

ÓBUDAI EGYETEM

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

EGYEDI EMELŐ TERVEZÉSE

OE-BGK
2022.

Hallgató neve:
Hallgató törzskönyvi száma:

Magyar Zoltán
T009462/FI12904/B



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

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

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Magyar Zoltán

Szakedolgozat száma: SZD22052513067072

Törzskönyvi száma: T009462/F112904/B

Neptun kódja: XXXXXXXXXX

Szak: gépészmérnöki

Specializáció: gépészmérnöki - CAD-CAM-CNC

A dolgozat címe: Egyedi emelőgép tervezése

A dolgozat címe angolul: Design of a custom lifting machine

A feladat részletezése:

1. Határozza meg a célgép kiinduló adatait!
2. Végezze el a tervezéshez szükséges számításokat és mutassa be!
3. Készítse el a szükséges alkatrészek CAD modelljeit!
4. Készítse el a szükséges dokumentációkat a gyártáshoz!

Intézményi konzulens neve: Oláh Ferenc

Külső konzulens neve: Bai Zoltán

Munkahelye: Parafix Hungária Kft.

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

Beadási határidő: 2022. 12. 15.

A szakedolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Budapest, 2022. 10. 27.

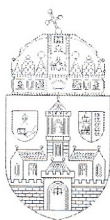


Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom:

belső konzulens

külső konzulens



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

HALLGATÓI NYILATKOZAT

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

Budapest, 2022.12.15.

.....
hallgató aláírása



KONZULTÁCIÓS NAPLÓ

(nappali és levelező képzés)

Hallgató neve: Magyar Zoltán	Neptun kód: [REDACTED]	Tagozat: Levelező
Telefon: [REDACTED]	Levelezési cím: [REDACTED]	
Szakdolgozat címe magyarul: Egyedi emelőgép tervezése		
Szakdolgozat címe angolul: Design of a custom lifting machine		
Intézményi konzulens: Oláh Ferenc		Külső konzulens: Bai Zoltán

Kérjük, hogy az adatokat nyomtatott nagy betűkkel írja!

Alk.	Dátum	Tartalom	Aláírás
0.			
1.	2022.09.17	SZAKIRODALOM ÁTNEKINTÉSE	[Signature]
2.	2022.10.08.	TERVEZÉSI MŰVELETEK EGYEZTETÉSE	[Signature]
3.	2022.10.29.	CAD MODELLEK FELÜLVÍZSGÁLATA	[Signature]
4.	2022.11.12.	SZAKDOLGOZAT VÉGÜSÖ FORMAI ÉS TARTALMI ELLENŐRZÉSE	[Signature]

A Konzultációs naplót összesen 4 alkalommal – az egyes konzultációk alkalmával – kell láttamoztatni a Belső konzulenssel.

A hallgató a „Szakdolgozat” tantárgy aláírási követelményét teljesítette.

[Signature]

Intézményi konzulens

2022. december 09.

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés és cégbemutató	4
2.	Szakirodalom elemző feldolgozása	6
2.1	A tervezés elméleti megközelítése	6
2.1.1	Az általános megoldási folyamat	8
2.1.2	Tervezés munkafolyamata	11
2.2	A tisztatér fogalma, tisztatérre vonatkozó szabványok és tisztatéri berendezések tervezése	16
2.2.1	Tisztaterek berendezéseinek tervezése	18
3.	Egyedi emelő megtervezése	21
3.1	Stanoló gép bemutatás	21
3.2	A feladat pontosítása és követelményjegyzék készítése	23
3.2.1	Az emelő tervezésének tisztatéri és szabványi háttere	25
3.3	A lényegi problémák felismerése és megoldási elvek keresése	26
3.4	Koncepció kiválasztása és tervezés megkezdése	28
3.5	3D modell és végelem szimuláció elkészítése	37
3.6	Költségvetés	40
3.7	A teljes összeállítás	41
4.	Összefoglalás	43
5.	Summary	44
6.	Köszönetnyilvánítás	45
7.	Felhasznált irodalom	46
8.	Mellékletek	52

1. Bevezetés és cégbemutató

A Parafix nagy múltra tekint vissza az öntapadó szalagok, filmek, habok és fóliák feldolgozásában és forgalmazásában. Fő profiljuk a ragasztóanyagok és rugalmas-, átalakítható anyagok, valamint ezek kombinációinak méretre vágása. Évente több mint 250 millió stancolást végeznek.

