



NYÍREGYHÁZI EGYETEM
MŰSZAKI ÉS AGRÁRTUDOMÁNYI INTÉZET
NYÍREGYHÁZA



TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI DOLGOZAT

**RÖNKESZTERGA FŐORSÓ TERVEZÉSE ÉS GYÁRTÁSA
LOG LATHE MAIN SPINDLE DESIGN AND MANUFACTURE**

Készítette: LAKATOS ERNŐ LEVENTE

Konzulensek: Dr. Szigeti Ferenc és Százvai Attila

NYÍREGYHÁZA

2022.11.23.

REZÜMÉ

Szerző: Lakatos Ernő Levente, GM IV. évf.
NYE-MATI, Műszaki Alapozó, Fizika és Gépgyártástechnológiai Tanszék

Konzulens: Dr. Szigeti Ferenc, főiskolai tanár
Százvai Attila, műszaki oktató

A duális gyakorlati képzésem helyszínéül szolgáló partnercég tulajdonosa három fő piaci területen is képviselteti magát. Ezek a fémmegmunkálás, a fa feldolgozás és a kő/márvány elemek értékesítése.

A fémmel foglalkozó területre 2020-ban egy olyan megkeresés érkezett, hogy szükség lenne egy ~10m hosszú farönköket megmunkáló esztergagépre. Ennek a projektnek egy elemét használok a TDK dolgozatom tárgyául, az eszterga komplett főorsóját.

A dolgozat első fele a konstrukció tervezésével, (csapágyszár, kenés, főtengely, orsóház, hajtás és működés) a felmerülő konstrukciós problémák megoldásával, majd a főorsó gyártástechnológiájával foglalkozik.

A dolgozat második részében az üzemen évek óta sorozatgyártás keretében folyó alkatrészek, részegységek gyártását és a főorsó egyedi gyártását próbálom párhuzamos futás mellett optimalizálni, összehangolni egymással. Ennek keretében foglalkozom a futó gyártás visszatérő gyártmányainak felderítésével, folyamataik feltérképezésével, modellezésével, a szimulációk kiértékelésével, optimalizálásával, a változások újbóli szimulációjával, összevetésével. Ezzel kísérletet teszek arra, hogy egy folyamaton belül alkalmazzam a széria és az egyedi gyártás hibrid módszerét, figyelembe véve az üzem aktuális lehetőségeit.

Célom, hogy a konstrukció tervezés és gyártástervezés összekapcsolt feladatán keresztül megvizsgáljam, hogy milyen hatással lehet ez a későbbi gyártási folyamatra, érték és idő szempontjából. Célkitűzésem továbbá egy olyan gyártási mód megtalálása, ami változó paraméterű és tételszámú, kissorozat vagy egyedi gyártású alkatrészek folyamatos gyártóegységek közötti áramlását biztosítja.

Tartalomjegyzék

BEVEZETÉS	4
1. FŐORSÓ TERVEZÉSE	6
1.1 <i>Súlyterhelés meghatározása</i>	6
1.2 <i>Vezérlési panel.</i>	7
1.3 <i>Tengely tervezése</i>	7
1.3.1 Tengely statikai modellének elkészítése.....	7
1.3.2 Véges elem szimuláció	9
1.3.3 VEM szimulációs eredmény	11
2.VÉGLLEGES KONSTRUKCIÓ.....	12
2.1 <i>Szakirodalmi áttekintés a konstrukciós elvekre.</i>	12
2.2 <i>A Konstrukció modellezése.....</i>	13
2.2.1 Főorsóház:	13
2.2.2 Főtengely és illesztése:.....	14
2.2.3 Rugós tömítőgyűrűk és kenés:.....	15
2.2.4 Tüskekoszorús tokmány:	16
2.2.5 3D nyomtatott végszorító:.....	16
3. FŐORSÓ GYÁRTÁSELŐKÉSZÍTÉSE.....	17
3.1 <i>Anyagminőségek jellemzői</i>	17
3.2 <i>Főorsóház hegesztése.....</i>	17
3.2.1 Hegesztési varratok és számításaik.....	18
3.2.2 Varrattérfogat és varrathossz számítások:	18
3.3 <i>Tengely technológiai számításai.....</i>	20
3.4 <i>Művelet irányítás és paramétereinek meghatározása</i>	20
4. ÜZEMI GYÁRTÁS.....	22
4.1 <i>Egyedi alkatrészek gyártási problémája.....</i>	22
4.2 <i>Üzemvizsgálatok.....</i>	22
4.3 <i>Visszatérő gyártmányok folyamatmodelljei</i>	23
4.4 <i>A főorsó gyártási folyamatmodellje.....</i>	24
5. VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK.....	26
5.1 <i>Üzemvizsgálatok optimalizálása</i>	26
5.2 <i>Főorsó szimuláció eredménye</i>	27
5.3 <i>Gantt alapú projectfelület.....</i>	30
6. KÁRTYÁS FOLYAMATRENDSZER	31
ÖSSZEFOGLALÁS	33
SZAKIRODALMI JEGYZÉK.....	34
MELLÉKLETEK JEGYZÉKE	35

BEVEZETÉS

A 2020-AP-10 számú rönkeszterga projekt célja egy nagyméretű farönkök megmunkálására alkalmas szerszámgép tervezése és gyártása, mely nagy biztonsággal eleget tesz a megrendelő által támasztott követelményeknek és elvárásoknak, jó hatásfokkal szolgálja ki a piaci rönkfa keresletet.

A projekt rám eső részeként meg kellett terveznem a főorsó egység konstrukcióját, elkészíteni a gyártástechnológiát, megvizsgálni a valós gyártmányt és annak szerelését az eszterga szerszámgépbe. Ezen felül a főorsó legyártása előtt megvizsgáltam a visszatérő nagyszériás megrendelések folyamatáramlását az üzemek között, eredményeiből pedig szimuláltam a főorsó egyedi gyártás áramba kerülésének módját, hatásait.

Rönkeszterga bemutatása

Különböző faanyagok rönkjének megmunkálásakor nem a keletkező forgácsolási erők vagy a forgácsolás jellemzőinek stabilan tartása hordoz magában mérnöki kihívást. Inkább az anyagok mérete, súlya, s ebből következő azok befogása, mozgatása valamint a megmunkálási pontosság. Mivel a faanyagok és az energia ára az utóbbi években jelentősen emelkedett, egyre fontosabb a mérethelyes megmunkálás, a minél nagyobb termelékenység biztosítása.

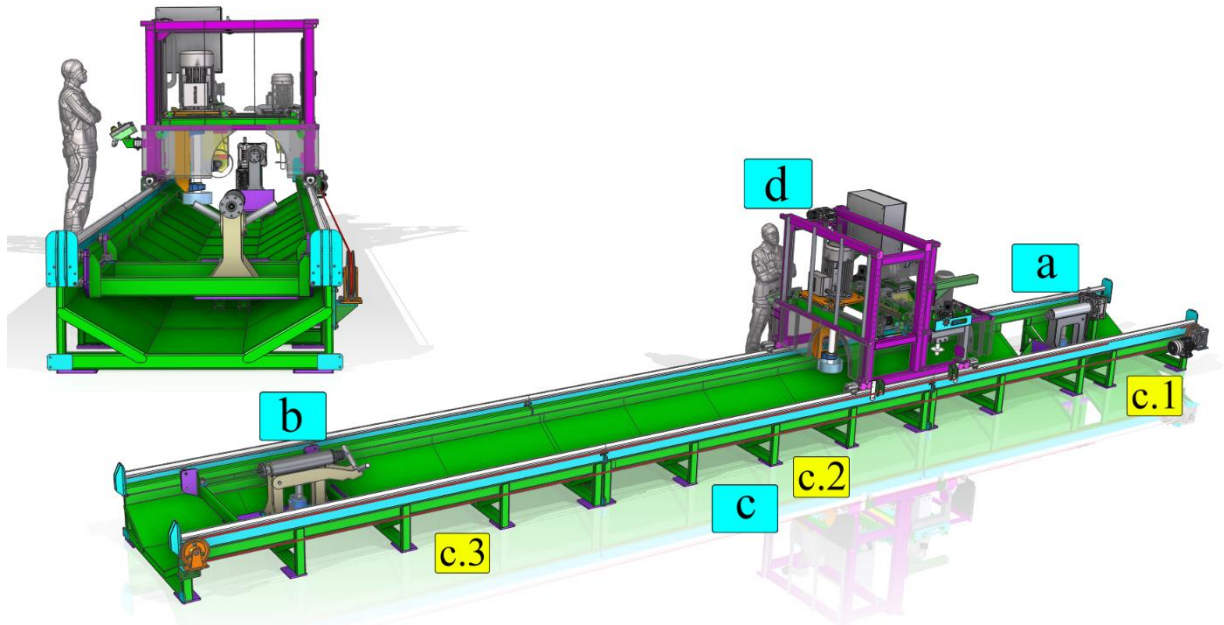
Az Autopress Kft. 2020-ban elindított 10-es AP projektje egy olyan komplex farönk megmunkáló gép tervezésére épül, amely a rönkök esztergálási és illesztési felületeinek marási műveleteit kívánja kiszolgálni. Működését tekintve a hajtó-befogó egység főorsó (a) eleme stabilan a hátsó ágyhoz (c.1) van rögzítve, míg a támasztó csúcs (1. ábra) egy szánkó segítségével végig csúsztható az ágy (c) mentén. A rönkfák hosszát és befogását így lehet megoldani. A megmunkáló szerkezet (d) lineáris mozgással végig halad az ágyon, ezzel biztosítva az előtolást, míg tálcái a parcelláikban mozogva a különféle forgácsolási kontúrokat, fogásmélységeket állítják.

Főorsó egység bemutatása

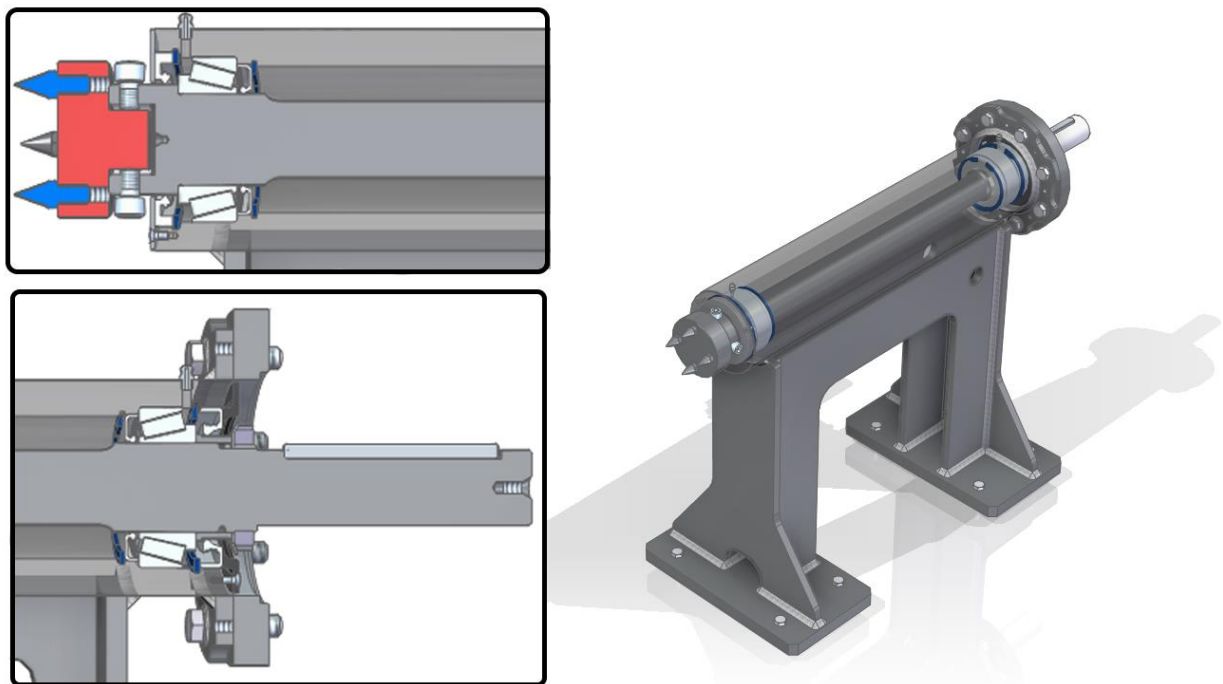
A rönkeszterga hajtó-befogó egységének egyik eleme a főorsó. Feladata a motorról érkező, és a hajtóművön módosult nyomaték átvitele, a rönk forgácsolási forgó főmozgásának biztosítása. Konstrukcióját és kialakítását a céges mentoraim szakmai útmutatásai alapján, saját kezűleg terveztem. A hajtómű a tengelyvég kialakításra csatlakozik, pozícióját a csillaglemezek furatain keresztül fixálja, oldható csavarkötések segítségével.

A szerkezet tengelyének kimenetén $i=1$ áttétel esetében 1440 [1/min] a maximális fordulatszám. Hajtása egy 3kW-os motor segítségével történik, aminek forgatónyomatéka 20,3 Nm.

A konstrukció egyik előnye, hogy egyszerűsége valamint a megrendelő kéréséből adódó masszív anyaghasználat miatt hosszú élettartamra lehet számítani. Ez a csapágyválasztáskor is jelentős szempont volt.



1. ábra: A rönkeszterga összeállított szerkezetének modellje



2. ábra: A rönkeszterga főorsó modellje és metszete

1. FŐORSÓ TERVEZÉSE

Az konstrukció tervezésének első lépése mindig a kívánt feladat meghatározása [14]. A funkció és annak jellemzői, az elvárások és követelmények tisztázása. Ezek közé tartozik, a motor és hajtómű típusának kiválasztása, a szükséges kimeneti fordulatszám meghatározása, amelyet a megmunkálandó fafajták és az alapanyagok tervezett befoglaló méretei befolyásolnak. A projekt főorsójának követelményei:

- Alkalmas legyen a fatelepen tárolt leghosszabb rönkök megforgatására is;
- Megbízható és egyszerű felépítésű, időtállóan masszív kell legyen;
- Erősen nyirkos és poros környezetben is megfelelően működjön;
- Többnyire lemez alapú és az üzem számára könnyen beszerezhető alapanyagok használata;
- Gazdaságos és helytakarékos hosszanti kialakítás;
- Könnyű bonthatóság és gyors szerelhetőség;

A tervezési munka megkezdése előtt két teljes hetet szenteltem annak, hogy hasonló főorsókat keressek különféle internetes oldalakon, elemezzem azok felépítését, utána olvassak a megoldások szakmai hátterének, a kivitelezések miértjeinek.

1.1 Súlyterhelés meghatározása

A fafajták sűrűségéből, hosszából és átmérőjéből egyszerűen lehetséges általános súlyértéket számolni. Ez viszont nem mérvadó, hiszen a fa tömege nemcsak a sűrűségétől és méreteitől függ, hanem víztartalmától is [7].

$$U_e = \frac{m_v - m_0}{m_0} \cdot 100 \quad (1.01 \text{ képlet})$$

Az új összefüggés alapján a nettó fanedvességet akkor kapjuk, ha a nedves és száraz fa súlykülönbségét elosztjuk a száraz fa tömegével és megszorozzuk százzal. Ezt a képletet egészítettem ki és rendeztem a fanedvességet ismerve, hogy közelítőleges elméleti súlyt kapjak.

$$m_v = \frac{U_e}{100} \cdot m_0 + m_0 = \frac{U_e}{100} \cdot \left(\frac{\frac{D^2}{2} \cdot \pi \cdot L \cdot \rho}{1000} \right) + \left(L \cdot \frac{\frac{D^2}{2} \cdot \pi \cdot L \cdot \rho}{1000} \right) \quad (1.02 \text{ képlet})$$

Építőipari célokra, jelent esetben farönkházak építésénél is 18%-os nedvességtartalom az elfogadott maximum érték. Ez a fatelepen lévő legnagyobb (8,5 m-es hosszúságú, 60 cm átmérőjű) fákat alapul véve, valamint az 1-es számú mellékeltből a tölgy sűrűségét használva, a maximális terhelés közelítő értéke a következő:

$$m_0 = \frac{\frac{60^2}{2} \cdot \pi \cdot 850 \cdot 0,65}{1000} = 1562,15 \text{ [kg]} \quad (1.03 \text{ képlet})$$

$$m_v = 0,18 \cdot 1562,15 + 1562,15 = 1843,337 [kg] \sim 1,85 [t] \quad (1.04 \text{ képlet})$$

A maximális rönk súlya megoszlik a két támasztó csúcs között, de a biztonsági követelmények és az egyszerűbb számítás miatt ezt az értéket 2 tonnának valamint csak a főorsóra nehezedő terhelésnek vettem, így a számolt biztonsági tényezők is a valóságban duplázódnak.

1.2 Vezérlési panel.

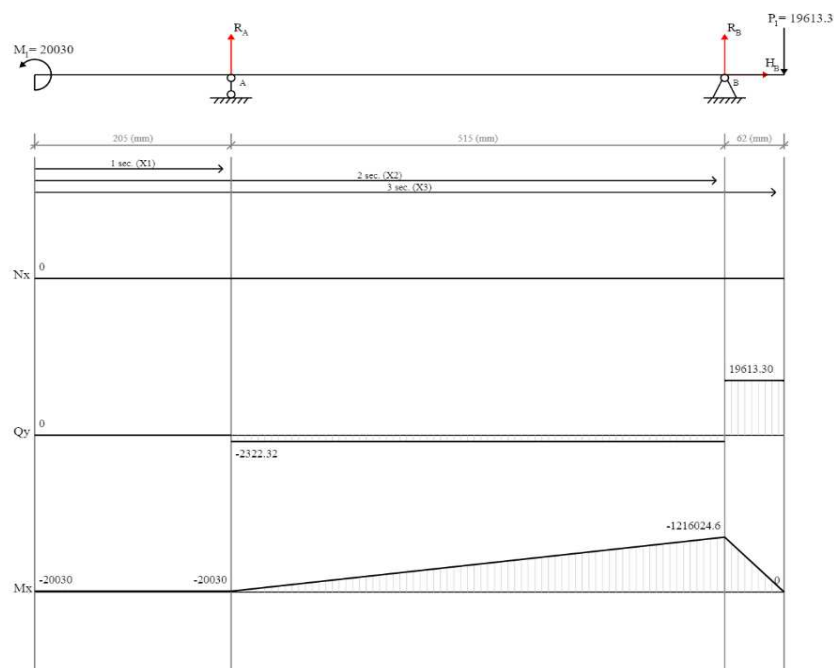
A téma irodalmi és internetes kutatását követően megszülettek az első megoldási ötletek. Elképzeléseimet a tervező csapatnak munka előtt be kellett mutatnom, továbbá olyan értékekre is szükségem volt, amelyek hatással vannak a szerkezet későbbi működésére. Ezért készítettem egy vezérlő panelt, ami nemcsak a főorsó működését tudta valós időben szimulálni. Többek között kiszámolta a farönk súlyát a hosszúsága, az átmérője, a nedvességtartalma és a fa fajtája alapján, ezt vizuálisan egy skálán elhelyezte. A skála maximumát a mérések legnagyobb tonnára kerekített értékére vettem fel, és ha ennél súlyosabb fát érzékelt, nem engedte elindítani a gépet. Az áttétel alapján mindig aktuális fordulatszámot mutatott a motor kihajtótengelye a tokmányvég csatlakozási pontjánál. Az szabályozásra szolgáló frekvenciaváltóval a folyamat értékei bármilyen sebesség mellett megfigyelhetők lettek, a program számításba vette a slip értékének változását is. Továbbá olyan számításokat is elvégzett, mint a forgácsvastagság, a forgácsolási tényező, a forgácsolási erőszükséglet, a forgácsolás teljesítményszükséglete, és a forgácsolási sebesség. A vezérlés elemei az 1. számú mellékletben megtalálhatóak. A vezérlés az NI LabView 2021 felületén készült el.

1.3 Tengely tervezése

A tengely tervezése talán a legbonyolultabb része volt a feladatomnak. Számos alkalommal újra kellett kezdeni alapjaitól. A munkafolyamat a [19] szakirodalom 14. oldalának 3. ábráján bemutatott metódus mentén készült.

1.3.1 Tengely statikai modellének elkészítése

A főtengely 4.6-os verziójától kezdődően különböző statikai és később dinamikai szimulációs vizsgálatokat is végeztem, a vezérlési panelből kinyert elméleti értékek és a korábbi hagyományos úton meghatározott számítások alapján. A (3. ábrán) látható a csapágypontokon alátámasztott tengely, normál-, nyíróerő és hajlító nyomatékának grafikus megjelenítése. Alatta táblázatában az értékek számításai.



3. ábra: Statikai számítás a főtengelyre

1. táblázat: Statikai számítások, ahol N=normál erő; Q=nyíróerő; M= hajl. nyomaték

Kihajló tengelyvég $0 \leq x_1 < 205$	Csapágyak között $205 \leq x_2 < 720$	Tengely tuskó $720 \leq x_3 < 782$
$N(x_1) = 0$	$N(x_2) = 0$	$N(x_3) = 0(N)$
$Q(x_1) = 0$	$Q(x_2) = -R_A$ $Q_2(205) = -2322.32(N)$ $Q_2(720) = -2322.32(N)$	$Q(x_3) = -R_A + R_B$ $Q_3(720) = -2322.32 + 21935.62 = 19613.30(N)$ $Q_3(782) = -2322.32 + 21935.62 = 19613.30(N)$
$M(x_1) = -M_1$ $M_1(0) = -20030(Nmm)$ $M_1(205) = -20030(Nmm)$	$M(x_2) = -M_1 - R_A \cdot (x_2 - 205)$ $M_2(205) = -20030 - 2322.32 \cdot (205 - 205) = -20030(Nmm)$ $M_2(720) = -20030 - 2322.32 \cdot (720 - 205) = -1216024.60(Nmm)$	$M(x_3) = -M_1 - R_A \cdot (x_3 - 205) + R_B \cdot (x_3 - 720)$ $M_3(720) = -20030 - 2322.32 \cdot (720 - 205) + 21935.62 \cdot (720 - 720) = -1216024.60(Nmm)$ $M_3(782) = -20030 - 2322.32 \cdot (782 - 205) + 21935.62 \cdot (782 - 720) = 0(Nmm)$

Az (1.táblázat) számításainak nyomán időszerűvé vált a tengely teherhordó keresztmetszetének kiszámítása. [19] Ez az első alkalommal S355-ös választott anyaggal történt. A számítások elvégzése után világossá vált, hogy nem felelne meg a felé támasztott követelményeknek, mert túl vastkos méretével és súlyával az üzem lehetőségein belül nem lehetett volna gyártani. Ezért

módosítottam az anyagon, ami már kedvező értékekkel szolgált. Ez a 42CrMo4, aminek a számításait az 1.05-től 1.11-ig terjedő képletek mutatják be $i=1$ hajtási áttétel esetében [3].

Hajlítási feszültség $[\sigma]=750$ (MPa)

$$\sigma = \frac{M_{max}}{W_x} \leq [\sigma] \quad (1.05 \text{ képlet})$$

M_{max} - a hajlítónyomaték maximális abszolút értéke, Nm

W_x - szakaszmodulus egy semleges tengelyről O_x ;

$$W_x = \pi \cdot \frac{d^3}{32}, \rightarrow d = \sqrt[3]{32 \cdot \frac{W_x}{\pi}} \quad W_x = \frac{M_{max}}{[\sigma]} = \frac{1216.025[Nm]}{750[MPa]} = 1,6213 [cm^3] \quad (1.06 \text{ képlet})$$

$$(1.07 \text{ képlet})$$

Tehát a teherhordó átmérő:

$$d = \sqrt[3]{32 \cdot \frac{W_x}{\pi}} = \sqrt[3]{32 \cdot \frac{1.6213[cm^3]}{3.14}} = 2.546 [cm] = 25.4 [mm] \quad (1.08 \text{ képlet})$$

Összetett igénybevételre:

M_{red} – redukált nyomaték; M_{cs} - csavaró nyomaték, M_H - hajlító nyomaték

$$(1.09 \text{ képlet})$$

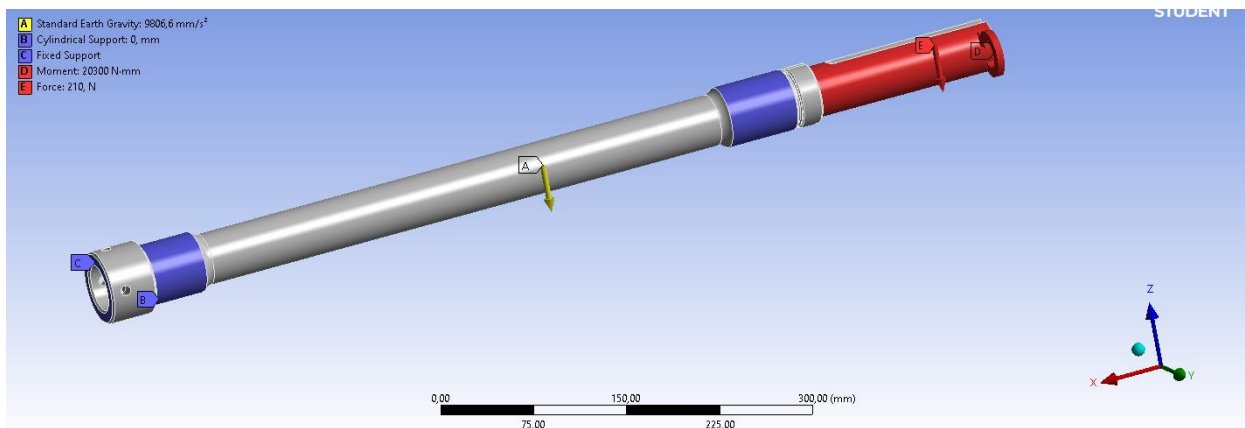
$$M_{red} = \sqrt{M_{cs}^2 + M_H^2} = \sqrt{20.3^2 + 1216.025^2} = 1216.19 [Nm] \quad (1.10 \text{ képlet})$$

$$(1.11 \text{ képlet})$$

$$\sigma_{red} = \frac{M_{red}}{K} = \frac{M_{red} \cdot 32}{d^3 \cdot \pi} \rightarrow d = \sqrt[3]{\frac{M_{red} \cdot 32}{\pi \cdot \sigma_{red}}} \quad d_{red} = \sqrt[3]{\frac{1216.19 \cdot 32 \cdot 10^3}{3.14 \cdot 0,75 \cdot 10^3}} = 2.5471 [cm] = 25.4 [mm]$$

1.3.2 Véges elem szimuláció

A VEM módszer lényege, hogy a vizsgálni kívánt munkadarab testhálóján globális vagy lokális jellegű adott távolságra eső mérési pontokat határozzunk meg, majd különböző peremfeltételek hozzáadásával megvizsgáljuk a modell változását. Jellemző, hogy eredményünk mindig csupán közelítés marad a valós értékekhez és minél sűrűbb a mérési pontok halmaza, annál pontosabb eredmény érhető el, de annál több időt is emészt fel a vizsgálat. Ezért is célszerű érzékenységi



4. ábra: A tengely VEM vizsgálati modellje peremfeltételekkel

vizsgálattal előre meghatározni a kedvező pontsűrűséget [13]. Célom a konstrukció ellenőrzése volt, és a teherhordó átmérő eredményem igazolása. Ezért a vizsgálatot egy ahhoz közeli 20 [mm]-es, egy annak sokszoros biztonsági tényezőjű 42 [mm]-es és egy ezek közti gazdaságossági félutat jelentő 32 [mm]-es átmérőjű modellen is elvégeztem. Először meghatároztam a modellkörnyezetben a tengely korábban választott 42CrMo4 anyagát és definiáltam a peremfeltételeket: (4. ábra)

A: az átlagos földi gravitációt,

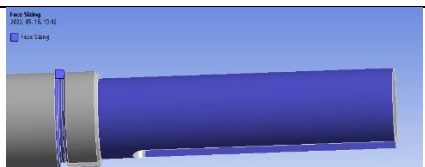
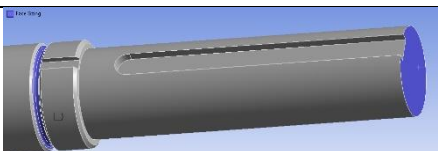
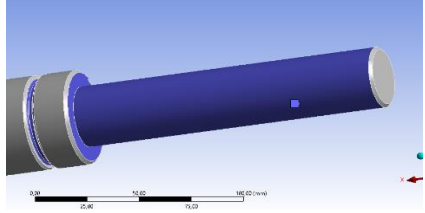
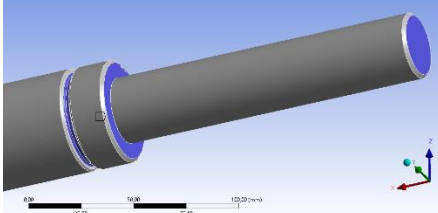
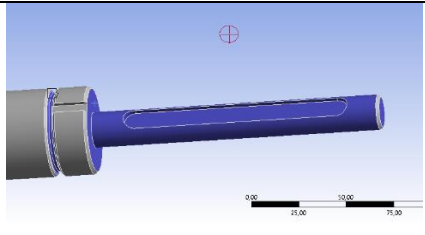
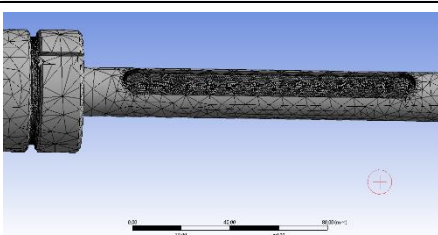
B: a palástbefogást, a csapágyazások helyét. Axiálisan és radiálisan fixált, de tengelye körül elforgatható beállítással.

