

SZAKDOLGOZAT

Bögér Ádám József
Gépészmérnök Bsc

Gödöllő
2025



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Gépészmérnök Bsc Szak

MEZŐGAZDASÁGI KEVERŐTARTÁLY
REKONSTRUKCIÓS TEVEZÉSE

Belső konzulens: Dr. Kári-Horváth Attila
Egyetemi Docens

Külső konzulens: Bánhegyi József
Termelési vezető

Készítette: **Bóger Ádám József**
A3U1GH
nappali

Intézet/Tanszék: Műszaki Intézet
Anyagtudományi és Gépipari Folyamatok

Gödöllő
2025

MŰSZAKI INTÉZET
GÉPÉSZMÉRNÖK ALAPSZAK
Gépgyártó specializáció

SZAKDOLGOZAT
feladatlap

Bögér Ádám József (A3U1GH)

részére

A szakdolgozat címe:

Mezőgazdasági keverőtartály rekonstrukciós tervezése

Feladatkiírás:

Bevezetés, Cégbemutató, Szakirodalom feldolgozás, Probléma bemutatás, Hegesztés-technológiai tervezés, Gyártástechnológiai tervezés, Készülék tervezés, Összefoglalás

Közreműködő tanszék: Anyagtudományi- és Gépipari Folyamatok

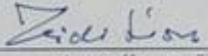
Külső konzulens: Bánhegyi József, Termelési vezető, Go-Metall Kft.

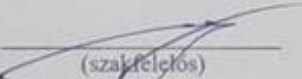
Belső konzulens: Dr. Kári-Horváth Attila, egyetemi docens, Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem, Műszaki Intézet

Beadási határidő: 2025. november 04

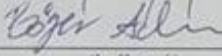
Gödöllő, 2025. szeptember 08

Jóváhagyom


(tanszékvezető)


(szakfelelős)

Átvettem


(hallgató)

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

Gödöllő, 2025.


(külső konzulens)

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	6
2. Cégbemutató.....	7
3. Szakirodalom feldolgozása.....	8
3.1 Anyagismeret.....	8
3.1.1 Szerkezeti acél	9
3.2 Hegesztési technológiák általános bemutatása	10
3.2.1 Választott hegesztési technológia	12
3.3. Forgácsolás	15
3.3.1 Darabolás	15
3.3.2 Esztergálás	17
3.3.3 Karusszeleszterga	18
3.4 Előtervezés célja és folyamata.....	19
3.5. Hűtő-Kenő Folyadékok	20
4. Probléma bemutatása	22
4.1 A berendezés bemutatása és működése	22
4.2 A kialakított szerkezet hibái és működési problémái	23
4.3 Javasolt megoldások és rekonstrukciós lehetőségek	25
5. Anyag és módszer:.....	26
5.1 Konceptiók felvázolása:.....	26
5.1.1 Lehetséges eljárások, amellyel a tartály elkészíthető:	26
5.1.2 Lehetséges anyagok, amellyel a tartály elkészíthető:	26
5.1.3 Az általam javasolt eljárás és anyag:	27
5.2 Alapanyag választás és előgyártás:.....	27
5.3 Hegesztés technológia tervezés:	28
5.4 Az 1. számú V varrat	29
5.4.1 Az alapanyag carbon egyenértékének meghatározása:.....	29
5.4.2 A szükséges hőbevitel meghatározása:.....	30
5.4.3 Hegesztési sebesség meghatározása:	31
5.4.4 A varrat tömegének és térfogatának meghatározása:	31
5.4.5 A szükséges védőgáz mennyisége:.....	32
5.4.6 Energiaszükséglet meghatározása:	33
5.4.7 Huzal-előtolási sebesség meghatározása:	35
5.4.8. Az 1. számú V varrat adatainak összegzése	36
5.5 A 2. számú 1/2 V sarokvarrat:	36

5.5.1 Az alapanyag carbon egyenértékének meghatározása:.....	36
5.5.2 A szükséges hőbevitel meghatározása:.....	36
5.5.3 Hegesztési sebesség meghatározása:	37
5.5.4 A varrat tömegének és térfogatának meghatározása:	38
5.5.5 A szükséges védőgáz mennyisége:	39
5.5.6 Energiaszükséglet meghatározása:	39
5.5.7 Huzal-előtolási sebesség meghatározása:	40
5.5.8. A 2. számú 1/2 V varrat adatainak összegzése	41
5.6 A 3. számú 1/2 V sarokvarrat:	42
5.6.1. A 3. számú 1/2 V varrat adatainak összegzése	42
5.7. Hegesztés összesítése:	43
6 Készüléktervezés	44
6.1 A készülék működési elve és alkalmazásának indokoltsága	44
6.2 A készülék tervezésének menete:	45
6.3 Felhasznált anyag.....	50
6.4 A készülék használatának menete:	50
Összefoglalás	51
Summary.....	52
Nyilatkozatok.....	53
Irodalomjegyzék	59
Mellékletek jegyzéke	62
Mellékletek	63

1. Bevezetés

A gépek és berendezések fejlesztése során kiemelt szerepet kap a szerkezeti elemek megbízható és gazdaságos kialakítása, különös tekintettel a hegesztett kötésekkel létrehozott alkatrészekre. A hosszú élettartam, a könnyű karbantarthatóság és a gyártás hatékonysága alapvető elvárások, amelyek meghatározzák a tervezési és gyártási folyamatokat. A szakdolgozat témája ezen elvárások mentén foglalkozik egy mezőgazdasági keverőgép adagoló tartályához kapcsolódó szerkezeti egység részletes vizsgálatával.

A dolgozat keretében a feladatom az volt, hogy egy meglévő összeállítási rajz alapján elkészítsem az egyes alkatrészek tételrajzait, valamint meghatározzam a megfelelő hegesztési technológiát. A munkát gyakorlati keretek között végeztem a Go-Metall Kft. vállalatnál, amely hazai gépgyártó cég, és ahol mérnöki asszisztensként vettem részt a gyártási előkészítési folyamatokban. A projekt során lehetőségem nyílt közvetlenül részt venni a tervezési és dokumentációs munkákban, különös figyelmet fordítva a hegesztett kötésekkel érintő technológiai szempontokra.

A dolgozat célja, hogy átfogó képet adjon a mérnöki tervezés és a gyártástechnológia kapcsolatáról a gyakorlatban. A megoldási folyamat részeként először áttekintem a témához kapcsolódó hazai és nemzetközi szakirodalmat, amely kiterjed a fémes kötésekre, különböző hegesztési eljárásokra és a mezőgazdasági gépszerkezetek jellemzőire. Ezt követően bemutatom a konkrét problémát, amely egy több részből álló tartályszerkezet megfelelő kialakítását és gyárthatóságát érinti. A dolgozat részletesen ismerteti a tervezési folyamat lépéseit, a választott hegesztési technológia indoklását, valamint az egyes alkatrészek tételrajzainak elkészítését. A végső szakaszban bemutatásra kerül a dokumentáció összesítése, valamint az elkészült megoldás mérnöki értékelése. A tervezés műszaki részletein túl gazdasági szempontok is megjelennek, különös tekintettel az anyagköltségre és a gyártással kapcsolatos ráfordításokra. A tervezési folyamat során a háromdimenziós modellezést és a műszaki dokumentációk elkészítését Autodesk Inventor szoftver segítségével végeztem, amely lehetőséget biztosított az alkatrészek pontos, gyártásra alkalmas megjelenítésére, valamint a szükséges műhelyrajzok létrehozására.

2. Cégbemutató

A Go-Metall Kft. egy magyar tulajdonban lévő családi vállalkozás, amely 1990-ben alakult, és azóta folyamatosan a fémmegeg munkálás területén tevékenykedik. A cég székhelye Budapest XXI. kerületében található, de 2014 júliusában új telephelyet létesítettek Tabon, a Koppány utca 3. szám alatt. Az új telephely kialakítása a cég számára lehetőséget biztosított a gyártási kapacitások bővítésére, valamint az üzemi és szerelőcsarnokok kialakításával jelentősen javította a gyártási hatékonyságot.

Fő tevékenységei közé tartozik a fémek forgácsolása, gépalkatrészek gyártása, illetve gépszereles. Az általuk készített termékek közé tartoznak az öntvények, acélok, alumíniumok, valamint hegesztett szerkezetek, mind a kisebb, mind a nagyobb súlyú alkatrészek esetében. A cég termékeit és szolgáltatásait elsősorban ipari felhasználásra kínálja, és szoros együttműködésben dolgozik számos nemzetközi partnerei számára, különös figyelmet fordítva a minőségre és a határidők betartására.

A vállalat számára kiemelt jelentőséggel bír az exporttevékenység, hiszen termékeinek jelentős részét külföldre értékesíti. Az exportpiacok között megtalálhatóak az olyan fejlett ipari országok, mint Németország, Belgium, Hollandia, Svédország, Franciaország, valamint az Egyesült Államok. A Go-Metall Kft. hosszú évek óta megbízható szállítója az európai és amerikai gépgyártó cégeknek, és célja, hogy továbbra is stabil, hosszú távú partneri kapcsolatokat ápoljon.

A cég működése során mindig is fontos szerepet kapott a minőségbiztosítás és a folyamatos fejlődés. A Go-Metall Kft. az MSZ EN ISO 9001:2015 szabvány előírásainak megfelelően működik, amely biztosítja a termékek és szolgáltatások folyamatos minőségi felügyeletét. A vállalat a precizitásra, a megbízhatóságra és a gyors reagálásra építette fel hosszú távú sikerét, és mindent megtesz annak érdekében, hogy a legújabb technológiák alkalmazásával maradjon versenyképes a piacon.

A Go-Metall Kft. célja, hogy a következő évtizedekben is sikeresen működjön, és továbbra is kiemelkedő szereplője maradjon a hazai és nemzetközi fémmegeg munkálási iparágban. A vállalat számára alapvető, hogy folyamatosan bővítse szolgáltatásait, és a legmodernebb technológiákat alkalmazza a gyártási folyamatok során, miközben biztosítja a környezetbarát működést és a fenntartható fejlődést.

3. Szakirodalom feldolgozása

3.1 Anyagismeret

Sav- és korrózióállóság

A sav- és korrózióállóság egy adott anyag azon képességét jelenti, hogy ellenáll a kémiai környezet hatásainak, különösen a savas közegeknek és a nedvesség által előidézett oxidatív folyamatoknak. Ez a tulajdonság kiemelten fontos a vegyiparban, a tengeri környezetben használt szerkezeteknél, valamint mindenhol, ahol az anyag hosszú távú kémiai stabilitása elengedhetetlen. Az ötvözőelemek – például a króm vagy a nikkel – jelentős szerepet játszanak a korrózióállóság javításában.[1]

Mechanikai tulajdonságok

A mechanikai tulajdonságok közé tartozik többek között a szakítószilárdság, keménység, szívósság, rugalmasság és kopásállóság. Ezek a jellemzők alapvetően meghatározzák, hogy egy anyag hogyan viselkedik külső erőhatásokkal szemben. Az anyag kiválasztásánál és alkalmazásánál döntő szerepet játszanak, különösen gépkatrészek, tartószerkezetek és járműipari elemek esetében. A tulajdonságok mérése szabványosított eljárások szerint történik, és az eredmények fontos információt nyújtanak a tervezők számára.[1] [5]

Önthetőség és hőkezelhetőség

Az önthetőség azt fejezi ki, hogy egy fém vagy ötvözet milyen mértékben alkalmas különféle öntészeti eljárásokra. A jó önthetőség érdekében fontos a megfelelő folyási képesség, zsugorodási viselkedés és repedésállóság. A hőkezelhetőség arra utal, hogy az adott anyag milyen mértékben reagál különböző hőkezelési eljárásokra (pl. edzés, megeresztés, izzítás), és ezek hogyan befolyásolják a szerkezetét és mechanikai tulajdonságait. A jó hőkezelhetőség lehetővé teszi a kívánt szilárdság, keménység vagy szívósság elérését.[28]

Vegyszerállóság

A vegyszerállóság az anyag azon tulajdonságát írja le, hogy különféle szerves és szervetlen vegyületekkel való érintkezés során is megőrzi fizikai és kémiai szerkezetét. Ezt a jellemzőt gyakran vizsgálják különféle ipari környezetekben, ahol az anyag rendszeresen érintkezik lúgokkal, savakkal, oldószerekkel vagy egyéb agresszív közegekkel. A megfelelő

vegyszerállóság biztosítása kritikus szempont a biztonságos és tartós üzemeltetés szempontjából. [1] [5] [28]

3.1.1 Szerkezeti acél

A szerkezeti acélok olyan ötvözetlen vagy kis mértékben ötvözött acélfajták, amelyeket különféle teherviselő szerkezetek és gépelemek gyártására alkalmaznak. Ezeket az acélokat úgy tervezik, hogy megfelelő szilárdságot, hegeszthetőséget és alakíthatóságot biztosítsanak, miközben költséghatékonyak is maradnak. Különösen a gépgyártás, az építőipar és a mezőgazdasági gépészet területén van jelentős szerepük.[20]

Az S355J2 egy általánosan használt, nemesítetlen, ötvözetlen szerkezeti acél, amelyet elsősorban olyan gépészeti és szerkezetépítési alkalmazásokban használnak, ahol fontos a megfelelő szilárdság, hegeszthetőség és gyárthatóság. Az "S" jelölés a szerkezeti (Structural) alkalmazásra utal, míg a "355" a minimális folyáshatárt jelöli megapascálban (MPa) 16 mm alatti anyagvastagság esetén. A "J2" utótag azt jelenti, hogy az anyag $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on is ütőszilárdsági követelményeknek felel meg, azaz hideg környezetben is biztonságosan alkalmazható.[5]

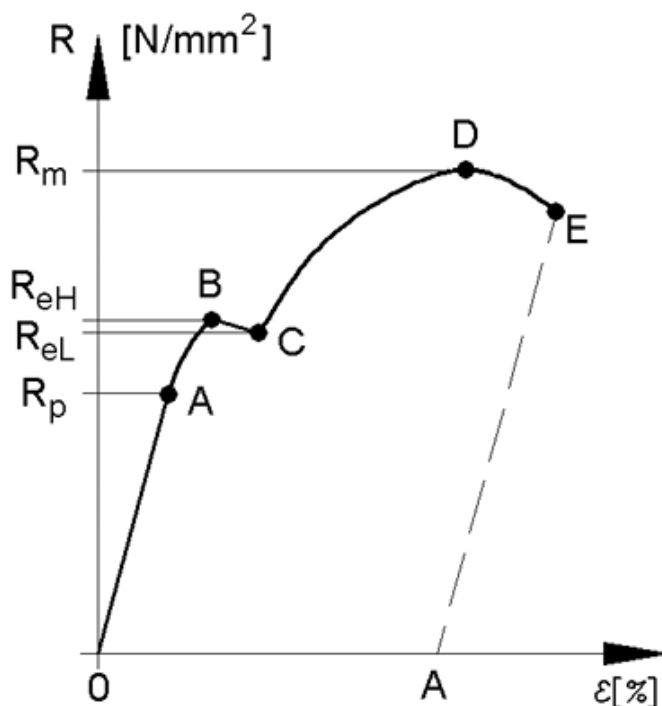
Ez az acél kiválóan alkalmas hegesztett, statikusan vagy enyhén dinamikus terhelte szerkezetekhez, így például mezőgazdasági gépalkatrészekhez, tartályokhoz, vázszerkezetekhez. Jó hegeszthetősége lehetővé teszi az egyszerű szerkezeti összeállítást külön előmelegítés nélkül, ami gazdaságosabbá és gyorsabbá teszi a gyártást. Emellett megfelelő mechanikai tulajdonságokkal rendelkezik, ami hosszú élettartamot biztosít az üzemi terhelésekkel szemben.[1]

A szerkezeti acélok besorolása alapvetően a mechanikai tulajdonságaikon – különösen a folyáshatáron – alapul, amelyet az európai EN szabvány szerint a típusjelölés számszerűen is tartalmaz. Emellett a vegyi összetétel, az ütőszilárdság, valamint a felhasználási terület is szerepet játszik az acélok kategorizálásában.[28]

Az ötvözetlen, általános célra gyártott szerkezeti acélok jellemzően melegalakítással vagy normalizáló hőkezeléssel, illetve bizonyos esetekben hidegalakított állapotban kerülnek forgalomba. Ezeket az acélokat főként szilárdsági mutatóik – például a folyáshatár

(R_{eH}) és a szakítószilárdság (R_m) – alapján választják ki, különösen hegesztett szerkezetek esetén. Széles körben alkalmazzák őket az építőiparban, a járműgyártásban, valamint a gépészetben. Az alacsony széntartalmú változatok (0,06–0,3% C) puhábbak, jól formálhatók, hajlíthatók és kiválóan hegeszthetők. A közepes széntartalmú acélok (0,3–0,6% C) nagyobb mechanikai szilárdságot nyújtanak, jobban forgácsolhatók és megmunkálhatóságuk is kedvezőbb.[1]

3.1. ábra szerkezeti acél szakító diagramm



Az 3.1. ábrán egy lágyacél szakítódiagramja látható, ahol a függőleges tengely a feszültséget, míg a vízszintes tengely a megnyúlást ábrázolja. A görbe alapján jól meghatározhatók az anyag legfontosabb mechanikai tulajdonságai, például a folyáshatár, a szakítószilárdság és a rugalmassági szakasz jellemzői. [20]

3.2 Hegesztési technológiák általános bemutatása

A hegesztés olyan anyagösszekötő eljárás, amelynek során két vagy több szilárd testet hő, nyomás vagy ezek kombinációjának hatására tartósan, oldhatatlan kötéssel egyesítenek. A folyamat során az illesztett felületek az olvadáspont közelébe melegednek, vagy meg is olvadnak, és szükség esetén hozaganyag (hegesztőhuzal vagy pálca) is alkalmazható az anyagtérfogat pótlására. Az összekötött elemek az összeolvadás vagy

szerkezeti átalakulás után lehülve egyetlen, szilárd egységet alkotnak. A hegesztés különféle anyagokon alkalmazható, és elengedhetetlen szerepet játszik a gépgyártás, szerkezetépítés és javítási munkák területén.[4]

Hegesztési technológiák csoportosítása

Olvasós hegesztés

Az illesztendő anyagokat hő hatására megolvastják, a kötés az olvadt állapotban létrejövő anyagegyesülés révén jön létre. Általában hozaganyaggal történik, de lehet nélküle is.[4]

Főbb eljárásai:

Kézi ívhegesztés (MMA)

Védőgáz ívhegesztés (MIG/MAG)

AWI/TIG hegesztés

Plazmaíves hegesztés

Lánghegesztés

Elektronsugaras hegesztés

Lézeres hegesztés

Nyomásos hegesztés

A kötés kialakulását mechanikai nyomás segíti elő, amelyet esetenként hőhatással kombinálnak. Az anyagok nem minden esetben olvadnak meg, hanem képlékeny állapotban kerülnek összepréselésre. [4] [19]

Főbb eljárásai:

Duzzasztásos hegesztés

Szikrahegesztés

Dörzshegesztés

Ultrahangos hegesztés

Hideghegesztés

Ponthegeesztés

Vegyes eljárások / különleges technikák

Ezek az eljárások olyan technológiai változatokat foglalnak magukba, amelyek speciális elven működnek, vagy az olvadásos és nyomásos eljárások kombinációját alkalmazzák.

Példák:

Fröcsköléses hegesztés

Diffúziós hegesztés

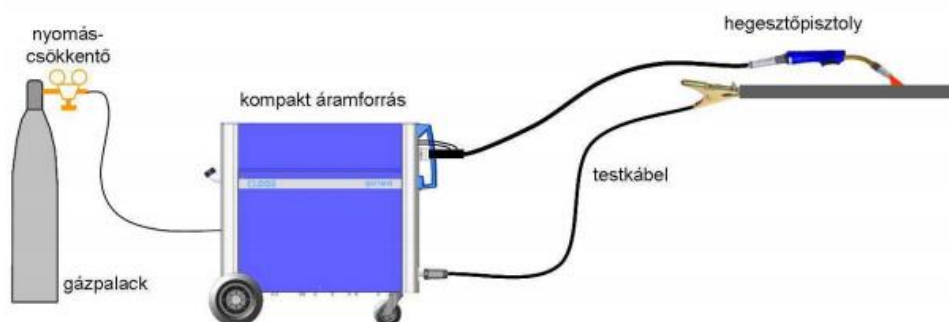
Termites hegesztés

Fémragasztással kombinált kötési eljárások [4] [10] [19] [20]

3.2.1 Választott hegesztési technológia

A védőgázos ívhegesztés huzalelektrodával – szakmai nevén MAG hegesztés (3.2. ábra) (Metal Active Gas) – egy korszerű, félautomata vagy automata ívhegesztési eljárás, amely során folyamatosan adagolt huzalelektroda biztosítja a hozaganyagot, míg a hegesztési zónát egy aktív védőgáz (legtöbbször szén-dioxid, CO₂ vagy argon-CO₂ keverék) védi az oxidációtól és a légköri szennyeződésektől. Az eljárás során az ív az alapanyag és a huzalelektroda között keletkezik, az így keletkező hő hatására az alapanyag és a huzal egyaránt megolvad, és létrejön a varrat. [10],[21]

3.2. ábra Hegesztőgép vázlatrajza



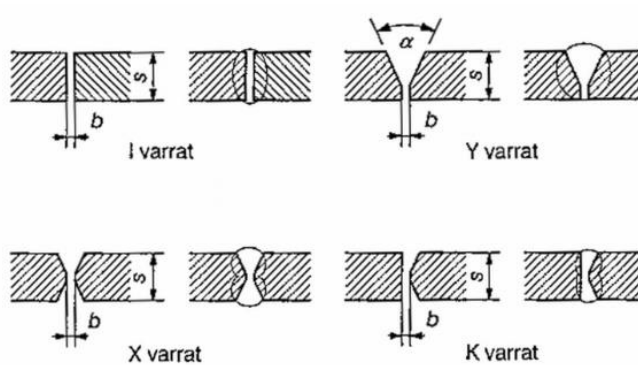
A MAG hegesztés rendkívül elterjedt az iparban, különösen ott, ahol acél alapanyagok gyors és hatékony összeállítása szükséges – így például az építőiparban, gépgyártásban és mezőgazdasági gépek szerkezetépítésében. A szén-dioxiddal történő hegesztést a gyakorlatban gyakran „CO-hegesztésként” emlegetik, mivel tisztán CO₂ gáz használatával is végezhető. Ez gazdaságos megoldást kínál, főként ötvözetlen vagy gyengén ötvözött szerkezeti acélok esetében. [26]

A huzalelektrodás hegesztés egyik legfőbb előnye a magas hegesztési sebesség és a jó termelékenység, melyet az automatizálhatóság is támogat. A hegesztési varratok általában megfelelő mechanikai tulajdonságokkal bírnak, és különösen vastagabb anyagok esetén biztosítják a kellő szilárdságot. A megfelelő hegesztési paraméterek (pl. feszültség, huzalsebesség, gázáramlás) beállítása azonban nagyban befolyásolja a varrat minőségét. A módszer hátránya, hogy védőgáz használata miatt huzatmentes, zárt munkakörnyezet szükséges, különben a gáz elsodródhat, ami porózus varrathoz vagy oxidációhoz vezethet.

