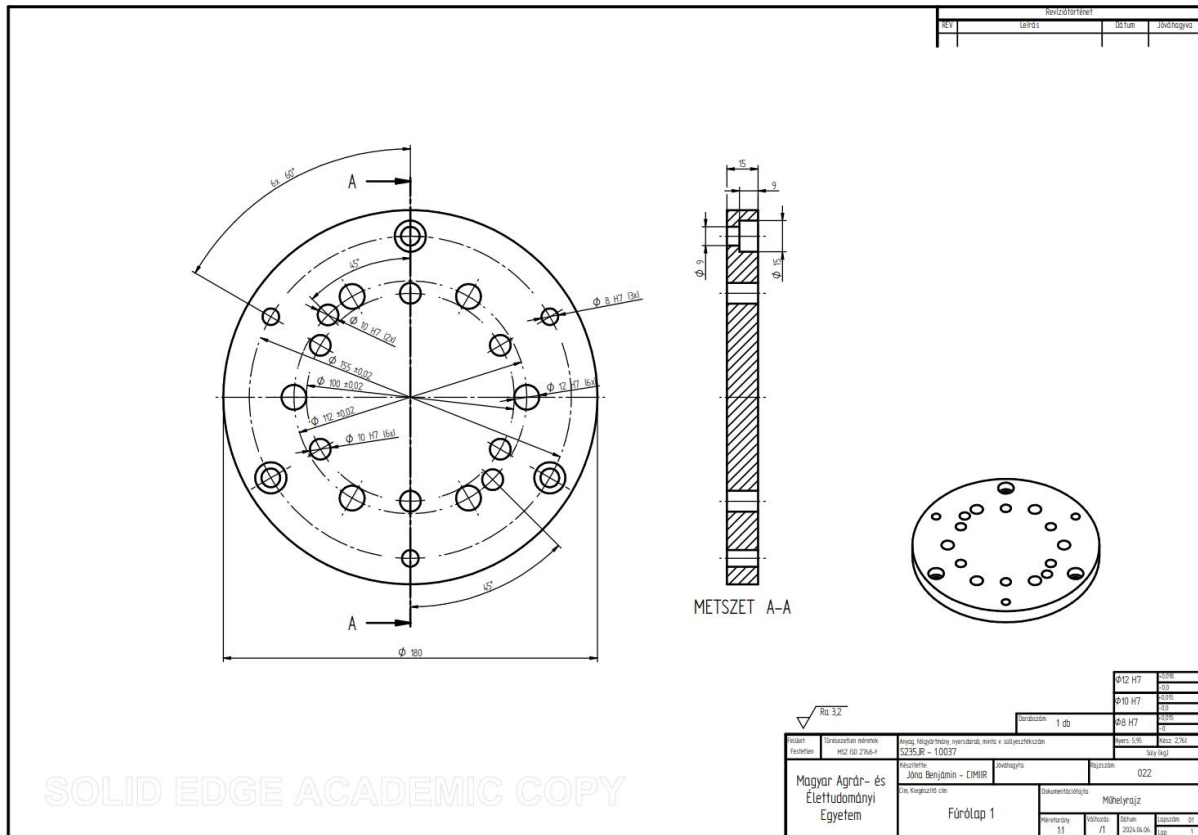
11-81. ábra Fúrókészülék alaplap műhelyrajza

101. sz. melléklet



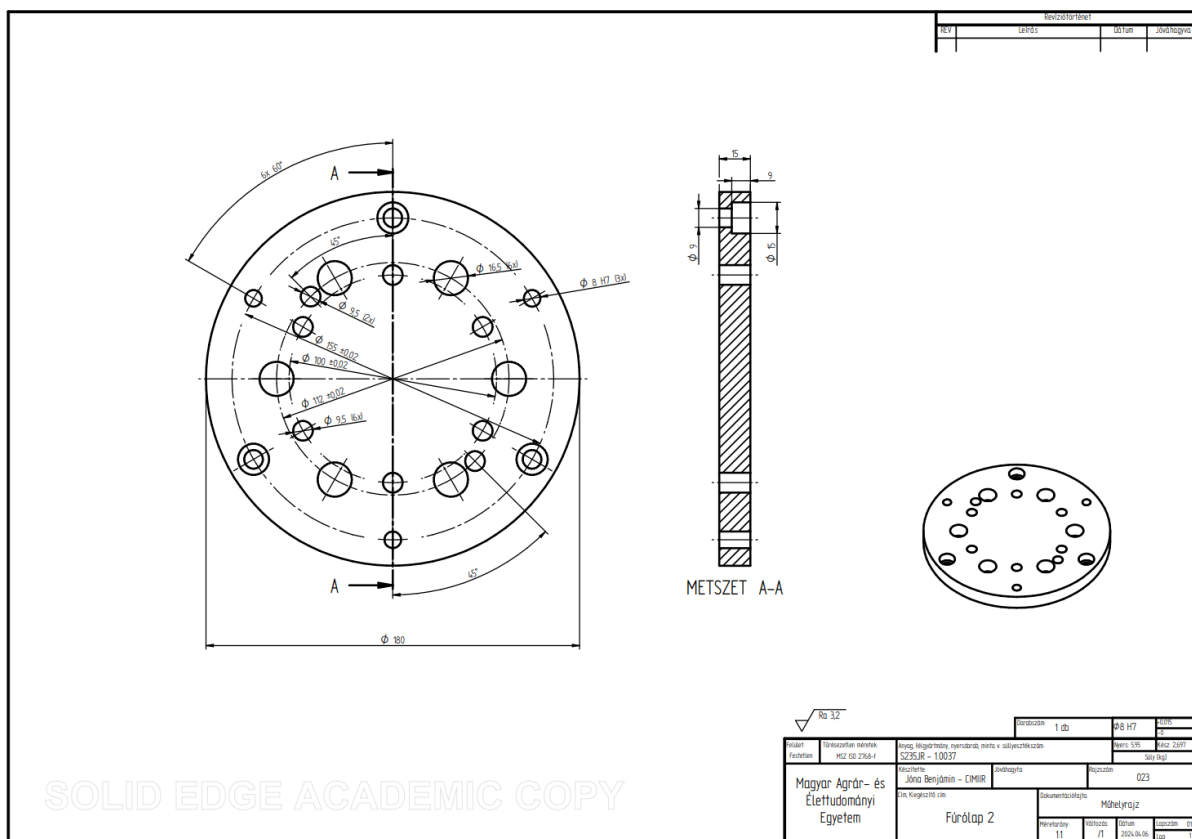
11-82. ábra Fúrókészülék test műhelyrajza