C: befogott végként értelmeztem a tüsketokmány furatát, hiszen feltételezem, hogy az elé fogott farönk két ponton való megtámasztásával egy helyben áll. Így a tengely is kötve van hozzá, mindaddig, míg az indítási nyomaték ezt le nem küzdi és el nem indítja a forgást.

D: 20,3 Nm-es forgatónyomaték érték. Ez a motorról tengelyre érkező forgatónyomaték $i=1$ értéke az 1. számú melléklet szerint. A modell kérdése elsősorban ennek a tengelyre gyakorolt hatása C pont befalazás esetében.

E: 21 kg-os súly -Z irányban a tengelyvégre. Körülbelül ilyen hatást gyakorolna rá, ha a motor és a hajtómű közvetlenül lenne kapcsolva hozzá és a súlyát is a tengely tartaná meg. A későbbi verziók során a motor és hajtóműve számára van külön állvány, ami mentesíti a tengelyt és orsóházat ezen feladata alól. A vizsgálat erre eső részének eredménye tehát már elhanyagolható.

2. táblázat: Mesh háló lokalizálásának megjelenítése

Mérési modell	Lokális 1	Lokális 2
D42		
D32		
D20		

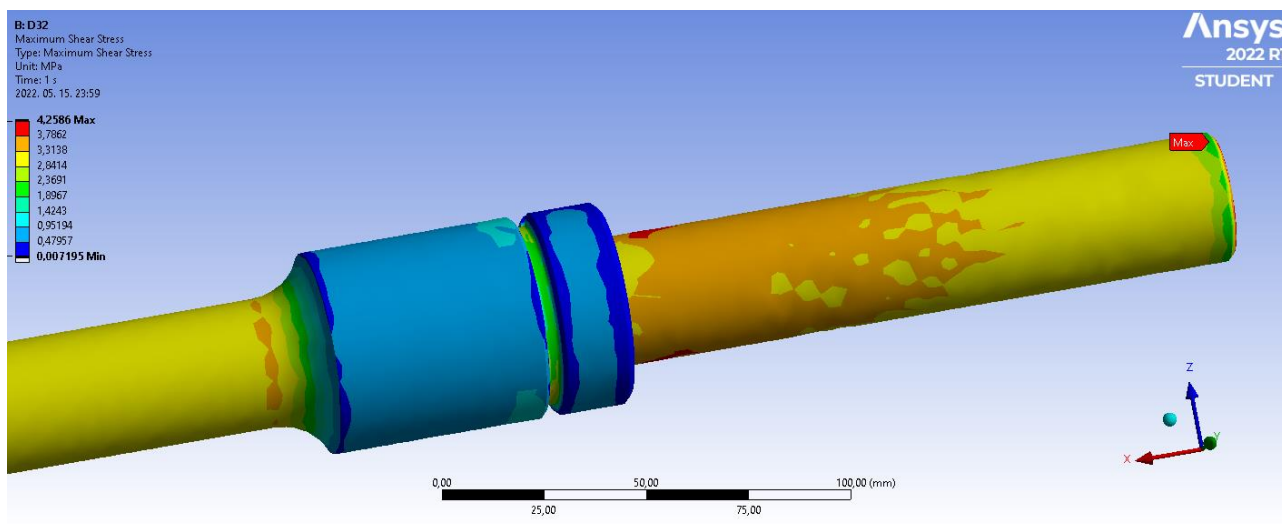
A vizsgálat következő lépéseként globálisan meghatároztam a tetraédes felosztás kezdeti nagyságát, és próba alá vettem három különböző modellt is. Az első a valós méretekkkel 42 [mm]-

es átmérővel számolt, a második 32 [mm]-el, a harmadik pedig csak 20 [mm]-el. Mivel az illesztési és csapágyfelületek átmérői kötöttek voltak, ezért csak itt változtattam a modelleken.

A globális hálóval meghatározott csomópontokban lokális szigeteket hoztam létre, ahol finomítottam a Mesh háló méretén. Esetenként a tanulói licenz korlátai miatt szükséges volt egy második lokális zóna felvétele az előző eredményeit pontosítva (2. táblázat).

1.3.3 VEM szimulációs eredmény

Az érzékenységi vizsgálat igazolta a teherhordó átmérő számításainak helyességét. A keresztmetszet 20 [mm] esetében érte el az egyszeres biztonsági tényező értéket. A gyakorlatban használt 42 [mm] a számítási pontatlanságok és egyéb hibalehetőségek mellett is, megfelel. A 32 [mm] is alkalmas lenne a feladatra, de megmunkálása tovább tartana és nem jelentene jelentős változást a használatban. A megrendelő így a 42-es átmérőt kérte.



5. ábra: A nyírófeszültség vizsgálatának grafikus eredménye

A vizsgálat során megállapítható, hogy a teljes deformáció mértéke nyújtja a legcsekélyebb változást, de a tizedes értéket felvelő elmozdulás már hatással lehet a csapágyak élettartamára. Az elem méretek csökkentésével egyre inkább csökken a biztonsági tényező minimális értéke is, amit a nyírófeszültségek megnövekedése okoz. Nyomaték jelenlétében a felületek mintázata a csavarónyomaték iránya szerint görbül a csavarási ponttól távolodva. (5. ábra) Vastagabb átmérő esetében a befogáshoz legközelebb eső beszurási keresztmetszetben növekedtek a feszültségek, míg kisebb kihajló átmérő esetében inkább a sarkok vagy a tengelyvég mentén, esetleg hornyok átmérőjének csúcsosodásánál megfigyelhetők kitüremkedő maximum értékek. A vizsgálat értékei megtalálhatók az 2-es számú mellékletben.

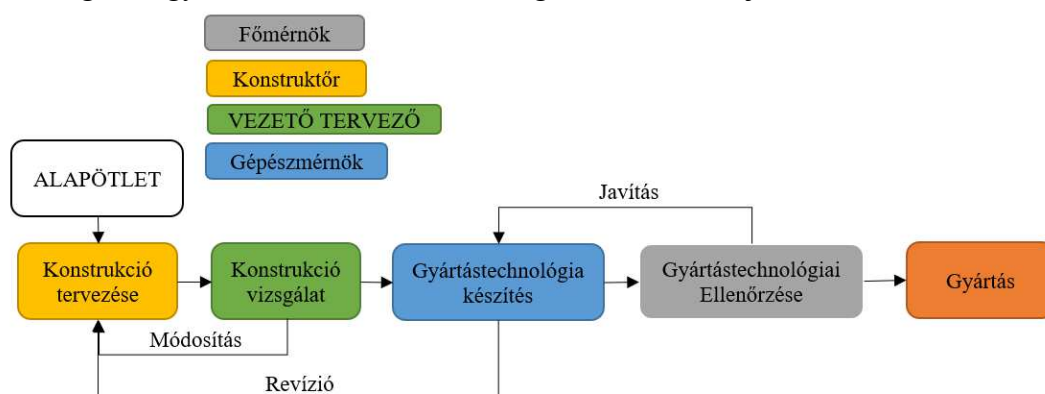
2.VÉGLEGES KONSTRUKCIÓ

Az előző pontokban kifejtett méretezési elemek után kialakítottam a végleges konstrukciót. Ennek módját és eredményét ismertetem a következőkben. Szerelés az 5, 6, 7-es mellékletben.

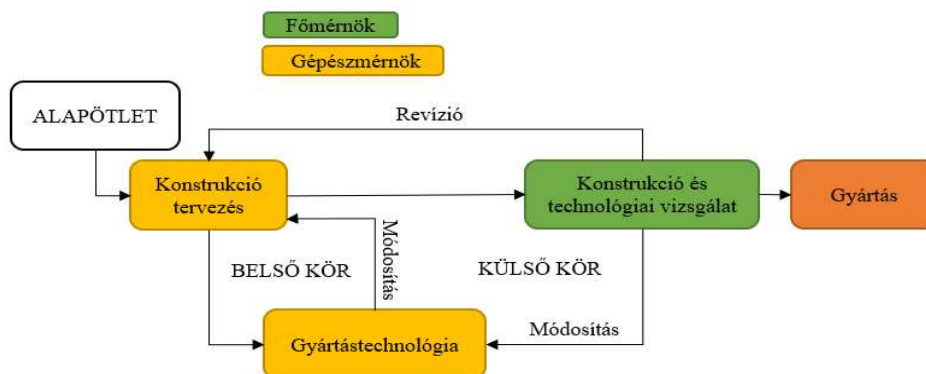
2.1 Szakirodalmi áttekintés a konstrukciós elvekre.

Egy gyártmány végleges formája napjainkban a konstruktőr és a gyártástechnológus munkájának közös eredménye. Az 1990-es években voltak olyan kísérletek, egy bizonyos megmunkálási makrók felhasználására, amelyek már a tervezési fázisban biztosították a létrehozott felületek mellé ajánlott, alkalmas gyártástechnológiát is [14]. Ennek a módszernek hatalmas előnye, hogy csak a gyártáshelyes alkatrészek tervezésére nyújt lehetőséget, valamint még a tervezési szimulációk alatt kialakulhat a végleges forma is.

Ennek ellenére mai napig a legtöbb konstruktőr nem sokat foglalkozik a gyártási folyamattal, úgy gondolják, nekik nem szükséges figyelemmel lenni a gyártástechnológiára, hiszen annak a feladata alkalmazkodni az általuk megálmodott verzióhoz (6. ábra). Ezzel akkor van baj, ha az adott üzemben derül ki, hogy a megrajzolt elképzelés nem gyártható. Avagy olyan változtatások történnek rajta, amelyek a műhelyrajz szerint még megfelelőek, de a valóságban az adott egységet funkciójában is hátráltatják. Továbbá hiba, ha a konstruktőr téves úton járva heteket foglalkozik egy olyan konstrukcióval, amely valamely okból kifolyólag nem alkalmas a céljára. Ezzel rengeteg időt és energiát hagyunk kárba veszni, akár még demoralizálhatjuk is a munkatársakat.



6. ábra: Hagyományos tervezés és gyártás folyamata



7. ábra: Használt tervezés folyamata

Így érkezünk el ahhoz a módhoz, amit én is alkalmaztam a tervezés során (7. ábra) [11] (p.67 3.4-es ábráját alapul véve). A konstrukció tervezését először csak nagyvonalakban készítettem el, a belső körön mozogva. Továbbá folyamatosan konzultáltam annak előrehaladásáról a főmérnökkel, aki így a külső körön, a folyamat közben tudott ötleteket jóváhagyni, vagy nagyobb módosításokat, új revíziókat javasolni. A konstrukció tervezése alatt figyelembe vettem a későbbi gyártástechnológiai és szerelési szempontokat, így a későbbi gyártásterveknél jelentkező csekély eltérést is rugalmasan tudtam javítani a konstrukción.

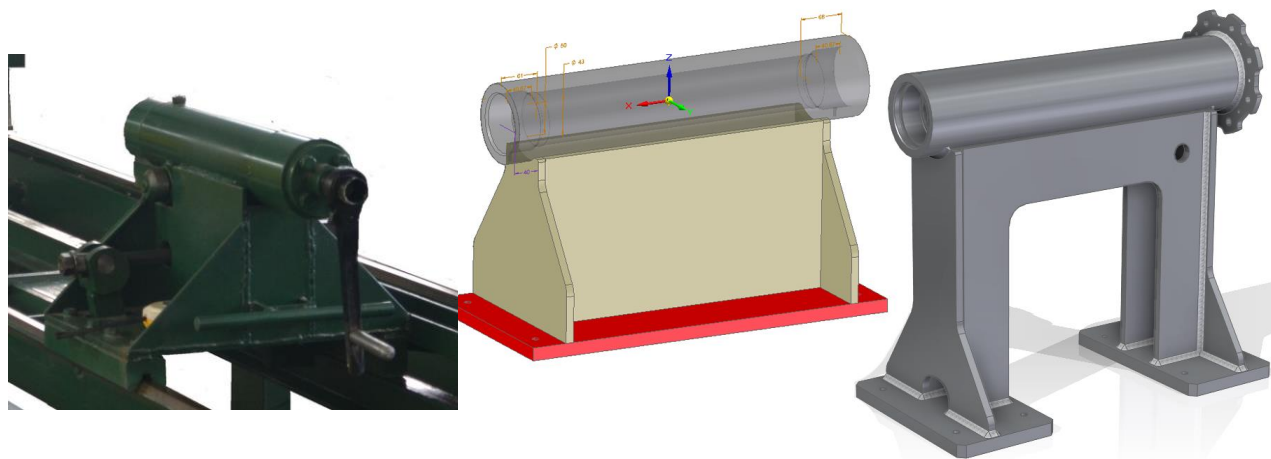
Dokumentálás terén minden megközelítés egy verziószámot kapott. Ha a tervek egy része módosításra került, akkor egységszámot is kapott a verziószám (Pl: 1; 1.5-ös verzió). Ha új ötletet kellett alkalmazni, avagy drasztikus módosításra volt szükség, akkor revíziót készítettem. A revízióknál a verziószám egyel növekedett és az egységszám nullázódott (Pl: 2.0).

2.2 A konstrukció modellezése

A konstrukció modellezéséhez Solid Edge 2019 programot használtam. A program képes a hagyományos mód mellett szinkron modellezésre is, valamint az Ansys VEM eredményeit is ellenőrizhettem a programba beépített saját VEM vizsgálati opciójával.

2.2.1 Főorsóház

A tervezés elején a főorsó ház volt a konstrukció alapja (8. ábra). Első elképzelésként egy orosz gyártmányú hasonló gép megoldását vettem alapul [20]. Mivel a csapágyazásnál kellő merevséget akartam a szerkezetnek, vastag falú csőre volt szükségem. A megfelelő cső kiválasztása egy $\varnothing 127 \times 23,5$ mm-es termékre esett, ám speciális mérete miatt egy ideig más gyártási alternatívája is létezett. Eszerint egy vékonyabb cső két végére kellene felhegeszteni két lézervágott gyűrűt, amelyeket a csővel együtt forgácsolnának méretre. A megoldás ugyan alapanyag beszerzés terén kedvezőbb volt, de nagyban növelte a megmunkálásokhoz szükséges műveletek számát és idejét.



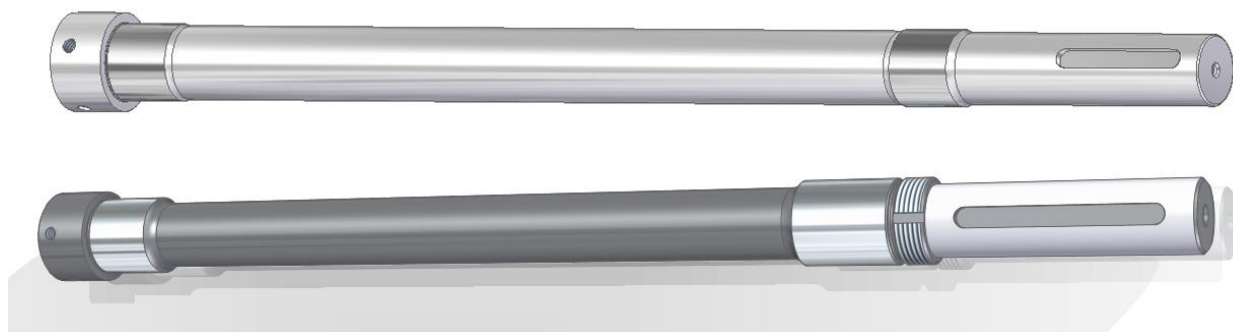
8. ábra: A főorsóház három kiemelt állomása

Továbbá időközben a főorsóház magasságán és az oldalán is változtatni kellett, hogy alá férjen az a hidraulikus emelő, amivel a végén elhelyezett furatba rögzített támasztókar magassága állítható. Ezzel állítható be a rönk központosítása, a forgácsolás megkezdése és az ezt megelőző rögzítés előtt. magasabb ház miatt, a motort és áttételét az orsócsőhöz rögzített függő elhelyezkedésű elemmé kellett tenni. A nagyobb magasság súlyosabb talpakat is kívánt, így a két részre bontott alaplemez is vastagabb anyagból készült.

Szempon volt továbbá, hogy főleg lézervágott lemezekből könnyen elkészíthető legyen. A váz súlya végső 4.5-ös modellverziója szerint így 76 kg lett, súlypontja a belső kivágáson belülre, pontosabban a kivágás felső élének közepe alá esett.

2.2.2 Főtengely és illesztése

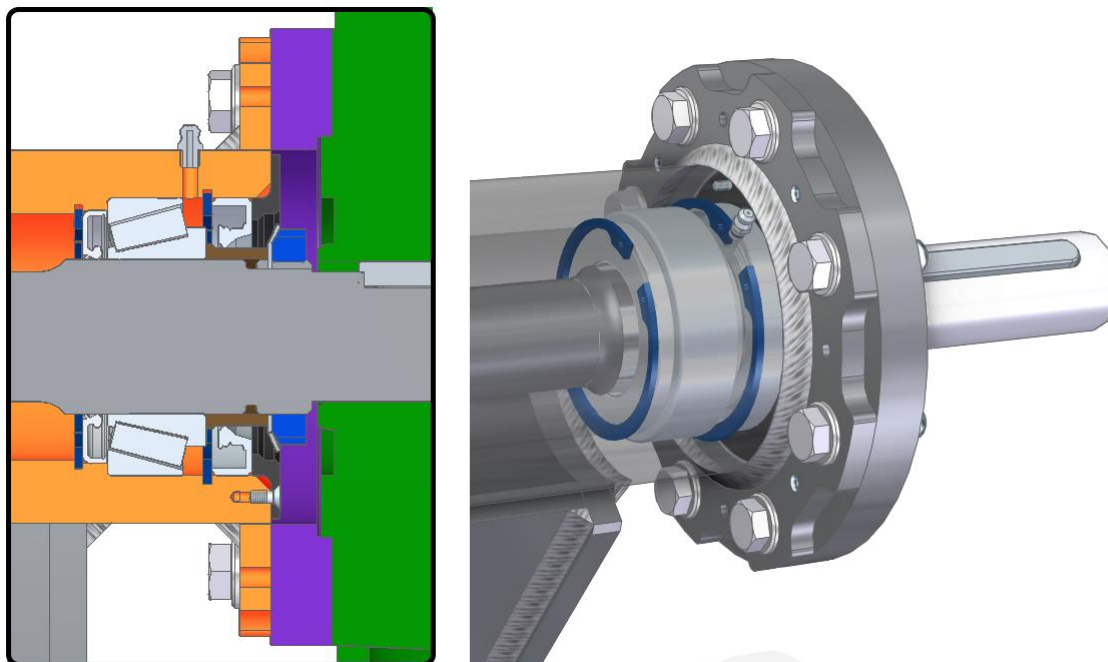
A tengely első verziójának elkészítése előtt rengeteg számítást végeztem (MitCalc; Beam-Guru és VEM féle vizsgálatokat). A csapágykiválasztást az SKF oldalának csapágykiválasztójával sikerült először meghatározni. Elrendezési módját a [2], [18], [19] szakirodalmak szerint „O” elrendezésűre választottam. Erre azért volt szükség, hogy egyetlen csapágyanya állításával a teljes szerkezet szerelhetővé váljon. A főtengely a legtöbb módosításon átesett alkatrész a főorsó elemei között. 7.4-es verziója az utolsó, és csak ezen az elemen kell hőkezelést, edzést végezni [17].



9. ábra: A főtengely első és utolsó verziója

A 9. ábrán látható tengely és tokmány csatlakozásra kialakított, úgynevezett „bunkós vég” belső peremére ütközik fel az első kúpgörgős csapágy alsó gyűrűje, így a védettebb reteshornyos oldalra kerül a csapágyanya szükséges M50x1,5-ös méretű menete[16]. Mivel a metrikus menet az orsón a névértéktől kisebb, ezért ez nem sérti a csapágyak belső gyűrűjének felületét. Elhelyezése viszont felvet egy másik problémát. Ugyanis az 10. ábrán látható narancs színnel jelölt orsóház és a zöld színnel jelölt csigahajtómű között rést kell hagyni a körmőskulcsnak. Mivel egy megtört nyelű körmőskulcs speciális szerszámnak minősülne, rontja a könnyű szerelhetőség feltételét, ezt hamar elvetettem. Emiatt kellett új alkatrészt tervezni a csillaglemez és a hajtómű közé távtartóként (lila jelöléssel), amely a csatlakozó gyűrű egyik oldalán felülre, a hajtómű belső válára kerül, ezzel biztosítva a központosságot.[4] Majd négy furatán keresztül illesztő szegekkel

pozícionálja magához az orsó-csőre hegesztett és síkra munkált csillaglemez felületét. Egy korábbi verzióban a csatlakozó gyűrűnek mindkét végén volt pozícionáló kimunkálás. Mivel a hajtómű és a motor a részegységtől különálló szerkezettel lett megtámasztva, az orsópárra és tengelyre jutó súlyterhelés megszűnt. Ezért maradt a furatokba való illesztőszegecs megoldás. A csillaglemez és csatlakozó gyűrű közötti kapcsolat oldására 4 db M8-as csavarfurat szolgál, amelyen keresztül csavarok segítségével szétfeszíthető a használat alatt összefeszült két elem.

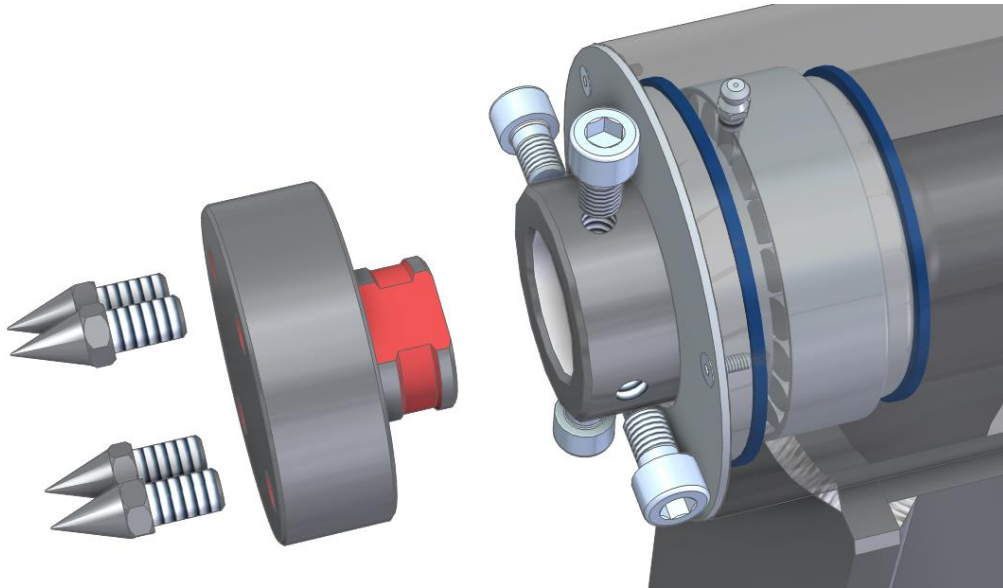


10. ábra: A hajtóműhöz csatlakozó orsópár és metszete

2.2.3 Rugós tömítőgyűrűk és kenés

Az O elrendezésű egysoros kúpgörgős csapágyak mindkét irányból rugós tömítőgyűrűkkel vannak beépítve (10. ábra). A cső belső rugós tömítőgyűrűit J 82-es seeger gyűrűk [6] támasztják meg, míg másik oldalukat a csapágyak felső gyűrűi. A külső rugós tömítőgyűrűket belső oldalról egy J 92-es és egy J 95-ös seeger gyűrű rögzíti [6], kívülről pedig egy borító lemez vagy egy szorító műanyag. A kétoldali megtámasztás szükségszerűségét az állítás tengellyel párhuzamos módja igényli, esetleges elcsúszásukat így megakadályozva.