Az anyavállalat székhelye az Egyesült Királyságban található. Magyarországon értékesítési és gyártási tevékenységet folytat, a közép- és kelet-európai piacokra összpontosítva, így erős lefedettséget biztosít egész Európában, valamint exportál Észak- és Dél-Amerikába, Ázsiába és Ausztráliába.

Folyamatosan fejlődő gyártókapacitásának köszönhetően, amely a legmodernebb feldolgozási technológiákat a legkülönbözőbb nyersanyagok egyedülálló kombinációjával ötvözi, az iparágak széles köre számára nyújt személyre szabott megoldásokat. Az egyes piacokra szakosodott értékesítési és ügyfélszolgálati munkatársak megbízható tapasztalatokon alapuló ajánlásokkal és tanácsokkal látják el a partnereket. [1]



1.1. ábra Parafix Hungaria Kft. budapesti telephelye [2]

A ragasztási technológia területén vezető világcégekkel fenntartott szoros kapcsolat, a szakemberek és az ipari anyagok széles skálája lehetővé teszi számunkra, hogy partnereinknek a termékek széles skáláját kínálják, az egyedi termékek létrehozásának lehetőségétől kezdve a különböző beszállítóktól származó anyagok kombinálásáig.

Termékskála a következőket tartalmazza:

- Ragasztóanyagok
- Légáteresztő anyagok
- Hővezető, hő-elvezető és hőtároló anyagok
- Egészségügyben használt bőrbarát alapanyagok
- Speciális egyoldalú szalagok
- Szigetelőszalagok
- EMI/RFI árnyékoló termékek
- Habok és gumik [1]

Szakdolgozatom témája egy egyedi emelő tervezése, amely egy új beüzemelésű SYSCO gyártmányú rotációs stancológép mellé kerül tisztatéri használatba.

Egyedi emelőre a stancológép elhelyezkedése, a géphez tartozó speciális szerszámgeometria, valamint a tisztatéri használat miatt van. Az emelőgép segítségével az operátor, a 100 és 150 kg közötti kivágó szerszámokat tudja majd ki-és beemelni.

Feladatom a SYSCO gép és az operátori igények felmérése, az emelő geometriájának meghatározása, továbbá a megfelelő számítások elvégzése és tervek elkészítése.

2. Szakirodalom elemző feldolgozása

2.1 A tervezés elméleti megközelítése

A mérnökök feladata valójában az, hogy megoldást találjanak egy műszaki problémára, és azt a rendelkezésre álló lehetőségek keretein belül, a lehető legjobb módon valósítsák meg az anyagok, a technológia és a gazdaságosság szempontjából. Ebben a tevékenységben a tervezőnek kiemelkedő és felelősségteljes szerepe van. Ötletei, ismeretei és képességei döntő szerepet játszanak a termék, annak gazdaságos gyárthatósága és alkalmazhatósága meghatározásában. [3]

Konstrukciófajták

- Új konstrukció: Új megoldási elv kidolgozása egy rendszer (berendezés, készülék, gép vagy szerkezetcsoporthoz) azonos, megváltozott vagy új feladatának megfogalmazására.
- Illesztett konstrukció: Egy ismert rendszer adaptálása (a megoldási elv változatlan marad) egy módosított feladat megfogalmazásához a meglévő korlátok leküzdése érdekében. Ebben az esetben gyakran szükséges az egyes szerkezeti elemek új konstrukcióként történő megtervezése.
- Variációs konstrukció: A méret és/vagy az elrendezés megváltoztatása az előre megtervezett rendszer keretein belül, a működési és megoldási elv változatlan marad. Nem merülnek fel új problémák, pl. anyag, igénybevétel, technológia. [3]