A hegesztési eljárás munkamenete:

A hegesztés első lépése a munkadarab megfelelő előkészítése. Ez magában foglalja az illesztendő felületek tisztítását, valamint az esetleges élkiképzést (3.3-as ábra) (pl. V- vagy Y-varratkialakítás vastagabb lemezek esetén). Az előkészített alkatrészeket hegesztőasztalon vagy sablonban célszerű rögzíteni a torzulás elkerülése érdekében. [10]

3.3. ábra példák az élkiképzésre



Hegesztőgép beállítása

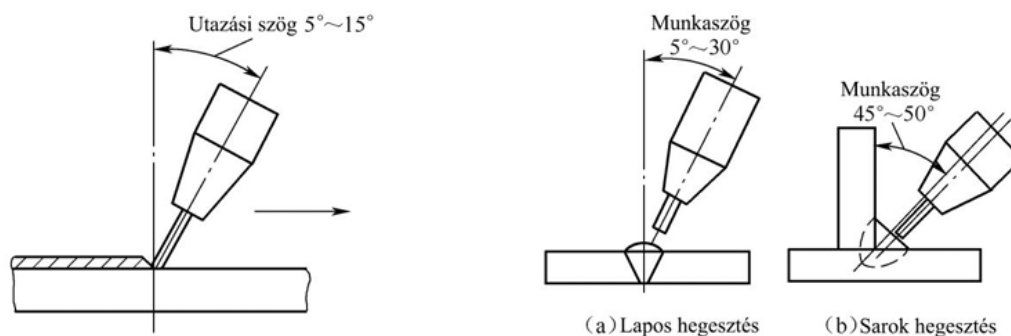
A hegesztés megkezdése előtt kiemelten fontos a berendezés pontos és szakszerű beállítása, mivel a hegesztési paraméterek közvetlen hatással vannak a varrat minőségére és a munkadarab szilárdságára. A beállítás során figyelembe kell venni az alkalmazott alapanyag típusát, annak vastagságát, valamint a választott huzal méretét és anyagát. Ehhez igazítva

kell meghatározni a megfelelő áramerősséget és feszültség szintet, amelyek biztosítják a stabil ívfenntartást és a megfelelő beolvadást. A huzaladagolás sebességét szintén ehhez kell igazítani, hogy a hozaganyag mennyisége összhangban legyen a varratképzési folyamattal. Ugyanilyen fontos a védőgáz megfelelő áramlási sebességének beállítása is, amely jellemzően 10 és 20 liter/perc közötti értékre esik, és a környezeti viszonyok, valamint a fúvóka kialakítása befolyásolja. Az optimális beállítások megtalálása gyakran rövid próbavarratokkal történik, amely során a hegesztő ellenőrzi az ív viselkedését és a varrat kinézetét, majd szükség esetén finomhangolást végez.[26]

Varratképzés menete:

A varrat készítése során a hegesztő a pisztolyt meghatározott dőlésszögben (3.4 ábra) és távolságtartással vezeti végig a varratvonal mentén, ügyelve az ív stabilitására és az egyenletes haladásra. A hegesztés történhet több rétegben is, különösen nagyobb anyagvastagság esetén, ahol gyök-, töltő- és fedőrétegeket alkalmaznak egymásra építve.

3.4. ábra példa a dőlésszögre



A hegesztőgép felépítése és fő részei

A védőgázos ívhegesztéshez (MAG-hegesztéshez) használt hegesztőgép (3.5 ábra) egy összetett berendezés, amelynek feladata az ív létrehozása, a hozzáadott huzal mozgatása, valamint a védőgáz biztosítása a hegesztési zónában. Mindez összehangolt működést igényel, ezért a gép több funkcionális egységből épül fel, amelyek egymással folyamatos kapcsolatban állnak.[21]

A rendszer központi eleme az áramforrás, amely egyenáramot (DC) vagy váltakozó áramot (AC) biztosít a hegesztéshez. A MAG-hegesztéshez jellemzően egyenáramú, állítható feszültségű áramforrást alkalmaznak, amely lehetővé teszi az ív stabil fenntartását és a megfelelő beolvadást.[10] [26]

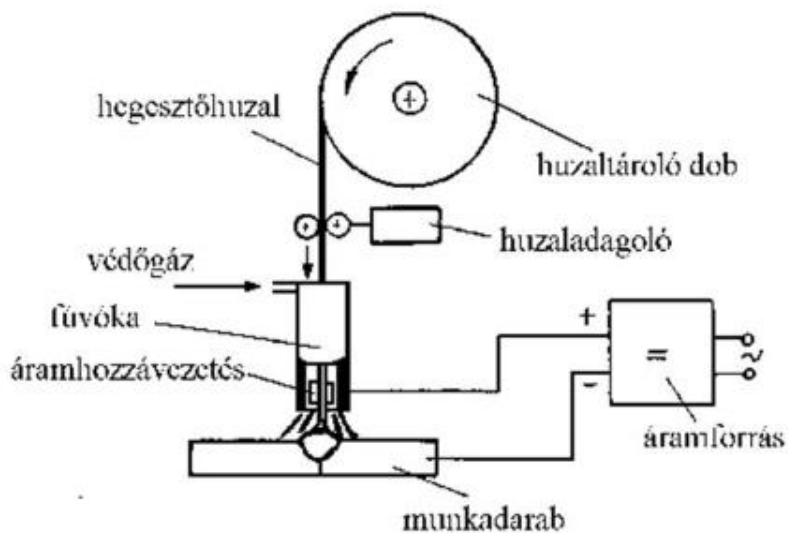
A gép másik fontos egysége a huzaladagoló mechanizmus, amely egy motorral hajtott görgőpár segítségével tolja a huzalelektrodát a hegesztőpisztolyba. A huzalsebesség szabályozható, és közvetlenül befolyásolja a varratképzést. A huzal egy tekercsről érkezik, amelyet a gép belsejében vagy oldalán helyeznek el.

A hegesztőgép tartalmaz egy vezérlőpanelt is, ahol a hegesztő be tudja állítani a kívánt feszültséget, huzalsebességet, esetenként az elő- és utógáz időket, illetve az ívhossz szabályozást. A modern berendezések digitális kijelzővel és előre programozható beállítási lehetőségekkel is rendelkeznek.[21]

A harmadik fő részegység a védőgáz-ellátó rendszer, amely általában egy külön álló gázpalackból (pl. CO₂ vagy argon-CO₂ keverék) biztosítja az ív és az olvadt medence védelmét. A gázáramlást reduktor és mágnesszelep szabályozza, amely az ívgyújtással egyidejűleg indítja el a gáz kiáramlását a pisztoly fűvókáján keresztül.[26]

A fent említett rendszer elemeket egy fém burkolatú gépház foglalja magába, amely egyúttal védi az elektromos és mechanikus alkatrészeket a külső sérülésektől. [10] [21] [26]

3.5. ábra hegesztőgép felépítése



3.3. Forgácsolás

3.3.1 Darabolás

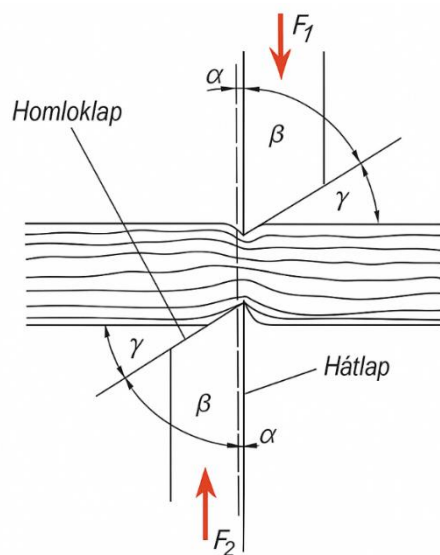
A darabolás olyan alapvető gépári művelet, amely során a félkész termékeket – lemezeket, rudakat, csöveket vagy profilokat – a kívánt méretre vágják. Ez a művelet jellemzően a gyártási folyamat első lépése, amely előkészíti az anyagot a további megmunkálásokra, például hajlításra, forgácsolásra, hegesztésre vagy szerelésre.[7] [9]

A darabolási eljárás megválasztása függ az anyag típusától, alakjától, vastagságától és a kívánt pontosságtól. Lemezek esetében gyakori módszer a kézi vagy gépi lemezollóval történő vágás (3.6 ábra), míg vastagabb vagy hosszabb acélelemknél körfűrész, szalagfűrész, plazmavágás vagy lángvágás használatos. Korszerű üzemekben CNC-vezérelt darabológépek biztosítják a gyors, pontos és ismételhető vágást.[7]

A darabolás során fontos szerepet játszik a vágási pontosság, a felületi érdesség és a vágott él épsége, mivel ezek hatással lehetnek a későbbi illesztésekre, varratminőségre vagy más megmunkálásokra. Emellett a helyes vágástechnika és a megfelelő szerszámhasználat csökkenti az anyagvesztést és a selejt arányát, így közvetlen hatással van a gyártás gazdaságosságára.

A jelen dolgozatban szereplő alkatrészek darabolása például szerkezeti acéllemezről és zártszelvényről történt, amelyhez gépi lemezollót, szalagfűrész és szükség esetén plazmavágót alkalmaztak a műhelytechnológiai lehetőségekhez igazodva.[9] [15]

3.6. ábra Darabolás elméleti ábra

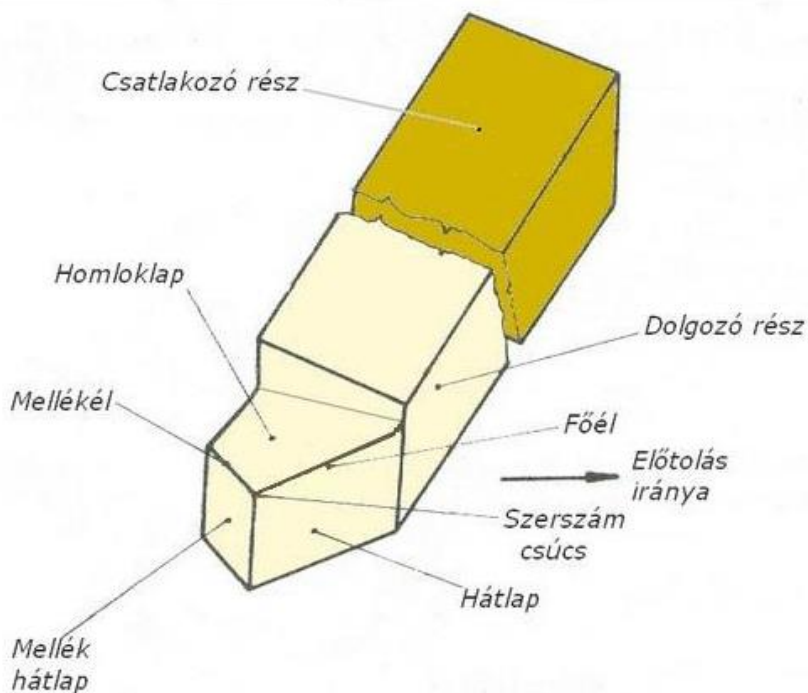


3.3.2 Esztergálás

Az esztergálás egy forgácsoló megmunkálási eljárás, amelynek során a munkadarab folyamatos forgása mellett a szerszám lineárisan mozog, és meghatározott rétegvastagságban távolítja el az anyagot a kívánt geometria kialakítása érdekében. A művelet leggyakrabban forgástestek – például tengelyek, csapok, perselyek – megmunkálására szolgál.[18] [24]

A folyamat során a munkadarabot egy esztergapadon rögzítik, miközben a szerszám tartóban elhelyezett esztergakések végzik a forgácsolást. Az esztergálás végezhető kézi vezérlésű, félautomata vagy számítógép-vezérelt (CNC) gépen is, a szükséges pontosság és az alkatrész bonyolultsága függvényében.[7] [9]

3.7. ábra Esztergakés felépítése



Az esztergakés működésének alapja a vágóél geometriája, amely több jellegzetes felületből és élből épül fel. (3.7 ábra) Ezek meghatározzák a forgácsolási folyamat hatékonyságát, a vágás minőségét és az eszköz élettartamát.[18]

Főél: Ez az az él, amely a legnagyobb részt végzi a forgácsolásból. Általában a munkadarab palástján halad, és elsődlegesen felelős a forgács leválasztásáért. Hosszesztergáláskor ez a legterheltebb él.

Mellékél: A főélel szöveget zár be, és a munkadarab végfelületén vagy belső vállain végzi a forgácsolást. Fontos szerepe van a sarok kialakításában és a felületi érdesség befolyásolásában.

Homloklap: Ez az a felület, amelyen keresztül a forgács levál az anyagról. A forgácsolás irányába néz, és ennek dőlésszöge (homlokszög) határozza meg a forgácsképződés módját és a szerszám vágási tulajdonságait.

Hátlap: Ez a munkadarab felületével párhuzamos vagy ahhoz közel eső felület, amely megakadályozza a szerszám és a kész felület közötti súrlódást.

Szerszámcsúcs: A főél és a mellékél találkozásánál helyezkedik el, és különösen érzékeny a kopásra, mivel két irányból is terhelést kap.

Az élgeometria szögei (pl. főél-szög, homlokszög, hátszög) szerszámkatalógusok szerint választhatók meg, a megmunkálandó anyag, vágási sebesség és elérni kívánt felületi minőség függvényében. [2] [3] [7] [9] [18] [24]

3.3.3 Karusszeleszterga

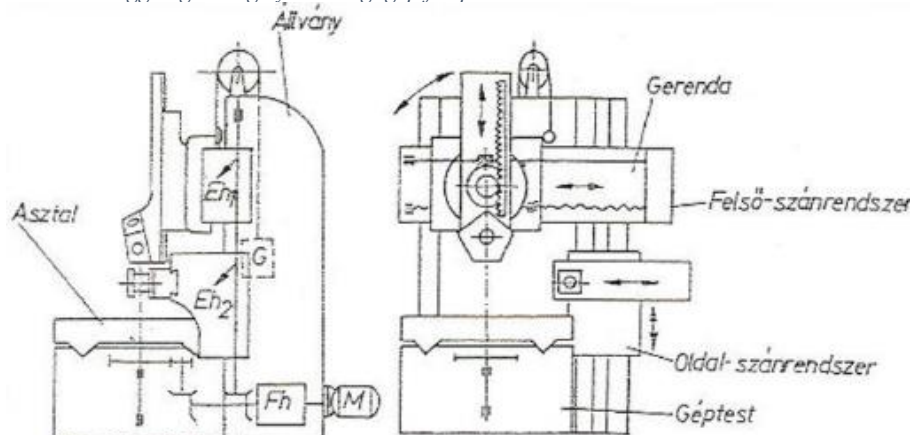
A karusszel esztergagép (3.8 ábra), más néven függőleges eszterga, olyan speciális kialakítású szerszámgép, amelyet elsősorban nagy átmérőjű, nehéz és rövid munkadarabok forgácsolására alkalmaznak. Ezt a géptípust leggyakrabban nagy átmérőjű tárcsák, karimák, csapágházak, turbinatestek vagy egyéb masszív alkatrészek megmunkálásához használják, ahol a hagyományos vízszintes esztergapad nem lenne megfelelő vagy stabil.[16]

A karusszel eszterga fő sajátossága, hogy a munkadarabot vízszintes síkban forgó, nagy átmérőjű forgóasztal tartja és forgatja, miközben a szerszámtartó(k) függőleges irányban mozognak. A szerszámtartó lehet egy- vagy kétoszlopos kivitelű, attól függően, hogy mekkora merevségre és munkatérre van szükség. A szerszámtartók vízszintes és függőleges mozgása lehetővé teszi a hosszesztergálást, síkesztergálást, beszúrást és furatkészítést is.[3]

A gép kialakítása lehetővé teszi nagyon nehéz munkadarabok megmunkálását is, mivel az alkatrészek súlya nem terheli a gépet oldalirányban, hanem közvetlenül a forgóasztalra nehezedik. Ennek köszönhetően stabilabb megmunkálási körülményeket biztosít, különösen nagy átmérők esetén.[30]

Modern karusszel esztergák már CNC-vezérléssel is készülnek, amelyek lehetővé teszik az összetett geometriák nagy pontosságú megmunkálását, automatizált szerszámváltással és programozható mozgásokkal. [2] [3] [16] [30] [33]

3.8. ábra Függőleges tengelyű esztergagép felépítése



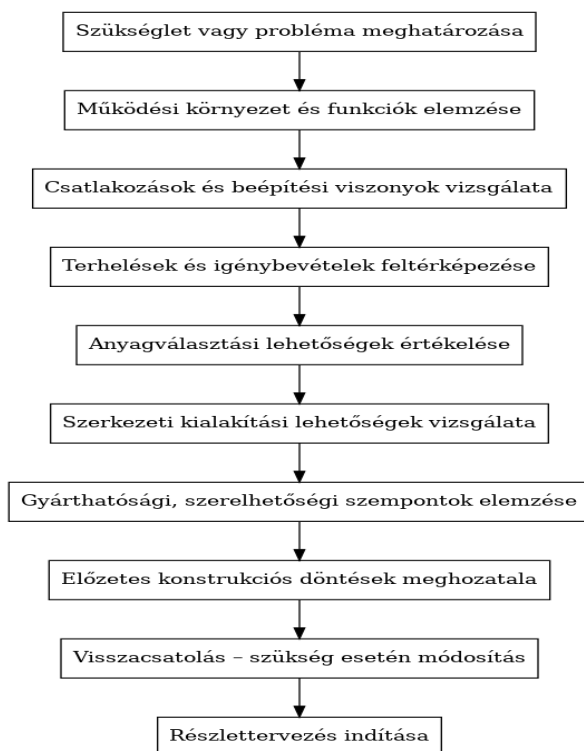
3.4 Előtervezés célja és folyamata

A rekonstrukciós tervezés során az első lépést az előtervezési szakasz (3.9-es ábra) jelenti, amelynek célja a vizsgált alkatrész – jelen esetben a keverőgép adagoló tartályának – funkcionális, szerkezeti és gyárthatósági feltételeinek áttekintése. Ebben a fázisban nem részletes méretezés vagy rajzkészítés történik, hanem a műszaki alapelvek, tervezési irányok és követelmények meghatározása.[25]

Az előtervezés során megvizsgálásra kerülnek az alkatrész működési körülményei, terhelési viszonyai, az illeszkedő csatlakozási pontok, valamint a szerkezet elhelyezkedése a gépegységen belül. Ennek alapján mérlegelni kell, hogy milyen anyaghasználat, lemezvastagság, hegesztési megoldások és szerkezeti kialakítások biztosítják a kívánt működést, miközben figyelembe kell venni a gyárthatóság, szerelhetőség és karbantarthatóság szempontjait is.[12] [32]

Az előtervezési szakasz lehetőséget ad a hibás vagy túlkomplikált megoldások kiszűrésére még a részlettervezés előtt, így csökkenthető a gyártási hibák és az utólagos módosítások esélye. Ez különösen fontos olyan szerkezetek esetében, ahol az alkatrész meglévő rendszerbe épül vissza, és illeszkednie kell a már adott geometriai és funkcionális környezethez. [12] [25] [29] [32]

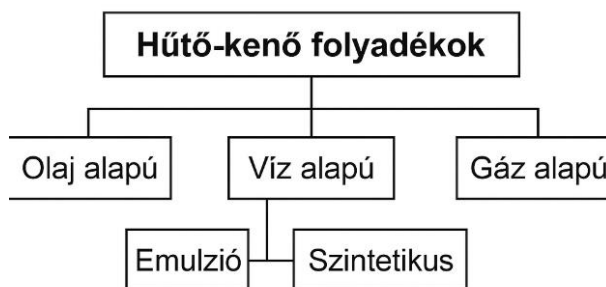
3.9. ábra Előtervezési folyamatábra



3.5. Hűtő-Kenő Folyadékok

A forgácsolási műveletek során keletkező nagy hőmennyiség és súrlódás jelentős mértékben befolyásolja a szerszám élettartamát, a felületi minőséget és a megmunkálás pontosságát. Ennek mérséklésére alkalmaznak hűtő-kenő folyadékokat (3.10 ábra), amelyek egyszerre szolgálnak hőelvonásra, súrlódáscsökkentésre, valamint a forgácseltávolítás elősegítésére.

3.10. ábra kenőfolyadékok csoportosíthatósága



A hűtő-kenő folyadékok fő feladatai:[13]

Hőelvezetés: a forgácsolási zónában keletkező hő csökkentése, ami mérsékli a szerszámkopást és a hő okozta méreteltéréseket.

Kenés: a szerszám és a munkadarab közötti súrlódás mérséklése, így kisebb erőhatások mellett is biztosítható a forgácsolás.

Felületi minőség javítása: simább, egyenletesebb megmunkált felület érhető el, ha megfelelő kenés történik.

A felhasznált hűtő-kenő anyagok lehetnek:

Emulziók: víz és olaj alapú keverékek, amelyek jó hűtő- és mérsékelt kenőképességgel bírnak.

Teljes olajok: kiváló kenőképességűek, de gyengébb a hűtőhatásuk; nagy igénybevételű műveleteknél használják.

Szintetikus hűtőfolyadékok: vegyileg stabilak, jól adagolhatók, környezetkímélőbbek lehetnek.

Minimális mennyiségű kenés: korszerű technológia, amelynél kis adag olajpermet elegendő a kenéshez, csökkentve az anyagfelhasználást és környezetterhelést.[14]

A megfelelő hűtő-kenő rendszer kiválasztása mindig az adott megmunkálási körülményektől függ: anyagminőség, vágási sebesség, szerszám típus, valamint a kívánt felületi érdesség és méretpontosság mind befolyásolja.[13]

A dolgozatban szereplő forgácsolási műveletek során a megfelelő hűtés és kenés alkalmazása hozzájárul a szerszám élettartamának növeléséhez, valamint a pontos és gazdaságos gyártás megvalósításához. [13] [14] [15] [17]

4. Probléma bemutatása

A mezőgazdaságban alkalmazott gépek hosszú távú, intenzív használata során gyakran előfordul, hogy egyes szerkezeti egységek elhasználódnak, károsodnak, vagy már nem felelnek meg a mai műszaki és technológiai elvárásoknak. A jelen dolgozatban vizsgált berendezés, egy keverőgéphez tartozó adagoló tartály, az évek során fokozatosan veszített szerkezeti stabilitásából, és több ponton is módosításra, illetve megerősítésre szorult.

A probléma nem kizárólag a tartály fizikai állapotában jelentkezett, hanem a szerkezet elavult kialakítása, karbantartási nehézségei, valamint gyárthatósági szempontból kedvezőtlen részletei is hozzájárultak a rekonstrukció szükségességéhez. A korábbi kivitel több hegesztési ponton nem adott elegendő merevséget, a lemezzvastagság nem volt mindenhol egyenletes, illetve az illesztések nem támogatták a gyors vagy pontos összeszerelést.

További nehézséget jelentett, hogy az alkatrész egy már meglévő gépegységhez csatlakozik, így a tervezés során adott geometriai, funkcionális és rögzítési feltételekhez kellett igazodni. A meglévő alkatrész dokumentációja hiányos volt, ezért a rekonstrukció alapját helyszíni felmérés és saját mérések képezték.

A gyártási feladat külön kihívást jelentett, mivel a tartályból összesen 30 darabot szükséges előállítani, ami a szerkezet sorozatgyártásra való alkalmasságát is megköveteli. Ennek érdekében a tervezés során nemcsak a konstrukció megerősítésére, hanem a gyártástechnológia egyszerűsítésére és az ismételhetség biztosítására is kiemelt figyelmet kellett fordítani. A cél egy olyan konstrukció kialakítása volt, amely tartós, megbízható, és gazdaságosan gyártható nagyobb darabszámban is, miközben megfelel a gépegység működési és illesztési követelményeinek.