A kenés tekintetében sem a fordulatszám, sem a használat módja nem indokolja az olajkenést. Tolvaly Rosca [19] szerint pedig a korszerű súrlódó tömítések egyik változata, a karmantyús tömítés, zsír- és olajkenés esetén is nyugodtan használható. A belső tömítés megakadályozza a zsír hosszú csőszelvénybe való bejutását, míg a külső tömítés a szennyeződések ellen véd és szintén a zsírzást határolja. A zsírzó furatok helyét úgy választottam ki, hogy azok közvetlenül az alsó csapágygyűrű magasabb peremére merőlegesen legyenek. Így a szükséges zsírpótlás egyből a kúpgörgőkre kerülhet, gravitáció segítségével a görgők közé juthat, vagy préselődhet. A csapágyak teljeskörű újra zsírzásához sajnos bontani kell a szerkezetet, vagy leeresztő furatot kell kialakítani.



11. ábra: A túskekoszorús tokmány

2.2.4 Túskekoszorús tokmány

A csavarozható túskekkel felszerelt tokmány kevés módosításon esett át (11. ábra). Konceptiója egyszerű. A túskek befürödnek a fába és a tokmány a kialakított profiljával csatlakozik a főorsóhoz. A használatból adódó deformációt és nyírást a csavarok szenvedik el, amelyek cseréje egyszerű. A tokmány külső felülete illeszkedik a tengely bunkójának furatába, megvezeti azt a pontos egytengelyűség biztosítása érdekében. A csavarok pedig mind a lapolt, mind a beszúrt felületen rögzítik elfordulás ellen a koszorúcsontot.

2.2.5 3D nyomtatással készített végszorító

A végszorító (12. ábra) feladata mindössze annyi, hogy három csavarral a csillaglemez alatti csővéghez illesztve megtámassza a külső tömítést. Mivel D118xd76x9 [mm]-es mérete, egyedi alkatrész megmunkálási ideje forgácsolással hosszú (azonban terhelést nem szenvedő elem). Ezért az additív gyártás tűnt alternatív és gazdaságosabb megoldásnak. Az alapanyag: BQ Easy Go PLA.



12. ábra: A végszorító metszete

3. FŐORSÓ GYÁRTÁSELŐKÉSZÍTÉSE

A konstrukció tervezése során is sok mindent a gyárthatóság jegyében modelleztem, de a szükséges gyártáselőkészítés (műveletterv, műveleti sorrendterv, művelet utasítás) csupán a konstrukció véglegesítése után készült el. Ezekből bemutatom a két leghosszabb megmunkálási időt igénylő tétel számításait. Amiket a [1], [5], [8], [9], [10], [11] szakirodalmak szerint készítettem.

3.1 Anyagminőségek jellemzői

A főorsó anyaga **1.7225 – 42CrMo4** nemesíthető acél, magas szívóssággal rendelkező alkatrészekhez. Készülhetnek belőle tengelycsuklók, hajtótengelyek, fogaskerekek és lécek, akár formaszerszámok. Szobahőmérsékleten elektromos ellenállása $0,25 [\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}]$, hővezetőképessége $46 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$. A gyártási szabványa jelenleg az EN 10083, tulajdonságai a 3. táblázatban megtekinthetők.

3. táblázat: **42CrMo4 vegyi összetétele és mechanikai tulajdonságok**

C (%)	Si (%)	Mn (%)	P (%)	S (%)	Cr (%)	Mo (%)
0,38–0,45	≤ 0,4	0,6–0,9	≤ 0,025	≤ 0,035	0,9–1,2	0,15–0,3
kcl.1=1770 z=0,24						
	Sűrűség (kg/dm^3)	Folyáshatár $R_{p0,2} (\text{N}/\text{mm}^2)$	Szakítószilárdság $R_m (\text{N}/\text{mm}^2)$		Nyúlás A (%)	
MIN	7,83	550	1000		11	
MAX	7,83	800	1200		11	

Forrás: Loksacél Kereskedelmi Kft.

Az **1.0577 – S355JR** jelű acél általános rendeltetésű ötvözetlen szerkezeti acélok hasonlóan elterjedt tagja, alacsony széntartalommal és általában 500 és $600 [\text{N}/\text{mm}^2]$ közötti szakítószilárdsággal. Hegesztésre az anyagminőség mindegyik kivitele, azaz a JR, J0, J2 is kiválón alkalmas. Gyártási szabványa az EN 10025, tulajdonságai a 4. táblázatban megtekinthetők.

4. táblázat: **Vegyi összetétele az és mechanikai tulajdonságok**

C (%)	Si (%)	Mn (%)	P (%)	S (%)	Cu (%)
≤ 0,2	≤ 0,55	≤ 1,60	≤ 0,025	≤ 0,035	≤ 0,55
	Sűrűség (kg/dm^3)	Folyáshatár $R_{p0,2} (\text{N}/\text{mm}^2)$	Szakítószilárdság $R_m (\text{N}/\text{mm}^2)$		Nyúlás A (%)
MIN	7,85	275	450		17
MAX	7,85	355	630		20

Forrás: Loksacél Kereskedelmi Kft.

3.2 Főorsóház hegesztése

A főorsóház 5 tételből épül fel, amelyeket az 5. táblázatban sorolok fel. A felsorolásban az első megmunkálóhelyeket is feltüntettem, mint kezdő eljárást.

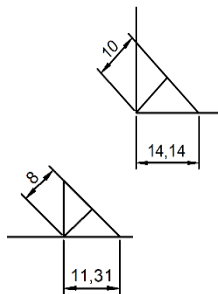
5. táblázat: Anyagminőségek és eljárás szerinti csoportosítás

Tétel	Megnevezés	Modell azonosító	Alapanyag	Kezdő eljárás
4.1	Orsócső	PRT 005	S355J0/1.0553	Darabolás
4.2	Talpas Y	PSM 1207	S355J0/1.0553	Lézervágás
4.3	Alaplap	PSM 1017	S355J0/1.0553	Lángvágás [5]
4.4	Konzol lemez	PSM 1205	S355J0/1.0553	Lézervágás
4.5	Csillag lemez	PSM 1003	S355J0/1.0553	Lézervágás

3.2.1 Hegesztési varratok és számításaik

A hegesztési varratok elfogadott jellemző értékeinek [12] kiválasztott táblázatos értékeit a 6. számú táblázat mutatja be. Mindegyik varratméret az elfogadott európai „a” jelöléssel lett meghatározva. Ez mindig a varrat magasságát veszi alapul. Ennek ellenpárja a „z”, ami a varrat befogó méreteit határozza meg.

6. táblázat: Hegesztési varrattáblázat

Sarokvarratok	helyzet	a8		a10	
135-ös MAG eljárással	PB	gyök	takaró	gyök	takaró
méret:	z [mm]	11,31		14,14	
varrat keresztmetszet:	a _v [mm ²]	80		124	
Huzalelektroda átmérő:	d _h [mm]	1,2			
Huzal előtolási sebesség:	V _{he} [m/min]	3,4			
Hegesztési áram:	I [A]	150			
Feszültség:	U [V]	19	22	19	22
Hegesztési sebesség:	V _{heg} [mm/sec]	3,3	3,0	3,4	3,0
Sorok száma:	db	3	1	4	2
Fél V tompavarrat	helyzet	a10			
135-ös MAG eljárással	PA	gyök	takaró	gyök	takaró
méret:	z [mm]	2			
varrat keresztmetszet:	a _v [mm ²]	57			
Huzalelektroda átmérő:	d _h [mm]	1 ,2			
Huzal előtolási sebesség:	V _{he} [m/min]	3	7,2		
Hegesztési áram:	I [A]	135	250		
Feszültség:	U [V]	21	26		
Hegesztési sebesség:	V _{heg} [mm/sec]	4,1	5,9		
Sorok száma:	db	1	2		

Forrás: Gáti József [12] 3.73. és 3.77 táblázata alapján

3.2.2 Varrattérfogat és varrathossz számítások:

A feladathoz szükséges idő és anyag meghatározásához, tudnom kell a varratok méretét.

„L varrat” a8-as sarok varrat [x4/gyártmány]

$$L_1 = 107,9 + 12 + 94,9 + 88 + 12 + 100 = 414,8 \sim 415 \text{ mm} \quad (3.01 \text{ képlet})$$

$$A_{v1} = 80 \text{ mm}^2 \quad \text{Varrat térfogat: } V_1 = L_1 \cdot A_{v1} = 415 \cdot 80 = 33200 \text{ mm}^3 \quad (3.02 \text{ képlet})$$

„Ív varrat” a10-es sarok varrat [x2/gyártmány]

$$L_2 = 82,5 \text{ mm}$$

$$A_{v2} = 124 \text{ mm}^2$$

$$\text{Varrat térfogat: } V_2 = L_2 \cdot A_{v2} = 82,5 \cdot 124 = \mathbf{10230 \text{ mm}^3} \quad (3.03 \text{ képlet})$$

„FélV varrat” a10-es varrat [x2/gyártmány]

$$L_3 = 492 \text{ mm}$$

$$A_{v3} = 57 \text{ mm}^2$$

$$\text{Varrat térfogat: } V_3 = L_3 \cdot A_{v3} = 492 \cdot 57 = \mathbf{28044 \text{ mm}^3} \quad (3.04 \text{ képlet})$$

„Láb varrat” a8-as sarok varrat [x4/gyártmány]

$$L_4 = 408 \text{ mm}$$

$$A_{v4} = 80 \text{ mm}^2$$

$$\text{Varrat térfogat: } V_4 = L_4 \cdot A_{v4} = 408 \cdot 80 = \mathbf{32640 \text{ mm}^3} \quad (3.05 \text{ képlet})$$

$$\text{Gyártmány teljes varrat térfogata:} \quad (3.06 \text{ képlet})$$

$$V = 4 \cdot (V_1 + V_4) + 2 \cdot (V_2 + V_3) = 4 \cdot (33200 + 32640) + 2 \cdot (10230 + 28044) = 339\,908 \text{ mm}^3 \sim \mathbf{340 \text{ cm}^3}$$

Összes varrat hossz:

$$L = 4 \cdot (L_1 + L_4) + 2 \cdot (L_2 + L_3) = 4 \cdot (415 + 408) + 2 \cdot (82,5 + 492) = 4441 \text{ mm} \sim \mathbf{4,45 \text{ m}} \quad (3.07 \text{ képlet})$$

Heganyag tömeg: ($\rho_{Fe} 7.85 \text{ g/cm}^3$)

$$G_{heg} = V \cdot \rho_{Fe} = 340 \cdot 7.85 = 2669 \text{ g} \sim \mathbf{2,7 \text{ kg}} \quad (3.08 \text{ képlet})$$

$$\text{Hegesztési idő: } t_h = 4 \cdot (L_1 / V_{he}) + 2 \cdot (L_2 / V_{he}) + 2 \cdot (L_3 / V_{he}) + 4 \cdot (L_4 / V_{he}) = \quad (3.09 \text{ képlet})$$
$$4 \cdot ((415 / 3,4) + (408 / 3,4)) + 2 \cdot ((82,5 / 3,4) + (492 / 6,36)) = 1171,7 \text{ sec} = 19,5 \text{ min} \sim \mathbf{20 \text{ min}}$$

Gyök és takaró huzal előtolás értékének eltérésekor a súlyozott átlagát veszem.

$$Pl: (1 \cdot 3 + 4 \cdot 7,2) / 5 = 6,36 \quad (3.10 \text{ képlet})$$

Védőgáz és huzalszükséglet kiszámítása:

7. táblázat: Védőgáz és huzalszükséglet

Acél tömör huzal	Sarok a8	Sarok a10	tompá a10
Helyzet:	PB	PB	PA
huzalszükséglet:	$h_g = 600 \text{ g/m}$	$h_g = 920 \text{ g/m}$	$h_g = 374 \text{ g/m}$

Forrás: Gáti József [12] 3.97. és 3.98 táblázata alapján

$$M_{h1} = L_1 \cdot h_g = 0,415 \cdot 600 = 249 \text{ g} \quad (3.11 \text{ képlet})$$

$$M_{h3} = L_3 \cdot h_g = 0,492 \cdot 374 = 184 \text{ g}$$

$$M_{h2.1} = L_2 \cdot h_g = 0,0825 \cdot 920 = 75,9 \text{ g}$$

$$M_{h4} = L_4 \cdot h_g = 0,408 \cdot 600 = 244,8 \text{ g} \quad (3.12 \text{ képlet})$$

Összes huzalszükséglet: $M_h = 4 \cdot (M_{h1} + M_{h4}) + 2 \cdot (M_{h2.1} + M_{h3}) = 2495 \text{ g} \sim 2,5 \text{ kg}$ (3.13 képlet)

Védőgáz: MSZ EN ISO 14175 szerinti „Ferroline C6 X1”

Védőgáz szükséglet: $V_g = W_1 \cdot t_h = 14 \text{ [l/min]} \cdot 19,5 = 273 \text{ l}$ (3.14 képlet)

(3.15 képlet)

$m_g = (0,93 \cdot \rho_{\text{Arg}} + 0,06 \cdot \rho_{\text{Co}_2} + 0,01 \cdot \rho_{\text{O}_2}) \cdot V_g = 1,79197 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,273 \text{ m}^3 = 0,4892 \text{ kg}$

Argon sűrűsége: $1,784 \text{ kg/m}^3$ // Co_2 sűrűsége: $1,976 \text{ kg/m}^3$ // O_2 sűrűsége: $1,429 \text{ kg/m}^3$

Huzal kiválasztás: OK Aristorod 12.50 lágyacél huzal 1.2 vastagságú.

3.3 Tengely technológiai számításai

A Főtengely technológiai számításait a [9] szakirodalom hagyományos képletei segítségével végeztem el, bizonyos kiválasztott mintafelületekre. Ezen számítások terjedelmük miatt a 3. számú mellékletben elérhetők.

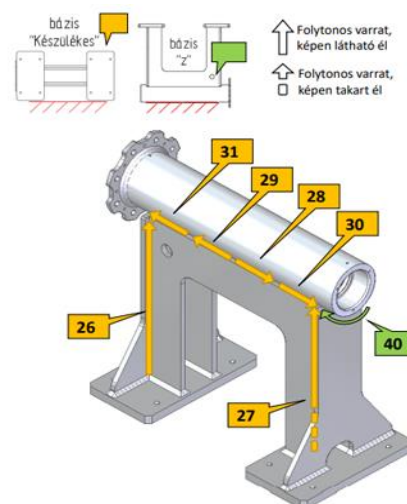
3.4 Művelet irányítás és paramétereinek meghatározása

A példafelületek technológiai számításának mintájára több excel táblázatot is készítettem, amelyek tartalmazták a számítás alapképleteit (6.3-as jelöléssel kezdődő képletek). Mivel az 5. mellékletben szereplő műhelyrajzok ekkor már elkészültek, így ezután már csak fel kellett bontanom a főorsót az alkotó alkatrészek fajtáira, azokat pedig tovább fejteni az őket létrehozó gyártástechnológiai műveletekre [9]. A szükséges műveletek ismeretében az excel táblázataimat használva (13. ábra) az összes felületre rövid idő alatt meg tudtam ismételni a számításokat. Elkészültek a hegesztési sorrend és művelettervek (4.melléklet), WPS lapok, műveletirányítási, művelet sorrendtervek és művelet utasítások, a szerelési darabjegyzék szerelési utasítás és a szerelési családja [10] [18].

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											

NAGYOLÓ Esztergál		
Add meg az adatokat, csak a fehér mezőkbe		
D	65	[mm] Anyag Ø
d	50	[mm] Kivánt Ø
RH	1	[mm] teljes ráhagyás
ap ajánl	7.000	[mm] ajánlott 1 fogásos vétel.
A/F	10	:1 1. táblázatból válaszd ki
f	0.7	[mm/ford]
Ac elm	4.9000000	[mm^2]
Fc max	10400	[N]
Kci.1	1770	N/mm^2
Ac max	5.87570621	MEGFELEL Fogásmélység ell.
f max	0.8393866	MEGFELEL Előtolás ell.
Vc ajánl	280	[m/min] ajánlott forgácsolási sebesség
n	1350	[1/min]
neim	1371.181	[1/min]
Vc	275.675	[m/min]
b	7.830	[mm] forgács szélesség
h	0.626	[mm] forgács vastagság

Számítás választott értékekkel	
i	4 fogások száma
ap	1.75 OK
f	0.62 OK
Vc	275.675 [m/min]
Fc	1961.145 [N]
kc	1807.5066 [MPa]
h	0.5543 [mm]
Kv	0.850 ni
kv	0.802 ni
Pc	9.011 [kW]
Pó	12.014 [kW]
Qc	299.107 [cm^3/min]
L	50 [mm]
r	2 [mm]
tg	15.484 [sec] gépi főidő



13. ábra: Excel táblázat különféle megmunkálásokra, és hegesztési sorrendterv

Név / Művelet csp.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
PRT_0005-Orsó cső	Darabolás	Forg. INT	Össz-1	HEG-1	Forgácsol	ÖSSZ-2	HEG-2	FORGÁCSOL AS_2301-Főorsó-ház	MEO
PSM1003 -Csillag Lemez	Szemcse szórás	Lézer1 v.							
PSM1017-Alaplap		Láng1 v.							
PSM1205 -Konzol lemez		Lézer1 v.							
PSM1207-Talpas Y		Lézer1 v.							
AS_2305 -Tokmánytüske	Darabolás	Forgácsol							
AS_2304 -Tüskekoszorú	Szemcse szórás		Láng1 v.	Forgácsol					
AS_2302 -Főtengely			Darabolás	Forg. INT	Hőkezel	Köszörül	MEO		
AS_2307 -Csatlakozó gyűrű	Szemcse szór	Láng1 v.	Forgácsol						
AS_2309-Végcszorító	Additív gyártás; 3D nyomtatás								
AS_2308 -Távtartó gyűrű					Darabolás	Forgácsol			
AS_2306-Borító le- mez	Lézer1	LAKA- TOS							

14. ábra: Rönkeszterga főorsó műveleti sorrend

A főorsó elemeinek felületére koncentrálnó számításokkal meghatároztam azok megmunkálásának idejét, erő és teljesítményszükségletét, a megmunkálási paraméterek részleteit. Ezek megvalósításához pedig gépekre volt szükségem. A rendelkezésre álló gépparkból válogatva kiválasztottam azokat a megmunkáló gépeket, amik alkalmasak a művelet elvégzésére, és általánosított műveletblokkokba csoportosítottam ezeket az erőforrásokat [15]. Így kaptam meg a 14. ábrán szereplő műveleti sorrendet, amely segítségével készült el a későbbi főorsó gyártási folyamatmodellje.

4. ÜZEMI GYÁRTÁS

A gyártástechnológiai sorrendtervezést, művelettervezést és műveletelem tervezést az adaptálás, avagy posztprocesszálas követi [11]. Ez utóbbi feladata az adott gyártási környezetre való illesztése a technológiai terveknek. A folyamatnak ezen fázisában új problémával szembesültem.

4.1 Egyedi alkatrészek gyártási problémája

A vállalat, ahol a főorsó készül, jellegét tekintve műhelyrendszerű gyártásra van berendezkedve. A hasonló megmunkálógépek csoportosítottan, a gyártelepen rendszerint különböző csarnokokban foglalnak helyet. Ilyenek a forgácsoló műhely, a lakatos műhely, a hegesztő műhely, szemcséző és tisztító műhely, festő műhely, lézervágó csarnok, lángvágó csarnok. A gyártás sokáig megtartotta rugalmas jellegét, de a termelés növekedésével, valamint a cég régóta visszajáró állandó megrendelői miatt egyre inkább kis és középszeri, tömeggyártás keretében készülő elemek jelennek meg a munkaasztalokon. Ezek szerződéses megállapodások alapján készülő, hétről-hétre szükséges termékek. Mivel a gyártás velejárója a selejt, s megkerülhetetlen olykor a gépek szükségszerű leállítása, előre nem tervezett javítás miatt vagy más okból, ezért rendszerint torlódások alakulhatnak ki a gyártásban. Ezek pedig együttesen eredményezik azt, hogy az egyedi alkatrészek, termékek gyártása veszít jelentőségéből.

A prioritást a folyamatos szériagyártás élvezi, így számos egyedi alkatrésze időközben nem jut idő. Ez sem az ügyfél szempontjából nem előnyös, akinek többet kell várnia rendelése teljesítésére, sem a cég részéről, hiszen az időközben elkallódott egyedi, hiányzó alkatrészeket újra kell gyártani. Avagy egyszerűen a raktárban porosodik, és értékes helyet foglal el más termékek előtt.

4.2 Üzemvizsgálatok

A fent említett probléma megoldási javaslatának kidolgozása előtt meg kellett vizsgálnom az időszakosan visszatérő gyártmányokat, továbbá azok gépigényét, gyártási folyamataik terjedelmét és munkaállomások közötti eloszlását. Három visszatérő gyártmányt választottam ahhoz, hogy velük együtt modellezhessem a főorsó gyártási folyamatát. Ezek megnevezését, pontos megmunkálási idejét és módját a cégre, valamint megrendelőjére való tekintettel dolgozatomban megváltoztattam, reális keretek között. A vizsgálatok menete minden esetben a következő volt:

- a dokumentációk összegyűjtése és értelmezése,
- a folyamat gyártásának nyomon követése és adatainak feljegyzése,
- a folyamat technológiai lépéseinek táblázatba foglalása,
- a folyamat Technomatix Plant Simulation 2201-es programban való modellezése,
- a modell értékelése, optimalizálási vizsgálata, majd kísérlete.

4.3 Visszatérő gyártmányok folyamatmodelljei

A visszatérő jelzőt azokra a megrendelésekre használják az üzemek, amelyek gyártására minden héten rendszeresen szükség van egy bizonyos darabszámig. Ezek közül azokat választottam a vizsgálatra, amelyek érintik azokat a munkaállomásokat, amelyekre a főorsó gyártásához is szükségem van. Továbbá figyelembe vettem azt is, hogy van-e olyan zavaró tényező benne, ami esetleg zavarja a többi gyártási folyamat gördülékenységét, volt-e már többször csúszásban a gyártása.

Ezek alapján három gyártmányt választottam ki. A TDA kanalat, az SM pivotot, és az SFC pivotot (15. ábra). A TDA egy markolókanál markoló gépekhez, a pivotok pedig hasonló kanalakra erősített felfogató fejek, amelyeken keresztül megtörténik a markolókar és kanál kapcsolata. Az SM egy kötött kivitel, oldása csak szereléssel történhet, az SCF pedig képes a munka helyszínén történő gyors öncsatlakoztatásra és önkioldásra is megfelelő vezérléssel.



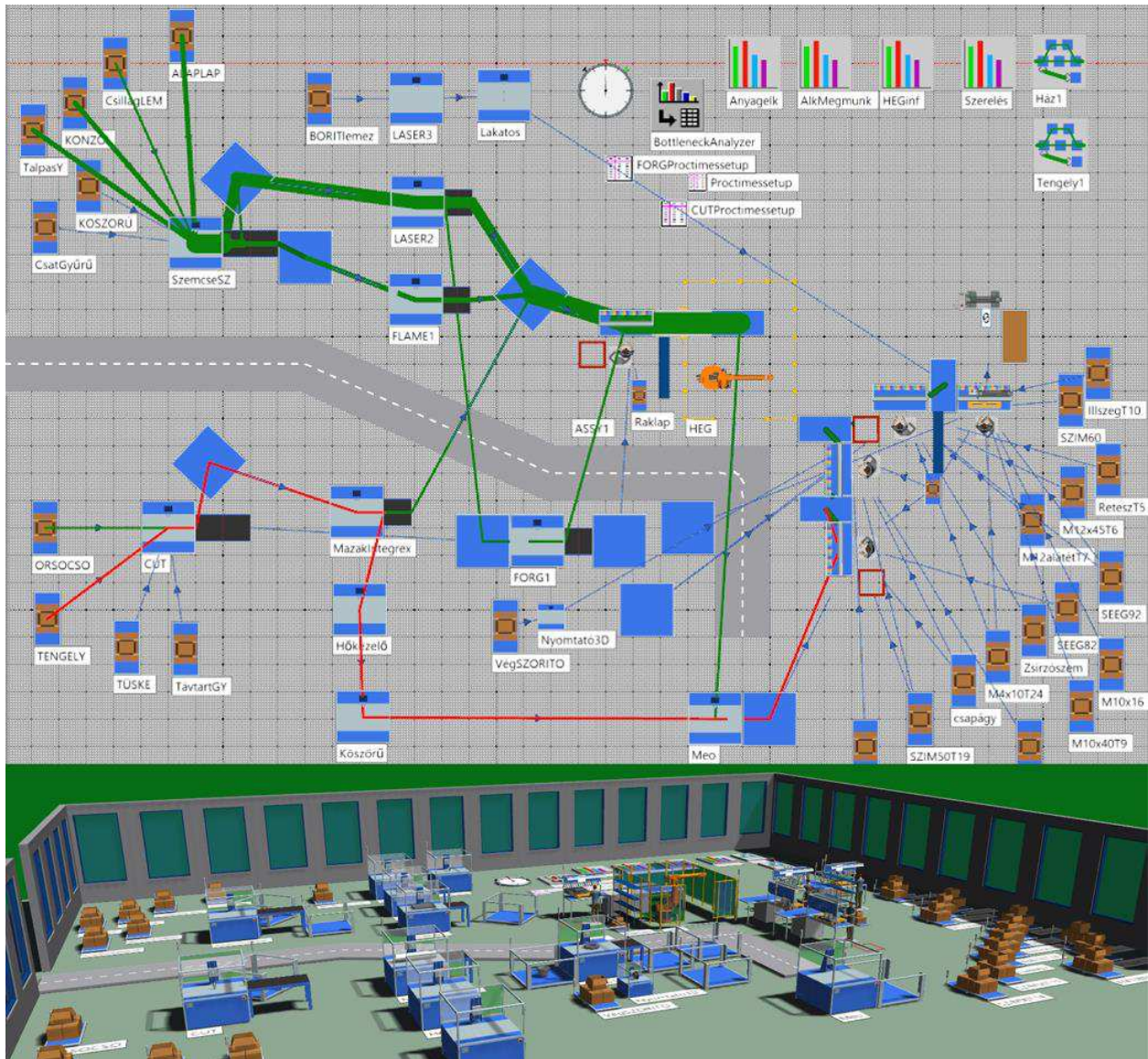
15. ábra: TDA kanál, SM-Pivot és SFC Pivot

SFC Pivot - 10db/hét				Munkaciklus													
DB	Lv	Szám	Név	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.
2	15	C30	Zseb	Lézervág	Mélyhúzó												
				Ker													
2	35	C31	oldallap	Lángvág	Forgácsol												
1	30	C32	Alaplap	Lángvág	Lángvág	Gyököl	Össz-1 40perc	Heg-1 60perc	Össz-2 30perc	Heg-2 5perc	Össz-3 40perc	Heg-3 90perc	Tisztít-1 40perc	Forgácsol 15perc			
1	16	C33	fenéklemez burkolat	Lézervág	Gyököl	Hajt		Lángvág									
2	25	C34	Fül					Lángvág									
1	12	C35	Burkolat		Lézervág		Gyököl	Hajt									
2	50	C36	Támoldal				Lángvág	Gyököl									
4	50	C37	Oszlop tám				Lángvág		Gyököl								
1	12	C38	Keret			Lézervág	Hajt										
1	12	C39	Keret			Lézervág				Gyököl							
1	12	C40	Keret			Lézervág											
3	D20x M10x1,5 L20	C41	Kiegészítő									Darabol	Forgácsol				
1	D20x M10x1,5 L15	C42	Kiegészítő									Darabol	Forgácsol				
2	42x30 Lv3	C43	Kiegészítő	Ker													
1	5	C44	Kiegészítő										Lézer				
2	5	C45	Kiegészítő										Lézer				
2	D92,15	C46	persely	Ker													

16. ábra: SFC Pivot műveleti sorrendterve

Mindhárom gyártmány esetében először elkészítettem a szükséges alkatrészek darabjegyzékét, aztán a műveleti sorrendjüket a főorsóhoz hasonló táblázatos módszerrel (16. ábra). Ezek mintájára készült három különálló folyamatmodell, amelyek munkaállomásait a sorrendterv munkaciklusainak megfelelően állítottam be. Ezeket a modelleket vizsgálva megállapítottam, hogy melyek a kritikus műveletek a megszokott folyamat alatt. Meghatároztam, hogy milyen munkaállomás, milyen várakozási és blokkolt százalékos idővel üzemel. A vizsgálatok különböző verziói vagy a munkafolyamatok eloszlására (17. ábra), vagy az állomások hatásfokára, indulás-

paranccsal helyezik át az egyes elemeket. Ezzel a módszerrel nemcsak egy elágazás és szalag helyét spóroltam meg a rendszerben, hanem a megfelelő munkadarabokat csoportosíthatom a későbbi állomás számára. Így az összeszerelő állomásokat már nem szükséges MU attribútumhoz kötni, elég csak az útvonalon átengedett egységnyi szükséges mennyiséget meghatározni.