A módszeres tervezés:

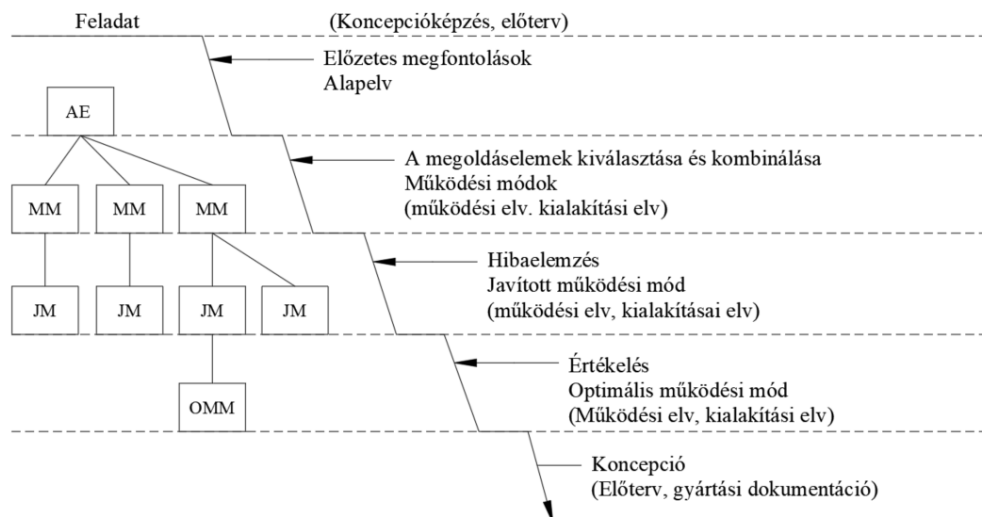
- lehetővé kell tennie a feladatorientált folyamatot, azaz a szakterülettől függetlenül minden tervezési tevékenységhez használhatónak kell lennie;
- megkönnyíti az optimális megoldás keresését;
- összeegyeztethetőnek kell lennie más tudományágak fogalmaival, módszereivel és ismereteivel;
- nem véletlenszerű megoldást nyújtson;
- lehetővé teszi a megoldások könnyű alkalmazását hasonló problémákra;
- képesnek kell lennie az elektronikus adatfeldolgozásra;
- tanulható és tanítható legyen;

- feleljen meg a munkaszervezés követelményeinek, azaz megkönnyítik a munkát, időt takarítanak meg, elkerülik a rossz döntéseket, lehetővé teszik az aktív és értékes együttműködést. [3]

Hansen tervezési rendszere

Már az ötvenes évek elején Hansen javaslatokat tett a szisztematikus tervezésre. Átfogó tervezési rendszerüket Hansen 1965-ben megjelent könyvének 2. kiadásában ismertették. A műszaki munkákra vonatkozó eljárása a következő főbb irányelvekben foglalható össze:

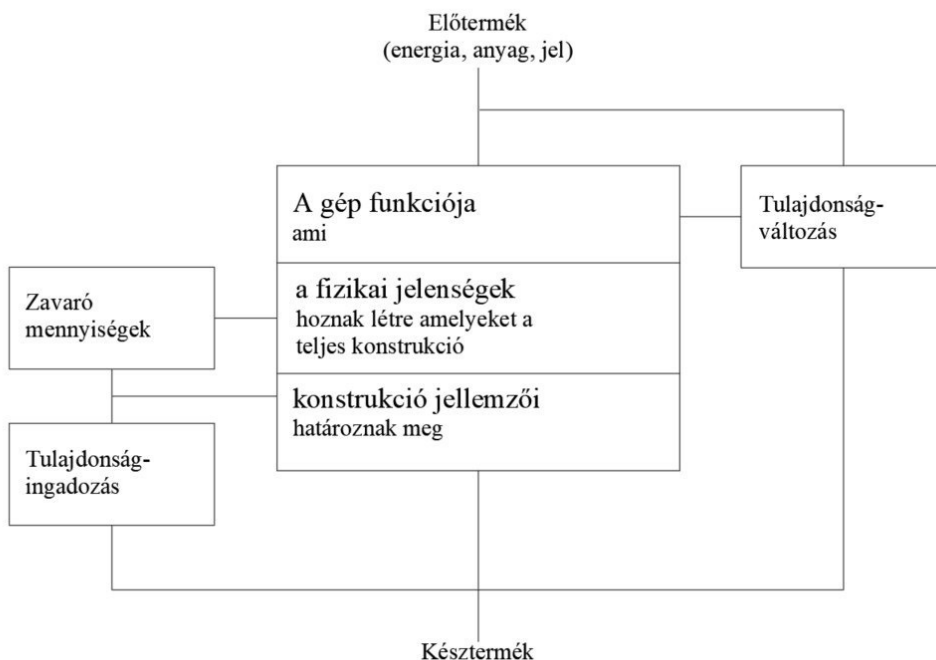
- a probléma lényegének meghatározása, mert ez minden megoldásnál közös;
- az alkalmazható építőelemek megfelelő kombinációja, mivel ezekből bármilyen megoldás felépíthető;
- minden egyes megoldásnál a hibák azonosítása és a hibák vagy azok hatásának csökkentése;
- a legkevesebb hibával rendelkező megoldás kiválasztása;
- a gyakorlati megvalósítást lehetővé tevő dokumentáció elkészítése. [3]



2.1. ábra. A koncepcióképzés (előtervezés, kialakítás) munkaszakaszai Hansen szerint [3]

Módszeres tervezés Rodenacker szerint

Hansen után különösen Rodenacker volt az, aki a fontos munkát végzet a saját tervezési módszerének kidolgozásában. Módszere azon a tényen alapul, hogy minden gép vagy eszköz, amelyet egy adott cél vagy funkció betöltésére terveztek, egy fizikai eseményen alapul. Rodenacker a tervezési folyamatot az információnak az absztraktból a konkrétba történő átalakításaként fogja fel. A tervező tevékenysége a fizikus tevékenységének megfordítása. A munkaszakaszok főbb részeit a 2.2. ábra mutatja be. [3]



2.2. ábra. Munkaszakaszok Rodenacker szerint [3]

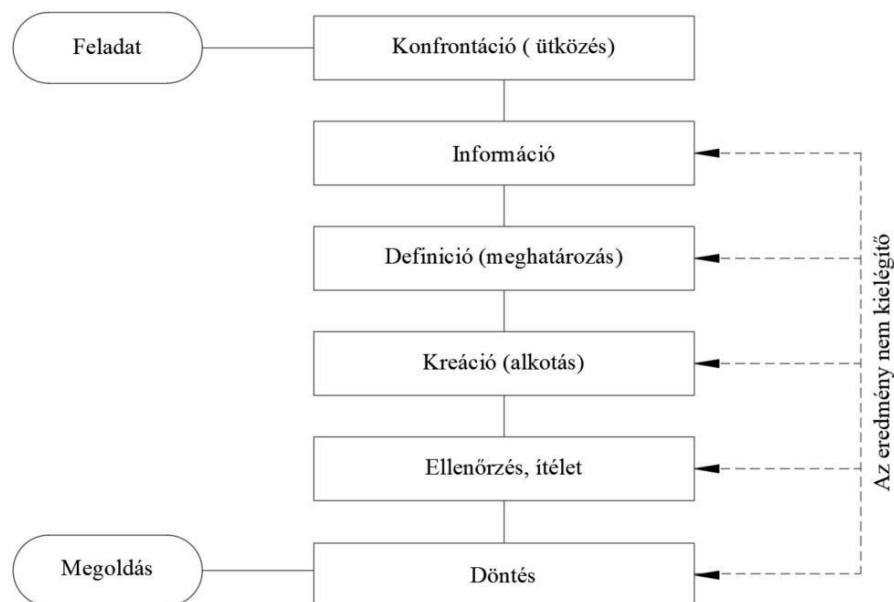
2.1.1 Az általános megoldási folyamat

Az elemzés és a hozzá kapcsolódó szintézis folyamata a feladatmegoldó munkamódszer lényeges része. A megoldási folyamat munkafázisokból és döntési szakaszokból áll, általában a minőségi szakaszból haladva az egyre konkrétábbá váló mennyiségi szakasz felé.