4.1 A berendezés bemutatása és működése

A vizsgált gépegység (1. számú melléklet) egy mezőgazdasági keverőgép (4.1 ábra) részegysége, amelynek feladata a különböző szemcsés, por vagy granulált anyagok szabályozott adagolása és bejuttatása a keverőtérbe. A keverőgép rendszerint takarmánykeverőkben, trágyakezelő egységekben vagy egyéb ömlesztett anyagokat feldolgozó berendezésekben működik. A berendezés lényege, hogy az előre kimért anyagmennyiséget a tartályból meghatározott ütemben továbbítsa egy keverődobba, amelyben mechanikus keverőlapátok vagy tengelyek dolgoznak.

Az adagoló tartály lényegében egy fémlémezből készült, hengeres geometriájú tárolóegység, amely gravitációs elven vagy egy kihordó mechanizmus (például csiga vagy forgó lapát) segítségével juttatja tovább az anyagot. A tartály tetején történik a feltöltés, alján vagy oldalán pedig az adagolt anyag kiadagolása. Működés közben a tartály belsejében fellépő részleges túlnyomás, vibráció, lökésszerű anyagáramlás és a keverőberendezés visszahatásai mechanikai terhelést jelentenek a szerkezet számára.

A berendezés gyakran működik poros, párás vagy akár agresszív (pl. ammónia- vagy trágyagőz) környezetben, ami idővel korróziós terheléshez is vezethet, különösen, ha a szerkezet anyaga nem megfelelően ellenálló az ilyen igénybevételekkel szemben. Ezen kívül gyakori a napsugárzásnak és hőmérsékletingadozásnak kitett kültéri elhelyezés, ami a hőtágulási feszültségek és a bevonati hibák révén szintén károsíthatja a tartályt.

4.1. ábra adagoló tartály



4.2 A kialakított szerkezet hibái és működési problémái

A hosszabb ideje üzemelő keverőgép adagoló tartálya több ponton is konstrukciós és szerkezeti hibákat mutatott. A berendezés eredeti változata körülbelül 1200 mm átmérőjű és 1000 mm magasságú, hengeres kialakítású volt, amely 4 mm vastag szerkezeti acéllemezből készült. A szerkezetet kézi ívhegesztéssel állították össze, ami a korszakban általánosan alkalmazott eljárásnak számított, azonban a mai követelményekhez képest kevésbé biztosította az egyenletes varratminőséget és a feszültségmentes kötéseket.

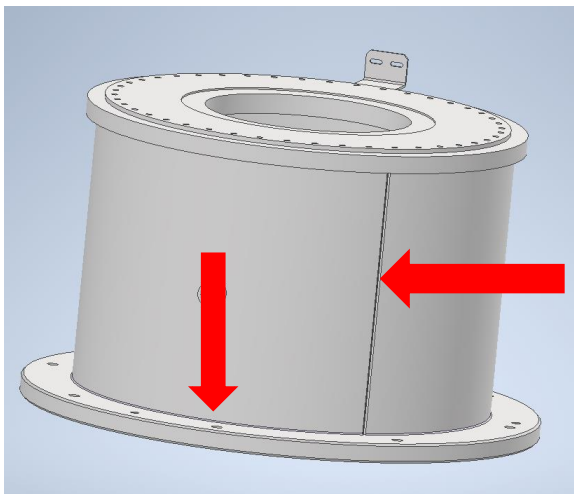
Az üzemeltetés során a tartály oldalfalain és a hegesztési varratok környezetében (4.2 ábra nyílak) repedések és anyagfáradási jelek jelentek meg. Ezek elsősorban a nem megfelelő hegesztési technológia, a túl nagy hőbevitel, valamint a vékony lemezzvastagság miatt lokális feszültségkoncentráció következményei. Az alkalmazott alapanyag feltehetően alacsony szénttartalmú, ötvözetlen szerkezeti acél (S235) volt, amely ugyan könnyen hegeszthető, de hosszú távon nem bizonyult elégségesnek a fellépő dinamikus igénybevételek elviselésére.

A tartályban szemcsés állagú, műtrágyaalapú keveréket tárolnak és adagolnak, amely kémiaiilag enyhén korrozív hatású, különösen nedves környezetben. A régi anyagválasztás emiatt sem volt optimális, mivel az S235 acél korrózióállósága korlátozott, és a belső felületek védelme csak időszakos festékréteggel történt. Az új tervezés során ezért az S355J2 szerkezeti acél alkalmazása vált indokolttá, mivel ez nagyobb szilárdságú, jobb ütőszívósságú, valamint hő- és hegesztéstechnológiai szempontból is megbízhatóbb anyag. Az S355J2 acél minimum 355 MPa folyáshatárral és 510-680 MPa szakítószilárdsággal rendelkezik, így a várható mechanikai igénybevételek mellett is biztonságos üzemet biztosít.

Emellett az eredeti konstrukció karbantartás szempontjából is hátrányos volt. A tartály belső sarkos felületein a kevert anyag lerakódott, és a tisztítás csak részleges szétszereléssel volt lehetséges, ami időigényes és balesetveszélyes feladatot jelentett a kezelőszemélyzet számára. A töltő- és ürítőnyílások kialakítása sem felelt meg teljes mértékben a szabványos csatlakozásoknak, ami illesztési problémákhoz, tömítetlenséghez és szivárgáshoz vezetett a hosszú távú használat során.

Az új konstrukció célja ezért nemcsak az anyagminőség növelése, hanem a korrózióval szembeni védelem, a könnyebb szerelhetőség és tisztíthatóság, valamint a gyártási pontosság javítása volt, hogy az adagoló tartály megbízhatóbb és hosszabb élettartamú legyen.

4.2. ábra Tartály 3D modell



4.3 Javasolt megoldások és rekonstrukciós lehetőségek

A feltárt problémák alapján indokoltá vált a tartály teljes vagy részleges újratervezése. A szerkezet rekonstrukciója során több szempontot is figyelembe kell venni:

Anyagválasztás: Javasolt korszerű, szerkezeti acél (pl. S355J2) alkalmazása, amely megfelelő szilárdságú és jól hegeszthető, valamint jobban ellenáll a korróziós terhelésnek is.

Hegesztési technológia korszerűsítése: A CO₂ (MAG) hegesztési eljárás alkalmazása, szakszerű varratkialakítással és előmelegítéssel javítja a kötés szilárdságát és élettartamát. Korábban az alkatrész bevontelektrodás kézi ívhegesztéssel készült, amely nagyobb hőbevitelű, kevésbé egyenletes beolvadású technológia volt, és a varratminőség erősen függött a hegesztő személyes gyakorlatától. A védőgázos eljárás ezzel szemben stabilabb ívet, egyenletesebb varratprofil és kisebb hőhatásövezetet biztosít, így csökken a vetemedés, nő a kötés megbízhatósága és az ismételhetőség is.

Moduláris kialakítás: A szerelhetőség és karbantarthatóság javítása érdekében a tartály egyes elemeit csavarozhatóan vagy gyorsrögzítő rendszerrel célszerű kialakítani.

Beépítési kompatibilitás megtartása: A rekonstrukció során kiemelten fontos, hogy a tartály továbbra is illeszthető legyen a meglévő gépegységekhez, így az új változatnak méretben és csatlakozási pontokban illeszkednie kell a korábbi konstrukcióhoz.

A dolgozat célja tehát nem csupán a hibás vagy előregedett alkatrész javítása, hanem egy olyan újragondolt szerkezet létrehozása, amely tartósabb, könnyebben gyártható és szerelhető, ugyanakkor teljes mértékben kompatibilis a meglévő géprendszerrel. A rekonstrukció során külön figyelmet kapott az anyagválasztás, a gyártástechnológia, valamint a hegesztési és szerelési lehetőségek optimalizálása.

5. Anyag és módszer:

5.1 Konceptiók felvázolása:

5.1.1 Lehetséges eljárások, amellyel a tartály elkészíthető:

Az adagoló tartály gyártására több lehetséges technológia kínálkozik, amelyek közül az anyagválasztás, a rendelkezésre álló technológia és a gyártási költségek határozzák meg a végleges döntést.

Öntés: Az öntészeti eljárás lehetővé tenné bonyolult formák és vastag falú tartálytestek előállítását. Előnye a jó alakíthatóság és a nagy szilárdság, ugyanakkor hátránya a magas költség, valamint a nehéz hegeszthetőség és javíthatóság.

Kovácsolás: A kovácsolással készült tartálytestek kiemelkedően jó mechanikai tulajdonságokkal rendelkeznek, a szálirányos szerkezet miatt nagy szilárdságot biztosítva. Ugyanakkor a nagy méret és a bonyolult forma miatt a technológia gazdaságtalan, és a gyártás költsége jelentősen megnövekedne.

Lemezmegmunkálás: A leggyakoribb és leggazdaságosabb megoldás a megfelelő acéllemez alkalmazása, amelyet darabolással, hajlítással és hegesztéssel alakítanak ki. Előnye a könnyű szerelhetőség, a javíthatóság és a kedvező költség, hátránya pedig a hegesztési varratoknál kialakuló feszültségkoncentráció és a korrózióra való érzékenység, ami a megfelelő anyag kiválasztásával csökkenthető.

5.1.2 Lehetséges anyagok, amellyel a tartály elkészíthető:

Szerkezeti acélok: A legelterjedtebb anyagválasztás, mivel könnyen alakítható, hegeszthető és kedvező árú. A szilárdsági tulajdonságok megfelelnek a tartály igénybevételeinek

Rozsdamentes acél: Előnye a kiváló korrózióállóság és hosszú élettartam, különösen agresszív vagy nedves környezetben. Hátránya, hogy jóval drágább, megmunkálása nehezebb, és a hegesztés speciális technológiát igényelhet.

Alumínium: Kis tömegű, könnyen alakítható és bizonyos mértékig korrózióálló anyag. A súlycsökkentés szempontjából kedvező, ugyanakkor az acélnál jóval kisebb a szilárdsága, így vastagabb falú kivitelben kellene alkalmazni, ami növeli a költséget.

Műanyag kompozitok: Például üvegszál erősítésű műanyag, amely korrózióálló, könnyű és vegyszerálló. Hátránya, hogy mechanikai szilárdságban elmarad a fémes anyagoktól, és sérülés esetén nehezebb javítani.

5.1.3 Az általam javasolt eljárás és anyag:

A keverőgép adagoló tartályának gyártásához az általam javasolt technológia a lemezmegmunkálás hegesztett kivitelben, anyagként pedig az S355J2 szerkezeti acél alkalmazása. A lemezmegmunkálás előnye, hogy gazdaságosan kivitelezhető, rugalmasan alakítható, és lehetővé teszi a tartály pontos méretezését a meglévő gépegységhez. A hegesztett szerkezet kialakítása egyszerű szerelhetőséget és későbbi javíthatóságot biztosít, ami különösen fontos a mezőgazdasági környezetben, ahol a gépek folyamatos karbantartást igényelnek.

S355J2 acél választása azért indokolt, mert ez az anyag megfelelő szilárdsági tulajdonságokkal rendelkezik, jól hegeszthető, és ellenáll a dinamikus terheléseknek, amelyek az adagoló tartály üzemeltetése során fellépnek. Emellett széles körben elérhető és kedvező árú, így költséghatékony megoldást nyújt. Felületkezeléssel a korrózióállósága is tovább növelhető, ami biztosítja a tartály hosszú élettartamát még kedvezőtlen üzemi körülmények között is.

5.2 Alapanyag választás és előgyártás:

Az adagoló tartály alapanyagának megválasztásánál figyelembe kell venni az üzemeltetési körülményeket, a mechanikai igénybevételeket, valamint a gyártás gazdaságosságát. A tartály működése során folyamatosan dinamikus terhelések érik, emellett gyakran nedves, poros és korrózióra hajlamos környezetben üzemel. Ezért olyan anyagra van szükség, amely megfelelő szilárdsági tulajdonságokkal rendelkezik, jól hegeszthető, ugyanakkor kedvező áron beszerezhető.

Az S355J2 szerkezeti acél megfelelő választásnak bizonyul, mivel 355 MPa folyáshatárral rendelkezik, jól alakítható és széles körben alkalmazzák a gépgyártásban. Előnye, hogy a szükséges lemezméretek könnyen beszerezhetők, a hegesztési eljárásokkal jól feldolgozható, valamint felületkezeléssel tartós védelmet biztosít a korróziós hatásokkal szemben. A kedvező ár-érték arány miatt ez az acél biztosítja a legjobb kompromisszumot a szilárdság, a gyárthatóság és az élettartam szempontjából.

Az előgyártás során a tartály elemeit lemezmegmunkálással készítik elő. A folyamat magában foglalja a megfelelő méretű lemezek darabolását, hajlítását vagy hengerítését, továbbá a szükséges furatok és nyílások kialakítását. A kritikus illesztésekhez élkiképzést végeznek, hogy a hegesztési varratok megfelelő szilárdságúak legyenek. az előgyártás célja, hogy a helyszíni szereléshez már pontos méretű és előkészített alkatrészek álljanak rendelkezésre, így az összeállítás és véghegesztés gyorsabban és biztonságosabban történhet.

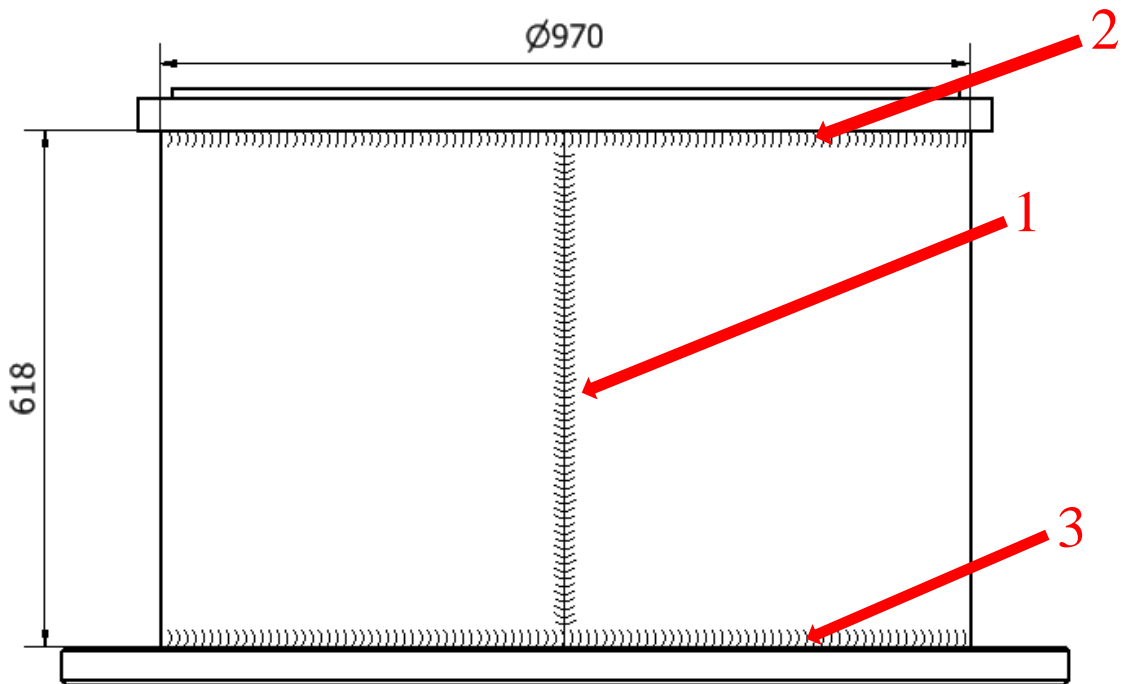
5.3 Hegesztés technológia tervezés:

A tartály gyártása során kiemelt jelentősége van a megfelelő hegesztéstechnológia megválasztásának, mivel a szerkezet teherbírása és üzembiztonsága nagymértékben függ a varratok minőségétől. A hegesztés célja a lemezből előállított alkatrészek szilárd és tartós kötése, amely ellenáll a tartály működése közben fellépő mechanikai és dinamikus igénybevételeknek.

A választott eljárás a védőgázos ívhegesztés huzalelektrodával, amely nagy termelékenysége, jó hegeszthetősége és kedvező költsége miatt széles körben alkalmazott módszer a gépgyártásban. Az eljárás előnye, hogy kiválóan alkalmas az S355J2 szerkezeti acél hegesztésére, biztosítja a megfelelő varratszilárdságot, és lehetővé teszi a különböző lemezvastagságok megbízható összeillesztését.

A technológiai tervezés során figyelembe kell venni a hegesztési varrat típusát, a várható igénybevételeket, a varratméretet, valamint a szükséges hegesztési paramétereket. A számítások célja, hogy igazolják a hegesztett kötés szilárdságát, és meghatározzák az optimális varratméretet, amely a biztonsági előírások betartásával is gazdaságos gyártást tesz lehetővé. A hegesztés Wps lapjait a 3. számú melléklet tartalmazza.

5.1. ábra a munkadarab varrat térképe



5.2 ábra varratok adatai

Varrat száma	Varrat típusa	Varrat hossza L [mm]
1.	V	618
2.	1/2 V	3047,5
3.	1/2 V	3047,5

5.4 Az 1. számú V varrat

5.4.1 Az alapanyag carbon egyenértékének meghatározása:

Alapanyag kémiai összetétele: C %=0.2; Mn%=1.6 Ni%=0,5

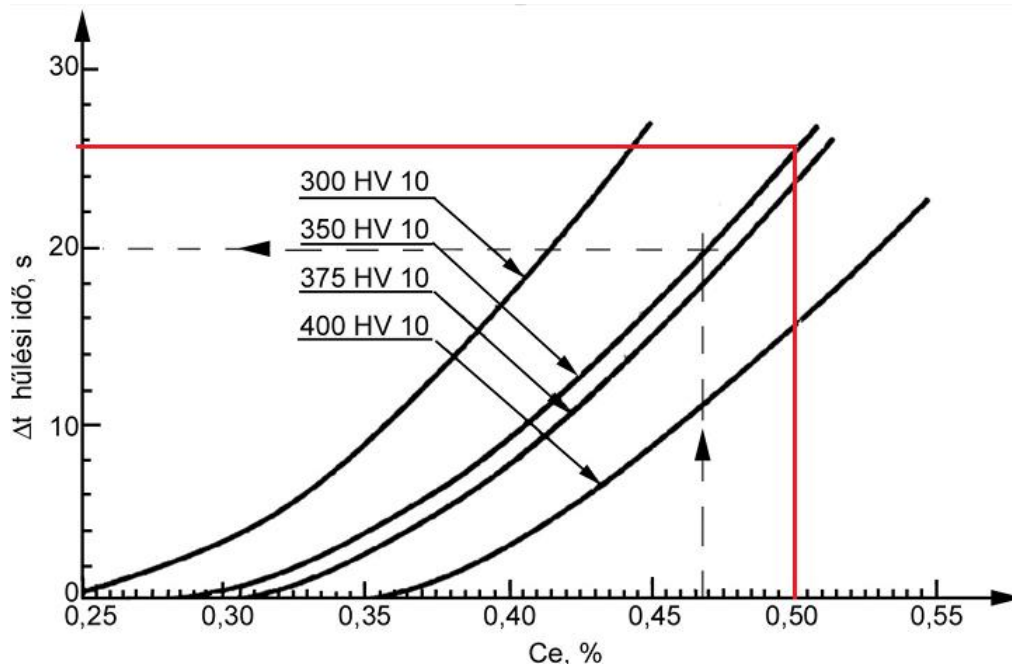
$$C_e = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/6 + (Ni + Cu)/15 = 0,2 + 1,65/6 + 0,5/15$$

$$C_e = 0,5$$

A carbon egyenérték alapján indokolt az előmelegítés melynek mértéke $T_{elő} = 100 \text{ C}^\circ$

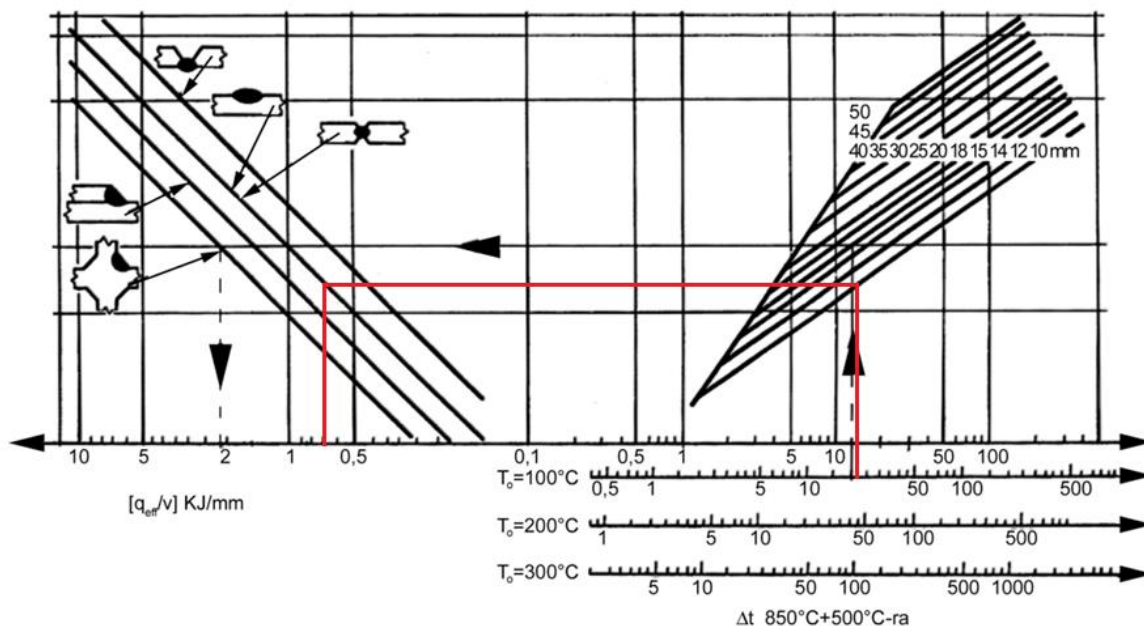
5.4.2 A szükséges hőbevitel meghatározása:

5.3 ábra carbon egyenérték-hűlési idő diagram



Carbon egyenérték alapján a hűlési idő meghatározható, melynek mértéke: 26 s.