18. ábra: a főorsó folyamatmodellje.

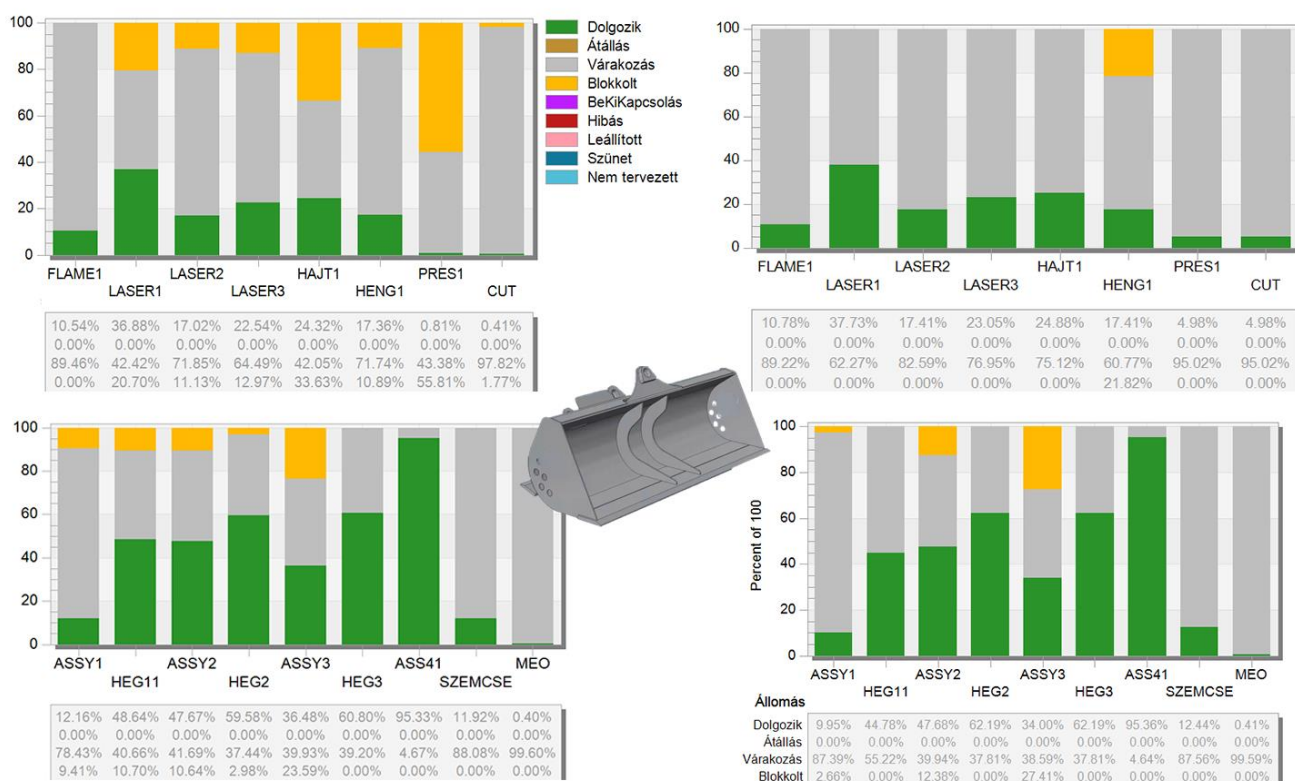
A 18. ábrán kiemeltem két vizsgált útvonalat. Az egyik a zöld, ami az orsóház (4. tétel) készre munkálását, a másik piros pedig a főtengely megmunkálását szemlélteti. Ugyan a vizsgálat során, az orsóház folyamata jelentősebbnek tűnhet, a teljes megmunkálási ideje kevesebb mint a főtengelynek. Ezért bizonyos esetben célszerűbb is lehet a tengellyel kezdeni. Ha a gyártásban leterhelt az összeállító üzem, akkor akár egy műszakkal korábban is előkészíthető az orsócső és a főtengely alkatrésze.

5. VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK

A modellek alkotásának célja, hogy azokat megvizsgálva közelítő értékeket kapjunk a modell folyamata kapcsán, amelyek alapján feltételezéseket és megállapításokat tehetünk, még a valós tesztelés előtt.

5.1 Üzemvizsgálatok optimalizálása

Az üzemvizsgálatok eredményeit legegyszerűbben a folyamatelemek diagramjaival lehet áttekinteni. Először mindig egy kontroll vizsgálat futott le. Ennek eredménye alapján kiválasztottam a fennakadásokat, késéseket, ütközéseket produkáló útvonalakat, ezeket optimalizáltam, majd újra lefuttattam a vizsgálatot. Ezt ismételtam, minden alkalommal, míg a kedvező eredményre nem jutottam. A blokkolások ellen a raklapon való tárolás helyett kalodás megoldást vettem alapul. Ez a rendszerezett tárolás az összeállítási műveletek idejében is pozitív 0,5-1,5 perces intervallumon belüli javulásokat eredményezett állomásonként.



19. ábra: TDA kanál szimulációs eredménye és optimalizálása

A 19. ábrán látható bal oszlop a jelenleg is használatban lévő folyamatot mutatja be, míg a jobb oldali az általam optimalizáltat. A sárga blokkolt állások jól láthatóan jelentős csökkenést mutatnak, míg az összeállítási blokkolt állapotok valamelyest növekedtek. Ez annak az oka, hogy az összeállítás mögött elhelyezkedő hegesztési munkaállomás rendelkezik puffertárral, de az

összeillesztett előgyártmányok várakoztatása a hegesztőblokk előtti elrendezésből adódóan nem megoldható. Ezért függ ennyire élesen az összeillesztés az öt követő hegesztéstől.

8. táblázat: Az optimalizálás fontosabb eredményei

Név	Óránként (db/1 óra)	Műszakra (db/8 óra)	Heti (db)		Résidő (d:h:min)	Szim. vég (d:h:min)	Haszon (min)
			CÉL	Szimulált			
TDA	1.4299	11	50	49	00:02:16	01:10:16	-
TDA -OPT	1.4312	11	50	50	00:02:11	01:09:30	45
SM	2.5390	20	75	75	00:01:22	01:05:32	-
SM -OPT	2.6722	21	75	75	00:01:19	01:04:04	88
SFC	0.4473	4	10	9	00:08:33	00:20:07	-
SFC -OPT	0.5074	4	10	10	00:08:13	00:19:40	27

A három visszatérő folyamatmodellből összesített eredmények szerint (8. táblázat) az óránként legyártható névleges egységérték minden esetben nőtt, ez műszakonként az SM Pivot esetében még egy darabot jelentett az optimalizálások után. A résidők alatt azt az időt értjük, míg a folyamat első lépésének megtételétől az első kész gyártmány végig nem ér a folyamaton. Ezek a TDA esetében 5 perccel, az SM pivot esetében 3 perccel, az SFC pivot esetében pedig 20 perccel csökkentek. Így a végleges heti mennyiség terén 45, 88, és 27 perc megtakarítást lehet elérni.

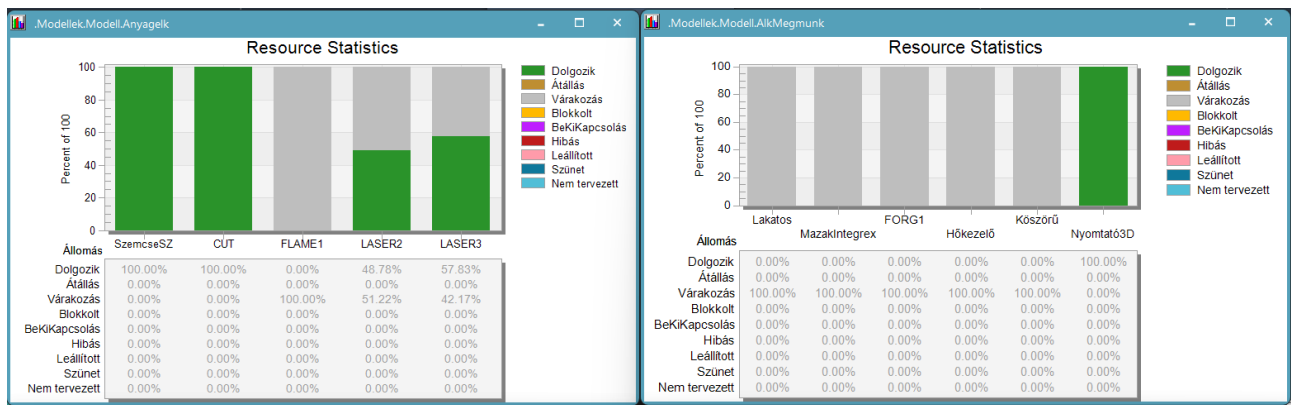
A szimulációkban a használt rendszer alapján két esetben is cél eltérés következett be. Ennek az alapja, hogy bizonyos esetekben alkatrészek egy része késéssel éri el az állomását. Ez magyarázatot ad arra a jelenségre, hogy a gyártás közben olykor újra kell vágni egyes elemeket, mert nem áll elég rendelkezésre belőle. Majd pont ugyan ezekből kerül elő félrepackolt készlet.

5.2 Főorsó szimuláció eredménye

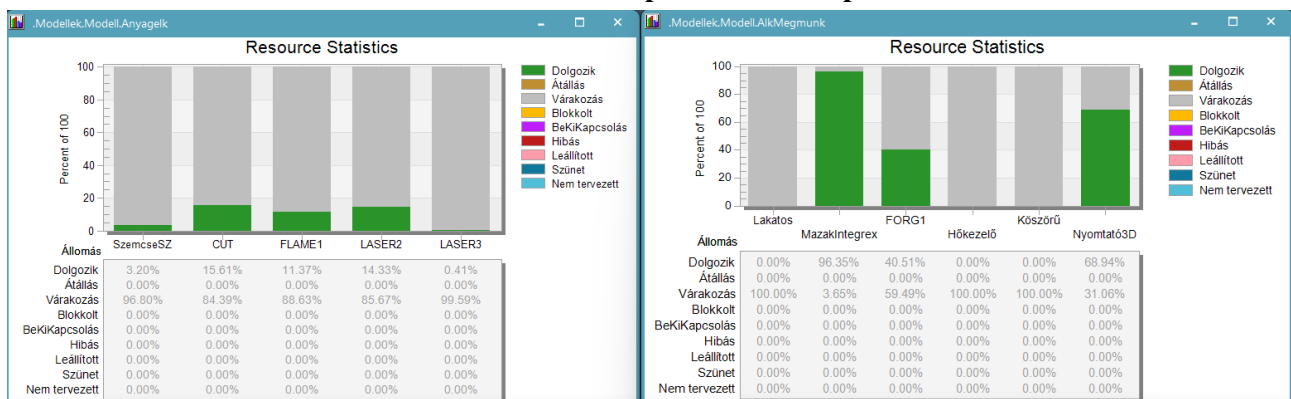
A szimuláció elindítását követően a szemcseszóró állomás és a daraboló állomás lát először munkához. A szemcseszórás átlagidővel fut, mivel az alkatrészek még a valóságban lemeztáblaként léteznek. Valamint megkezdhető az additív gyártás előkészítése is, mely igazából független a műhelyrendszerű gyártástól, a iroda 3D nyomtatóján fog megvalósulni (20. ábra).

Tíz perc elteltével (21. ábra) láthatóan a szükséges lemezek szemcseszórása már befejeződött. A darabolás továbbra is tart, de az orsócső már a forgácsolási műveleteknél tart, és a hagyományos esztergán is elkezdődött a távtartó megmunkálása. Időközben a 3-as számú lézer táblát váltott, és befejezte a témát érintő vékonylemez vágását. Helyette az 1-es számú lézergép vág.

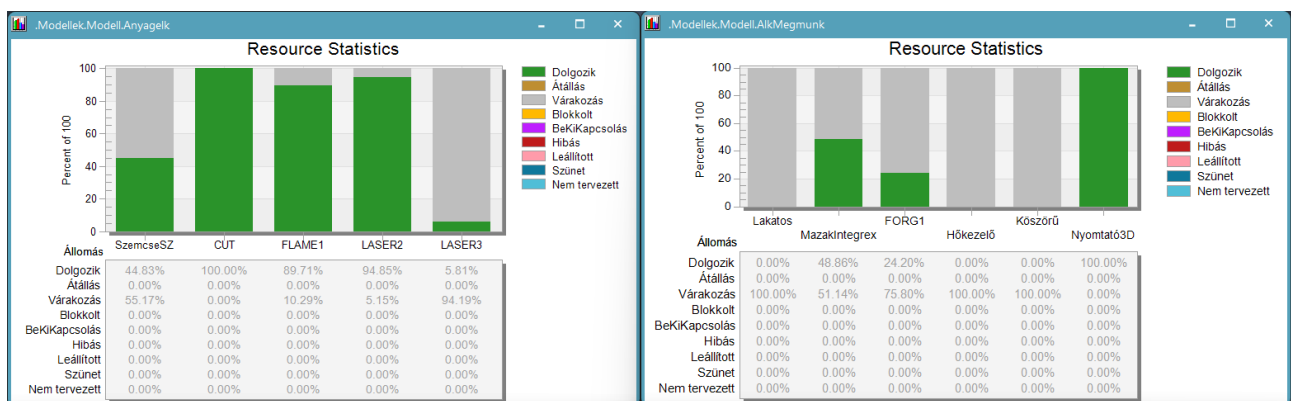
Egy óra elteltével az összes anyagelőkészítési fázis befejeződött, a forgácsolásé és továbbra is a nyomtatásé a szerep. A többi gép és állomás más munkára állítható (22. ábra).



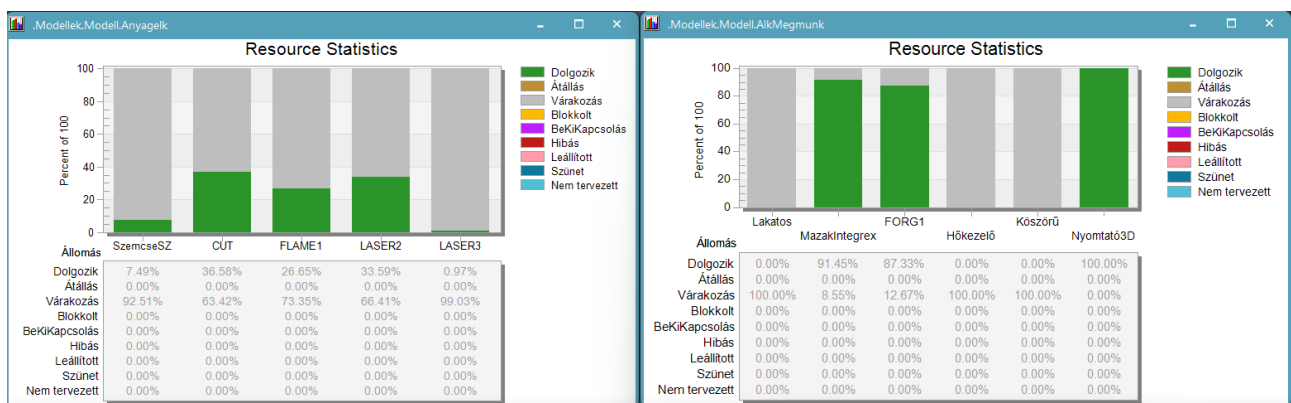
20. ábra: Az első perc utáni állapot



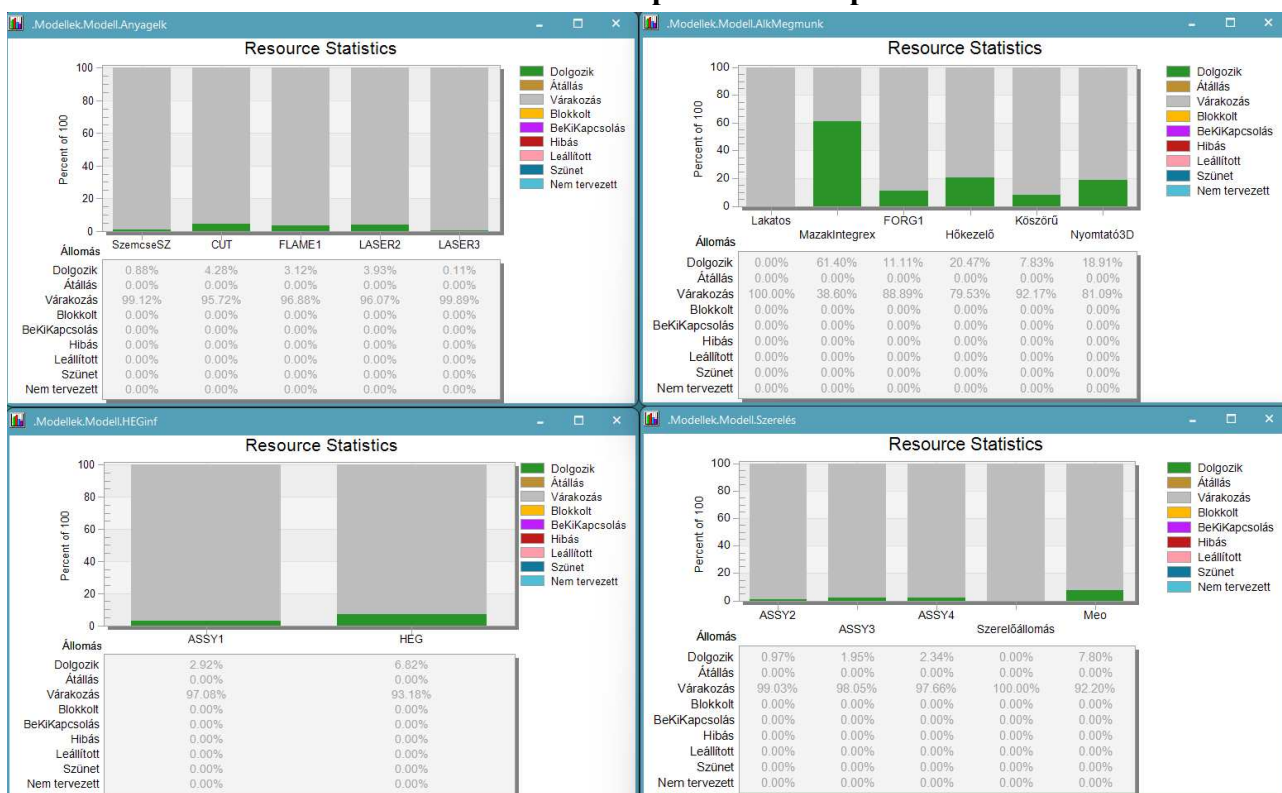
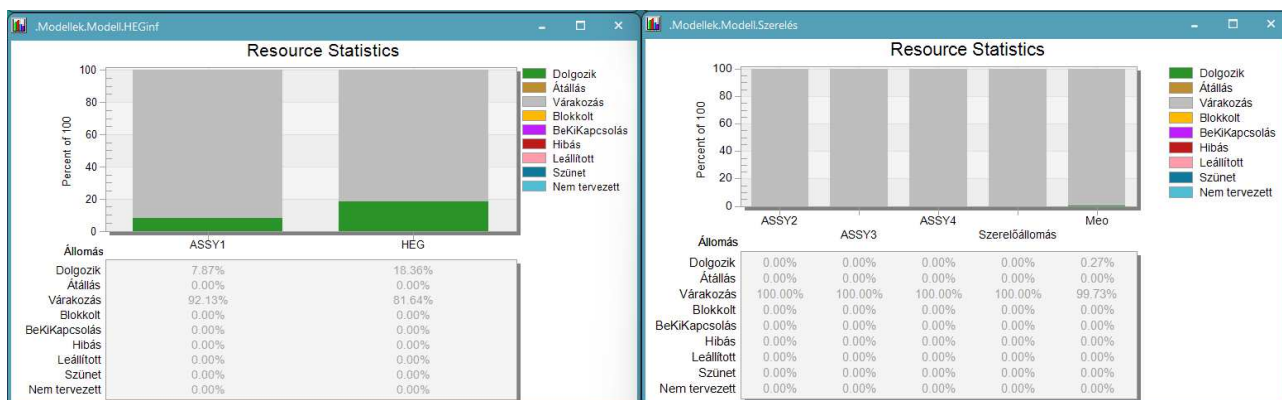
21. ábra: A tizedik perc utáni állapot



22. ábra: Az első óra utáni állapot



23. ábra: 2 óra 20 perc utáni állapot



Két óra húsz perc kell ahhoz, hogy az Integrex megmunkáló központ elkészüljön az orsócsővel, továbbadja a ház hegesztésére, és felvegye a tengely alapanyagát (23. ábra).

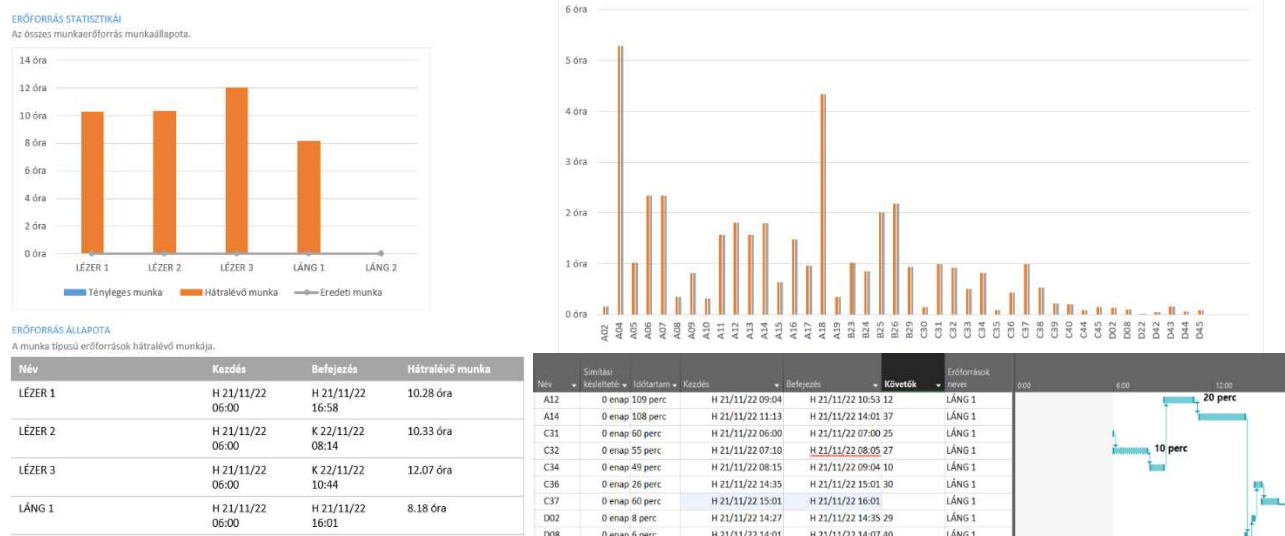
A harmadik óra tizedik percében a főorsóház összeállítása és a hegesztés is elkészült. Ugyan azon állomáson egy ember végzi a műveleteket. Munkája után az alkatrész visszakerül egy marógépre, ahol a szükséges bázisfelületeket készre munkálják nagy pontossággal. Ezután MEO általi vizsgálat és jóváhagyás szükséges. A tengely forgácsolási ideje ezt megengedi (24. ábra).

Nyolc óra harminchárom perc után befejeződik a szimuláció. Az eredmények ismeretében az orsócső és tengely anyagát már a korábbi műszak alatt is le lehet darabolni. Továbbá az orsócső forgácsolása is előre hozható akár egy szombati műszakra is, mivel így közel 2 óra gépbeállítás és megmunkálás átszervezhető a főfolyamat rövidítésére (25. ábra).

5.3 Gantt alapú projectfelület

A szimulációk eredményeit név, munka időtartam, kezdés időpontja, követő folyamatok és felhasznált erőforrások alapján táblázatba foglalom (26. ábra). Mivel a Technomatix Plant Simulation program arra is lehetőséget ad, hogy a szimulációk jellemzőit és értékeit ilyen formátumba kimentésre kerüljön, így az automatikus adatbekérés egy Gantt formátumot kezelő program számára könnyen kivitelezhetővé válik.