Minden feladat mindenekelőtt egy "ütközés", az ellentétek megteremtése, amely a problémákat ismert vagy (még) nem ismert megvalósítási lehetőségekkel szembesíti. Az ellentétek mértéke a tervező tudásától, készségeitől, tapasztalatától és tevékenységi körétől függ. Minden esetben hasznos azonban a hasonló ismert megoldásokról szóló

információ, valamint a részletesebb feladatmeghatározás, a feltételek és a megoldási lehetőségek. Ez általában csökkenti a konfliktust és növeli a megoldási hajlandóságot. Minden esetben világosan meg kell érteni a követelményrendszer szigorúságát.

Az alapvető problémák (a feladat lényege) jól illeszkedő absztrakt meghatározása lehetővé teszi a célok megragadását és az alapvető feltételek leírását. A megoldást nem előre meghatározó definíció megnyitja az utat az elképzelhető megoldások előtt azáltal, hogy olyan absztrakt definíciót ad, amely elszakad a megszokott megoldásoktól; és ez az elszakadás a megszokottól eltérő megoldásokhoz vezet. [3]

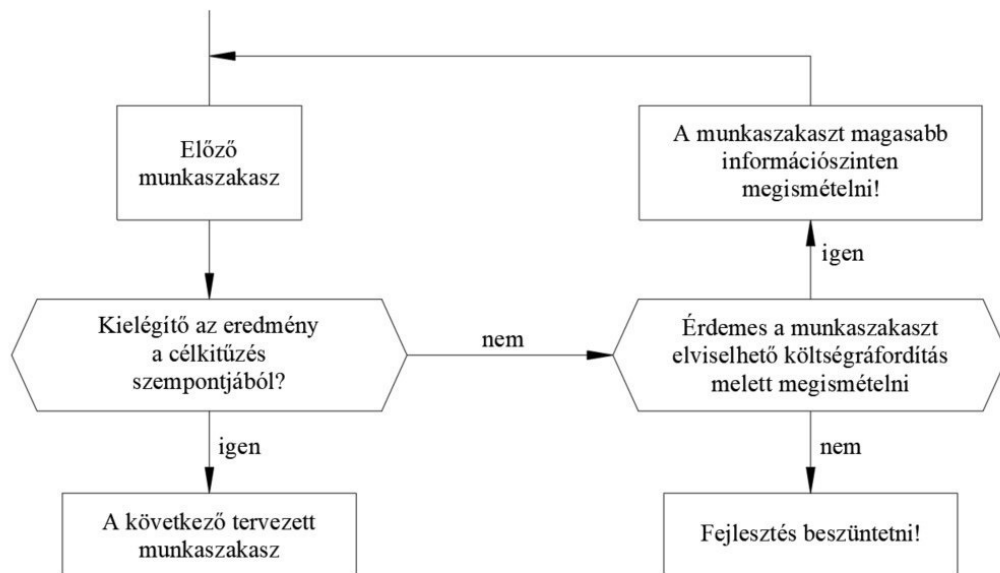


2.3. ábra. Általános megoldási folyamat [3]

Ezt követi a tényleges kreatív fázis, az alkotási fázis, amelyben a megoldási ötleteket különböző módszerek szerint dolgozzák ki, variálják és kombinálják a módszertani irányelvek szerint. Sok változat esetén értékelésre van szükség, amely a legjobb változat kiválasztásának alapjául szolgál. Mivel a gondolkodási és tervezési folyamat eredményei mindig átmennek egy értékelési szakaszon, ez megfelel az elérendő cél szempontjából történő ellenőrzésnek. A döntések alapvető megállapításokhoz vezetnek, ahogyan azt a 2.4. ábra mutatja:

- A korábbi eredmények olyan mértékben megfelelnek-e a célnak, hogy a munka következő lépése habozás nélkül megkezdhető (döntés: igen, a következő tervezett munkafázis megkezdhető).
- A korábbi eredmények nem felelnek meg a célkitűzésnek (döntés: nem, a következő munkafázis nem kezdhető meg).
- Ha úgy tűnik, hogy a munkafázis (vagy szükség esetén több munkafázis) megismétlése gazdaságos és kielégítő eredményt ad, akkor azt magasabb információs szinten meg kell ismételni (döntés; igen, a munkafázis megismétlése).
- Ha az előző kérdést tagadni kell, a fejlesztés nem folytatódik.

Abban az esetben, ha a munkafázis eredményei nem felelnek meg a feladat célkitűzéseinek, még mindig lehetséges, hogy egy módosított vagy eltérő célkitűzéssel ezek az eredmények értékesek és felhasználhatók. Ebben az esetben fel kell tenni a kérdést, hogy van-e lehetőség a szóban forgó feladat módosítására, vagy az eredmények felhasználhatók-e más területen. [3]



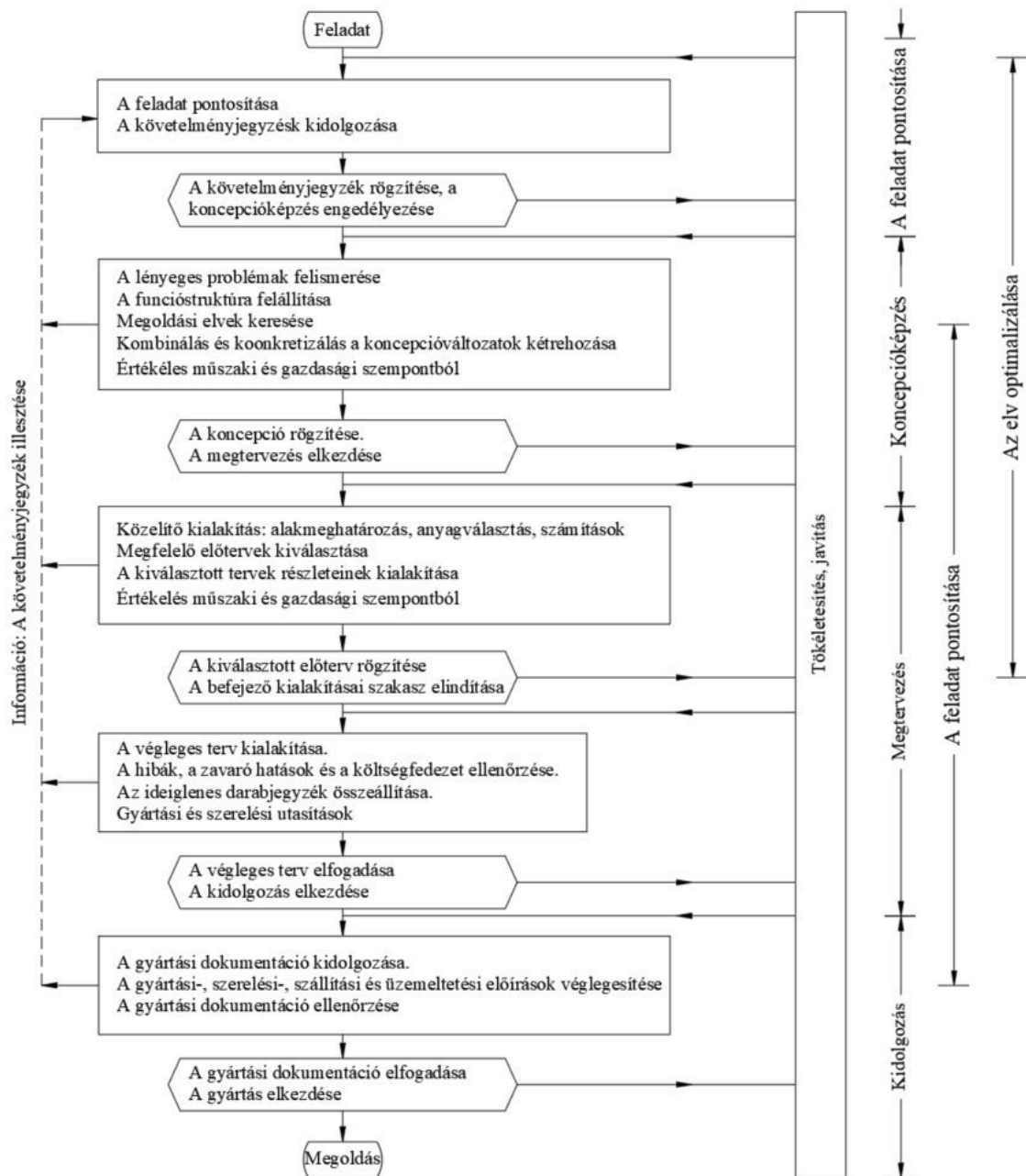
2.4. ábra. Általános döntési folyamat [3]