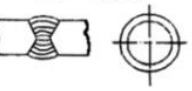


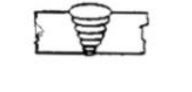

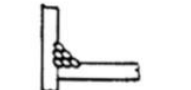
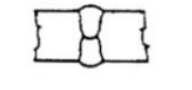

5.4. ábra MSZ 6280-szerinti nomogram



A leolvasható hőbevitel $Q=0,7$ KJ/mm

Az áramerősség, feszültség, valamint huzalátmérő tájékoztató adatainak meghatározása:

5.5. ábra Tájékoztató adatok táblázata

Ívfeszültség, U [V]	A huzal átmérője d [mm]			
	(0,6), 0,8.....1,0	1,0 – 1,2	1,2 – 1,6	2,0 – 2,4
16 – 22 rövidívű hegesztés, rövidzárlatos cseppátmenet	50 – 160 A 	70 – 200 A 	120 – 200 A 	-
22 – 28 normálívű hegesztés, vegyes cseppátmenettel	150 – 250 A 	180 – 240 A * 	250 – 350 A ** 	-
28 – 40 hosszúívű hegesztés, cseppest fémátmenet	200 – 250 A * 	200 – 320 A ** 	300 – 450 A ** 	400 – 600 A ** 

Megjegyzés: keverékvédőgázban az ívfeszültség 2 – 3 V-tal kisebb mint szén-dioxidban

*vízszintes és függőleges helyzetben

**csak vízszintes helyzetben

A táblázatból leolvasható közelítő értékek:

$$I=300 \text{ A} \quad U=25 \text{ V} \quad d=1,4 \text{ mm}$$

5.4.3 Hegesztési sebesség meghatározása:

$$Q = \frac{q_{eff}}{v} = \eta \cdot \frac{U \cdot I}{v_{heg}} \rightarrow v_{heg} = \frac{\eta \cdot U \cdot I}{Q} \quad \eta=0,75 \text{ (CO}_2 \text{ hegesztési eljárás esetén)}$$

$$v_{heg} = \frac{0,75 \cdot 25 \cdot 300}{700} = 8,04 \frac{mm}{s}$$

A választott szabványos huzal: EN440 G 35 2 C1 G3Si1

A választás folyamán figyelembe vettem a szilárdságra, valamint az átmeneti hőmérsékletre vonatkozó alapszabályokat:

$$ReH_{heganyag} \geq ReH_{alanyag}$$

$$TTKV_{heganyag} \leq TTKV_{alanyag}$$

5.4.4 A varrat tömegének és térfogatának meghatározása:

A számítást tapasztalati összefüggések segítségével végzem el.

$$V_v = \frac{0,577 \cdot s^2 + i \cdot s + (1,154 \cdot s + i) \cdot \frac{2}{3} \cdot c}{1000} \cdot 1000 \left[\frac{cm^3}{m} \right]$$

figyelembe vett értékek:

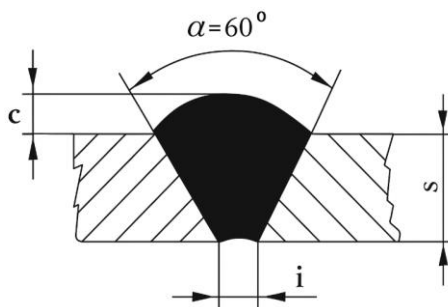
$$c = 3mm$$

$$s = 10mm$$

$$\alpha = 60^\circ$$

$$i = 0,1 \cdot s = 0,1 \cdot 10 = 1 \text{ mm}$$

5.6. ábra V varrat



$$V_v = \frac{0,577 \cdot 10^2 + 1 \cdot 10 + (1,154 \cdot 10 + 1) \cdot \frac{2}{3} \cdot 3}{1000} \cdot 1000 = 92,78 \frac{\text{cm}^3}{\text{m}}$$

Ez a térfogat 1 méterre vonatkoztatott érték.

1 darab paláston $L = 618 \text{ mm} = 0,618 \text{ m}$ hosszú varratot kell készíteni.

Így a varrat térfogat: $V_{v1} = V_v \cdot L = 92,78 \cdot 0,618 = 57,34 \text{ cm}^3 = 0,05734 \text{ dm}^3$

A varrat tömege 1 palást esetén:

$$M = V_{v1} \cdot \rho = 0,05734 \cdot 7,85 = 0,45 \text{ kg}$$

30 darab palást varrathossza: $L_{30} = 30 \cdot L = 30 \cdot 0,618 = 18,54 \text{ m}$

30 darab palást varrat térfogata:

$$V_{v30} = V_v \cdot L_{30} = 92,78 \cdot 18,54 = 1720,14 \text{ cm}^3 = 1,72014 \text{ dm}^3$$

A varrat tömege 30 palást esetén:

$$M_{30} = V_{v30} \cdot \rho = 1,72014 \cdot 7,85 = 13,5 \text{ kg}$$

A fröcskölést is figyelembe véve:

$$M = \frac{M_{30}}{0,9} = \frac{13,5}{0,9} = 15 \text{ kg}$$

5.4.5 A szükséges védőgáz mennyisége:

$$M_{CO_2} = 0,03 \cdot t_{\text{heg.földő}}$$

5.7. ábra hegesztési irányértékek táblázata

Félautomatikus							
Anyag- vastagság, s [mm]	Varrat- alak	Huzalátmérő, d [mm]	Áramerősség, I [A]	Feszültség, U [V]	Hegesztési sebesség, v_h [cm/min]	Védőgáz, l/min	Varratsorok száma
1,5	I	1,0	150	21	80 – 90	10 – 15	1
2	I	1,0	150	22	53	10 – 15	1
3	I	1,6	240	24	48	10 – 15	1
4	I	1,6	280	25	50	10 – 15	1
6	I	1,6	260	26	35	10 – 15	1
6	V	1,6	240 – 270	24 – 28	35	10 – 15	1
8	X	2,4	380 – 440	26	61	15 – 20	2
12	X	2,4	380 – 440	26	51	15 – 20	2
20	X	2,4	380 – 440	26	38	15 – 20	4
Automatikus (hegesztési helyzet: vízszintes)							
3	I	1,6	240	24	60 – 68	15 – 20	1
4	I	1,6	250	26	50	17	1
5	I	1,6	260	28	45	17	1
6	I	1,6	260	26	35	17	1
8	V	1,6	300	28 – 30	40	17	1
12	V	1,6	350	30 – 32	40	17	2
20	V	2,4	375	32 – 34	38	17	4 – 5
8	X	2,4	400	27	51	19 – 24	2
12	X	2,4	400 – 450	27 – 30	36	19 – 24	2
20	X	1,6	240 – 280	28 – 31	40	19 – 24	4

Tapasztalati értékek alapján: $n = 2$ $v_h = 40 \frac{cm}{min} = 0,4 \frac{m}{min}$ $d = 1,6 mm$

$$t_{heg.f\ddot{o}id\ddot{o}} = \frac{1}{v_h} \cdot n = \frac{1}{0,4} \cdot 2 = 5 \frac{min}{m}$$

$$M_{CO_2} = 0,03 \cdot t_{heg.f\ddot{o}id\ddot{o}} = 0,03 \cdot 5 = 0,15 \frac{kg}{m}$$

1 darab palásthöz szükséges védőgáz mennyisége:

$$M_{CO_2,1} = L \cdot M_{CO_2} = 0,618 \cdot 0,15 = 0,093 kg$$

30 darab palásthöz szükséges védőgáz mennyisége:

$$M_{CO_2,30} = 30 \cdot M_{CO_2,1} = 30 \cdot 0,093 = 2,79 kg$$

5.4.6 Energiaszükséglet meghatározása:

$$E_A = E_M + E_{\ddot{u}}$$

$$E_M = \frac{U \cdot I \cdot t_{heg.f\ddot{o}id\ddot{o}}}{\eta \cdot 1000}$$

1 darab palást hegesztési főideje:

$$t_{heg.f\ddot{o}id\ddot{o},1} = \frac{1}{v_h} \cdot n \cdot L = \frac{1}{0,4} \cdot 2 \cdot 0,618 = 3,09 min$$

30 darab palást hegesztési főideje:

$$t_{\text{heg.főidő.30}} = t_{\text{heg.főidő.1}} \cdot 30 = 3,09 \cdot 30 = 92,7 \text{ min} = 1,55 \text{ h}$$

A hegesztés technológiai adatai:

5.8. ábra hegesztési irányértékek táblázata

Anyag- vastagság, s [mm]	Varrat- alak	Huzalátmérő, d [mm]	Félautomatikus			Hegesztési sebesség, v _h [cm/min]	Védőgáz, l/min	Varratsorok száma
			Áramerősség, I [A]	Feszültség, U [V]				
1,5	I	1,0	150	21		80 – 90	10 – 15	
2	I	1,0	150	22		53	10 – 15	1
3	I	1,6	240	24		48	10 – 15	1
4	I	1,6	280	25		50	10 – 15	1
6	I	1,6	260	26		35	10 – 15	1
6	V	1,6	240 – 270	24 – 28		35	10 – 15	1
8	X	2,4	380 – 440	26		61	15 – 20	2
12	X	2,4	380 – 440	26		51	15 – 20	2
20	X	2,4	380 – 440	26		38	15 – 20	2
Automatikus (hegesztési helyzet: vízszintes)								
3	I	1,6	240	24		60 – 68	15 – 20	1
4	I	1,6	250	26		50	17	1
5	I	1,6	260	28		45	17	1
6	I	1,6	260	26		35	17	1
8	V	1,6	300	28 – 30		40	17	1
12	V	1,6	350	30 – 32		40	17	2
20	V	2,4	375	32 – 34		50	17	2
8	X	2,4	400	27		51	19 – 24	4 – 3
12	X	2,4	400 – 450	27 – 30		36	19 – 24	2
20	X	1,6	240 – 280	28 – 31		40	19 – 24	2

Tapasztalati adatok alapján: $I = 350 \text{ A}$ $U = 31 \text{ V}$ $\eta = 0,8$ $N_{\text{ü}} = 0,3 \text{ kW}$

5.9. ábra Egyenirányítók adatai

	CO ₂ – védőgáz és AFI-hegesztés	
	SCH-450 EL	BHKV-350 CS
Hegesztőáram (A)	50 – 450	40 – 350
Üresjárási veszteség, N _ü (kW)	0,30	0,30
Hatásfok, (η)	0,8	0,8

A tényleges hegesztési munka energiaszükségletének meghatározása 30 darab esetén:

$$E_M = \frac{U \cdot I \cdot t_{\text{heg.főidő}}}{\eta \cdot 1000} = \frac{31 \cdot 350 \cdot 1,55}{0,8 \cdot 1000} = 21,02 \text{ kWh}$$

Az üresjárat energiaszükséglete 30 darab esetén:

$t_{\text{ü}}$ a hegesztési főidő 15 %-a

$$t_{\ddot{u}} = 0,15 \cdot t_{heg.f\ddot{o}id\ddot{o}.30} = 0,15 \cdot 1,55 = 0,23 \text{ h}$$

$$E_{\ddot{u}} = N_{\ddot{u}} \cdot t_{\ddot{u}} = 0,3 \cdot 0,23 = 0,069 \text{ kWh}$$

A 30 darab palást hegesztésének energiaszükséglete:

$$E_A = E_M + E_{\ddot{u}} = 21,02 + 0,069 = 21,089 \text{ kWh}$$

5.4.7 Huzal-előtolási sebesség meghatározása:

$$m_v = V_{v1} \cdot \rho = 0,05734 \cdot 7,85 = 0,45 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$V_{v1} = 0,05734 \text{ dm}^3$$

$$\rho = 7,85 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$$

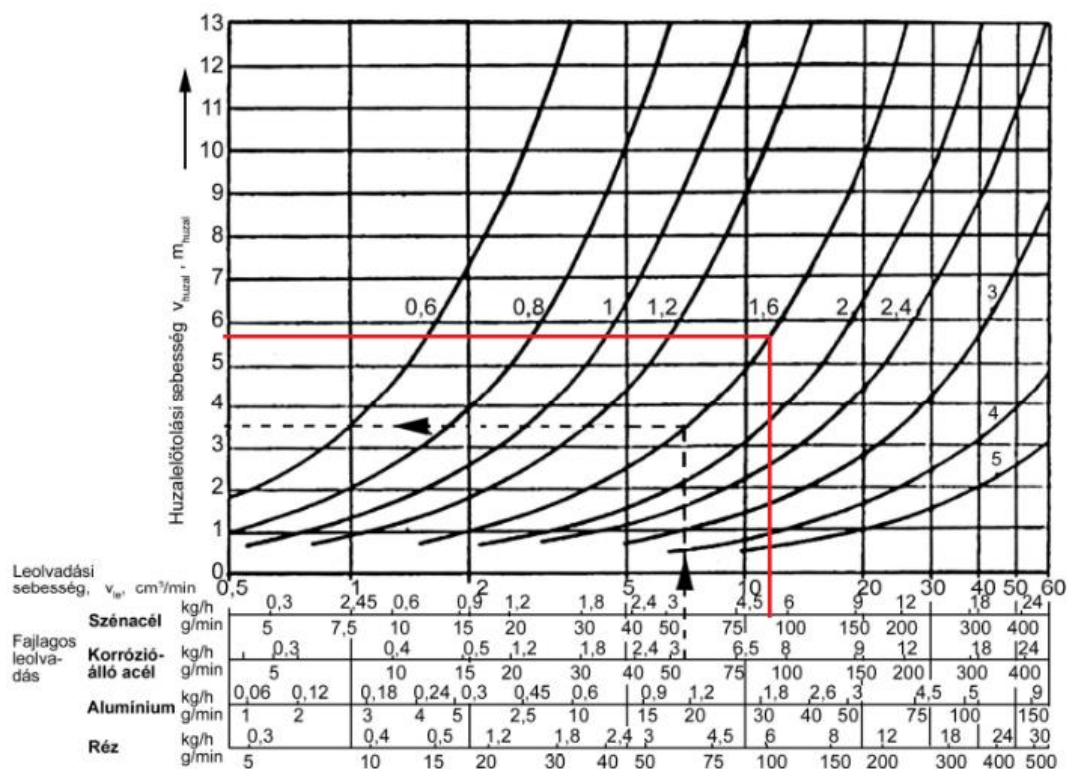
$$\frac{m_v \cdot v_{heg}}{n} = \frac{0,45 \cdot 0,4}{2} = 0,09 \frac{\text{kg}}{\text{min}} = 90 \frac{\text{g}}{\text{min}}$$

A két sorban való hegesztés miatt az értéket el kell osztani a sorok számával.

$$v_{heg} = 0,4 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

$$d = 1,6 \text{ mm}$$

5.10. ábra diagram a huzal előtolási sebességének meghatározásához



A diagramról leolvasható huzal előtolási sebességének értéke:

$$v_{huz} = 5,6 \frac{m}{min}$$

5.4.8. Az 1. számú V varrat adatainak összegzése

A felsorolt mennyiségek 30 darab dobpalást hegesztésére vonatkoznak:

Felhasznált huzalelektroda:	EN440 G 35 2 C1 G3Si1
Huzalelektroda átmérő:	1,6 mm
Felhasznált huzalelektroda mennyisége	15 kg
Felhasznált védőgáz mennyisége	2,79 kg
Hegesztési idő	1,55 h
Energiaszükséglet:	21,089 kWh

5.5 A 2. számú 1/2 V sarokvarrat:

5.5.1 Az alapanyag carbon egyenértékének meghatározása:

Alapanyag kémiai összetétele: C % = 0,2; Mn % = 1,6 Ni % = 0,5

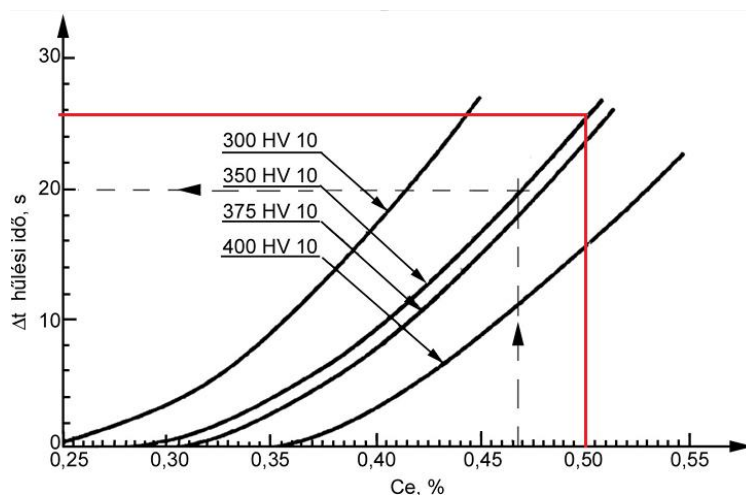
$$C_e = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/6 + (Ni + Cu)/15 = 0,2 + 1,6/6 + 0,5/15$$

$$C_e = 0,5$$

A carbon egyenérték alapján indokolt az előmelegítés melynek mértéke $T_{elő} = 100\text{ C}^\circ$

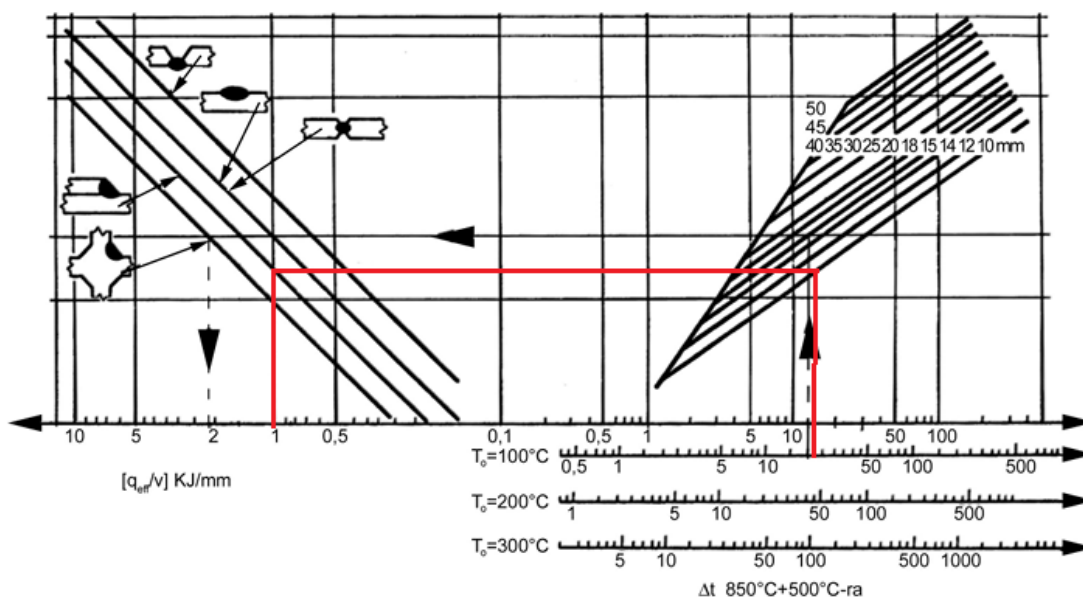
5.5.2 A szükséges hőbevitel meghatározása:

5.11. ábra carbon egyenérték-hűlési idő diagram



Carbon egyenérték alapján a hűlési idő meghatározható, melynek mértéke: 26 s.

5.12. ábra MSZ 6280-szerinti nomogram



A leolvasható hőbevitel $Q=1$ KJ/mm

Az áramerősség, feszültség, valamint huzalátmérő tájékoztató adatainak meghatározása:

5.13. ábra Tájékoztató adatok táblázata

Ívfeszültség, U [V]	A huzal átmérője, d [mm]			
	(0,6), 0,8.....1,0 50 – 160 A	1,0 – 1,2 70 – 200 A	1,2 – 1,6 120 – 200 A	2,0 – 2,4
16 – 22 rövidívű hegesztés, rövidzárlatos cseppátmenet				-
22 – 28 normálívű hegesztés, vegyes cseppátmenettel	150 – 250 A 	180 – 240 A * 	250 – 350 A ** 	-
28 – 40 hosszúívű hegesztés, cseppes fémátmenet	200 – 250 A * 	200 – 320 A ** 	300 – 450 A ** 	400 – 600 A **

Megjegyzés: keverékvédőgázban az ívfeszültség 2 – 3 V-tal kisebb mint szén-dioxidban

*vizszintes és függőleges helyzetben

**csak vizszintes helyzetben

A táblázatból leolvasható közelítő értékek:

$$I=200A \quad U=25V \quad d=1,2$$

5.5.3 Hegesztési sebesség meghatározása:

$$Q = \frac{q_{eff}}{v} = \eta \cdot \frac{U \cdot I}{v_{heg}} \rightarrow v_{heg} = \frac{\eta \cdot U \cdot I}{Q} \quad \eta=0,75 \text{ (CO}_2 \text{ hegesztési eljárás esetén)}$$

$$v_{heg} = \frac{0,75 \cdot 25 \cdot 200}{1000} = 3,75 \frac{mm}{s}$$

A választott szabványos huzal: EN440 G 35 2 C1 G3Si1

A választás folyamán figyelembe vettem a szilárdságra, valamint az átmeneti hőmérsékletre vonatkozó alapszabályokat:

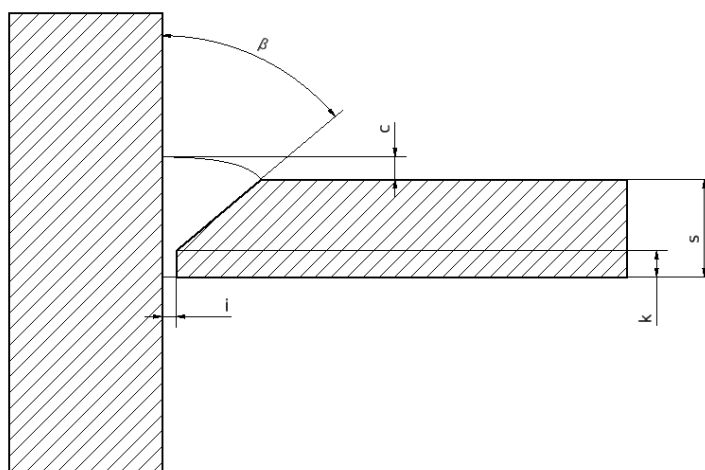
$$R_{eH \text{ heganyag}} \geq R_{eH \text{ alapanyag}}$$

$$TTKV_{\text{heganyag}} \leq TTKV_{\text{alapanyag}}$$

5.5.4 A varrat tömegének és térfogatának meghatározása:

A számítást tapasztalati összefüggések segítségével végzem el.

5.14. ábra 1/2 V varrat



$$s=10 \text{ mm} \quad k=2 \text{ mm} \quad i=0 \text{ mm} \quad \beta=50^\circ \quad c=0,1 \cdot s=1 \text{ mm}$$

A varrat térfogata:

$$V = \frac{1,192 \cdot (s - k)}{2} + i \cdot s + (1,192 \cdot (s - k) + i) \cdot \frac{2}{3} \cdot c \cdot 1000$$

$$V_v = \frac{1,192 \cdot (10 - 2)}{2} + (1,192 \cdot (10 - 2)) \cdot \frac{2}{3} \cdot 1 \cdot 1000 = 11,125 \frac{\text{cm}^3}{\text{m}}$$

Ez a térfogat 1 méterre vonatkoztatott érték.

1 darab záróelem esetén $L = 3047,5 \text{ mm} = 3,0475 \text{ m}$ hosszú varratot kell készíteni.