ERŐFORRÁS ÁTTEKINTÉSE



26. ábra: Microsoft Project 2019 alapú Gantt diagrammos erőforrás kezelés áttekintése

Ha a táblázat eredményei automatikusan Gantt diagrammon jelennek meg (ami nemcsak vizualizálja a folyamatot, de annak állapotáról és a közte beiktatott szünetekről is jelentést tesz), akkor erőforrásokra szűrve olyan ütemlista készíthető, ahol jól láthatóvá és kezelhetővé válnak a munkafolyamatok idő és gép skálán beosztva. Az így kapott lista bármelyik eleme rugalmasan elcsúsztatható, blokkokká rendezhető, réseibe új munkák iktathatók. Példaképp a 27. ábrán bemutatom a lemezvágó gépek csoportjára bontott ütemlistát. A műszakok és munkavégzési szünetek itt nincsenek figyelembe véve, csak a táblacsere és az ebédszünet. A munkavégzés időpontjait meghatározó keret könnyen felülírható műszaknaplár táblázat csatolásával.

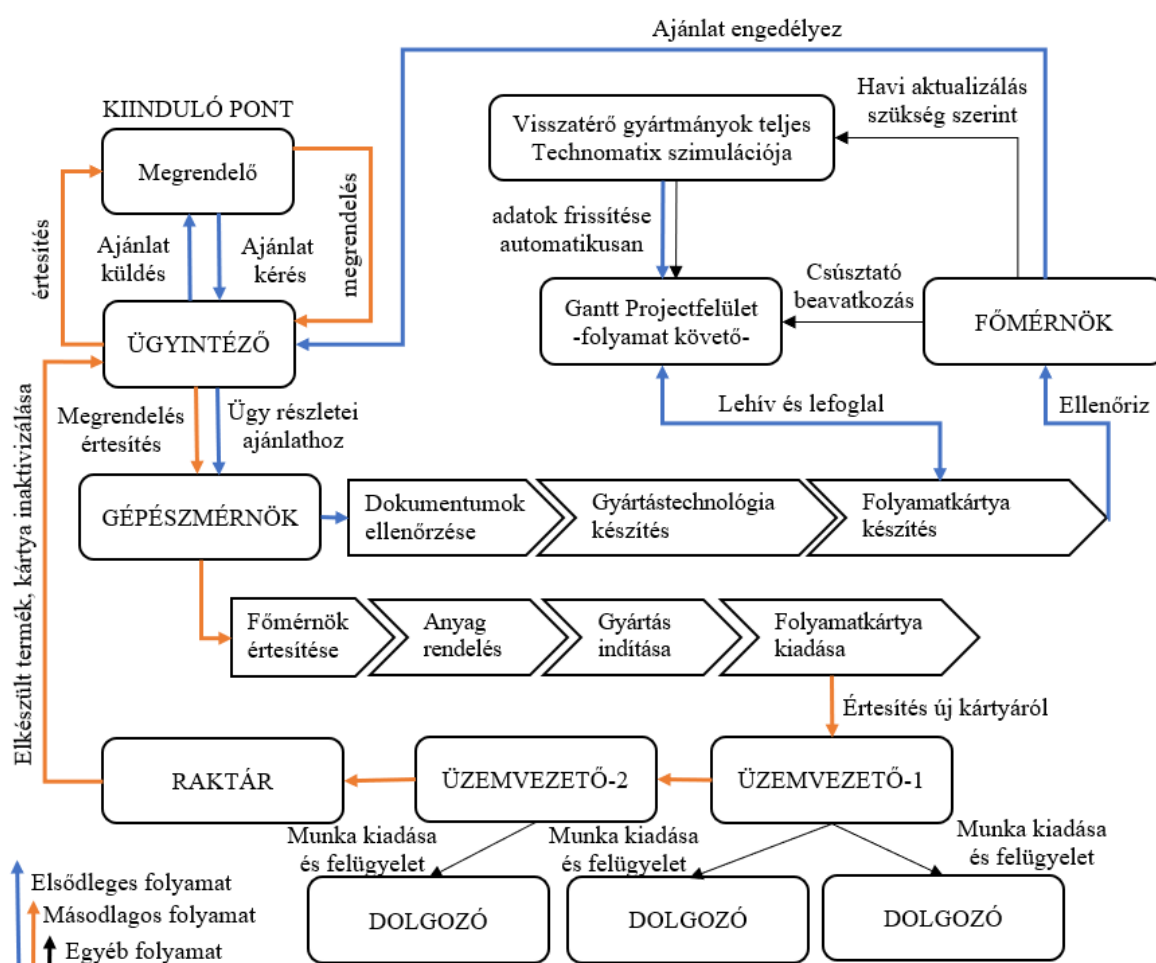


27. ábra: TDA-SM-SFC-Főorsó lézer és lángvágókra készített ütemlistája

6. KÁRTYÁS FOLYAMATRENDSZER

TDK dolgozatomban egyik célja a visszatérő és egyedi gyártmányok megmunkálásainak összehangolása, optimális fenntarthatósága. Az egésznek az alapja egy olyan html alapú kártyarendszer, ami az cég szerverén üzemeltethető, az üzemekben a már rendszeresített tableteken elérhető. Ehhez készítettem egy folyamatábrát, ami igyekszik bemutatni az új rendszer szerinti ajánlat felvételt, és a megrendelések teljesítését (28. ábra).

Mivel a különböző alkatrészek matricázása vonalkóddal vagy más azonosítóval körülményes, ezért festéktollakkal jelölik őket, azonban így a folyamat aktuális állapota nem követhető az iroda számára. A terveket már többnyire tablet segítségével nyitják meg, de még mindig elfogadott a papír alapú utasításrendszer.



28. ábra: Kártyás folyamatrendszer terve

A folyamatrendszer alapja egy technomatix szimuláció lenne, ami a teljes gyár összes üzemét magában foglalja. A gépbeállítások, a munkarendek és speciális adatok bevitelét egy csatolt adatbázis jelentené, ami bárkikor frissíthető. Ide csak a szerződés által kötött visszatérő és nagy tételű alkatrészek folyamatai kerülnének felvitelre. Az állandó modell verziói pedig vagy havonta, vagy szükség esetén lennének frissítve a főmérnök által.

Állandó összeköttetésben lenne a rendszer egy olyan Gantt alapú megjelenítő szoftverrel, ami képes az általam manuálisan felvitt adatokat automatikusan kinyerni a rendszerből. Ez mint kezelő felület látná el funkcióját, és a gyártással vagy értékesítéssel és könyveléssel foglalkozó, erre felhatalmazott személyek férnének hozzá. Ehhez épp úgy hozzá lehetne adni az esetleges csúszásokat és gépleállásokat, mint a Microsoft Project esetében is.

Valamint lenne egy kártya szerver, ahol az összes egész évi gyártási folyamat visszatekinthető lenne, kártyacellák halmazában. A kártyák felépítésének elképzelt mintáját a 29. ábra mutatja be. A kártya az alkatrészekhez tartozó információkat, műveleteket, azok részleteit, határidőket tartalmazná, valamint az üzemek kártya megnyitását is automatikusan listázná. Így az irodából egyszerűen ellenőrizhető lenne, hogy milyen gyártmány milyen eleme éppen melyik üzemben van. Innen pedig a műveleti utasítás és időrend alapján kellőképp körül határolható a folyamat állapota, a rendszeres ellenőrzés, listázás emberi feladata nélkül is.

The diagram illustrates a card layout for production management. It consists of several sections:

- Top Section:** Contains input fields for 'Megrendelés száma' (Order number), 'Kártya száma' (Card number), 'Kiadító Neve' (Supplier name), 'Gyártmány neve' (Product name), and 'Szükséges mennyiség' (Required quantity).
- Information Fields:** Two large text areas labeled 'A gyártmány specifikus információi' (Product specific information) and 'Alapanyag információk' (Raw material information).
- Operation List Section:** A table with three columns: 'ÜZEM MEGNEVEZÉSE' (Factory name), 'Felelős Üzemvezető' (Responsible factory manager), and 'Elkészülési határidősáv' (Production deadline bar). The first row is highlighted in dark grey. To the left of the table are three 'KINYIT' (Open) buttons with right-pointing triangles.
- Status Bar:** A section at the bottom titled 'KÁRTYA ÁLLAPOTA - FELADAT ELŐREHALADÁSA - MEGJEGYZÉSEK' (Card status - Task progress - Remarks). It contains four buttons: 'START' with a checkmark, a button with a checkmark, 'MŰHELY 2' (Workshop 2), 'MŰHELY 3' (Workshop 3), and an 'OK' button.

29. ábra: Kártya kivitelezésének terve.

ÖSSZEFOGLALÁS

A TDK dolgozatomban a következő kérdésekre kerestem a választ: A konstrukció tervezése és gyártástechnológiája összekapcsolható folyamat-e, ennek milyen hatása van a végeredményre? A második kérdés pedig, hogy az egyedi gyártás és a kis-középszeriás gyártás gazdaságosan összehangolható-e egy erre alkalmas gyártásirányítási módszerrel?

A dolgozat elején bemutattam a vállalat által kiadott feladatot, körvonalaztam a téma jelentőségét, ismertettem a gyártmány felépítését, rendeltetését, funkcióit. A főorsó működéséhez szükséges adatok egy részét különböző irodalmi adatok alapján határoztam meg, a másikat pedig szimulációk értékeire alapoztam. Ezeket egymással is összevettem, majd a korábban ismertetett tervezési elvek szerint elkészítettem a konstrukció aktuális verzióját.

Bemutattam a tervezés során alkalmazott modellek segítségével kidolgozott eredményeket, a véglegesen választott konstrukció indoklását, előnyeit. Ezután gyártástechnológiai számítások felhasználásával kiszámítottam a különböző jellegű megmunkálások egy-egy mintafelületre jellemző fontos paramétereit. Ezekből Microsoft Excelben képlettáblázatokat készítettem, hogy felhasználásukkal gyorsan és egyszerűen elvégezhessem a számításokat minden alkatrész esetére. Ezt követően meghatároztam az alkatrészek megmunkálásukhoz szükséges feltételeket és a megmunkálások időszükségletét.

A dolgozat második részében megvizsgáltam az üzem rendelkezésre álló erőforrásait, és szembesültem a gyártmányok prioritási problémájával. Ekkor kezdtem el feltérképezni a visszatérő folyamatokat három minta-gyártmány esetében. Ezeket modellezve szimulációkat tudtam készíteni, amelyeket értékeltem és optimalizáltam. Végül folyamatszimulációt készítettem az egyedi gyártmányhoz (a dolgozat témáját adó főorsóhoz) is, és az összegyűlt adatokat Gantt diagramm alapú programban egyesítettem egymással a diákverziós program korlátai miatt. Végül javaslatot tettem a probléma megoldására, egy kártyás folyamatrendszer működésének felvázolásával.

Megállapításaim szerint, a konstrukció és gyártástechnológiai folyamat összekapcsolása kiszámíthatóbbá, rugalmasabbá, kevesebb erőforrást igénylővé teszi a gyártmány elkészítését. Azonban mivel a folyamatban kevés szereplő végez viszonylag nagy terjedelmű munkát, ezért nagy a hibák előfordulásának veszélye is. Ebből adódóan mindenképp tapasztalt szakemberekre van szükség ezen folyamatok működtetéséhez és rendszeres ellenőrzést kell alkalmazni. Az egyedi és a sorozatgyártás összehangolása a dolgozatban bemutatott módszer alkalmazásával gazdaságosan megvalósítható. Azonban a végleges állásfoglalás előtt gyakorlati alkalmazási kísérletek és további vizsgálatok feltétlenül szükségesek!

SZAKIRODALMI JEGYZÉK

- [1] Bálint L. (1967): A Forgácsoló Megmunkálás Tervezése. Műszaki könyvkiadó, Budapest p. 290-292, 295-301, 316-450
- [2] Herczeg I. (1976): Szerkesztési atlasz. Műszaki Könyvkiadó, Budapest p.183 3.ábra
- [3] Diószegi Gy. (1979): Gépszerkezetek Mérési Zsebkönyve. Műszaki Könyvkiadó, Budapest,
- [4] Dr. Vraukó L. (1983): Gépipari Szerelési Példatár. Műszaki Könyvkiadó, Budapest,.
- [5] Dr. Baránszky-Jób I. (1985): Hegesztési Kézikönyv. Műszaki könyvkiadó, Budapest, p. 766
- [6] Simon B. – Szabó M. (1993): Gépészeti Tervezési Segédlet. Szigma Kiadó, Szombathely,
- [7] Dr. Giber J. – Dr. Sólyom A. – Dr. Kocsányi L. (1999): Fizika Mérnököknek I-II. Műegyetemi Kiadó, Miskolc, (ISBN 963 420 623 9)
- [8] Czéh M. – Hervay P. – Dr. Nagy P.S. (1999): Megmunkológépek. Műszaki Könyvkiadó, Budapest,
- [9] Dudás I. (2000): Gépgyártástechnológiai I. Gépgyártástechnológia Alapjai. Miskolci Egyetemi Kiadó, Miskolc,
- [10] Dudás I. (2001): Gépgyártástechnológiai II. Forgácsoláselemzés, Technológiai Tervezés Alapjai. Miskolci Egyetemi Kiadó, Miskolc, p. 252-523
- [11] Dudás I. (2001): Gépgyártástechnológiai IV. Miskolci Egyetemi kiadó, Miskolc,
- [12] Dr. Gáti J. (2003): Hegesztési Zsebkönyv. Alföldi Nyomda ZRt., Debrecen,.
- [13] Kovács Á. – Moharos I. – Oldal I. – Szekrényes (2011): A Végeselem-Módszer. Typotex kiadó, Budapest,.
- [14] Dr. Reith J. (2012): Konstruktív tervezés. Direct-Line Kft, Dunaharaszti, 8 p. http://www.dldh.hu/wp-content/uploads/2012/01/cikkterv_mernokterv3.pdf (2020.08.24)
- [15] Dr. Komáromy Zs. – László L. (2013): Technológiai Tervezés. Skandi-Wald Könyvkiadó, Budapest,
- [16] Fenyvessy T. – Fuchs R. – Gürtler M. Cs- Plósz A. (2015): Műszaki Táblázatok. TCS Media Kft, Budapest,
- [17] Dr. Zsidai L. – Kakuk Gy. – Kári-Horváth A. – Szakál Z. (2017): Gyártástervezés. Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Hivatal, Budapest, p. 161
- [18] Dr. Jánossy Gy.– Dr. Zsidai L. – Kári-Horváth A.- Keresztes R. (2018): Szereléstechológiák. Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Hivatal, Budapest,
- [19] Tolvaly-Rosca F. (2019): Gépelemek. Műszaki Tudományos Füzetek, Kolozsvár
- [20] Minta farönk eszterga: <https://www.youtube.com/watch?v=8tyGQckxDXc> (2020.08.22.)

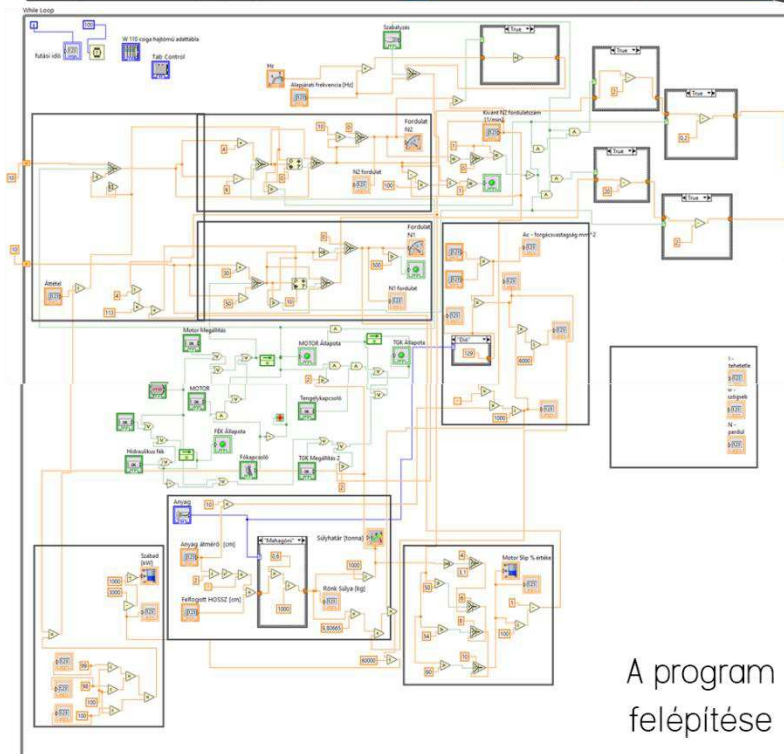
MELLÉKLETEK JEGYZÉKE

1-es	Vezérlőpanel és beviteli alapadatok	A4 álló	1. oldal
2-es	VEM számítások eredményei	A4 álló	2. oldal
3-as	Mintafelületek számításai	A4 álló	3. oldal
4-es	Hegesztési művelet utasítás	A4 fekvő	10. oldal
5-ös	Szerelési darabjegyzék	A4 álló	13. oldal
6-os	Szerelési családfa	A4 álló	14. oldal
7-es	Szerelési művelet utasítás	A4 álló	15. oldal
8-as	Főorsó rajzi dokumentáció	A3 fekvő	19. oldal
9-es	Főtengely rajzi dokumentáció	A2 fekvő	20. oldal
10-es	Orsóház rajzi dokumentáció	A1 fekvő	21. oldal

1. számú melléklet Vezérlőpanel és beviteli alapadatok

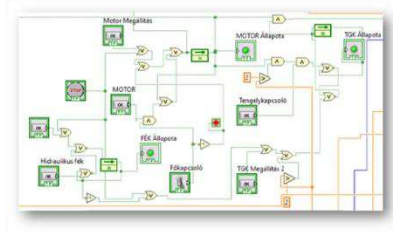
	Cseresznye/Tölgy	Dió	Fenyő	Kőris	Nyírfa	Mahagóni
Sűrűség	631 kg/m ³	551 kg/m ³	559 kg/m ³	460 kg/m ³	711 kg/m ³	600 kg/m ³
600x8500 MAX súly	1516,494 kg	1324,228 kg	1343,455 kg	1105,526 kg	1708,759 kg	1441,991 kg

Motor	Hajtómű
B14 kivitelű háromfázisú alumínium motor.	W 110 U P100 B14 Csíghajtómű
Forrás:	Agisys motor katalógus
táplálási feszültség	230/400 V
Teljesítmény	3 kW
Pólusok száma	4 db
Sorozat jelölése	TMS2
Energia osztálya	IE2
Tengely magasság	100L2
I névleges (400V)	6,33 A
alapjárat n ford.	1440 1/min
Cosinus fi	0,8
hatásfok	85,5%
névl. Nyomaték	20,3 Nm
Mstart/ Mn	3,8
Mmax/ Mn	3,5
Is/In	7,8
Zaj dB(A)	64 dB
tömege	21,1 kg



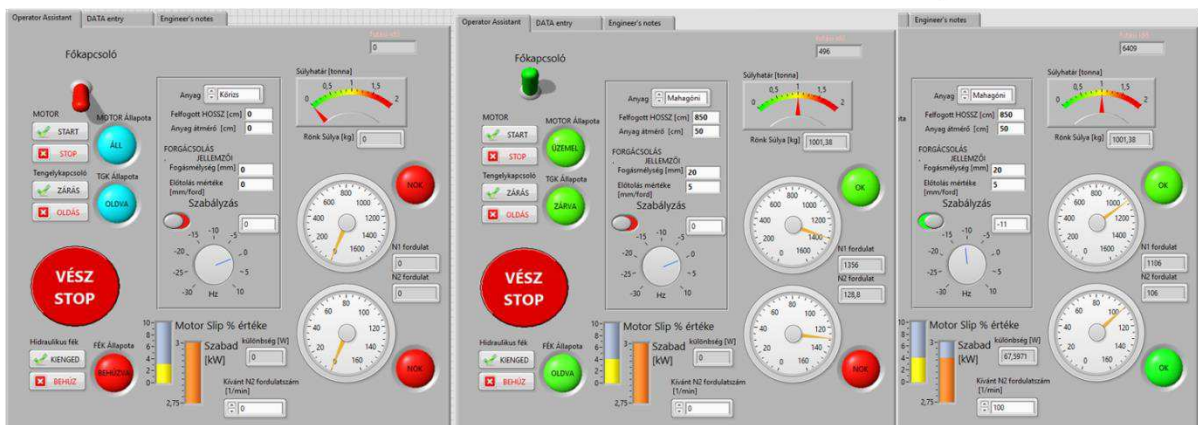
Motor vezérlés	Jelmagyarázat:
$M = FK \cdot \bar{V}_s \cdot (M_s + M) \cdot \bar{M}_p$	M-motor
$L_M(zöld) = M$	F-fék
$L_M(kék) = \bar{L}_M(zöld)$	T-teng.kapcs.
Optionális fék vezérlés	L-lámpa
$F = FK \cdot \bar{V}_s \cdot (F_s + F) \cdot \bar{F}_p$	FK-Főkapcsoló
$L_F(zöld) = F$	VS-Vész stop
$L_F(kék) = \bar{L}_F(zöld)$	Xs-X start
Tengelykapcsoló vezérlés	Xp-X szünet
$T = FK \cdot \bar{V}_s \cdot (T_s + T) \cdot \bar{T}_p$	
$L_T(zöld) = T$	
$L_T(piros) = \bar{L}_T(zöld)$	

Vezérlési tábla



A program felépítése

A vezérlő panel működése



2. számú melléklet VEM számítások eredményei

Elemméret és fajta	Max nyíró fesz	Nyíró fesz	Effektív képlék. alakvált.	Teljes deform.	Normál fesz.	Bizt. tényező [min]	Csomópontok száma	Elemek száma
mm	MPa	MPa	MPa	mm	MPa	-	db	db
AS24-V7_D42								
Glob_10	3,517	2,6764	6,7212	0,01924	6,6369	12,825	22230	12444
Glob_5	3,5141	2,3232	6,6286	0,01929	6,3364	13,004	58239	32939
Glob_2,5	x	x	x	x	x	x	197828	113636
Lok1_5	3,459	2,3041	6,5146	0,01928	6,6082	13,232	29719	16648
Lok1_2,5	3,7592	2,6081	7,0422	0,01932	6,6223	12,24	59257	33576
Lok1_1,25	x	x	x	x	x	x	174865	100581
Lok2_5	3,3845	2,3398	6,4894	0,01926	6,4761	13,283	24703	13766
Lok2_2,5	4,1298	2,6359	7,676	0,01929	6,8256	11,23	28146	15874
Lok2_1,25	4,4004	2,7279	8,1478	0,01930	7,2935	10,58	37447	21508
Lok2_0,625	5,1164	3,5757	9,3989	0,01931	7,5597	9,1713	64036	37364
Lok2_0,3125	5,1811	3,4227	9,5275	0,01931	8,7428	9,0475	99218	59215
Lok2_0,15625	x	x	x	x	x	x	410102	245931
AS24-V7_D32								
Glob_10	4,3208	3,6987	7,484	0,0391	5,9784	11,518	21025	11728
Glob_5	4,2776	3,4591	7,8281	0,0349	6,0962	11,012	56573	32327
Glob_2,5	x	x	x	x	x	x	172656	100761
Lok1_5	4,353	3,6695	7,8167	0,039273	6,0264	11,028	27350	15336
Lok1_2,5	5,405	4,2143	9,8492	0,039363	7,0348	8,752	52902	30616
Lok1_1,25	x	x	x	x	x	x	153382	91018
Lok2_5	4,2586	3,5282	7,7476	0,039275	5,9116	11,126	23442	13067
Lok2_2,5	5,3565	3,6874	9,7628	0,039352	6,6718	8,8295	29007	16476
Lok2_1,25	7,185	4,9962	13,156	0,039407	8,6	6,5523	47672	27875
Lok2_0,625	8,7174	6,5271	16,14	0,039434	10,889	5,3408	107068	64183
Lok2_0,3125	x	x	x	x	x	x	256217	153541
AS24-V7_D20								
Glob_10	29,405	25,393	56,543	0,21561	51,89	1,5245	16715	9206
Glob_5	33,576	24,521	66,007	0,21731	63,865	1,3059	41306	23218
Glob_2,5	x	x	x	x	x	x	131500	75678
Lok1_5	33,636	24,562	66,129	0,21791	64,013	1,3035	20592	11288
Lok1_2,5	40,587	25,576	80,933	0,21861	69,145	1,0651	38820	21914
Lok1_1,25	41,838	27,368	83,029	0,21855	78,596	1,0382	109134	63658
Lok1_0,625	x	x	x	x	x	x	383597	225643
Lok2_5	28,923	25,332	54,915	0,21681	51,623	1,5697	19165	10605
Lok2_2,5	38,244	26,884	75,981	0,21724	63,591	1,1345	23329	13108
Lok2_1,25	43,568	27,932	85,305	0,2167	79,629	1,0105	38663	22478
Lok2_0,625	42,437	28,151	84,681	0,2173	77,933	1,0179	89884	53754
Lok2_0,3125	x	x	x	x	x	x	226029	134789

3. számú melléklet: Mintafelületek számításai

Darabolási paraméterek:

Megnevezés	Anyagminőség	Darabolási tűrés
Nemesíthető húzott szénacél (6 fm)	42CrMo4 - 1.7225	+/- 0,5 mm !

Ráhagyás számítás nagyolásra:

$$Z_n = \vartheta_h + k \cdot \sqrt{\vartheta_a^2 + \vartheta_m^2 + \vartheta_b^2 + \vartheta_f^2} \quad (6.3.01 \text{ képlet})$$

$$Z_n = 2 + 1,2 \cdot \sqrt{1,564^2 + 1^2 + 0^2 + 2^2} = 5,274 \text{ mm} \quad (6.3.02 \text{ képlet})$$

Hibás felületi ráhagyás = oldalak száma szorozva a tapasztalati értékkel

$$\vartheta_h = 2 \cdot 1 \text{ mm} = 2 \text{ mm} \quad (6.3.03 \text{ képlet})$$

Forgácsolás esetén a k értéke: $k = 1,2$

Alak és Mérethiba (MSZ ISO 2768 tűréséből származtatva)

$$\vartheta_a = 2 \cdot \frac{L}{1000} = 2 \cdot \frac{782 \text{ mm}}{1000} = 1,564 \text{ mm} \quad \vartheta_m = \frac{+0,5}{-0,1} = \sim 1 \text{ mm} \quad \begin{matrix} (6.3.04 \text{ képlet}) \\ (6.3.04 \text{ képlet}) \end{matrix}$$

Felfogási hiba = befogások száma szorozva a tapasztalati értékkel. $\delta_f = 2 \cdot 1 = 2 \text{ mm}$

Bázisválasztási hiba nincs, (értéke 0) mert a technológiai bázis maga a középvonal.