2.1.2 Tervezés munkafolyamata

A tervezés során a 2.3. ábrán vázolt általános megoldási folyamatot a megvalósítás több különböző szakaszában kell alkalmazni. A tervezési munkafolyamat a következő fő szakaszokból áll:

- a feladat pontosítása;
- koncepciók létrehozása;
- megtervezés;
- kidolgozás.

A teljes folyamatot a 2.5. ábra szemlélteti, a munka és a döntés lépéseit világosan elkülönítve. Minden egyes döntési szakágnak meg kell határoznia, hogy a következő lépést meg lehet-e tenni, vagy a javulás érdekében meg kell ismételni a lépést. Semmiképpen sem szabad a teljes folyamatot a súlyos hibák közbenső azonosítása és kijavítása nélkül végrehajtani. [3]



2.5. ábra. A tervezési munka szakaszai [3]

A feladat pontosítása

A megoldás követelményeire, a meglévő feltételekre és azok relevanciájára vonatkozó információk összegyűjtésére szolgál. Ez a munka lehetővé teszi a követelmények listájának kidolgozását, amelyet a tervezésfejlesztés és az azt követő munkafázisok érdekében kell összeállítani. Ez a dokumentáció, amely mindig naprakész,

és amelyet az információk visszacsatolása kísér, (amint azt az folyamatábra jelzi) alapul szolgálhat az ötletek kidolgozásához (konceptióalkotás) és az azt követő munkafolyamathoz. [3]

A konceptióképzés

A tervezési munkának az a része, amikor a probléma tisztázása és absztrahálása, a funkcionális struktúra felállítása, a megfelelő megoldási elvek kiválasztása és kombinálása után a megoldási konceptiók kidolgozásával meghatározzák az alapvető megoldási utakat.

A konceptiófázis több munkafázisra osztható. Ezeket egymás után többször kell követni a lehető legjobb megoldási konceptió kidolgozásához, mert a későbbi tervezési és fejlesztési munkában nagyon nehéz, ha nem lehetetlen a konceptiók alapvető hiányosságait kiküszöbölni. A tartós és sikeres tervezési megoldás nem a tervezési részletekre való gondos odafigyeléssel, hanem a legmegfelelőbb működési elv kiválasztásával érhető el. Ez nem mond ellent annak a ténynek, hogy még a legmegfelelőbb elvek és azok kombinációi esetén is mindig a részletezésben merülnek fel a nehézségek.

A konceptióváltozatokat ki kell értékelni. Azokat, amelyek nem felelnek meg az előírások követelményeinek, ki kell zárni a további vizsgálatokból, a többit pedig meghatározott értékelési eljárás szerint kell minősíteni. A továbbfejlesztendő megoldási konceptiókat az értékelés alapján lehet kiválasztani.