Így a varrat térfogat: $V_v = V_v \cdot L = 11,125 \cdot 3,0475 = 33,9 \text{ cm}^3 = 0,0339 \text{ dm}^3$

A varrat tömege 1 záróelem esetén:

$$M = V_v \cdot \rho = 0,0339 \cdot 7,85 = 0,266 \approx 0,27 \text{ kg}$$

30 darab záróelem varrathossza: $L_{30z} = 30 \cdot L = 30 \cdot 3,0475 = 91,425 \text{ m}$

30 darab záróelem varrattérfogata:

$$V_{v30z} = V_v \cdot L_{30z} = 11,125 \cdot 91,425 = 1017,1 \text{ cm}^3 = 1,0171 \text{ dm}^3$$

A varrat tömege 30 palást esetén:

$$M_{30z} = V_{v30} \cdot \rho = 1,0171 \cdot 7,85 = 7,85 \text{ kg}$$

A fröcskölést is figyelembe véve:

$$M = \frac{M_{30z}}{0,9} = \frac{7,85}{0,9} = 8,7 \text{ kg}$$

5.5.5 A szükséges védőgáz mennyisége:

$$M_{CO_2} = 0,03 \cdot t_{heg.f\ddot{o}id\ddot{o}}$$

A hegesztési irányérték tapasztalati adatok alapján:

$$I = 200 \text{ A} \quad U = 25 \text{ V} \quad d = 1,2 \text{ mm} \quad v_h = 30 \frac{\text{cm}}{\text{min}} \quad n = 2$$

$$\text{Védőgáz} = 17 \frac{\text{l}}{\text{min}}$$

$$t_{heg.f\ddot{o}id\ddot{o}} = \frac{1}{v_h} \cdot n = \frac{1}{0,3} \cdot 2 = 6,6 \frac{\text{min}}{\text{m}}$$

$$M_{CO_2} = 0,03 \cdot t_{heg.f\ddot{o}id\ddot{o}} = 0,03 \cdot 6,6 = 0,198 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

1 darab záróelemhez szükséges védőgáz mennyisége:

$$M_{CO_21} = 0,618 \cdot M_{CO_2} = 0,618 \cdot 0,198 = 0,12 \text{ kg}$$

30 darab záróelemhez szükséges védőgáz mennyisége:

$$M_{CO_230} = 30 \cdot M_{CO_21} = 30 \cdot 0,12 = 3,6 \text{ kg}$$

5.5.6 Energiaszükséglet meghatározása:

$$E_A = E_M + E_{\ddot{U}}$$

$$E_M = \frac{U \cdot I \cdot t_{heg.f\ddot{o}id\ddot{o}}}{\eta \cdot 1000}$$

1 darab záróelem hegesztési főideje:

$$t_{heg.főidő.1} = \frac{1}{v_h} \cdot n \cdot L = \frac{1}{0,3} \cdot 2 \cdot 3,0475 = 20,3 \text{ min}$$

30 darab záróelem hegesztési főideje:

$$t_{heg.főidő.30} = t_{heg.főidő.1} \cdot 30 = 20,3 \cdot 30 = 609 \text{ min} = 10,15 \text{ h}$$

A hegesztés technológiai adatai:

5.15. ábra Egyenirányítók adatai

	CO ₂ – védőgáz és AFI-hegesztés	
	SCH-450 EL	BHKV-350 CS
Hegesztőáram (A)	50 – 450	40 – 350
Üresjárási veszteség, N _ü (kW)	0,30	0,30
Hatásfok, (η)	0,8	0,8

Tapasztalati adatok alapján: $I = 200 \text{ A}$ $U = 25 \text{ V}$ $\eta = 0,8$ $N_{\ddot{u}} = 0,3 \text{ kW}$

A tényleges hegesztési munka energiaszükségletének meghatározása 30 darab esetén:

$$E_M = \frac{U \cdot I \cdot t_{heg.főidő}}{\eta \cdot 1000} = \frac{25 \cdot 200 \cdot 10,15}{0,8 \cdot 1000} = 63,44 \text{ kWh}$$

Az üresjárat energiaszükséglete 30 darab esetén:

$t_{\ddot{u}}$ a hegesztési főidő 15 %-a

$$t_{\ddot{u}} = 0,15 \cdot t_{heg.főidő} = 0,15 \cdot 10,15 = 1,5 \text{ h}$$

$$E_{\ddot{u}} = N_{\ddot{u}} \cdot t_{\ddot{u}} = 0,3 \cdot 1,5 = 0,45 \text{ kWh}$$

A 30 darab záróelem hegesztésének energiaszükséglete:

$$E_A = E_M + E_{\ddot{u}} = 63,44 + 0,45 = 63,89 \text{ kWh}$$

5.5.7 Huzal-előtölési sebesség meghatározása:

$$m_v = V_{v1} \cdot \rho = 0,011125 \cdot 7,85 = 0,09 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$V_{v1} = 0,011125 \text{ dm}^3$$

$$\rho = 7,85 \frac{kg}{dm^3}$$

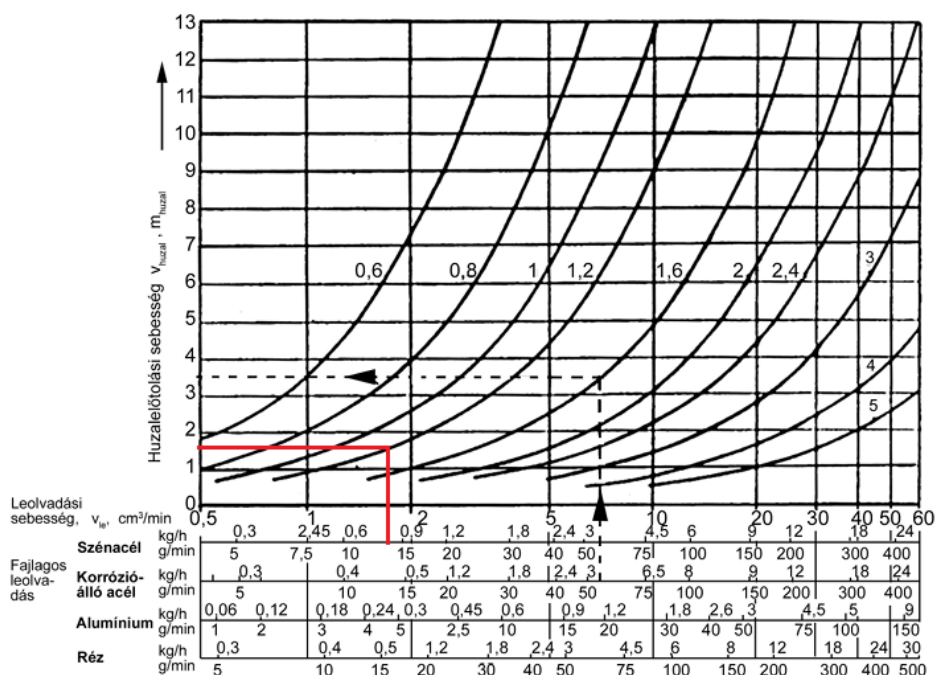
$$\frac{m_v \cdot v_{heg}}{n} = \frac{0,09 \cdot 0,3}{2} = 0,0135 \frac{kg}{min} = 13,5 \frac{g}{min}$$

A két sorban való hegesztés miatt az értéket el kell osztani a sorok számával.

$$v_{heg} = 0,3 \frac{m}{min}$$

$$d = 1,2 \text{ mm}$$

5.16. ábra diagram a huzal előtolási sebességének meghatározásához



A diagramról leolvasható huzal előtolási sebességének értéke:

$$v_{huz} = 1,6 \frac{m}{min}$$

5.5.8. A 2. számú 1/2 V varrat adatainak összegzése

A felsorolt mennyiségek 30 darab záróelem hegesztésére vonatkoznak:

Felhasznált huzalelektroda: EN440 G 35 2 C1 G3Si1

Huzalelektroda átmérő: 1,2 mm

Felhasznált huzalelektroda mennyisége 8,7 kg

Felhasznált védőgáz mennyisége 3,6 kg

Hegesztési idő 10,15 h

Energiaszükséglet: 63,89 kWh

5.6 A 3. számú 1/2 V sarokvarrat:

A 3. számú varrat kialakítása, geometriai méretei és technológiai jellemzői minden tekintetben megegyeznek a 2. számú varratéval. A két kötés azonos lemezvastagságok és hegesztési pozíció mellett készül, továbbá a hegesztési eljárás, a varrat típusa és a technológiai paraméterek is megegyeznek.

Mivel a varrat anyaga, a hegesztőhuzal típusa, a védőgáz összetétele, valamint a beállított áramerősség, feszültség és hegesztési sebesség is azonos, ezért a számítási eljárás lépései – beleértve a varrat geometriai és technológiai jellemzőinek meghatározását – változatlan formában alkalmazhatók.

A 3. számú varrat esetében így a 2. számú számítás során meghatározott képletek és eredmények közvetlenül érvényesek. Ennek megfelelően a részletes számítási menet ismétlése nem szükséges, mivel az azonos körülmények miatt ugyanazon eredményeket kapnánk.

A varrat adatait és a releváns paramétereket az alábbi összefoglalás tartalmazza:

5.6.1. A 3. számú 1/2 V varrat adatainak összegzése

A felsorolt mennyiségek 30 darab záróelem hegesztésére vonatkoznak:

Felhasznált huzalelektroda:	EN440 G 35 2 C1 G3Si1
Huzalelektroda átmérő:	1,2 mm
Felhasznált huzalelektroda mennyisége	8,7 kg
Felhasznált védőgáz mennyisége	3,6 kg
Hegesztési idő	10,15 h
Energiaszükséglet:	63,89 kWh

5.7. Hegesztés összesítése:

Sorszám	Varrat típusa	Huzalelektrod a típusa	Huzal átmérő (mm)	Felhasznált huzal (kg)	Felhasznált védőgáz (kg)	Hegesztési idő (óra)	Energiaigény (kWh)
1.	V-60°	EN440 G 35 2 C1 G3Si1	1,6	15	3	1,6	21
2.	1/2 V-50°	EN440 G 35 2 C1 G3Si1	1,2	9	4	10,15	64
3.	1/2 V-50°	EN440 G 35 2 C1 G3Si1	1,2	9	4	10,15	64
Összesen:				33 kg	10 kg	22 óra	149

A táblázatban szereplő adatok alapján a keverőgép adagoló tartályának gyártásához összesen 15 kg mennyiségű, 1,6 mm átmérőjű huzalelektroda, valamint 18 kg mennyiségű, 1,2 mm átmérőjű huzalelektroda szükséges. Mindkét esetben az alkalmazott huzal típusa EN440 G 35 2 C1 G3Si1, amely jó ívstabilitásával és megfelelő beolvadási tulajdonságaival biztosítja a szerkezeti acél alkatrészek szilárd kötését.

A hegesztési folyamat során felhasznált CO₂ védőgáz mennyisége megközelítőleg 10 kg, amely egy 20 literes, 14 kg töltetű palackkal gazdaságosan fedezhető. A választott mennyiségek a 30 darab tartály teljes gyártási sorozatára vonatkoznak, figyelembe véve a technológiai veszteségeket és a huzaladagolás közbeni tartalék igényt.

Az összesített adatok alapján az anyagrendelés előre pontosan tervezhető, így biztosítható a folyamatos gyártás és a hegesztési folyamat megszakítás nélküli kivitelezése.

6 Készüléktervezés

6.1 A készülék működési elve és alkalmazásának indokoltsága

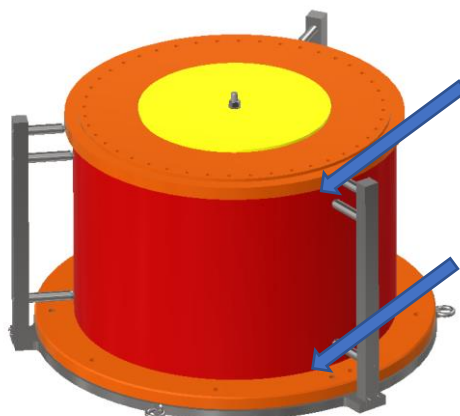
A tartály alkatrészeinek összeállítása során a korábbi gyártási gyakorlatban gyakran jelentkeztek pozicionálási problémák, amelyek a hegesztési pontosságot és az illesztési minőséget is kedvezőtlenül befolyásolták. A kézi beállítás időigényes volt, valamint nagyban függött a kezelő tapasztalatától, ami a gyártási folyamat ismételhőségét is korlátozta.

Ezen problémák kiküszöbölése érdekében egy olyan pozicionáló készülék került megtervezésre, amely biztosítja a tartály palástjának és zárólemezőnek pontos illesztését, valamint a hegesztéshez szükséges stabil rögzítést. (1.ábra)

A készülék működési elve a tartály alkatrészeinek pontos pozicionálásán alapul. A munkadarab elemei a készülék alaplemezőre kerülnek behelyezésre, ahol az előre beállított támasztékok segítségével beállítható a megfelelő illesztési helyzet. Miután az alkatrészek pozíciója pontosan rögzítésre került, a felső leszorító lap biztosítja a stabil megtartást. Ezt követően a szerkezetet ponthegesztéssel ideiglenesen fixálják, hogy a beállított helyzet a további műveletek során se változzon meg. A támasztékok ezután egyszerűen eltávolíthatók, így a munkadarab körkörös hegesztése akadálytalanul elvégezhető.

A készülék alkalmazásával a pozicionálási idő jelentősen csökkenthető, miközben nő az illesztési pontosság és a hegesztett kötések (1. ábra kék nyilak) ismételhősége. Az eltávolítható támasztékok lehetővé teszik a folyamatos hegesztést a teljes kerület mentén, ezáltal javítva a varrat minőségét és csökkentve az utómunkálatok szükségességét. A konstrukció egyszerűsége, stabilitása és könnyű kezelhetősége révén a készülék hatékonyan támogatja a gyártási folyamatot, különösen sorozatgyártás esetén.

6.1. ábra A készülék 3D modellje

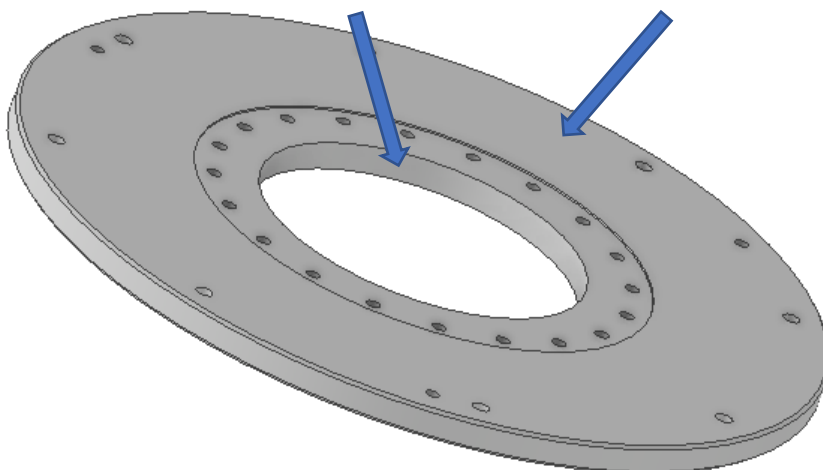


6.2 A készülék tervezésének menete:

A tervezési folyamat első lépéseként megvizsgálásra kerültek a munkadarab azon felületei, amelyek alkalmasak lehetnek a készülék bázisfelületeinek kijelölésére. E felületek biztosítják a munkadarab pontos és ismételhető helyzetét a szerelés, illetve hegesztés során.

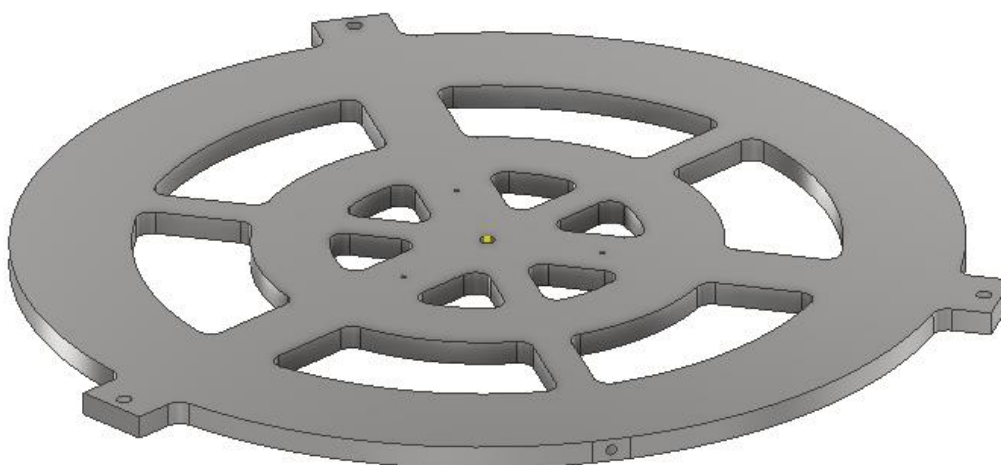
(2. ábra nyilak)

6.2. ábra Bázisfelületek



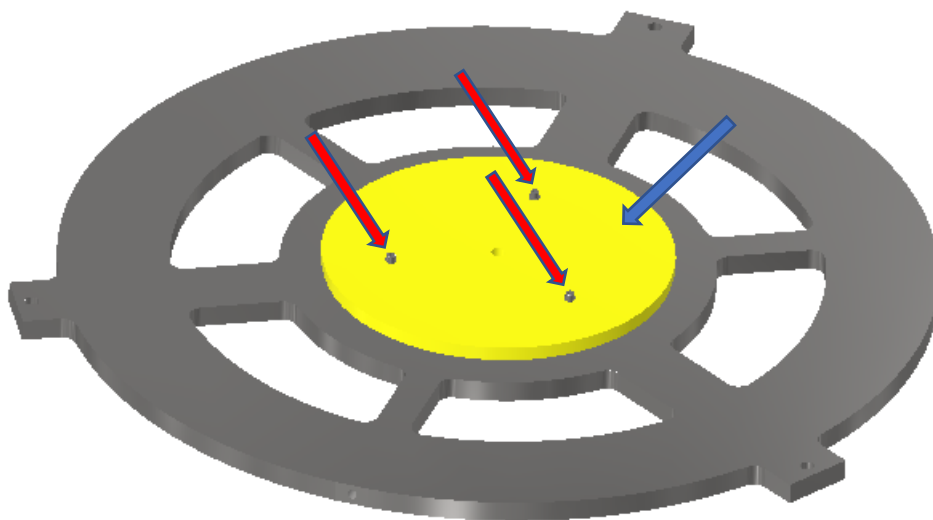
Ezt követően kialakításra került az alaplemez (3. ábra), amely a készülék fő tartóelemeként szolgál.

6.3 ábra Alaplemez



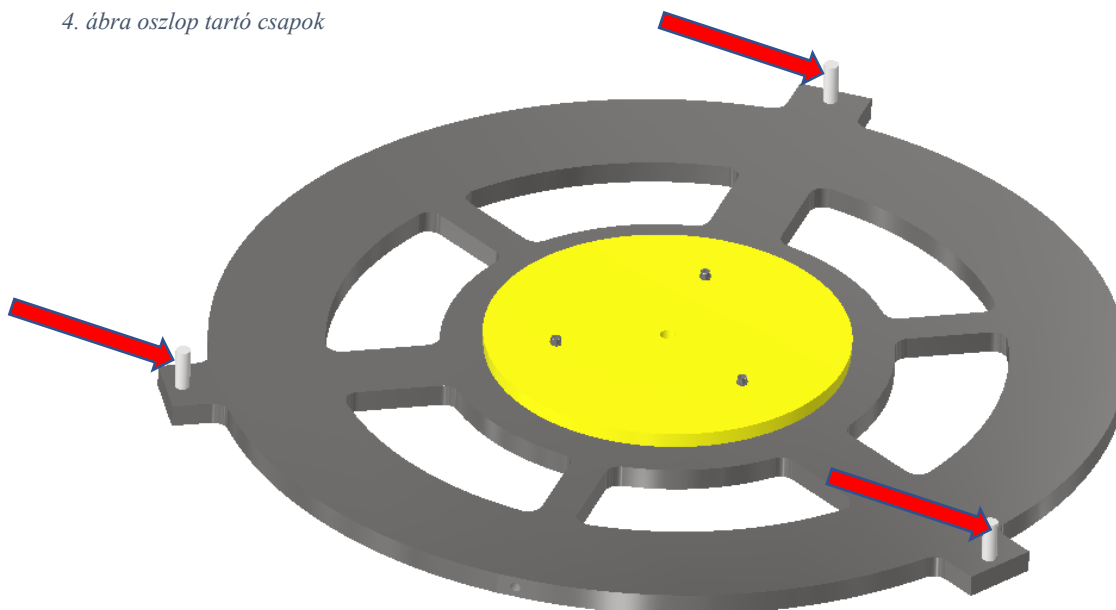
Erre az alaplemezre három darab M8x45 (ISO4762) mm-es belső kulcsnyílású hengeres fejű csavarral (4. ábra piros nyilak) került rögzítésre egy pozícionáló tárcsa (4. ábra kék nyilak), amely az alsó záróelem megfelelő helyzetbe állítását biztosítja. A csavarok alá kétféle alátét került beépítésre: egy M8-as lapos alátét (ISO 7089), amely a felfekvés stabilitását növeli, valamint egy M8-as rugós alátét (DIN127), amely megakadályozza a kötés önmagától történő kilazulását használat során.

3. ábra pozícionáló tárcsa

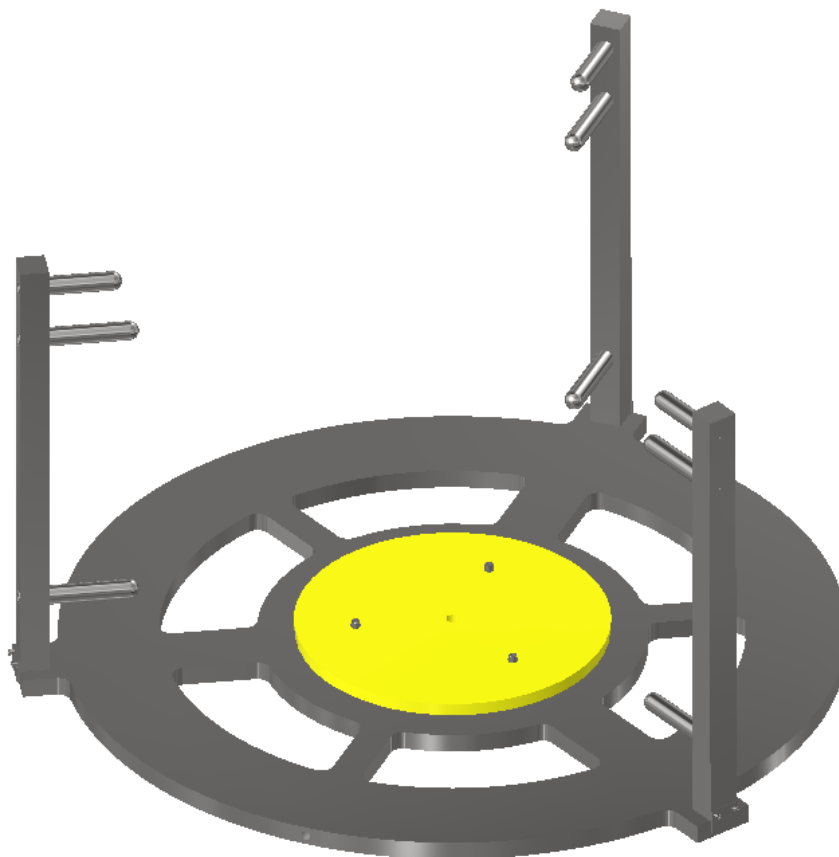


Az alaplemezen elhelyezett csapok (5. ábra nyilak) szolgálnak a támasztóoszlopok rögzítési pontjaiként, amelyek a palást pontos pozícionálását teszik lehetővé. Az oszlopok (6. ábra) 120°-os elrendezésben helyezkednek el a tartály körül, ezáltal egyenletes alátámasztást és stabil felfekvést biztosítanak a munkadarab számára.