Ráhagyás számítás simításra:

$$Z_s = \vartheta_h + k \cdot \sqrt{\vartheta_a^2 + \vartheta_m^2 + \vartheta_b^2 + \vartheta_f^2} \quad (6.3.05 \text{ képlet})$$

$$Z_s = 0,1187 + 1,2 \cdot \sqrt{0,4692^2 + 0,3^2 + 0^2 + 0^2} = 0,7869 \text{ mm} \quad (6.3.06 \text{ képlet})$$

A nagyolt felület érdessége: $R_a = 12,5 \mu\text{m} \rightarrow R_{max} = 4,75 \cdot R_a = 59,375 \mu\text{m}$ (6.3.07 képlet)

Ezért a hibás felületi ráhagyás: $\vartheta_h = 2 \cdot R_{max} = 2 \cdot 0,059375 = 0,1187 \text{ mm}$ (6.3.08 képlet)

Forgácsolás esetén a k értéke: $k = 1,2$

Alak és Mérethiba: $\vartheta_a = 2 \cdot \frac{\vartheta_m \cdot L}{1000} = 2 \cdot \frac{0,3 \cdot 782}{1000} = 0,4692 \text{ mm} \quad \vartheta_m = 0,3 \text{ mm}$ (6.3.09 képlet)

Felfogási hiba: $\delta_f = 0 \cdot 1 = 0 \text{ mm} \rightarrow$ nincs új befogás (6.3.10 képlet)

Bázisválasztási hiba értéke továbbra is 0

A tengely szükséges átmérője hagyományos gép esetében = névleges méret + Σ ráhagyás

$$\varnothing 60 + 5,274 + 0,7869 = 66,0609 \text{ mm} \rightarrow \varnothing 70 \text{ mm} \quad (6.3.01 \text{ képlet})$$

Korszerűbb lehetőségek és kivitelezési érdekek figyelembevételével $\rightarrow D = \varnothing 65 \text{ mm}$

Ráhagyás számítás oldalazásra:

$$Z_0 = 2 \cdot \left(\vartheta_h + k \cdot \sqrt{\vartheta_a^2 + \vartheta_m^2} \right) \quad (6.3.11 \text{ képlet})$$

$$Z_0 = 2 \cdot \left(0,26125 + 1,2 \cdot \sqrt{2^2 + 1^2} \right) = 5,88 \text{ mm} \quad (6.3.12 \text{ képlet})$$

A fűrészelt felület érdessége: $R_a = 55 \mu\text{m} \rightarrow R_{max} = 4,75 \cdot R_a = 261,25 \mu\text{m}$ (6.3.13 képlet)

Hibás felületi ráhagyás: $\vartheta_h = R_{max} = 0,26125 \text{ mm}$ (6.3.14 képlet)

Forgácsolás esetén a k értéke: $k = 1,2$ (6.3.15 képlet)

Alak és Mérethiba: $\vartheta_a = 2 \text{ mm} \quad \vartheta_m = 1 \text{ mm}$ (6.3.16 képlet)

A köracél minimális hosszmérete = névleges méret + Σ ráhagyás
 $782 + 5,88 = 787,88 \text{ mm} \rightarrow L = 788 \text{ mm}$ (6.3.17 képlet)

Nagyoló esztergálás

Szerszám kiválasztás:

Késtartó: T-Max P száras szerszám esztergáláshoz

– **PCLNR 2525M 16**

Szerszámfőél elhelyezési szöge: $\kappa r = 90^\circ (95-5)^\circ$ Terelőszög: $\lambda s = -6^\circ$

Merőleges homlokszög: $\gamma = -6^\circ$ Hátszög: $\alpha = 0^\circ$

Eredő homlokszög: $\gamma_e = 22^\circ - 6^\circ = 16^\circ$

$F_{cmeg} = 10400 \text{ N}$ ($l = 150 \text{ [mm]}$ b x h $25 \times 25 \text{ [mm]}$)

Lapka: **CNMG 160616-PR 4425**

(80° -os rombusz / $L_{vág} = 16-14,52 \text{ [mm]}$ / $s = 6,35 \text{ [mm]}$ / $R = 1,587 \text{ [mm]}$)

Optimális forgácsolási paraméterek meghatározása:

Simítási ráhagyás [16] 315/12.1 táblázat alapján: $1,8 \text{ [mm]}$,

Köszörülési ráhagyás [16] 315/12.2 alapján: $\varnothing 0,75 \text{ [mm]}$

Teljes ráhagyás: $2,55 \text{ [mm]}$

Nagyolási fogásmélység: $a_p = \frac{65 - (50 + 2)}{2} = \frac{13}{2} = 6,5 \text{ [mm]}$ (6.3.18 képlet)

Dr. Gyáni Károly – A forgácsolás alapjai könyve szerint, 77.old / 8. táblázat

NK lágyított R_m értéke 940 N/mm^2 Ezért a 18. táblázat alapján:

Előtolás 10:1 arányban igazodik fogásmélységhez:

$$f = \frac{6,5}{10} = 0,7 \text{ [mm/ford]} \quad (6.3.19 \text{ képlet})$$

$$(6.3.20 \text{ képlet})$$

$$A_c = f \cdot a_p = 0,65 \cdot 7 = 4,9 \text{ mm}^2$$

$$(6.3.21 \text{ képlet})$$

$$A_{c \max} = \frac{F_{c \max}}{K_{c1.1}} = \frac{10400 \text{ N}}{1770} = 5,875 \text{ mm}^2$$

$$(6.3.21 \text{ képlet})$$

$$f_{\max} = \frac{A_{c \max}}{a_e} = \frac{5,875}{6,5} = 0,839 \text{ [mm/ford]}$$

$f_{\max} > f$ Ez igaz, tehát a választott fogásmélység és előtolás megfelel!

$$v_{c \text{ ajánl}} = 280 \text{ [1/min]} \quad n_{elm} = \frac{280 \cdot 1000}{65 \cdot \pi} = 1371,181 \text{ [1/min]} \quad (6.3.23 \text{ képlet})$$

$$n_{vál} = 1350 \text{ [1/min]} \quad v_c = \frac{65 \cdot \pi \cdot 1350}{1000} = 275,67 \text{ [1/min]} \quad (6.3.24 \text{ képlet})$$

Ajánlott forgácsolási paraméterek:

$$a_p = 5 \text{ [mm]} \text{ (1-8)} \quad f_n = 0,5 \text{ [mm/ford]} \text{ (0,3-0,85)} \quad v_{c \text{ ajánl}} = 280 \text{ [1/min]} \text{ (335-230)}$$

Választott forgácsolási paraméterek:

$$a_p = 1,75 \text{ [mm]} \quad i = 4 \quad f = 0,62 \text{ [mm/ford]} \quad v_c = 275,67 \text{ [1/min]}$$

Erő és teljesítmény kiszámítása:

Dr. Gyáni Károly – A forgácsolás alapjai könyve szerint, 77.old / 8. táblázat alapján

$$k_{c1.1} = 1770 \quad z = mc = 0,24$$

$$F_c = k_c \cdot (a_p \cdot f) = 1807,506 \cdot (1,75 \cdot 0,62) = 1961,145 \text{ [N]} \quad (6.3.25 \text{ képlet})$$

$$k_c = k_{c1.1} \cdot h^{-z} \cdot k_k \cdot k_\gamma \cdot k_s \cdot k_a \cdot k_v = 1770 \cdot 0,5543^{-0,24} \cdot 1,3 \cdot 0,85 \cdot 0,8021 \cdot 1 \cdot 1 = 1807,506 \text{ [MPa]} \quad (6.3.26 \text{ képlet})$$

$$h = f \cdot \sin k_r = 0,62 \cdot \sin 90^\circ = 0,5543 \text{ [mm]} \quad (6.3.27 \text{ képlet})$$

$$k_\gamma = \frac{109 - 1,5 \cdot \gamma_e}{100} = \frac{109 - 1,5 \cdot 16^\circ}{100} = 0,85 \quad (6.3.28 \text{ képlet})$$

$$k_v = \left(\frac{110}{v_c} \right)^z = \left(\frac{110}{275,67} \right)^{0,24} = 0,8021 \quad (6.3.29 \text{ képlet})$$

$$k_k = 1,3$$

$$k_s = 1$$

$$k_a = 1$$

$$(6.3.30 \text{ képlet})$$

$$(6.3.31 \text{ képlet})$$

$$P_c = \frac{F_c \cdot v_c}{60 \cdot 10^3} = \frac{1961,145 \cdot 275,67}{60 \cdot 10^3} = 9,011 \text{ kW}$$

$$P_{\dot{o}} = \frac{P_c}{\mu_g} = \frac{9,011}{0,75} = 12,014 \text{ kW}$$

(6.3.32 képlet)

$$Q_c = v_c \cdot a_p \cdot f = 275,67 [m/min] \cdot 1,75 [mm] \cdot 0,62 [mm/ford] =$$

$$27567 [cm/min] \cdot 0,175 [cm] \cdot 0,062 [cm/ford] = 299,107 [cm^3/min]$$

$$\text{Nagyolási főidő: } t_{gn} = \frac{L \cdot i}{f \cdot n} = \frac{(2+50+2) \cdot 4}{0,62 \cdot 1350} = 0,258 \text{ min} \rightarrow 15,484 \text{ sec} \quad (6.3.33 \text{ képlet})$$

Horonymarás

Adatok, szerszám kiválasztás:

Horony 12 P9 → D=11,98[mm] d=8

Horony hossza: L=120 [mm]

Szerszámtest: CoroMill® Plura tömör keményfém szármáró

1P221-0600-XA 1630

Forgácsoló élek száma: z=3 / gyakorlati hossz: Lsz=54 mm / mélyítőszög: Rmpx= 8°

Szerszám befogó: A392.54523-5025085 - BIG-PLUS CAT-V - Weldon

ISO 9766 csatlakozóelem

$$a_{p \max} = 7,5 \text{ mm} \quad f_z = 0,0369 \frac{\text{mm}}{\text{fog}} \quad a_p = 5 \text{ mm}$$

$$b_w = 8 \text{ mm} \quad v_c = 192 \frac{\text{m}}{\text{min}} \quad k_r = 90^\circ \quad \gamma = 9^\circ$$

Átlagos sugárirányú előtolás:

(6.3.34 képlet)

$$f_{r\varphi} = f_z \cdot b_w \cdot \frac{360}{d \cdot \pi \cdot (\varphi_1 + \varphi_2)^\circ} = 0,0369 \cdot 8 \cdot \frac{360}{8 \cdot \pi \cdot (180)^\circ} = 0,02349$$

Közepes forgácsvastagság:

$$\bar{h} = f_{r\varphi} \quad (6.3.35 \text{ képlet})$$

A maró egy fogára eső közepes forgácsoló erő számolása:

$$F_{c1} = k_c \cdot A_c = k_c \cdot b_w \cdot \bar{h} = k_c \cdot a_p \cdot f_{r\varphi} \quad (6.3.36 \text{ képlet})$$

$$F_{c1} = 5170,733 \cdot 5 \cdot 0,02349 = 607,302 \text{ N} \quad (6.3.37 \text{ képlet})$$

Fajlagos forgácsolási erő:

$$k_c = k_{c1.1} \cdot \bar{h}^{-z} \cdot k_\gamma \cdot k_v \cdot k_k = 1770 \cdot 0,02349^{-0,24} \cdot 0,955 \cdot 0,95641 \cdot 1,3$$

$$k_c = 5170,733 \quad (6.3.38 \text{ képlet})$$

$$k_{c1.1} = 1770 \quad z = 0,24$$

$$k_\gamma = \frac{109 - 1,5 \cdot \gamma_e}{100} = \frac{109 - 1,5 \cdot 9^\circ}{100} = 0,955 \quad (6.3.39 \text{ képlet})$$

$$k_v = \left(\frac{110}{v_c}\right)^{z/z} = \left(\frac{110}{192}\right)^{0,24/3} = 0,95641 \quad (6.3.40 \text{ képlet})$$

$$k_k = 1,3$$

Teljes főforgácsoló erő:

$$F_c = F_{c1} \cdot \psi = 607,302 \cdot 1,5 = 910,95 \text{ N} \quad (6.3.41 \text{ képlet})$$

$$\psi = \frac{i}{t} = \frac{(\varphi_1 + \varphi_2)^\circ \cdot z}{360^\circ} = \frac{(180)^\circ \cdot 3}{360^\circ} = 1,5 \quad (6.3.42 \text{ képlet})$$

$$v_c = \frac{d \cdot \pi \cdot n}{1000} \rightarrow n = \frac{1000 \cdot v_{c \text{ ajánl}}}{d \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 192}{8 \cdot \pi} = 5093 \text{ [1/min]} \quad (6.3.43 \text{ képlet})$$

Mivel ez a fordulatszám a választott gépen nem beállítható, ezért csökkenteni kell a vágósebességet.

$$v_{c \text{ alk}} = 100 \text{ m/min} \quad (6.3.44 \text{ képlet})$$

$$v_c = \frac{d \cdot \pi \cdot n}{1000} \rightarrow n = \frac{1000 \cdot v_{c \text{ alk}}}{d \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 100}{8 \cdot \pi} = 2652,6 \text{ [1/min]}$$

$$n_{be} = 2600 \text{ [1/min]}$$

$$v_c = \frac{d \cdot \pi \cdot n_{be}}{1000} = \frac{8 \cdot \pi \cdot 2600}{1000} = 65,3 \text{ [m/min]} \quad (6.3.45 \text{ képlet})$$

$$(6.3.46 \text{ képlet})$$

Forgácsolási teljesítmény:

$$(6.3.47 \text{ képlet})$$

$$P_c = \frac{F_c \cdot v_c}{60 \cdot 10^3} = \frac{910,95 \cdot 65,3}{60 \cdot 10^3} = 0,991 \text{ kW} \quad P_\delta = \frac{P_c}{\mu_g} = \frac{0,731}{0,75} = 1,321 \text{ kW}$$

$$v_f = f_z \cdot z \cdot n = 0,0369 \cdot 3 \cdot 2600 = 288 \text{ [mm/min]} \quad (6.3.48 \text{ képlet})$$

$$Q = a \cdot b_w \cdot v_f = 5 \cdot 6 \cdot 332,1 = 11513 \text{ [mm}^3/\text{min]} = 11,513 \text{ [cm}^3/\text{min]} \quad (6.3.49 \text{ képlet})$$

Fúrás

Adatok, szerszám kiválasztás:

Furat: D= 12 [mm], L=23 mm → furathossz-átmérő viszony: L/d=23/12=1,916

Fúró: - CoroDrill® 460 tömör keményfém fúró - kód: **460.1-1205-050A1-XM GC34**

Befogópatron: **393.14-25 150**

$$K_r=70^\circ \quad f=0,28 \text{ [mm/ford]} \quad v_{c \text{ ajánl}}=107 \text{ [m/min]} \quad z=2 \text{ db}$$

$$k_f=0,72 \quad k_l=1 \quad \mu_\delta=0,75 \quad \gamma_e = 20^\circ$$

Számítások:

$$a_p = \frac{d}{2} = \frac{12}{2} = 6 \text{ [mm]} \quad (6.3.50 \text{ képlet})$$

$$F_{cz} = k_c \cdot A_c = k_c \cdot \frac{d \cdot f}{L} = 3450,95 \cdot \frac{12 \cdot 0,28}{23} = 504 \text{ [N]} \quad (6.3.51 \text{ képlet})$$

$$F_c = F_{cz} \cdot z = 504 \cdot 2 = 1008 \text{ N} \quad (6.3.52 \text{ képlet})$$

$$M_c = k_c \cdot \frac{d^2 \cdot f}{8 \cdot 10^3} = 3450,95 \cdot \frac{12^2 \cdot 0,28}{8 \cdot 10^3} = 17,39 \text{ [Nm]} \quad (6.3.53 \text{ képlet})$$

$$k_c = k_{c1.1} \cdot h^{-z} \cdot k_v \cdot k_\gamma \cdot k_s \cdot k_k \cdot k_{elj} =$$

$$1770 \cdot 0,1158^{-0,24} \cdot 0,79 \cdot 0,9838 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1,15 = 3450,95 \text{ [MPa]} \quad (6.3.54 \text{ képlet})$$

$$h = \frac{f}{2} \cdot \sin k_r = \frac{0,28}{2} \cdot \sin 70^\circ = 0,1158 \text{ [mm]} \quad (6.3.55 \text{ képlet})$$

$$k_\gamma = \frac{109 - 1,5 \cdot \gamma_e}{100} = \frac{109 - 1,5 \cdot 20^\circ}{100} = 0,79 \quad (6.3.56 \text{ képlet})$$

$$k_v = \left(\frac{100}{v_c}\right)^z = \left(\frac{100}{107}\right)^{0,24} = 0,9838 \quad (6.3.57 \text{ képlet})$$

$$k_k = 1,3$$

$$k_s = 1$$

$$k_{elj} = 1,15$$

$$v_c = \frac{d \cdot \pi \cdot n}{1000} \rightarrow n_{ajánl} = \frac{1000 \cdot v_c}{d \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 107}{12 \cdot \pi} = 2838,263 \text{ [1/min]} \quad (6.3.58 \text{ képlet})$$

$$n_{be}=2500 \text{ [1/min]}$$

$$v_c = \frac{d \cdot \pi \cdot n_{be}}{1000} = \frac{12 \cdot \pi \cdot 2500}{1000} = 94,247 \text{ [m/min]} \quad (6.3.59 \text{ képlet})$$

$$P_c = \frac{M_c \cdot \omega}{60 \cdot 10^3} = \frac{M_c \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_{be}}{60 \cdot 10^3} = \frac{17,39 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 2500}{60 \cdot 10^3} = 4,55 \text{ kW} \quad (6.3.60 \text{ képlet})$$

$$P_{\ddot{o}} = \frac{P_c}{\mu_g} = \frac{4,55}{0,75} = 6,07 \text{ kW} \quad (6.3.61 \text{ képlet})$$

Simító köszörülés [10]

Adatok, köszörűkorong kiválasztása: Köszörűkorong: I 350x40x127 MSZ4510 6A 60M8V 38

$$v_c = 30 \text{ [m/s]} = 1800 \text{ [m/min]}$$

$$q = 127$$

$$a_{\max} = 0,1 \text{ [mm/kl]} \quad a_e = 0,005$$

$$a_p = 40 \text{ [mm]}$$

$$f = 0,5 \cdot B_s = 0,5 \cdot 40 = 20 \text{ [mm/mdb. ford.]}$$

Munkadarab sebessége és fordulatszáma:

$$q = \frac{v_c}{v_w} \rightarrow v_w = \frac{v_c}{q} = \frac{30}{127} = 0,236 [m/s] = 14,17 [m/min] \quad (6.3.62 \text{ képlet})$$

$$n_w = \frac{1000 \cdot v_w}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 14,17}{50,01 \cdot \pi} = 90,212 [1/min] \quad (6.3.63 \text{ képlet})$$

$$n_{w\text{ be}} = 100 [1/min] \quad (6.3.64 \text{ képlet})$$

$$v_w = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{w\text{ be}}}{1000} = \frac{50,01 \cdot \pi \cdot 100}{1000} = 15,711 [m/min]$$

$$q = \frac{v_c}{v_w} = \frac{1800}{15,711} = 114,569 \quad (6.3.65 \text{ képlet})$$

Egyenértékű átmérő:

$$d_{eq} = \frac{d_s \cdot d_w}{d_s + d_w} = \frac{350 \cdot 50,75}{350 + 50,75} = 43,7577 [mm] \quad (6.3.66 \text{ képlet})$$

Érintkezési hossz:

$$l_g = \sqrt{a_e \cdot d_{eq}} = \sqrt{0,005 \cdot 43,7577} = 0,4677 [mm] \quad (6.3.67 \text{ képlet})$$

(6.3.68 képlet)

Egyenértékű forgácsvastagság: $h_{eq} = \frac{v_w}{v_c} \cdot a_e = \frac{15,711}{1800} \cdot (0,005) = 2,5058 \cdot 10^{-4} [mm]$

Két szemcse közötti közepes távolság: $L_z = 8 [mm]$

Egy szemcsére eső forgácsvastagság:

(6.3.69 képlet)

$$h_z = \frac{1}{q_t} \cdot \sqrt{\frac{a_e}{d_{eq}}} \cdot L_z = \frac{1}{114,569} \cdot \sqrt{\frac{0,005}{43,7577}} \cdot 8 = 0,7464 \cdot 10^{-3} [mm]$$

(6.3.70 képlet)

Fajlagos forgácsoló erő: $k_c = k_{c1.1} \cdot h_z^{-z} = 1770 \cdot (0,7464 \cdot 10^{-3})^{-0,24} = 9964,55 [MPa]$

Forgácsoló erő:

(6.3.71 képlet)

$$F_c = k_c \cdot A_c \cdot k_\gamma = k_c \cdot f \cdot h_{eq} \cdot k_\gamma = 9964,55 \cdot 10 \cdot (2,50587 \cdot 10^{-4}) \cdot 4 = 99,88 [N]$$

$$k_\gamma = 4 \quad M8 \text{ miatt} \quad (6.3.72 \text{ képlet})$$

$$P_c = \frac{F_c \cdot v_c}{1000} = \frac{99,88 \cdot 30}{1000} = 3 [kW] \quad (6.3.73 \text{ képlet})$$

$$P_o = \frac{P_c}{\mu_g} = \frac{3}{0,75} = 4 kW$$

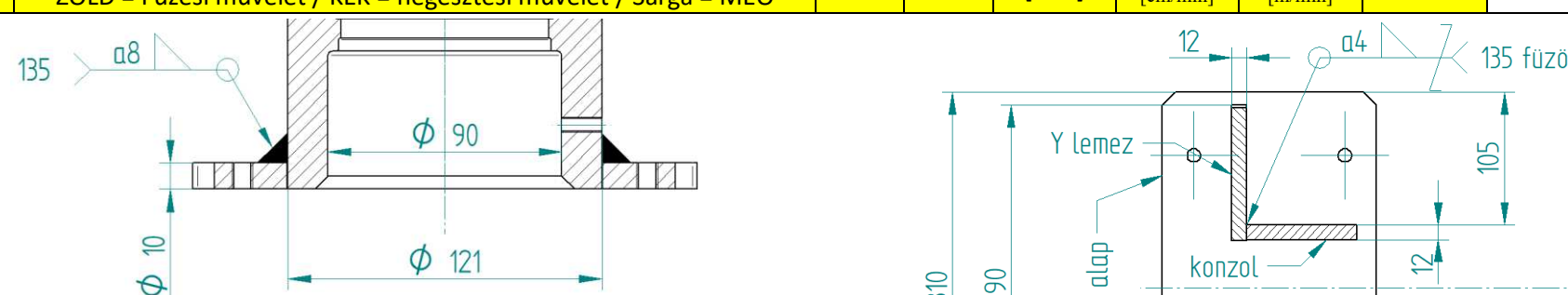
Gépi főidő:

(6.3.74 képlet)

$$t_{gf}^{sk} = 2 \cdot \frac{\left(L - \frac{1}{3} \cdot B\right)}{n_w \cdot f} \cdot \frac{R_s}{a_e} \cdot i = 2 \cdot \frac{\left(58,5 - \frac{1}{3} \cdot 40\right)}{100 \cdot 20} \cdot \frac{0,01}{0,005} \cdot 2 = 1,8066 [min]$$

$$R_s = D - d = 50,01 - 50 = 0,01 \quad (6.3.75 \text{ képlet})$$

4-es melléklet: Hegesztési művelet utasítás

Anyag: S355J0	Megnevezés: Rönkeszterga orsóház	Rajzsám: 20.010 – AS_2301					Lapsám: 1/3	
Műveleti Jel	Művelet leírása	135 - Hegesztés technológiai adatai						EWM Phoenix 451 Expert Plus
		U [V]	I [A]	HØ [mm]	V _{heg} [cm/min]	V _{huz} [m/min]	sorok száma	
ZÖLD = Fűzési művelet / KÉK = hegesztési művelet / Sárga = MEO								
								
0.1	Csatolt dokumentációk átolvasása, darabjegyzék szerinti forgácsolt, avagy szemceszórt alkatrészek meglétének és mennyiségének ellenőrzése.							Megjegyzés: WPS, Rajz, Műv. sorrendterv,
0.2	Varrathelyek tisztítása, megmunkálás előtti előkészítése. További szükséges felületkezelés az érintett felületen.							Ecset, kefe, kendő, zsíroldó folyadék.
1.0	Csillaglemez rögzítése forgató asztalra négy ponton. Csőház alkatrészt sablonnal középre igazít. Összefűzés minimum hat ponton, általános rendeltetésű, rendszer a4 fűző varrattal.	18/	120/	1,0/	-	-	-	OK Aristorod 12.50
1.1	Merőlegesség ellenőrzése, hossz ellenőrzése. Átemelés az előgyártmány hegesztőnek.							Talpas derékszög, mérőszalag
2.0	Letapadás gátló folyadékkal célfelületek befűvése. Körbevarrása forgató asztalon, a8-as sarokvarrattal. 135-ös eljárással PB helyzetben	22-19/	150/	1,2/	DC+ 18-20/	3,4/	3-1	OK Aristorod 12.50
2.1	Oldás, munkatér mellett raklapra tovább szállítás céljából oldalra tevés.							Karctű, helyező sablon.
3.0	Alaplap lemezek és talpas Y-ok fűző asztalra tétele, pozíció bemérés, alaplapra karcolás.							OK Aristorod 12.50
3.1	Alaplap lemezek fűzése rajz szerint négy helyen talpas Y-hoz. a4-es általános fűzővarrat használata. Ismétlés 2x	18/	120/	1,0/	-	-	-	OK Aristorod 12.50
4.0	Konzol lemezek asztalra tétele, pozíciójának bemérése és felkarcolása Talpas Y-ok és Alaplapok felületére.							Karctű, mérőszablon.