102. sz. melléklet



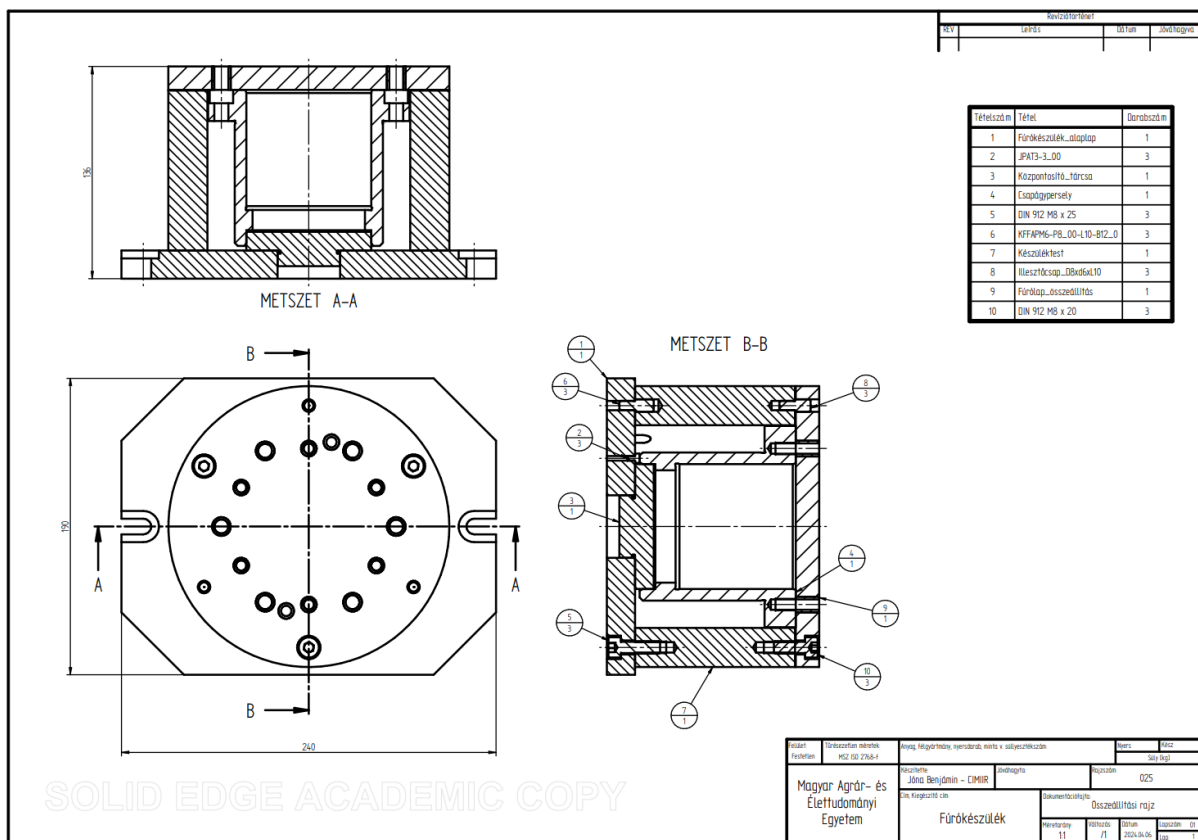
11-83. ábra Fő fúrólap

103. sz. melléklet



11-84. ábra Módosított fűrólap

104. sz. melléklet



11-85. ábra Fúrőkészülék összeállítási rajz