4. ábra oszlop tartó csapok



5. ábra támasztóoszlopok



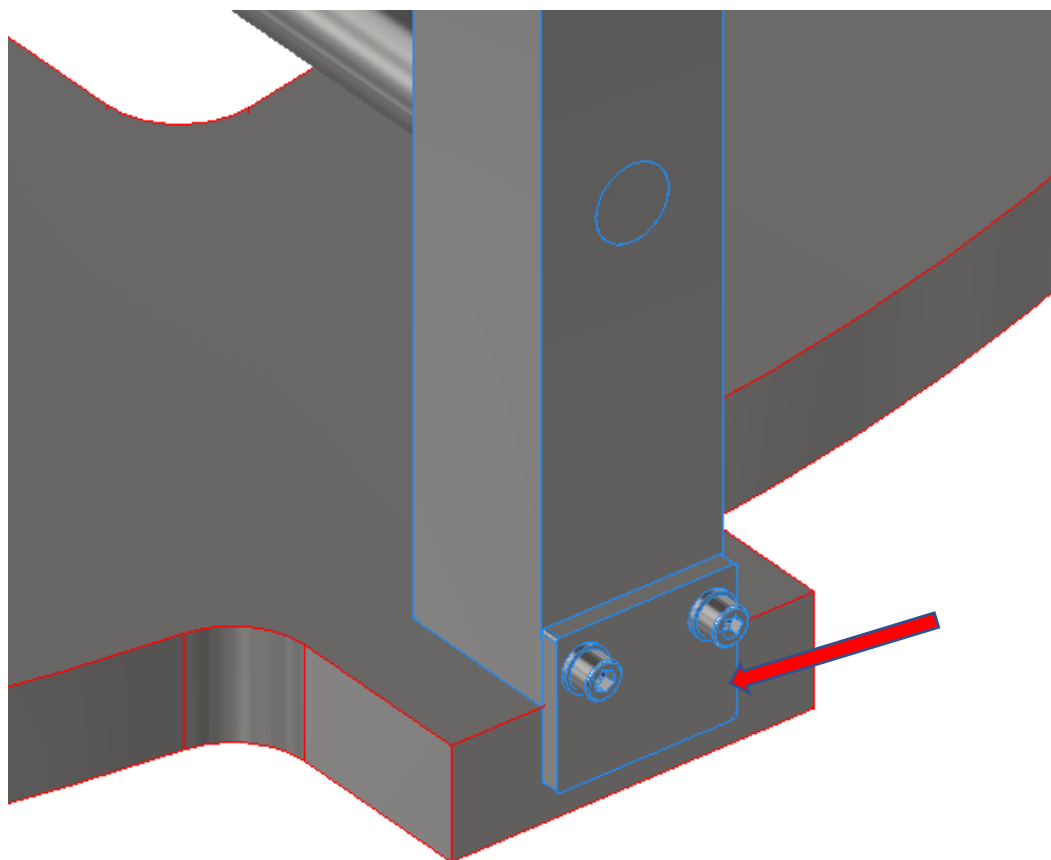
Minden támasztóoszlop három darab ütközőelemmel (7. ábra) van ellátva, amelyekhez a tartály palástja, illetve a felső záróelem kapcsolódik. Ezek az ütközők határozzák meg a munkadarab pontos illeszkedését, biztosítva a geometriai pozíciók ismételtetését.

6. ábra ütközőelem



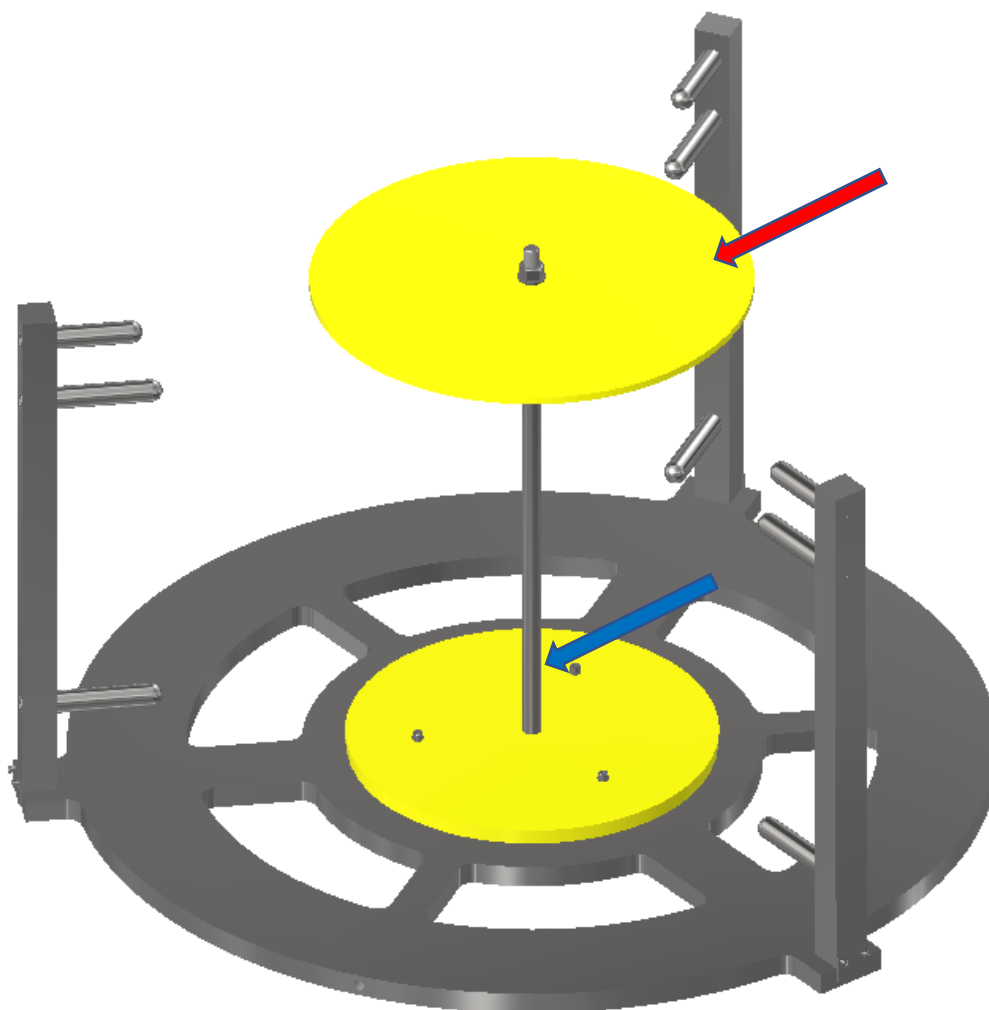
Az oszlopok stabil rögzítésének érdekében egy kiegészítő rögzítőelemet alakítottam ki (8. ábra), amely az oszlopra van felszerelve, és az alaplemez oldalához támaszkodik. Ez az elem megakadályozza az oszlop elfordulását az oszloptartó csapon, ezáltal növelve a készülék pozícionálási pontosságát. A rögzítőelem két darab M6x16-os belső kulcsnyílású hengeres fejű (ISO 4762) csavarral, valamint minden csavar alatt egy M6-os lapos (ISO 7089) és egy M6-os rugós (DIN 127) alátéttel került az oszlophoz rögzítésre, ami biztosítja a stabil kapcsolódást.

7. ábra kiegészítő elem



Következő lépéseként elkészült a szorító elem (9. ábra), amely egy szorító lapból (9. ábra piros nyíl) és egy menetes tengelyből (9. ábra kék nyíl) áll. A tengely egyik vége az alaplemezbe csavarható, míg a másik végére egy M20-as (ISO 4032) anyacsavar kerül, amellyel a szorítólap megfelelően rögzíthető. Ezzel a megoldással a munkadarab a hegesztés ideje alatt stabilan rögzített helyzetben marad, biztosítva a pontos illesztést és a méretpontosságot.

8. ábra szorító elem

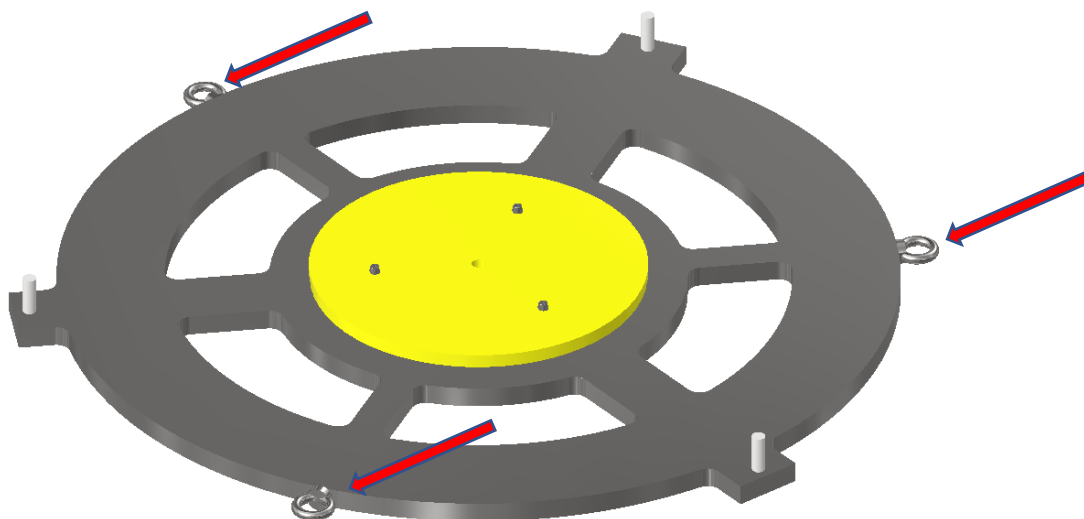


Az alaplemez oldalára, a könnyebb mozgás érdekében, három darab szemescsavar (DIN 580) (10. ábra) került elhelyezésre, egymástól 120°-os elrendezésben (11.ábra). Ezek a szemescsavarok lehetővé teszik a készülék biztonságos emelését és áthelyezését.

9. ábra Szemescsavar



10. ábra szemescsavarok elhelyezkedése



6.3 Felhasznált anyag

A készülék szerkezeti elemei S235 acélból készül, amely megfelelő szilárdsági tulajdonsággal és jó megmunkálhatósággal rendelkezik. Az anyag kiválasztásánál szempont volt a kellő merevség, a hegeszthetőség, valamint az, hogy a készülék gyártása gazdaságosan megvalósítható legyen. A készülék műhelyrajzait a 2. számú melléklet tartalmazza.

6.4 A készülék használatának menete:

A készülék használata előre meghatározott sorrendben történik, hogy a munkadarab elemei pontosan és biztonságosan a helyükre kerüljenek. Elsőként a pozícionáló tárcsát helyezik az alaplemezre, amely az alsó záróelem központosítását biztosítja. Ezt követően az alsó záróelem kerül a tárcsára, majd két támasztóoszlop felhelyezése következik az alaplemez megfelelő csapjaira, hogy a palást behelyezése akadálymentesen elvégezhető legyen. A palást a kialakított ütközőelemekhez illeszkedve kerül pozícióba, ezt követően helyezhető fel a felső záróelem, majd a harmadik támasztóoszlop, amely teljes körű támasztást biztosít. Ezután a szorítólemez kerül a helyére, amely a központi tengely és az anyacsavar segítségével stabilan leszorítja a munkadarabot. A pontos beállítás után elvégezhető a ponthegeztés, amely az elemek ideiglenes rögzítését szolgálja. A ponthegeztés befejezését követően a támasztóoszlopok eltávolíthatók, így a tartály pereme akadálymentesen, körkörösén végig hegeszthető.

Összefoglalás

A szakdolgozat célja egy mezőgazdasági keverőgép adagoló tartályának rekonstrukciós tervezése és a gyártási folyamat korszerűsítése volt. A vizsgálat középpontjában a tartály szerkezeti felépítése, az alkalmazott anyagok kiválasztása, valamint a hegesztési és megmunkálási technológiák optimalizálása állt. A dolgozat során elemzésre kerültek a szerkezeti acélok tulajdonságai, különös tekintettel az S355J2 anyagminőségre, amelyek a kiváló szilárdsági jellemzői és hegeszthetősége miatt a tervezett alkatrészhez a legalkalmasabbnak bizonyult,

A munka során bemutatásra került a hegesztési eljárások közül a védőgázos, huzalelektrodás ívhegesztés (MAG-CO₂), amelyet a tartály elemeinek összeállításához választottam. A technológiai részben részletesen ismertettem a hegesztés menetét, a szükséges paramétereket és a varratgeometriát befolyásoló tényezőket. A számítások segítségével az anyagválasztás megfelelőségét és a hegesztési eljárás biztonságos alkalmazhatóságát.

A rekonstrukciós folyamat során kiemelt figyelmet kapott a gyártás pontosságát és ismételhetőségét biztosító készülék megtervezése is. A tervezett pozicionáló készülék lehetővé teszi a tartály palástjának és záróelemeinek gyors, pontos és stabil rögzítését, megkönnyítve ezzel a hegesztési előkészítést és növelve a gyártás hatékonyságát. A készülék szerkezeti elemeinek anyaga S235 acél, kialakítása pedig a biztonságos működést és a könnyű kezelhetőséget szolgálja.

A dolgozatban bemutatott megoldások eredményeként egy korszerűbb, gazdaságosabban gyártható és karbantartható adagoló tartály jött létre, amely a korábbi változathoz képest megbízhatóbb működést biztosít. A fejlesztés során alkalmazott eljárások és szerkezeti módosítások hozzájárulnak a gyártási idő csökkentéséhez, a hegesztési hibák minimalizálásához és a végtermék élettartamának növeléséhez.

Summary

The aim of this thesis was the reconstruction design and modernization of the manufacturing process of a feed tank for an agricultural mixer. The study focused on the structural design of the tank, the selection of suitable materials, and the optimization of welding and machining technologies. During the research, the properties of structural steels were analyzed, with special emphasis on the S355J2 material grade, which proved to be the most suitable for the designed component due to its excellent strength characteristics and weldability.

Among the welding processes, the gas-shielded, consumable-wire arc welding (MAG-CO₂) method was presented, which was chosen for the assembly of the tank components. In the technological section, the welding process, the required parameters, and the factors influencing the weld geometry were discussed in detail. The calculations verified the adequacy of the selected material and the safe applicability of the chosen welding procedure.

During the reconstruction process, special attention was paid to the design of a positioning fixture ensuring manufacturing accuracy and repeatability. The designed fixture enables the fast, precise, and stable positioning of the tank shell and closing elements, thereby facilitating the welding preparation and increasing production efficiency. The structural components of the fixture are made of S235 steel, and its design serves both operational safety and ease of handling.

As a result of the proposed solutions, a more modern, cost-effective, and easily maintainable feed tank was developed, which provides more reliable operation compared to the previous version. The applied procedures and structural improvements contribute to reducing manufacturing time, minimizing welding defects, and increasing the service life of the final product.

Nyilatkozatok

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréseiről és eredetiségéről

A hallgató neve: Böger Ádám József
A Hallgató Neptun kódja: A3U1GH
A dolgozat címe: Mezőgazdasági keverőtartály rekonstrukciós tervezése
A megjelenés éve: 2025
A tanszék neve: Magyar Agrár-és élettudományi Egyetem Műszaki Intézet
Gödöllő

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

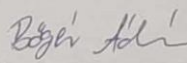
Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a Záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

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

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

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

Kelt: 2025 év 10 hó 24 nap



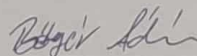
Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

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

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

Kelt: 2025. év 09. hó 22 nap



Hallgató

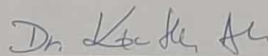
NYILATKOZAT

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozom arról, hogy a Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom áttekinttem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom záróvizsgán történő védésre javaslok / nem javaslok*.

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

Kelt: 2025 év október hó 20 nap



Belső konzulens

*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!

Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

1. Általános adatok

Hallgató neve:	Bögér Ádám József
Neptun-kódja:	A3U1GH
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	<input checked="" type="checkbox"/> BSc/BA <input type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb:
Tantárgy neve/kódja*:	Szakedolgozat készítés 1.
A munka címe:	Mezőgazdasági keverőtartály rekonstrukciós tervezése

* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)

A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Amennyiben ezt jelölte, a további táblázatok kitöltése nem szükséges.)

B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

I. TÁBLÁZAT: Asszisztensi vagy kisebb mértékű felhasználás (pl. fordítás, nyelvi korrektúra, ötletelés stb.)

(Ezen felhasználások esetében a konkrét promptok és válaszok csatolása nem szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve és verziója	Érintett rész (ha nem a szöveg egészére vonatkozik)
szakirodalom keresés, átfogalmazás, fordítás	Chatgpt	

II. TÁBLÁZAT: Jelentős tartalmi hozzájárulás (pl. egy teljes ábra vagy egy hosszabb szövegrész generálása)

(Ezekben az esetekben a felhasznált kulcsfontosságú promptok és az MI által adott nyers válaszok dokumentálása és a munka mellékletében való csatolása szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve, verziója, elérhetősége	Az érintett fejezet / ábra / táblázat pontos sorszáma	A prompt-naplót tartalmazó melléklet bejegyzésének sorszáma
-	-	-	-

3/A. Oktató által előírt kiegészítő szabályok (ha vannak)

Amennyiben az adott tantárgy oktatója vagy témavezetője az MI-eszközök használatára vonatkozóan külön szabályokat vagy elvárásokat határozott meg, kérjük, az alábbi mezőben foglalja össze ezeket:

Pl. az MI használatának tilalma bizonyos feladattípusokra; csak konkrét eszköz használata engedélyezett; eltérő hivatkozási elvárások; dokumentációs forma stb.

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

Λ MATE-K/13-12/2025 iktatószámú 11/2025 (VIII. 29.) számú rektori utasítás: a **MESTERSÉGES INTELLIGENCIA HASZNÁLATÁRÓL SZÓLÓ SZABÁLYZAT** hatályba lépése előtt 2025. szeptember 1. előtt az MI használata engedélyezett.

4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:

Kijelentem, hogy az MI által esetlegesen generált tartalmakat minden esetben kritikailag felülvizsgáltam, szerkesztettem és a munkába illesztettem. A leadott munka minden eleméért, annak eredetiségeért és tudományos helytállóságáért teljes körű felelősséget vállalok. Tudomásul veszem, hogy a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyesület a benyújtott munkát mesterséges intelligencia detektorral ellenőrizheti, és eljárást kezdeményezhet, amennyiben a nyilatkozatom valótlan vagy hiányos.

Kelt: Vámosmikola, 2025. 10 hó 24 nap

Bögyi Miki

Hallgató aláírása

Dr. Ká. Kőrösi

Konzulens/Témavezető aláírása

Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

1. Általános adatok

Hallgató neve:	Bögrér Ádám József
Neptun-kódja:	A3U1GH
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	<input checked="" type="checkbox"/> BSc/BA <input type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb:
Tantárgy neve/kódja*:	Szakdolgozat készítés 2.
A munka címe:	Mezőgazdasági rekonstrukciós tervezése keverőtartály

* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)

A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Amennyiben ezt jelölte, a további táblázatok kitöltése nem szükséges.)

B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

I. TÁBLÁZAT: Asszisztensi vagy kisebb mértékű felhasználás (pl. fordítás, nyelvi korrektúra, ötletelés stb.)

(Ezen felhasználások esetében a konkrét promptok és válaszok csatolása nem szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve és verziója	Érintett rész (ha nem a szöveg egészére vonatkozik)

II. TÁBLÁZAT: Jelentős tartalmi hozzájárulás (pl. egy teljes ábra vagy egy hosszabb szövegrész generálása)

(Ezekben az esetekben a felhasznált kulcsfontosságú promptok és az MI által adott nyers válaszok dokumentálása és a munka mellékletében való csatolása szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve, verziója, elérhetősége	Az érintett fejezet / ábra / táblázat pontos sorszáma	A prompt-naplót tartalmazó melléklet bejegyzésének sorszáma
-	-	-	-

3/A. Oktató által előírt kiegészítő szabályok (ha vannak)

Amennyiben az adott tantárgy oktatója vagy témavezetője az MI-eszközök használatára vonatkozóan külön szabályokat vagy elvárásokat határozott meg, kérjük, az alábbi mezőben foglalja össze ezeket:

Pl. az MI használatának tilalma bizonyos feladattípusokra; csak konkrét eszköz használata engedélyezett; eltérő hivatkozási elvárások; dokumentációs forma stb.

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

A MATE-K/13-12/2025 iktatószámú 11/2025 (VIII. 29.) számú rektori utasítás: a **MESTERSÉGES INTELLIGENCIA HASZNÁLATÁRÓL SZÓLÓ SZABÁLYZAT** hatályba lépése előtt 2025. szeptember 1. előtt az MI használata engedélyezett.

4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:

Kijelentem, hogy az MI által esetlegesen generált tartalmakat minden esetben kritikailag felülvizsgáltam, szerkesztettem és a munkába illesztettem. A leadott munka minden eleméért, annak eredetiségeért és tudományos helyteliségeért teljes körű felelősséget vállalok. Tudomásul veszem, hogy a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem a benyújtott munkát mesterséges intelligencia detektorral ellenőrizheti, és eljárást kezdeményezhet, amennyiben a nyilatkozatom valótlan vagy hiányos.

Kelt: Vámosmikola, 2025. 10 hó 24 nap

Bójár Miklós

Hallgató aláírása

Dr. Kőrösi Katalin

Konzulens/Témavezető aláírása

Irodalomjegyzék

- [1]. Anyagismeret BSc Vas alapú ötvözetek Készítette: Dr. Szakál Zoltán egyetemi docens Gödöllő 2020
- [2]. Bakondi, K., & Kardos, Á. (1972). A gépgyártás technológiája I.–Forgácsolás. Budapest: Tankönyvkiadó.
- [3]. Bali J.; 1985; Forgácsolás, Tankönyvkiadó; Budapest
- [4]. Beckert-Neumann: A hegesztés alapismeretei, Hegesztési eljárások, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1977
- [5]. Bevezetés az anyagtudományba I. Nemzeti Tankönyvkiadó-Tankönyvmester Kiadó
- [6]. Dobrzanski (1977). Munkadarab befogó készülékek a gépgyártásban. Budapest: Műszaki Könyvkiadó.
- [7]. Dudás, L., & Valánsik, Á. (1993). Forgácsolási technológia I. Budapest: Műszaki Kiadó.
- [8]. Fledrich, G., Kakuk, G., Zsidai, L., & Kári-Horváth, A. (2016). Gépgyártástechnológia. Gödöllő: Szent István Egyetem.
- [9]. Fledrich, G., Kári-Horváth, A., Pataki, T., & Zsidai, L. (2017). Mechanikai technológiák. Gödöllő: Szent István Egyetem.
- [10]. Gáti J.; 1995; Hegesztési zsebkönyv; Műszaki Könyvkiadó; Budapest
- [11]. Kakuk, G., Kári-Horváth, A., Szakál, Z., & Dr. Zsidai, L. (2008). Forgácsoló eljárások tervezése. Budapest: NSZFI.
- [12]. Kakuk, G., Kári-Horváth, A., Szakál, Z., & Dr. Zsidai, L. (2008). Gyártástervezés. Budapest: NSZFI.