4-es melléklet: Hegesztési művelet utasítás

Anyag: S355J0	Megnevezés: Rönkieszterga orsóház	Rajzszám: 20.010 – AS_2301					Lapszám: 2/3	
Műveleti Jel	Művelet leírása ZÖLD = Fűzési művelet / KÉK = hegesztési művelet / Sárga = MEO	135- Hegesztés technológiai adatai						EWM Phoenix 451 Expert Plus
		U [V]	I [A]	HØ [mm]	V _{heg} [cm/min]	V _{huz} [m/min]	sorok száma	
								
4.1	Konzol lemezek általános a4-es fűzővarrattal való összefűzése minimum hat ponton. Ismétlés még egyszer a második konzollal.	18/	120/	1,0/	-	-	-	OK Aristorod 12.50
4.2	Merőlegesség és hőtágulás miatt torzulás, befoglaló méretek ellenőrzése.							Talpas Nagy derékszög, mérőszalag, tolómérő.
5.0	Raklapról való visszaemelése a csőház hegesztett előgyártmánynak.							
5.1	Lefogatott konzolos alap oldása. Konzolos alap és csőház egységek fűző készülékbe illesztése. Pozicionálás.							
5.2	Csőház és konzol érintkezés mentén a4-es általános fűzés az egyik oldalon 5 ponton, bentől kifelé.	18/	120/	1,0/	-	-	-	OK Aristorod 12.50
5.3	Fordítás ellen oldalra és 5.2-es pont ismétlése, a készülék tükrözött oldalán.	18/	120/	1,0/	-	-	-	OK Aristorod 12.50
6.0	Összefűzött gyártmány hegesztőasztalra helyezése a kirendelt hegesztési helyen.							
6.1	Főbb méretek ellenőrzése a munkafolyamat megkezdése előtt, felület tisztítás.							Ecset, zsíroló folyadék, mérőszalag, tolómérő.
6.2	Alaplap körbefutó „L” alakhegesztése, PB a8-as sarokvarrattal.	22- 19/	150/	1,2/	DC+ 18-20/	3,4/	3-1	
								OK Aristorod 12.50

4-es melléklet: Hegesztési művelet utasítás

Anyag: S355J0	Megnevezés: Rönkieszterga orsóház	Rajzszám: 20.010 – AS_2301						Lapszám: 3/3
Műveleti Jel	Művelet leírása ZÖLD = Fűzési művelet / KÉK = hegesztési művelet / Sárga = MEO	135 - Hegesztés technológiai adatai						EWM Phoenix 451 Expert Plus
		U [V]	I [A]	HØ [mm]	V _{heg} [cm/min]	V _{huz} [m/min]	sorok száma	
								
7.0	Fektetett bázisban alapház talp hegesztése, PB helyzetben, a8-as sarokvarratként. Szomszédos oldalon ismétlendő. Letapadás gátló használata kötelező a környező felületeken.	22-19/	150/	1,2/	DC+ 18-20/	3,4/	3-1	OK Aristorod 12.50
8.0	Csőház és alapház hegesztése konzol elemek mentén a10-es fél V varrattal. PA helyzetben hegesztendő. Letapadás gátló használata kötelező a környező felületeken.	21-26/	135- 250/	1,2/	DC+ 25-35/	3,0-7,2/	1-2	OK Aristorod 12.50
7-8.1	Alkatrész megfordítása és a 7.0 + 8.0 lépések ismétlése az ellenoldalon. Az előzőleg kifejtett feltételek mellett.	ism	ism	ism	ism	ism	ism	ism
9.0	Csőház és alapház végeken a10-es sarokvarrat hegesztése. PB helyzetben (bázispozíció fejtetőn állított) Elöl egy irányban, a hátsó oldalon a csillaglemez akadályozása miatt két szakaszban, bentől kifelé.	19-22/	150/	1,2/	DC+ 20-18/	3,4/	4-2	OK Aristorod 12.50
9.2	8.0, 8.1 pontban kialakított kötések felületeinek síkra csiszolása esztétikai szempontok miatt.							Bosch sarokcsiszoló (Kicsi)
9.3	Oldás és heg. végi ellenőrző mérések. Raklapra emelés.							Mérőszalag, tolómérő.
10.0	Végellenőrzés: méretek, központosság, Szemrevételezés és penetráció. Esetleges további ellenőrzések.							Szemrevételezés, Penetráció, Gépi bemérés

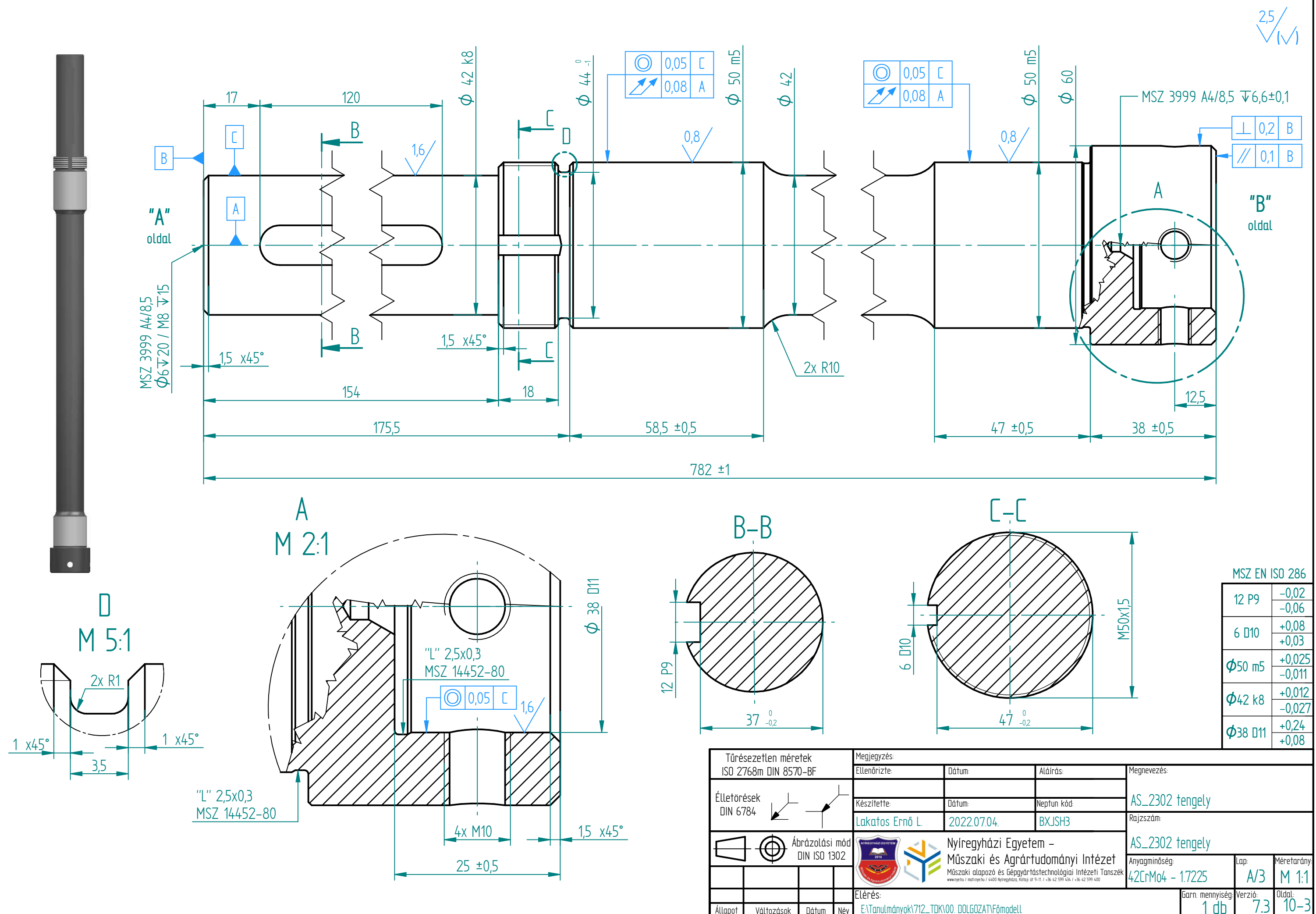
Szervezet: Nyíregyházi Egyetem Műszaki és Agrártudományi Intézet		SZERELÉSI DARABJEGYZÉK					Szerelési egység súlya:		Lapszám: 1/1	
Fő gyártmány: RÖNKESZTERGA		Rajzszám: 20.010-AS01_00		Szerelési egység: Főorsó		Rajzszám: 20.010-AS_2300				
Tétel szám	Darab- szám	Megnevezés	Szabvány	Anyag	Tömeg		Alkatrészforrás		Külső beszállító	
					db/kg	SUM kg	Gyártás	Előgyártmány		Alkatrész
1	4	AS_2305-Tokmánytüske		S355	0.024	0.096		X		
2	1	AS_2304-Tüskekoszorú		S355	1.37	1.37		X		
3	1	AS_2302-Főtengely		42CrMo4	9.15	9.15		X		
4	1	AS_2301-Főorsóház		S355J2	76.92	76.92	X			
5	1	Retesz 12x8x120	DIN 6885 A						X	
6	8	M12x45 Hlf. tm. csavar	DIN 933	Acél 8.8					X	
7	8	M12 lapos alátét	DIN 125 A	ST. Acél					X	
8	1	AS_2307-Csatlakozó gyűrű		S355	1.39	1.39		X		
9	8	M10x40 Hlf. tm. csavar	DIN 933	Acél 8.8					X	
10	4	Illesztő szeg Ø6x28mm	DIN 6325 ST	Ed. Acél					X	
11	1	KM10-Körmösanya M50x1,5	DIN 1804W						X	
12	1	BM10-Biztosító lemez	DIN 5406 NAT						X	
13	1	AS_2309-Végcszorító		BQ E.G_PLA	0.028	0.028		X		
14	1	Szimering TC57x90x13 - 722728		NRB					X	
15	1	Seeger gyűrű J 92 3	DIN 472	A2 Acél					X	
16	2	Zsírzószem M6		S235					X	
17	1	AS_2308-Távtartó gyűrű		S355	0.098	0.098		X		
18	2	Seeger gyűrű J 82 2,5	DIN 472	A2 Acél					X	
19	2	Szimering 50x82x8 - CRWA1 R		NRB					X	
20	2	Kúpgörgős csapágy 50x90x32	SKF 3DE 33210						X	
21	1	Seeger gyűrű J 97 3	DIN 472	NRB					X	
22	1	Szimering 60x95x10 - HRS5 RG		NRB					X	
23	1	AS_2306-Borító lemez		S355	0.127	0.127		X		
24	4	M10x16 Bkny csavar	DIN 912	A2 304					X	
25	6	M4x10 sf. Bkny csavar								
Kiállító: Lakatos Ernő Levente		Kelt: 2022.11.02.		Aláírás:		5-ös számú melléklet		Kapja:		
Ellenőrizte:		Kelt:		Aláírás:		Pld.		Egys.		
Javította:		Kelt:		Aláírás:		File elérés:				

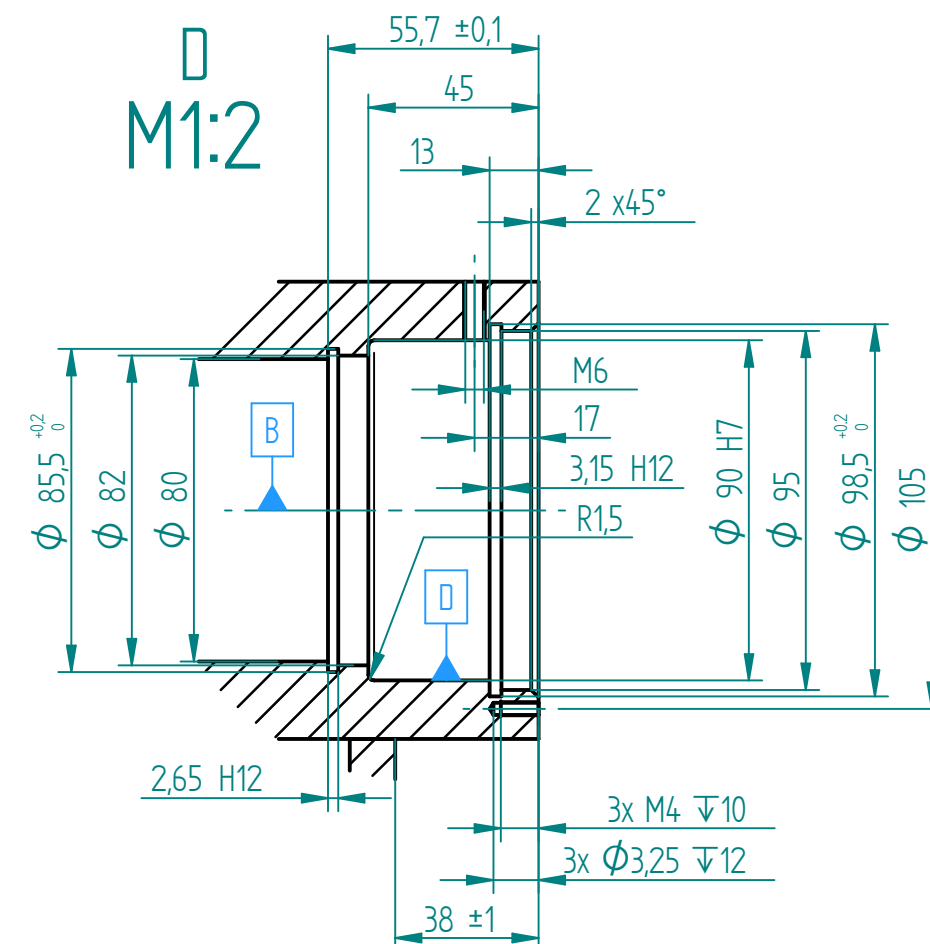
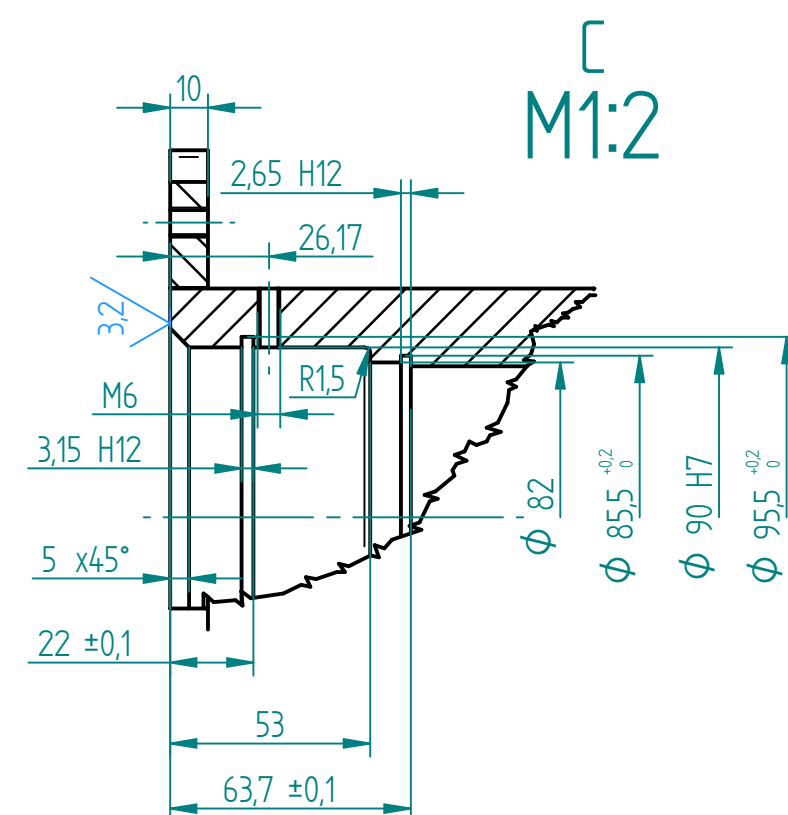
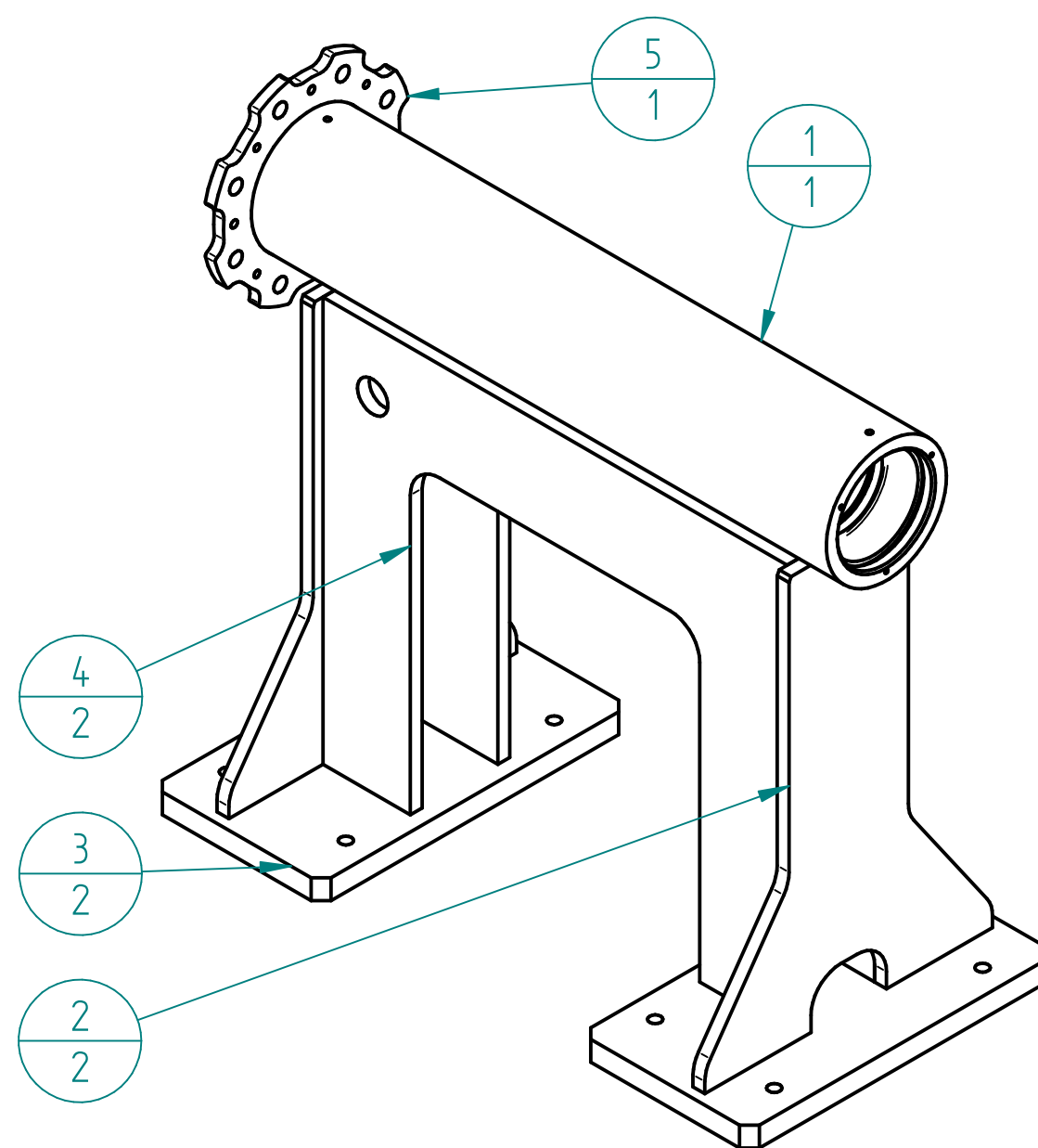
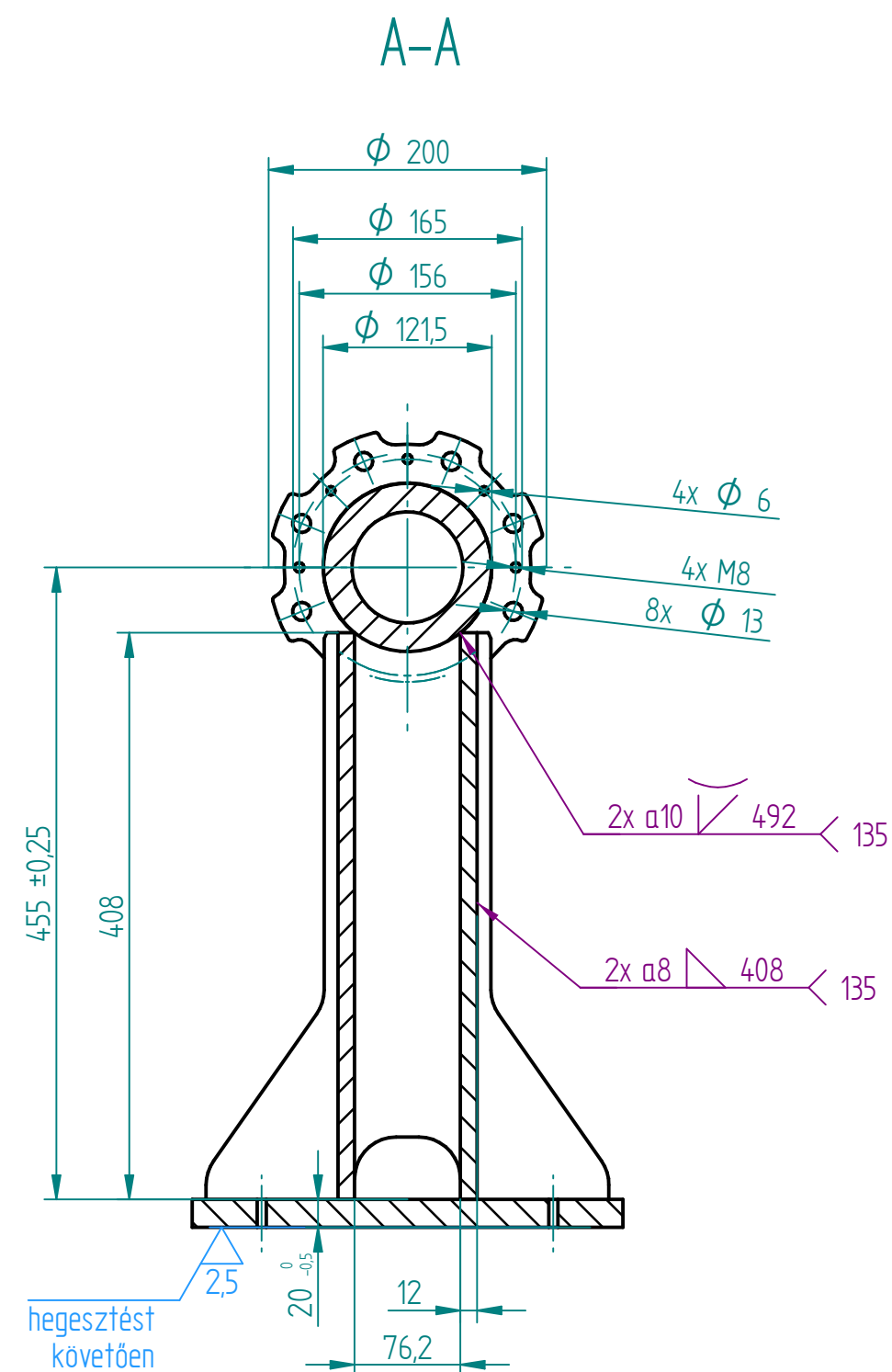
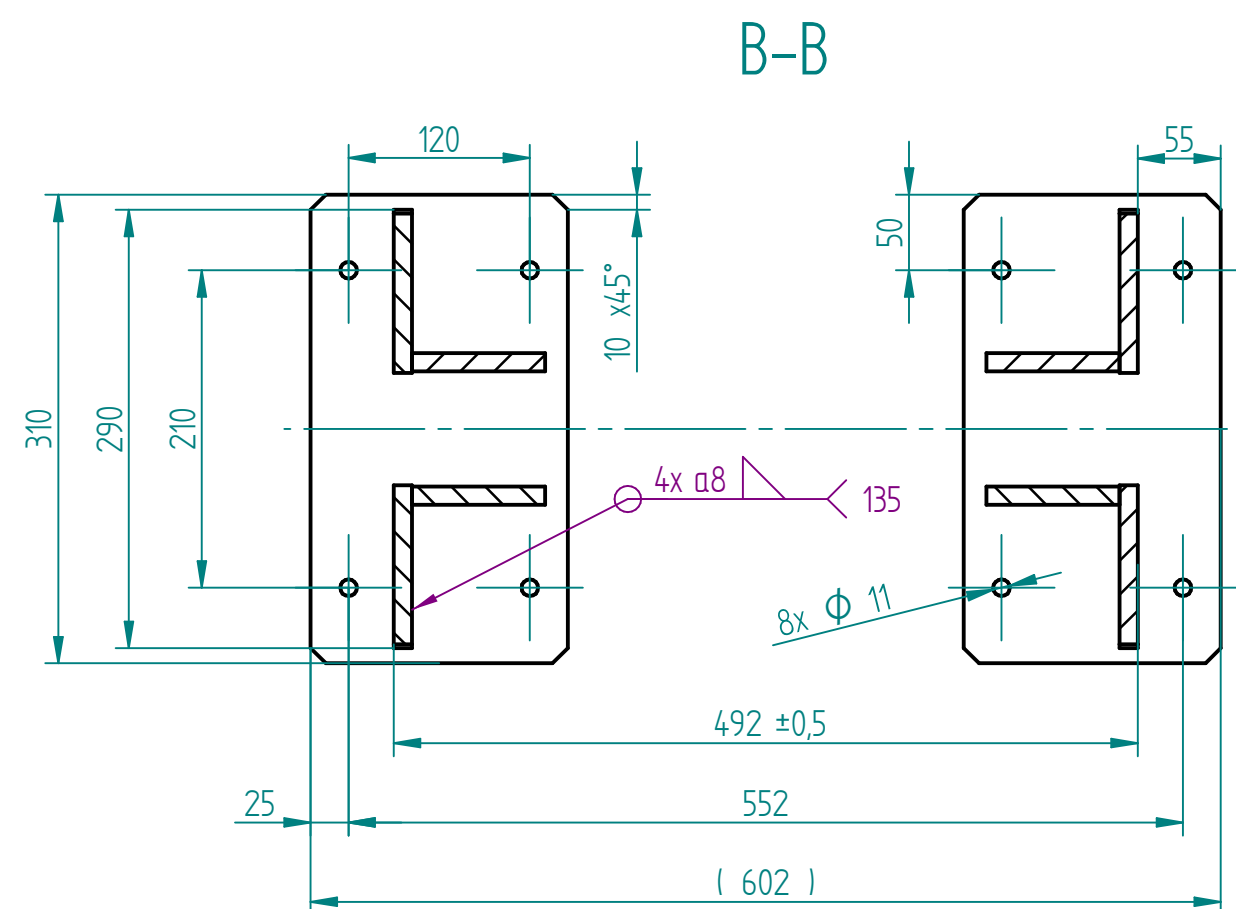
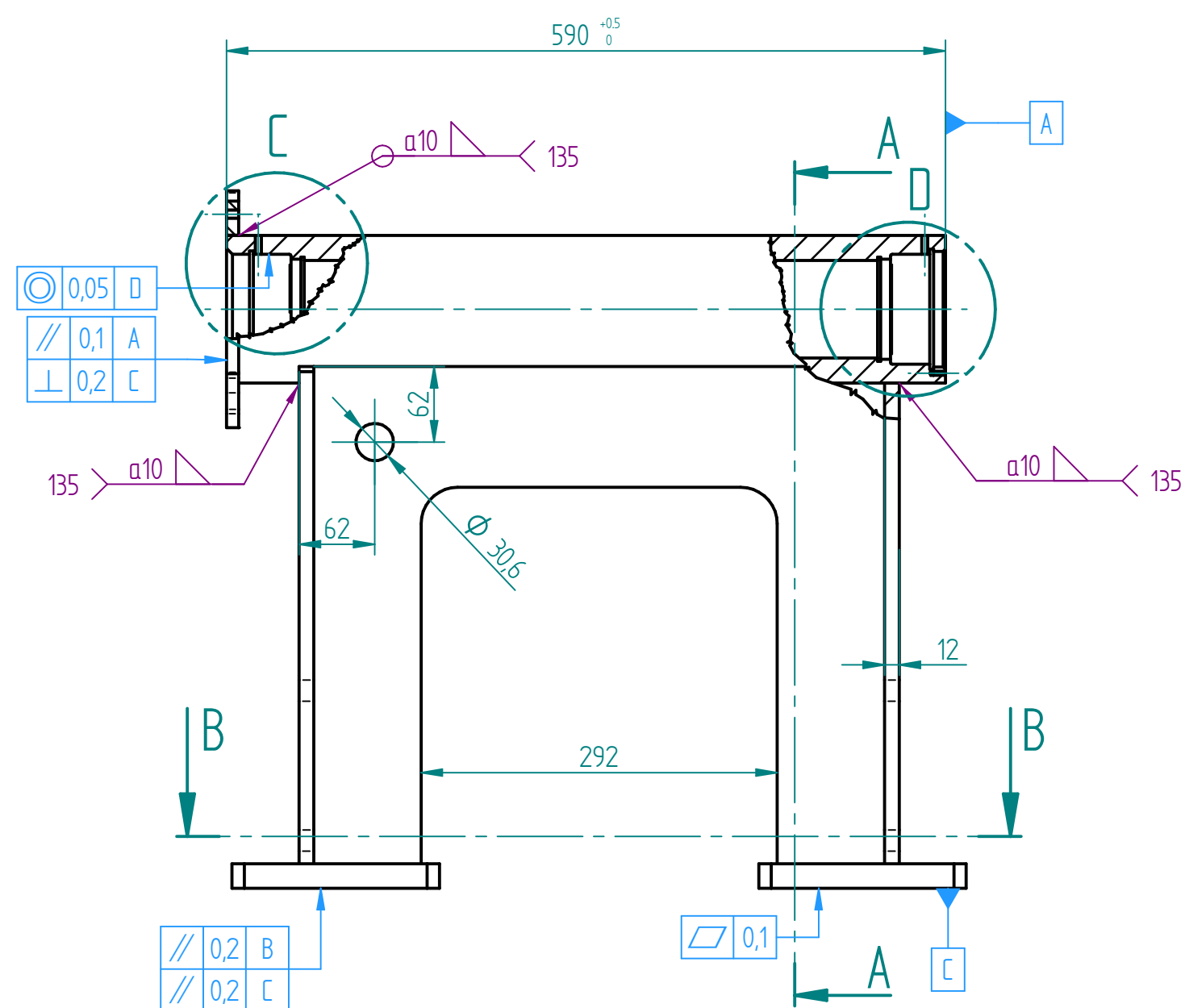
Szervezet: Nyíregyházi Egyetem Műszaki és Agrártudományi Intézet		SZERELÉS MŰVELETI UTASÍTÁS			Lapszám: 01.	
Szerelési egység megnevezése: Orsóház és tengely házasítás		Gyártmány megnevezése: RÖNKESZTERGA Főorsó		Rajkszám: 20.010-AS23_00		Műveleti tétel: A01.
Sorsz.	Műveleti elemek	Szükséges eszközök	Szerelési utasítás	Szükséges mennyiség	Folyamat állapot	Művelet norma ideje
1.	4.	Rásegítő emelődaru	Orsóház (4) előgyártmányt asztalra helyez emelődaru segítségével.	1	6.56 %	1'
2.	18, 19	Seeger fogó	Orsóház (4) csővébe belső seeger gyűrűket (18) helyükre illeszt. Szimeringet (19) front oldali seegernek ütköztetve a csőben helyére illeszt.	1	9.84 %	1' 30"
3.	3, 20,		Tengely (3) végétől kezdve, kúpgörgős csapágy (20) alsó gyűrűjét végig kell fűzni, bunkós vég peremén ütköztetni. Csapágy (20) felső gyűrűjét a tömítés mögött ütközésig a helyére tolni.	1	18.03 %	15"
4.	20,	Csapágykenő zsír	Csapágy felekre vékony zsírréteg felvittele, az ház (4) és tengely (3) fűzése	1	19.13 %	10"
Kiállító: Lakatos Ernő Levente			Kelt: 2022.11.11	Aláírás:		
Ellenőrizte:			Kelt:	Aláírás:		
Javította:			Kelt:	Aláírás:		
				7-es számú melléklet		
				Kapja:		
				File elérés:		