- [13]. Kalászi, I. (1962). Hűtő-kenő folyadékok alkalmazása a forgácsolásnál különös tekintettel az újabb hazai és külföldi tapasztalatokra. Budapest: Mérnöki Továbbképző Intézet.
- [14]. Kári-Horváth, A. (2009). A forgácsolásnál alkalmazott minimálkenés (MMS) hatásmechanizmusa és hatékonyságának növelése. Gödöllő.
- [15]. Kári-Horváth, A., & Pataki, T. (2020). Analysis of temperature in different cooling methods. IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING 749 Paper: 012017 , 8 p.
- [16]. Kári-Horváth, A., Dr. Pellényi, L., Szabó, L., & Dr. Zsidai, L. (2006). Gépgyártástechnológia példatár és segédlet. Gödöllő: Szent István Egyetem.
- [17]. Kári-Horváth, A., & Valesek, I. (2011). Minimálkenés jelentősége a forgácsolásban. TECHMONITOR 1 : 2 pp. 22-24. Paper: ISSN2062-9044 , 3 p.
- [18]. Dr. Kodácsy János, Dr. Pintér József; 2011, Forgácsolás és szerszámai HU.: https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0007_02-Forgacsolas_es_szerszamai_HU/15_a_gyrtsi_nklts.html
- [19]. Dr. Knoll, I. (1981). Furatmegmunkálás. Budapest: Műszaki Könyvkiadó.
- [20]. Gillemot László: Anyagszerkezetten és anyagvizsgálat.
- [21]. Kovács Mihály: Hegesztés, Nemzeti Tankönyvkiadó-Tankönyvmester Kiadó 2002. Nemzeti Tankönyvkiadó-Tankönyvmester Kiadó
- [22]. Kún Csaba A hegesztés fogalma, fajtái, ábrázolása. A hegesztés gépei, segédeszközei.
- [23]. Mikló István: Hegesztő szakismeret 3., Műszaki Könyvkiadó 1988.
- [24]. Mikó Balázs, D. (2015). Forgácsolástechnológia alapjai, Bázisok és készülékek. Óbudai Egyetem.

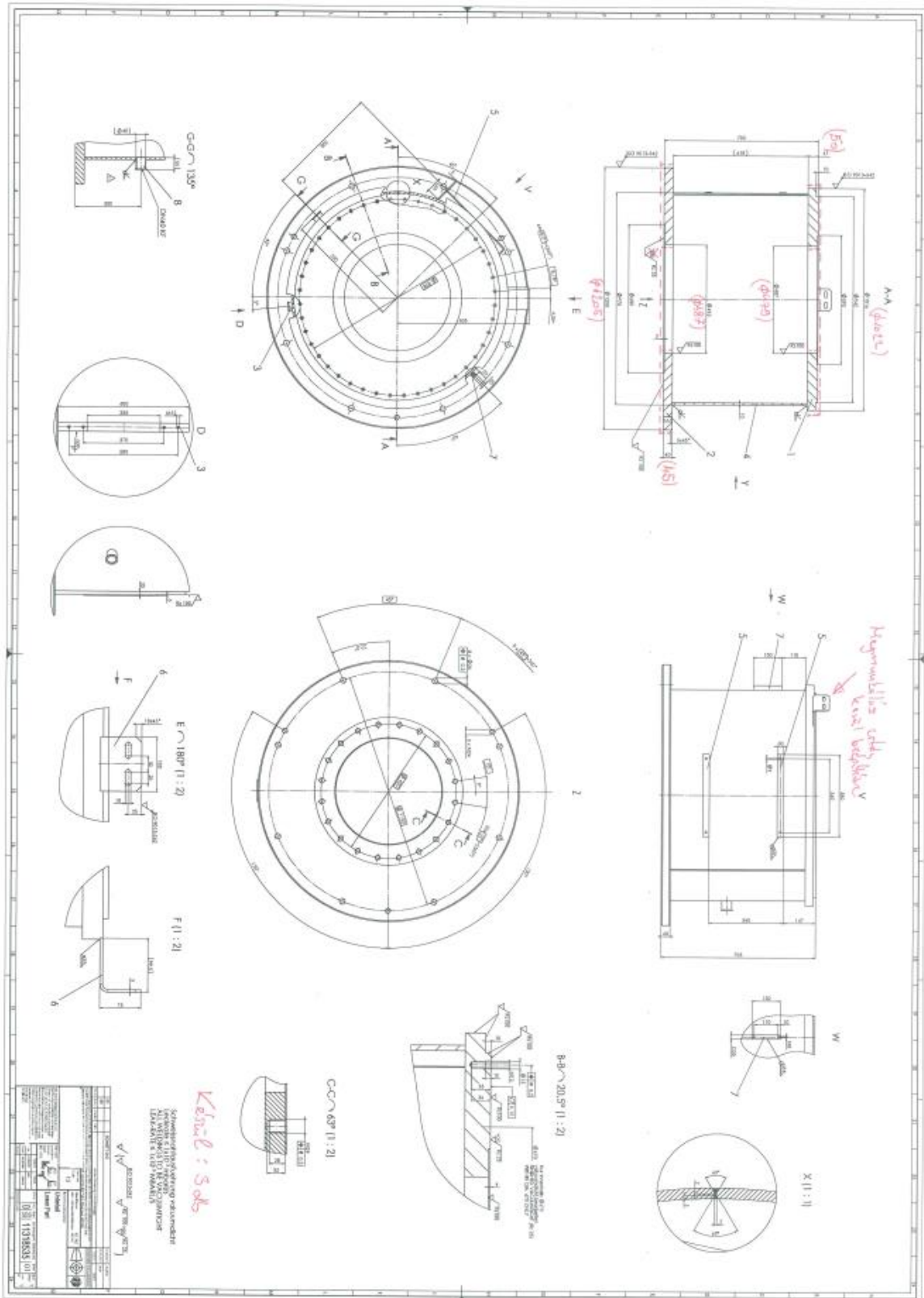
- [25]. Dr. Molnár, J., & Dr. Szabó, S. (1995). Készüléktervezés. Miskolc: ME Kiadó.
- [26]. Dr. Palotás B.; 2013, Hegesztés technológia 1.:
https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2010-0013_hegesztes_technologia_1/hi_1_bevezetes.html
- [27]. Dr. Pintér, J. (2003). Forgácsoló megmunkálás és új technológiák. Győr: Széchenyi István Egyetem.
- [28]. Prohászka János: Bevezetés az anyagtudományba, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1975
- [29]. Dr. Stampfer, M. (2008). Készülékek, gyártási folyamatok tervezése. Pécs: Pollack Kiadó.
- [30]. Dr. Stampfer, M. (2012). Forgácsolás. Pécs: Pollack Kiadó.
- [31]. Szabó L.; 2000; Forgácsolás, hegesztés; Miskolc
- [32]. Szegh I.; 1996; Gyártástervezés, Műegyetemi Könyvkiadó; Budapest
- [33]. Walter, B. (1972). Esztergálás. Budapest: Műszaki Könyvkiadó

Mellékletek jegyzéke

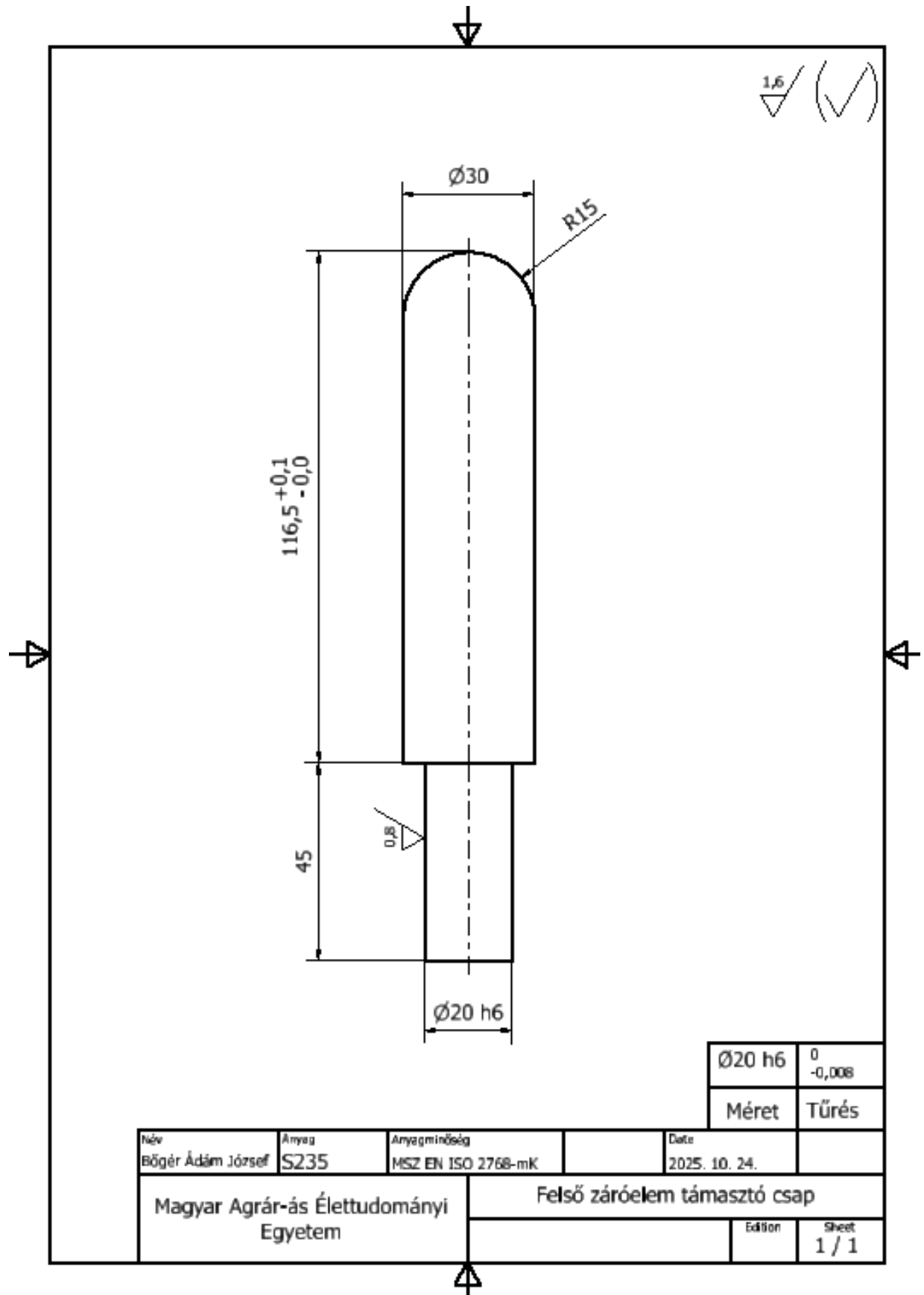
1. számú melléklet: A munkadarab műhelyrajza
2. számú melléklet: A pozicionáló készülék műhelyrajzai
3. számú melléklet: Wps lapok

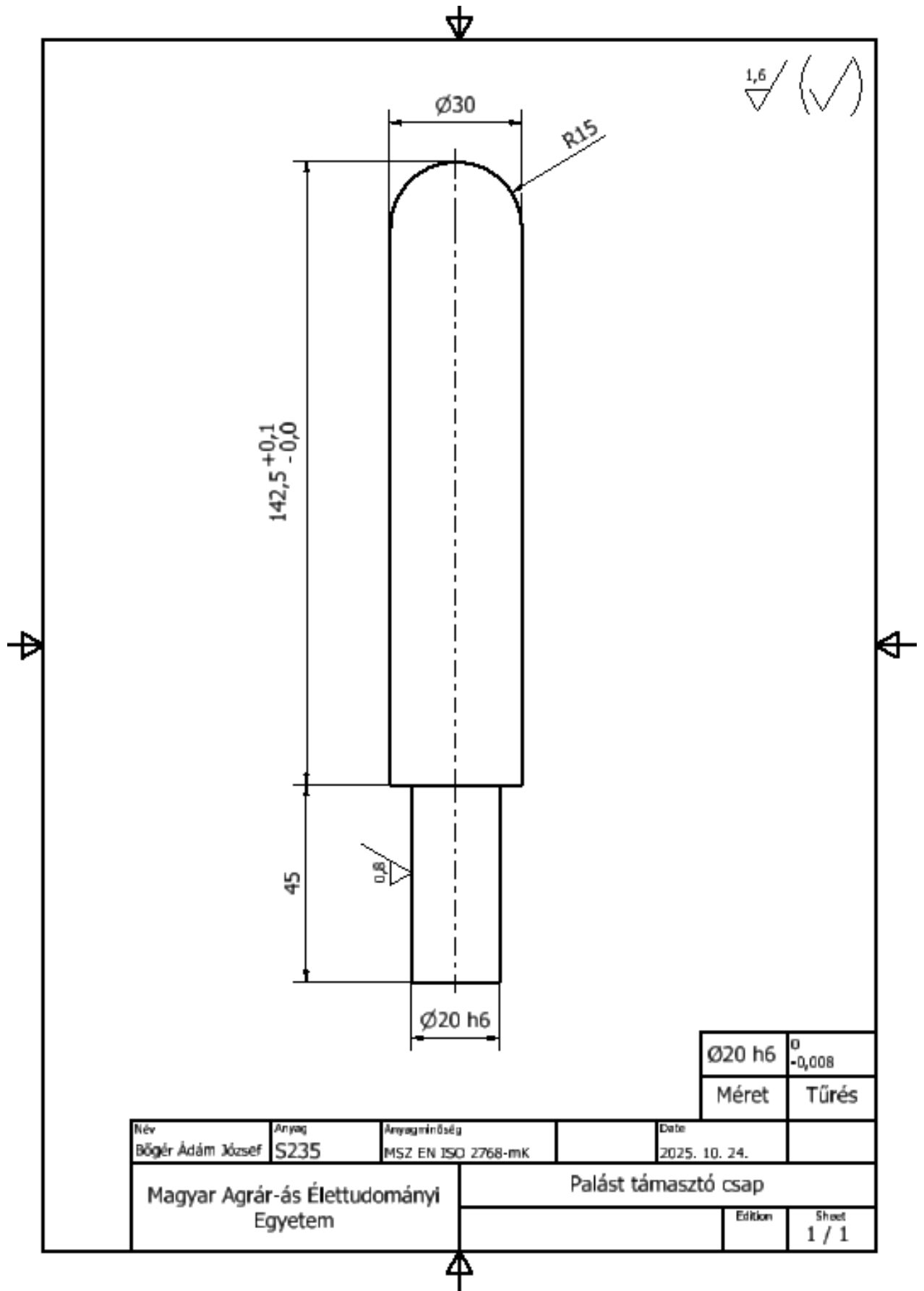
Mellékletek

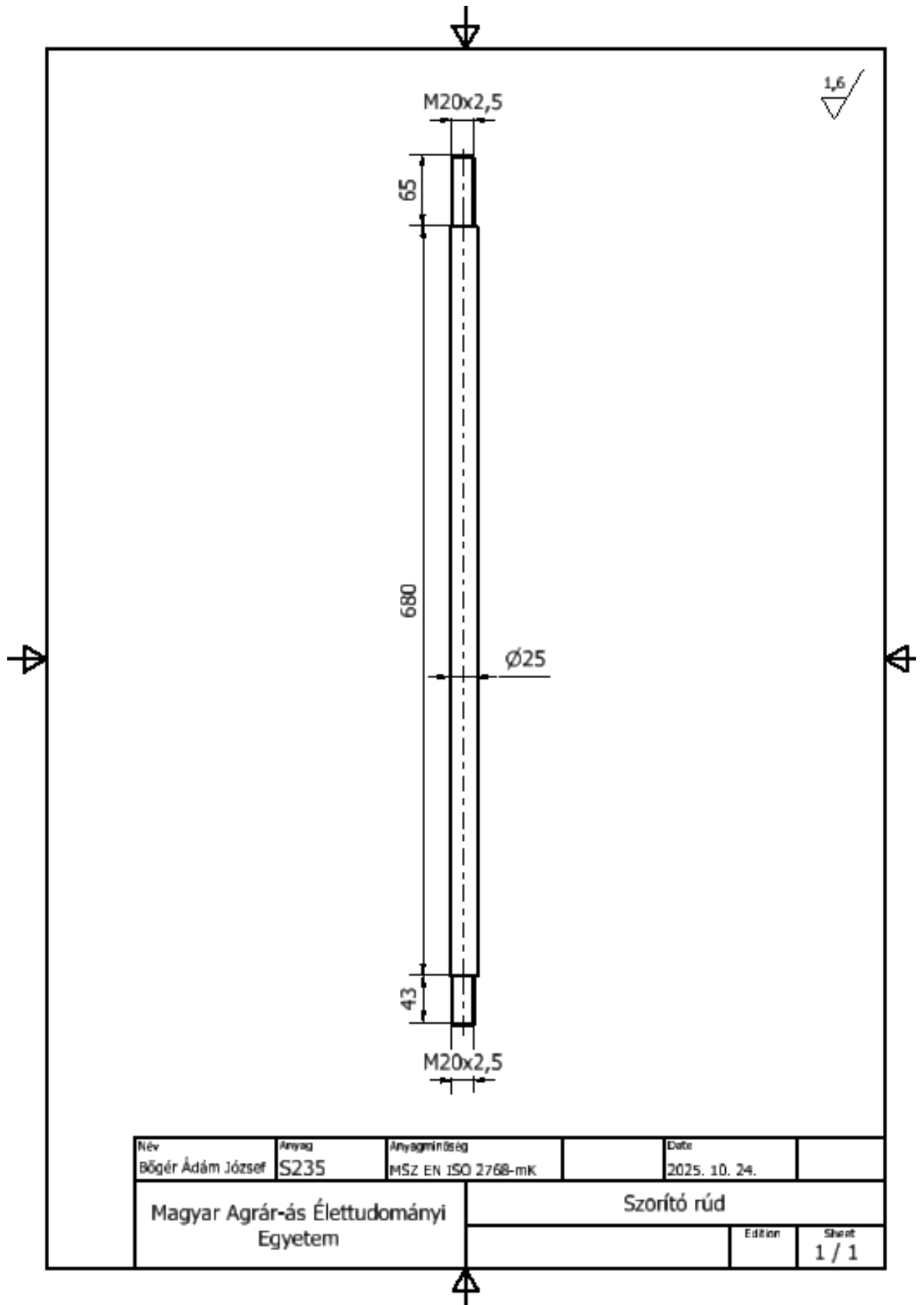
1 számú melléklet

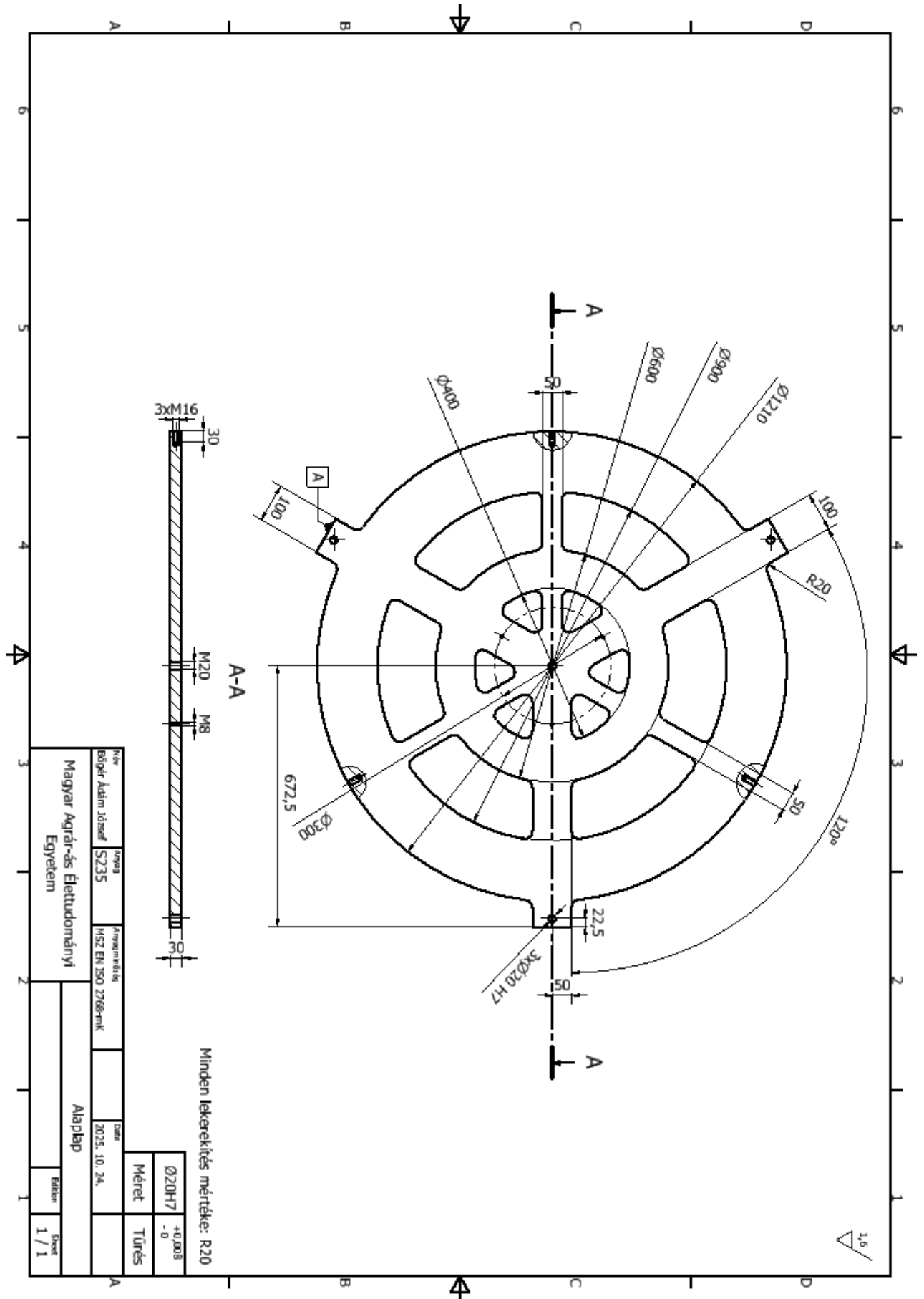


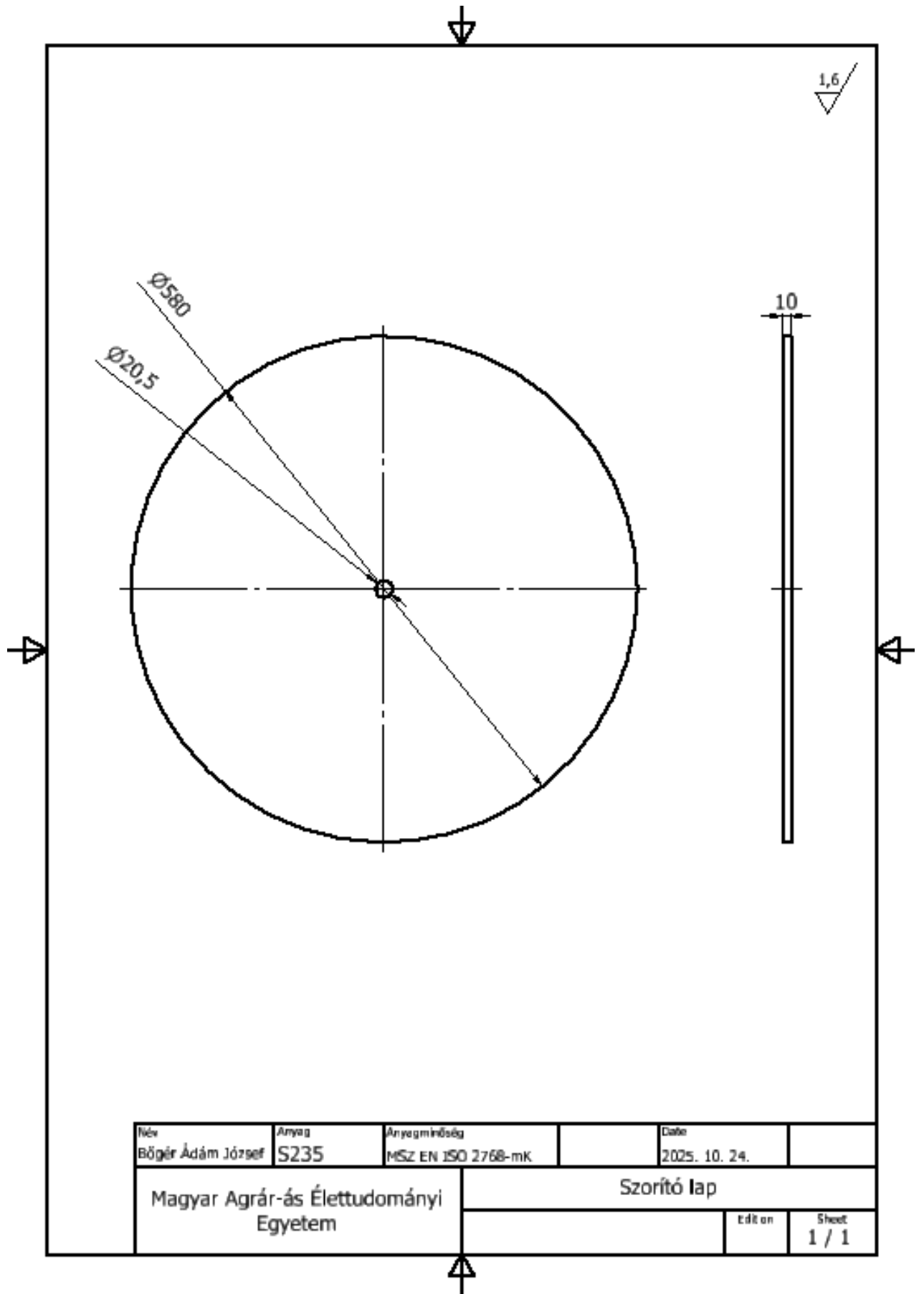
2. számú melléklet

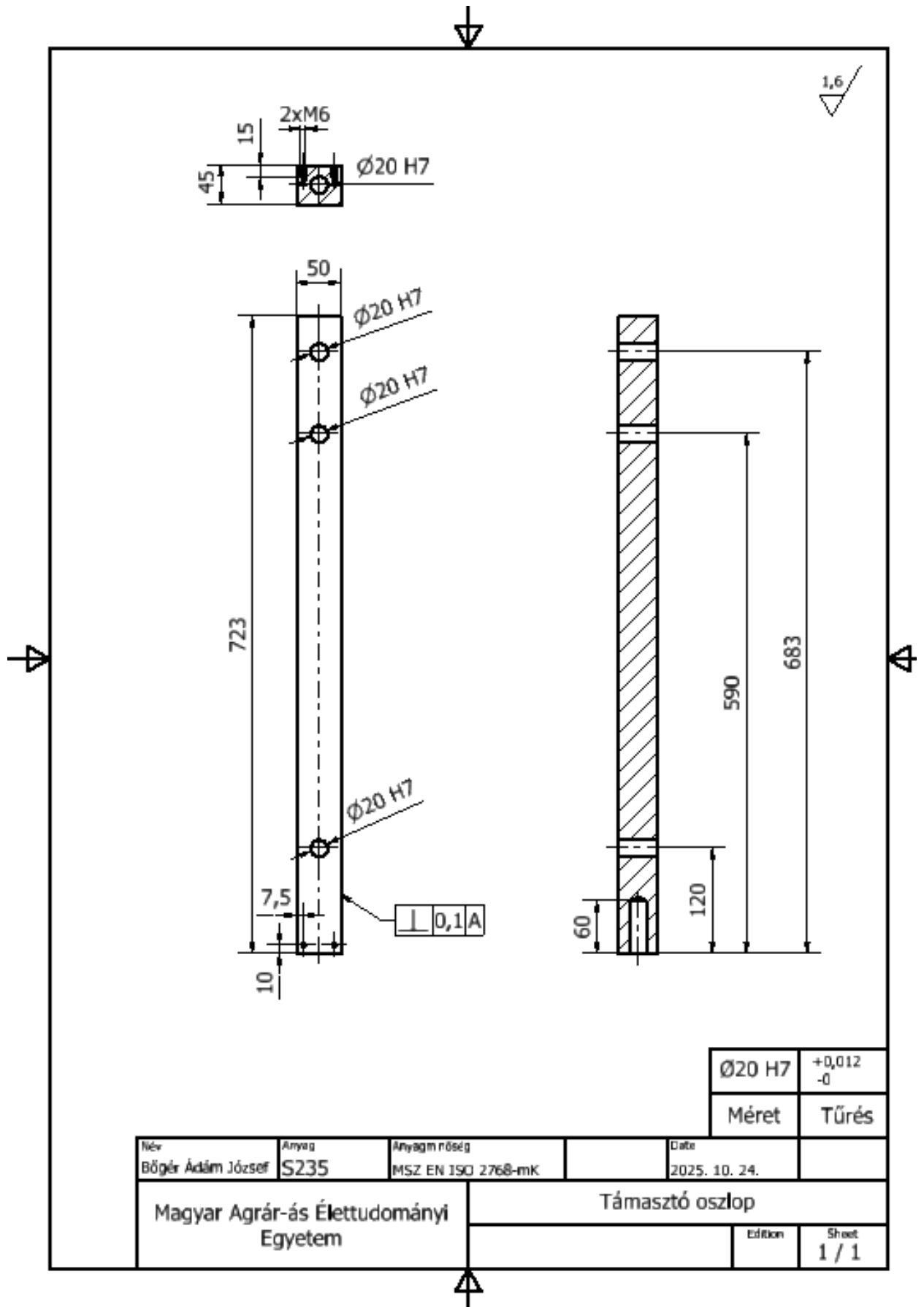


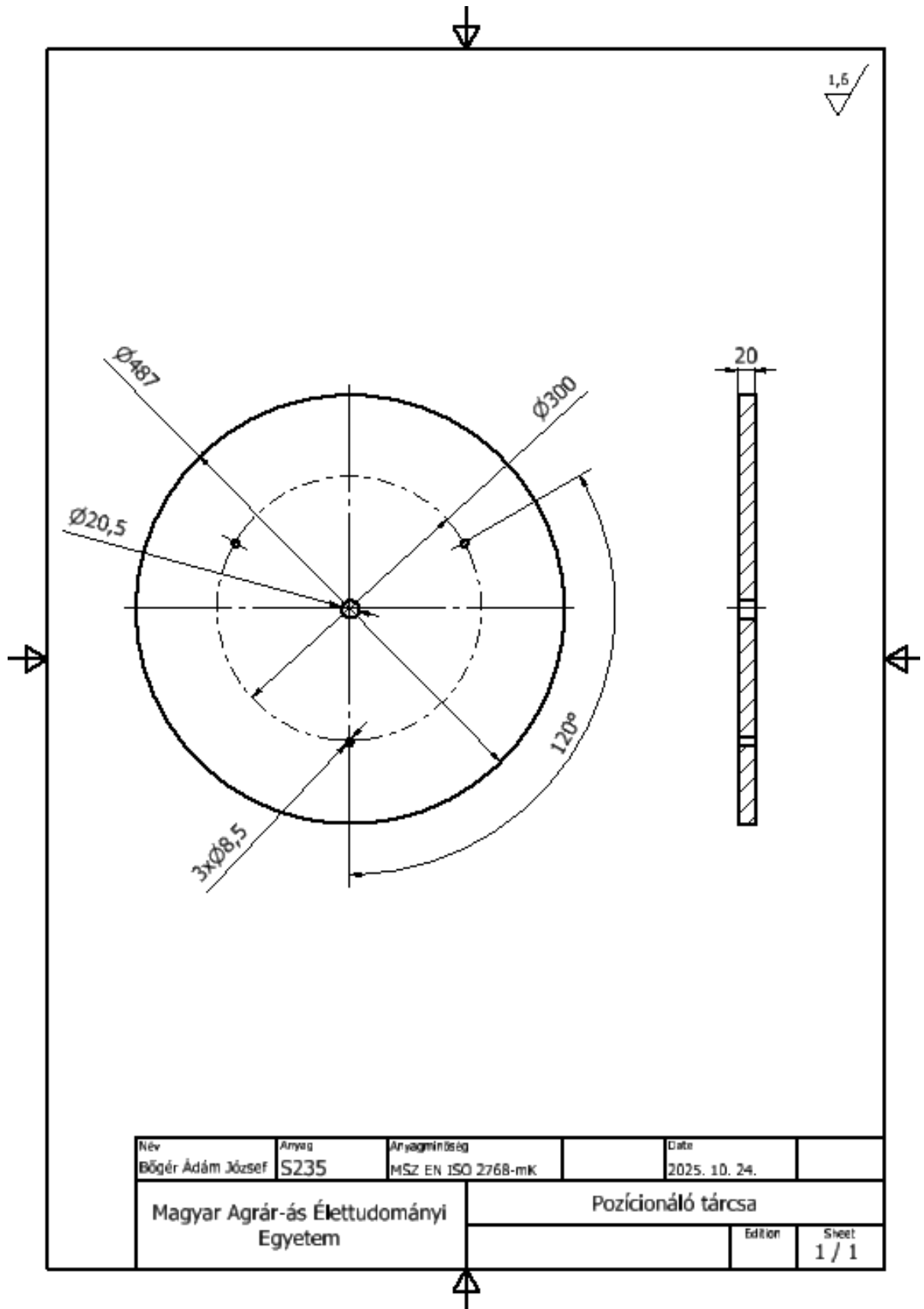


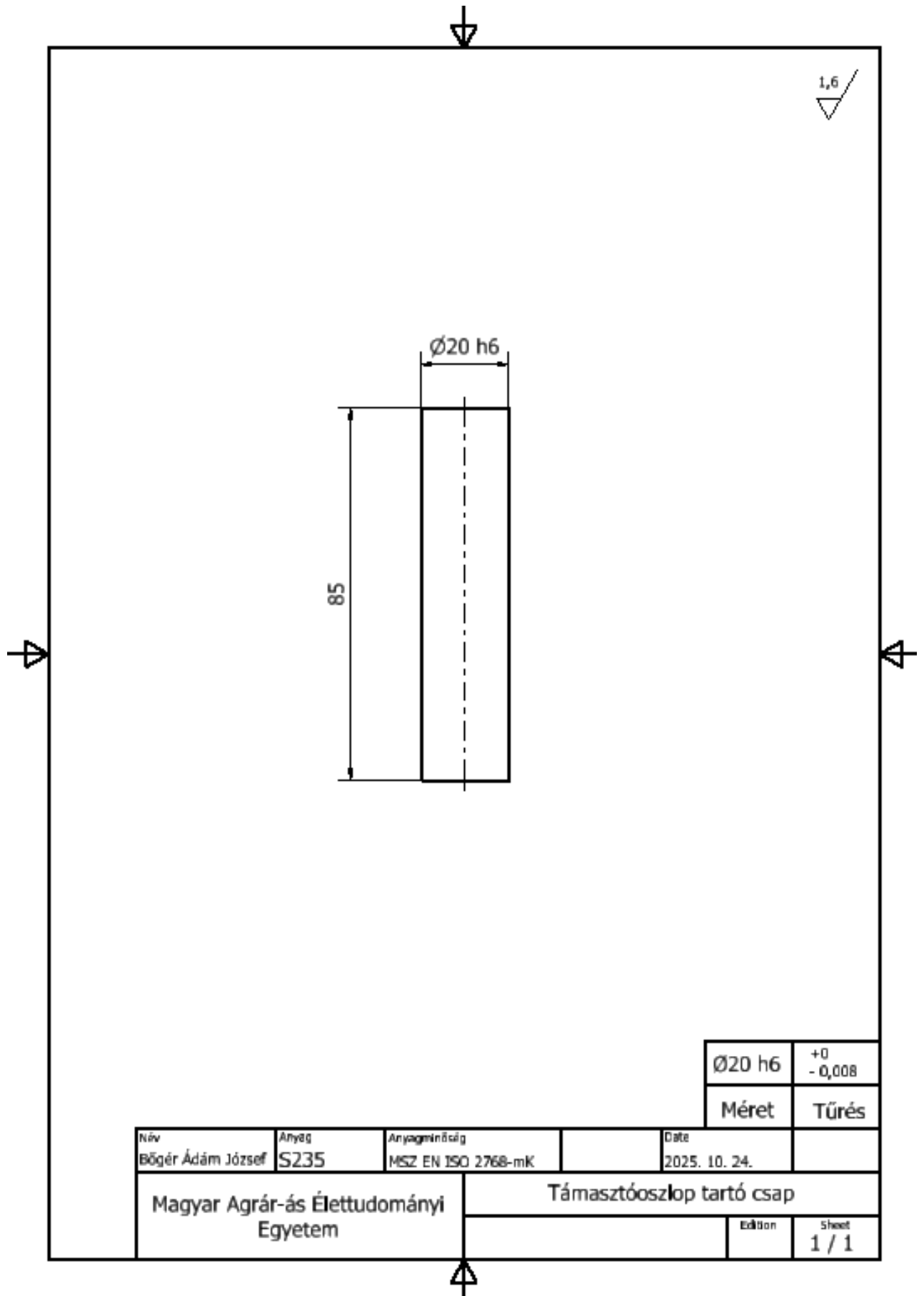






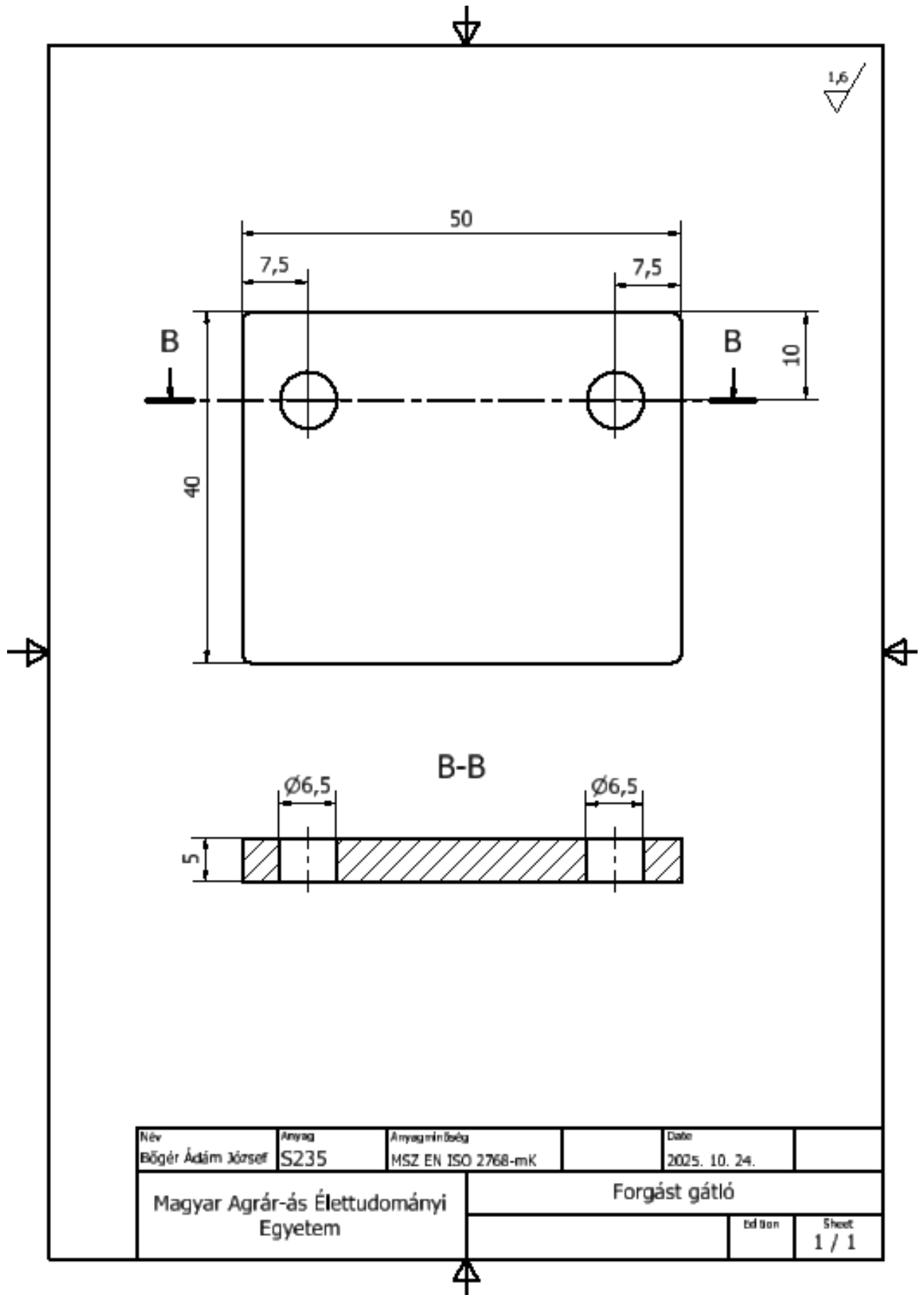






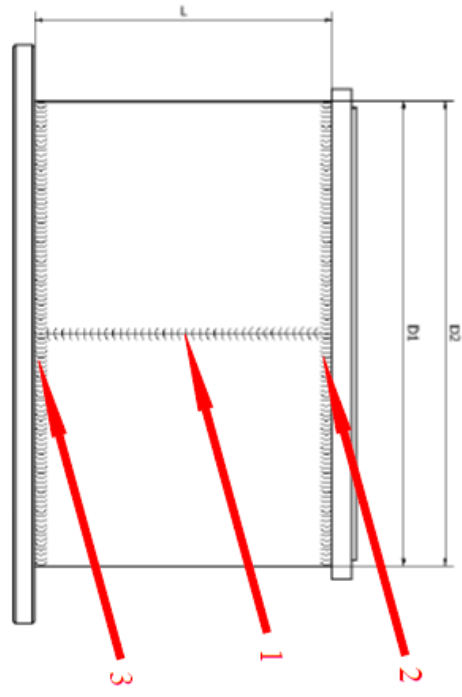
$\text{Ø}20 \text{ h}6$	+0 -0,008
Méret	Tűrés

Név Bögér Ádám József	Anyag S235	Anyagminőség MSZ EN ISO 2768-mK	Date 2025. 10. 24.
Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem		Támasztóoszlop tartó csap	
		Edition	Sheet 1 / 1



2. számú melléklet

MATE, Műszaki Intézet, Avtagyhudományi és Géppártan folyamatok Tanterv		Hegesztési terv: AFI hegesztés		Hegesztési terv száma: 1		Gyártmány megnevezése: Mezőgazdasági keverőtartály		Gyártmány jele:		Rajzszám:		Lapszám: 1/2				
Sor- szám	Művelet megnevezése:	Előkép- zés	Gyök- hézag	Készülék ek, rögzítés	Füv varrat mért mm és db	Hegesztő anyagok és mértete	Technológiai paraméterek				Varrat mérete mm	Varrat minősé- ge	Heg- helyzet	Elő ill. utó- hőkezelés	Megjegyzés:	
							I (A)	U (V)	V _{hég} (m/min)	V _{var} (m/min)						gáz mértete (kg/m)
1.	Rögzítés															
2.	1. varrat első sorának hegesztése	V-60°		Rögzítő pozicionáló készlet		01,6 EN440 G 35 2 CI G35II	350	31	0,4	5,6	0,093	10x618	I	Vízszintes	100 °C	Korrózióálló drótkéfé
3.	Tiszttítás															
4.	1. varrat második sorának hegesztése	V-60°		Rögzítő pozicionáló készlet		01,6 EN440 G 35 2 CI G35II	350	31	0,4	5,6	0,093	10x618	I	Vízszintes	100 °C	Korrózióálló drótkéfé
5.	Tiszttítás															
Készítette: Bögei Ádám József		Kelt: 2025.10.25.	Ellenőrizte:	Kelt:	Javítások Jel:	Javítások	Javítások	Javítások	Kelt:	Érvényes 30 db-ra						



Hegesztendő alkatrész

Rajzszám

Leosztás módja
fém szlagfűtés,
sarokcsiszoló

Munkavédelmi előírások:
Az
szabványoknak megfelelően

Technológiai vizs- gálat (MSZ 6442)	Gyártásellenőrző vizsgálat (MSZ 6442)	Gyártmány ellenőrzési utasítás
Alapanyagok: S355J2 mértetek: D ₁ =D ₂ =970 mm, L=618 mm, s=10		Hegesztő gép: SCH 450EL
Sarokvarrat:	1. Szemrevételezés 100%-ban	
1. Keményégervizsgálat (2db)	2. Repedésvizsgálat MSZ6442-79M 8.5.4	
2. Utóvizsgálat (3db)		
3. Ciszolatvizsgálat (2db)		
4. Törésvizsgálat (2 db)	3. Radiográfiai vizsgálat 100%-ban	

Sor- szám	Művelet megnevezése:	Élkekép- zés	Gyök- hézag	Készülék ek. rögzítés	Fűző varrat méret mm/m és db	Technológiai paraméterek					Varrat mérete mm	Varrat minőség- ge	Heg. helyzet	Elő ill. utó- hőkezelés	Megjegyzés:	
						Hegesztő anyagok és mérete	I (A)	U (V)	$V_{h\ddot{a}g}$ (m/min)	V_{varr} (m/min)						gáz (kg/m)
6.	2. varrat első sorának hegesztése	12V,50°		Rögzítő pozicionáló készülék	01.2 EN440 G 35 2 C1 G35II	200	25	0.3	1.6	0.198	10x3047,5	I	Vízszintes		Korrózióálló drótkéfé	
7.	Tisztítás															
8.	2 varrat második sorának hegesztése	12V,50°		Rögzítő pozicionáló készülék	01.2 EN440 G 35 2 C1 G35II	200	25	0.3	1.6	0.198	10x3047,5	I	Vízszintes		Korrózióálló drótkéfé	
9.	Tisztítás															
10.	3. varrat első sorának hegesztése	12V,50°		Rögzítő pozicionáló készülék	01.2 EN440 G 35 2 C1 G35II	200	25	0.3	1.6	0.198	10x3047,5	I	Vízszintes		Korrózióálló drótkéfé	
11.	Tisztítás															
12.	3. varrat második sorának hegesztése	12V,50°		Rögzítő pozicionáló készülék	01.2 EN440 G 35 2 C1 G35II	200	25	0.3	1.6	0.198	10x3047,5	I	Vízszintes		Korrózióálló drótkéfé	
13.	Tisztítás															
14.	feszültségcsökkentő hőkezelés															
15.	Gyártmány ellenőrzés															
Készítette: Bögér Ádám József		Kelt: 2025.10.25	Ellenőrzte:	Kelt:	Javítások Jel:	Javítások	Javítások	Javítások	Javítások	Javítások	Javítások	Javítások	Kelt:	Ervényes 30 db-ra		