Szervezet: Nyíregyházi Egyetem Műszaki és Agrártudományi Intézet		SZERELÉS MŰVELETI UTASÍTÁS			Lapszám: 02.	
Szerelési egység megnevezése: Csapágybeállítás és tömítés-1		Gyártmány megnevezése: RÖNKESZTERGA Főorsó		Rajzszám: 20.010-AS23_00		Műveleti tétel: A02.
Sorsz.	Műveleti elemek	Szükséges eszközök	Szerelési utasítás	Szükséges mennyiség	Művelet előrehaladás	Művelet norma ideje
5.	19		Szimeringet (19) fel kell fűzni a tengelyre (3), ütköztetve a seegernek (18).	1	20,22 %	10"
6.	20	Csapágykenő zsír	Csapágy (20) külső gyűrűjét a házba kell helyezni, alsó gyűrűjét a tengelyre (3) fűzni. Vékony zsírréteggel kell kenni, végül illeszteni őket.	1	22,95 %	25"
7.	14, 17		Távtartó gyűrűre (17) szimeringet (14) felfűz. Ügyelni kell, hogy a tömítés belső oldala a váll felé nézzen.	1	24,04 %	10"
8.	14, 15, 17	Seeger fogó	Seeger gyűrűt (15) helyére illeszt, Szimeringet (14) és távtartót (17) mögé fűz.	1	28,96 %	45"
9.	11, 12,	Körmös kulcs, Mérőóra, Francia kulcs	Biztosító lemezt (12) tengelyre (3) fűz, kialakított hornyába illeszt. Csapágyanyát (12) mögötte menetén rögzít. Tengelyt meghúz, majd negyed fordulatot enged. Orsót megforgat, szükség szerint állít a feszességen. FIGYELEM! Minimális rés a csapágyak hőtágulásából adódva szükséges! Biztosító lemezt beállítás után meghajtva fixál.	1	65,03 %	5' 30"
Kiállító: Lakatos Ernő Levente			Kelt: 2022.11.11	Aláírás:		
Ellenőrizte:			Kelt:	Aláírás:		
Javította:			Kelt:	Aláírás:		
File elérés:				7-es számú melléklet Kapja:		

Szervezet: Nyíregyházi Egyetem Műszaki és Agrártudományi Intézet		SZERELÉS MŰVELETI UTASÍTÁS			Lapszám: 03.	
Szerelési egység megnevezése: Orsóház és tengely házasítás		Gyártmány megnevezése: RÖNKESZTERGA Főorsó		Rajzszám: 20.010-AS23_00		Műveleti tétel: A03.
Sorsz.	Műveleti elemek	Szükséges eszközök	Szerelési utasítás	Szükséges mennyiség	Művelet előrehaladás	Művelet norma ideje
10.	13, 25	Imbuszkulcs készlet	Végcszorító (13) süllyesztett furataiba csavarok (25) beillesztése, felfogatás a csapágyanya oldali csővégen	1	67,21 %	20"
11.	8, 10		Csatlakozó gyűrű (8) 4 db menet nélküli 6 mm-es furatába illesztőszegyek (10) behelyezése. A KILÓGÁS ellentétes a belső gyűrű központozító kimunkálásával.	1	71,58 %	40"
12.	6, 7		Csavarra (6) alátétet (7) fűz, csillaglemezben helyére illeszt. A03.11-el összeprésel, csavarokat illesztéskor hátulról megtámaszt	8	78,14 %	1'
13.	5		Retes (5) behelyezése a reteshornyába.	1	79,23 %	10"
Kiállító: Lakatos Ernő Levente			Kelt: 2022.11.11	Aláírás:		
Ellenőrizte:			Kelt:	Aláírás:		
Javította:			Kelt:	Aláírás:		
				7-es számú melléklet		
				Kapja:		
				File elérés:		

Szervezet: Nyíregyházi Egyetem Műszaki és Agrártudományi Intézet		SZERELÉS MŰVELETI UTASÍTÁS			Lapszám: 04.	
Szerelési egység megnevezése: Fekészítés csatlakozásra		Gyártmány megnevezése: RÖNKESZTERGA Főorsó		Rajkszám: 20.010-AS23_00		Műveleti tétel: A04.
Sorsz.	Műveleti elemek	Szükséges eszközök	Szerelési utasítás	Szükséges mennyiség	Művelet előrehaladás	Művelet norma ideje
14.	21	Seeger fogó	Seeger gyűrű (21) helyére illesztése.	1	81.42 %	20"
15.	22		Szimering (22) furatba helyezése, FIGYELEM! KELL lenni a gyűrű egyenletes hajlására, és a megfelelő illeszkedésére.	1	83.61 %	20"
16.	23, 25	Imbuszkulcs készlet	Borító lemezbe (23) csavarok (25) illesztése, front oldali csővég lezárása.	1	85.79 %	20"
17.	1, 2		Tüskesorozó (2) alkatrészbe, tűske (1) betekerése. Művelet oldala a tisztára oldalazott lépcső nélküli felület.	4	90.16 %	40"
18.	24	Imbuszkulcs készlet	Tengelybe (3) csavar (24) betekerése. Tokány (A04.17) rögzítése a tengelyhez csavarok meghúzása által.	4	98.36 %	1' 15"
19.	16		Zsírzsószem (16) betekerése az orsóház (4) függőleges menetes furataiba.	2	100 %	15"
Kiállító: Lakatos Ernő Levente			Kelt: 2022.11.11	Aláírás:		
Ellenőrizte:			Kelt:	Aláírás:		
Javította:			Kelt:	Aláírás:		
7-es számú melléklet				Kapja:		
File elérés:				File elérés:		

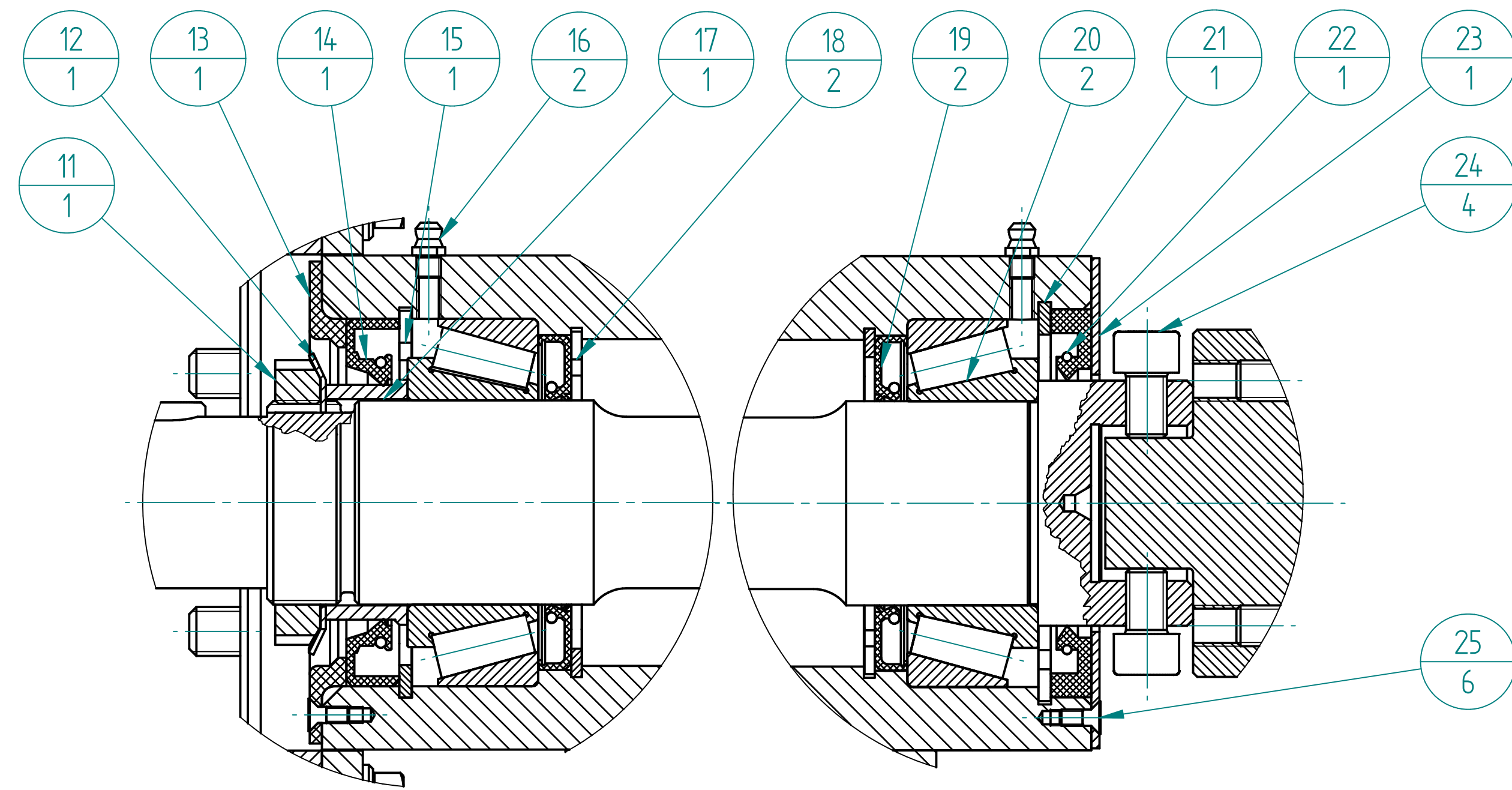
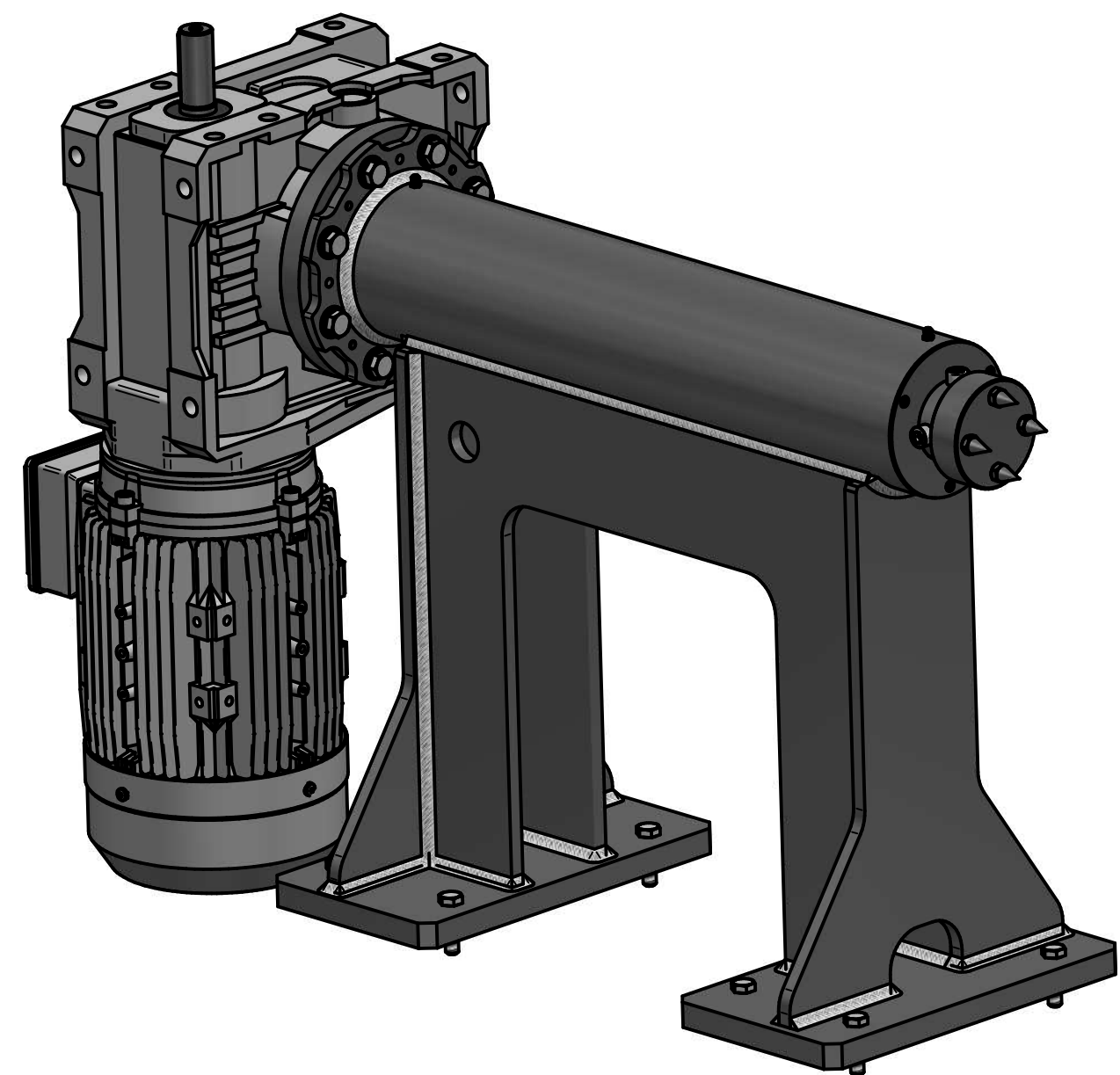
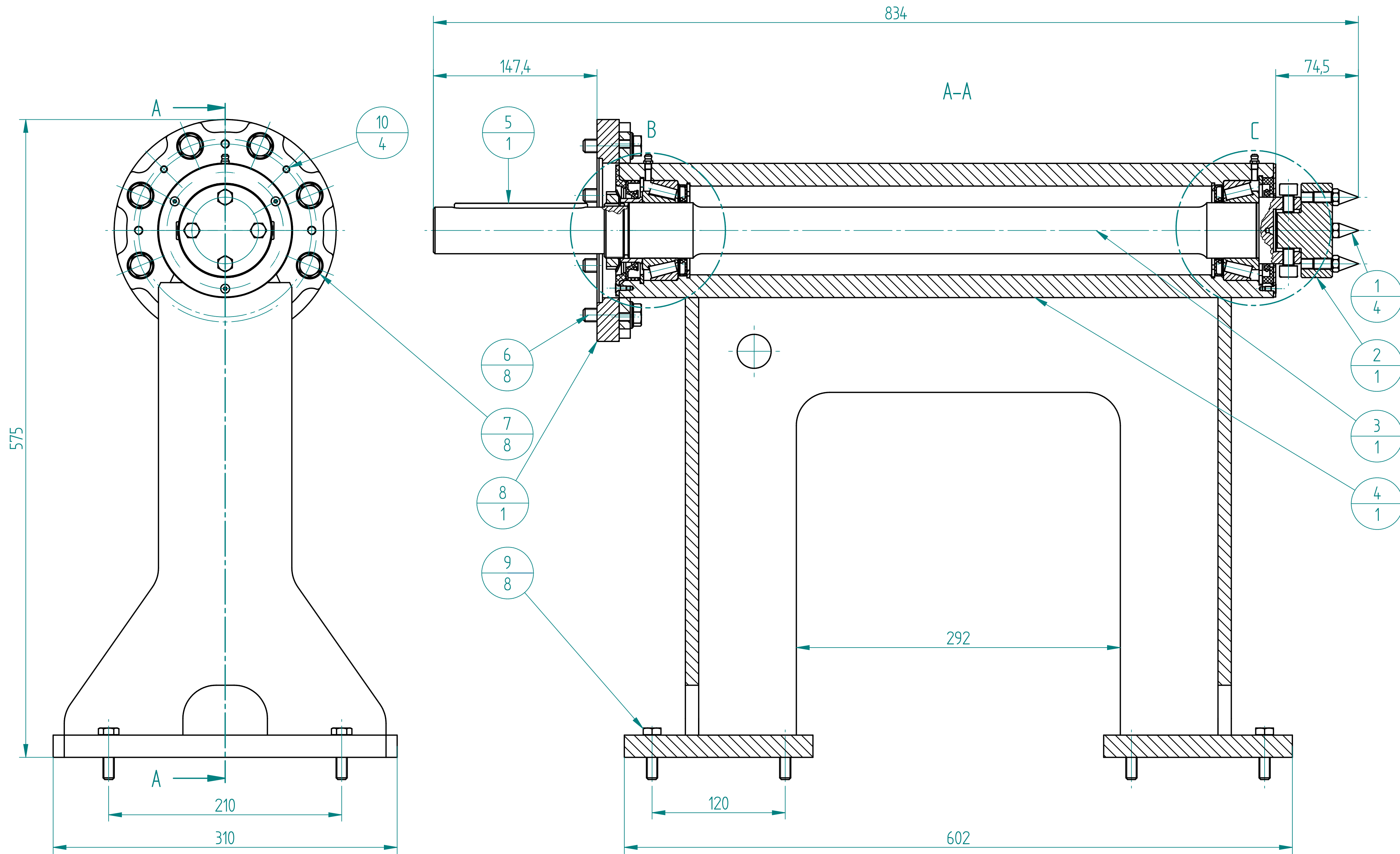




MSZ EN ISO 286

3,15 H12	+0,1 -0
2,56 H12	+0,1 -0
Ø 90 H7	+0,035 -0

5	1	Csillag lemez	S355	PSM1003	Forgácsolt	
4	2	Konzol lemez	S355	PSM1205	Lézer vg	
3	2	Alaplap	S355	PSM1017	Láng vg + Forg	
2	2	Talpas Y	S355	PSM1207	Lézer vg	
1	1	Orsó cső	S355	PRT_0005	Lézer vg	
TSZ	db	Megnevezés	Anyag	modellszám	Előgyártása	Megj.:
Törészetlen méretek ISO 2768m DIN 8570-BF			Megjegyzés:			
Élletorékok DIN 6784			Ellenőrizte:			
Ábrázolási mód DIN ISO 1302			Dátum:			
Állapot			Készítette:			
Valtozások			Dátum:			
Dátum			Neptun kód			
Név			Rajzszám:			
			Elérés:			
			Garn. mennyiség			
			Verzió			
			Oldal			



RÉSZLET B

RÉSZLET C

Műszaki adatok

M O T O R	Agisys B14 kivitelű Alumínium motor	
	Táplálási feszültség:	230/400 [V]
	Teljesítmény:	3 [kW]
	Pólusok száma:	4 [db]
	Sorozat jelölése:	TMS2
	Energiaosztály:	IE2
	Tengely magasság:	100L2
	I névleges (400V):	6,33 [A]
	Alapjáratí n ford:	1440 [1/min]
	Cosinus fi:	0,8
H A J T Ó M Ű	Hatásfok:	85,5 [%]
	Névleges nyomaték:	20,3 [Nm]
	M _{start} /M _n :	3,8
	M _{max} /M _n :	3,5
	I _s /I _n :	7,8
	Zaj dB (A):	64 [dB]
	Tömeg:	21,1 [kg]
	W 110_ U_ P100_B14 Csigahajtómű	
	Szögjáték (DeltaY):	9° + -2°
	Áttétel (i):	4 [db]
T A J E L Ö L É S	bemeneti ford:	1440 [1/min]
	kimeneti ford:	144 [1/min]
	kimeneti nyomaték:	177 [Nm]
	Táblázati hatásfok:	87 [%]
	R _{n2} :	8000
	Alapjáratí szlip:	3,1

25	6	M4x10 sf. Bkny csavar	A2 acél	DIN 7991	
24	4	M10x16 Bkny csavar	A2 304	DIN 912	
23	1	Borító lemez	S355		AS_2306
22	1	Szimering 60x95x10	NRB		HMS5 RG
21	1	Seeger gyűrű J 95 3	A2 acél	DIN 472	-x-
20	2	Küpgörgős csapágy 50x90x32		SKF 3DE 33210	egysoros
19	2	Szimering 50x82x8	NRB		CRWA1 R
18	2	Seeger gyűrű J 82 2,5	A2 Acél	DIN 472	-x-
17	1	Távtartó gyűrű	S355		AS_2308
16	2	Zsírzsószem M6	S235		
15	1	Seeger gyűrű J 92 3	A2 Acél	DIN 472	-x-
14	1	Szimering TC57x90x13	NRB		722728
13	1	Végcszorító	BQ E.G_PLA		AS_2309
12	1	Biztosító lemez		DIN 5406 NAT	MB10
11	1	Körmósanya M50x1,5		DIN 981	KM10
10	4	Illesztő szeg Ø6x28mm	Edzett Acél	DIN 6325 ST	
9	8	M10x40 Hlf. tm. csavar	Acél 8.8	DIN 933	horganyzott
8	1	Csatlakozó gyűrű	S355		AS_2307
7	8	M12 lapos alátét	ST. Acél	DIN 125 A	horganyzott
6	8	M12x45 Hlf. tm. csavar	Acél 8.8	DIN 933	horganyzott
5	1	Retesz 12x8x120		DIN 6885 A	
4	1	Főorsóház	S355J0		AS_2301
3	1	Főtengely	42CrMo4		AS_2302
2	1	Tüskesorozó	S355		AS_2304
1	4	Tokmánytüske	S355		AS_2305
TSZ	db	Megnevezés	Anyag	Szabvány	Megjegyzés

Törőszelvény méretek ISO 2768m DIN 8570-BF		Megjegyzés Ellenőrzte		Datum		Aláírás		Megnevezés	
Élletreállítás DIN 6784		Készítette		Datum		Helyi kód		AS_2300 FŐORSÓ	
Ábrázolási mód DIN ISO 1302		Lakatos Ernő L.		2022.09.25.		BKJSH3		Rajzszám	
Nyiregyházi Egyetem - Műszaki és Agrárudományi Intézet		Nyiregyházi Egyetem - Műszaki és Agrárudományi Intézet		Anyagminőség		AS_2300 FŐORSÓ		Verzió	
Előírás		Tervező		Ellenőrzte		Ábrázolási mód		Művelet	
Alaprajz		Változatok		Datum		Ábrázolási mód		Művelet	