Gyakran előfordul, hogy több konceptióváltozat közel azonos értékű, és a végső döntést csak a további megvalósítás során lehet meghozni. Ugyanakkor egyetlen megoldási konceptió több tervváltozat létrehozását teszi lehetővé. Tervezési, gyártási és összeszerelési utasítások a folyamat tényleges tervezési (rajz vagy vázlat) szintjén folytatódik. [3]

A megtervezés

A tervezési folyamatnak az a része, amelyben a konceptiótervekből a műszaki "alkotást" alakítják ki, és a műszaki és gazdasági szempontokat további adatokkal egészítik ki olyan mértékben, hogy a gyártáshoz szükséges további feldolgozás egyetlen műveletté váljon.

Sok esetben több méretarányos előzetes rajzot készítenek párhuzamosan vagy egymás után, hogy minél több információt kapjanak a különböző változatok előnyeiről és hátrányairól.

Ez a célja ennek a fázisnak, amelyet a megfelelő kidolgozást követően egy további gazdasági-műszaki értékeléssel kell lezárni. Az értékelés lehetőséget ad arra, hogy magasabb szintű információkkal új ismeretekre tegyünk szert. Gyakran jellemző eset, hogy "az értékelésben" az egyik változat különösen kedvezőnek tűnik, de egyes egészében nem annyira kedvezőnek tűnő javaslatok rész megoldásai jobb, tökéletesebb megoldást tesznek lehetővé. Az ilyen rész megoldások megfelelő módon történő kombinálásával és átrendezésével, valamint az értékelés során feltárt gyengeségek kiküszöbölésével kialakítható a végleges megoldás és elfogadható a végleges terv. A végleges előterven, ellenőrizhető a funkcionalitás, a terhelhetőség, a térbeli kompatibilitás stb. szempontjából. Elsőként azonban itt is fel kell vetni a költségkövetelményeknek való megfelelés kérdését. Csak ezután szabad elkezdni a tervezést. [3]

A kidolgozás

A tervezési folyamatnak ez az a szakasza, amikor a műszaki terv elkészül az egyes elemek elrendezésére, alakjára, méretére és felületi minőségére vonatkozó végleges előírásokkal, az anyagok meghatározásával, a gyártási lehetőségek és költségek ellenőrzésével, valamint az anyagi megvalósításhoz szükséges rajz- és egyéb dokumentációval.

Aki azt gondolja, hogy a részletezés egy alárendelt, jelentéktelen és érdektelen feladat, az nagyon téved. A nehézségek általában a részletek kidolgozásakor merülnek fel. Itt gyakran további korrekciókra van szükség, ritkábban az egész megoldás, gyakrabban az összeállítási egységek vagy az egyes elemek kidolgozásán végzett munka megismétlése lehet indokolt. A folyamatábrában a hangsúly az elv és a konstrukció optimalizálásán van. Ezek kölcsönhatásban vannak egymással. Nyilvánvaló, hogy az elv meghatározásában fontos gyártási szempontok (pl. a maximálisan előállítható méret, a választott vagy lehetséges gyártási eljárás), valamint a megoldás anyag- vagy helyigényére vonatkozó korlátozások is nagy szerepet játszanak. Így a kizárólag a tervezésre vonatkozó jellemzők is befolyásolják a megoldási koncepció kiválasztását és validálását. Általánosságban elmondható, hogy a tervezés és így a gyártástechnológia

szempontjából történő optimalizálás a szerkezet konkretizálódásával egyre fontosabbá válik.

Bizonyos esetekben a tervezés fent leírt fő szakaszai nem választhatók el egyértelműen egymástól. Vannak olyan átmeneti esetek, amikor például már a koncepció kiválasztásához is szükséges a kívánt kialakítás részletes, bár általános vizsgálata. Ez fordítva is igaz, ha a tervezési fázis kezdetén a helyszínen is felvázolják a terv előzetes vázlatát. Ezenkívül a tervezési fázisból a kidolgozási fázisba átvihetők azok az optimalizálások, amelyek csak bizonyos szakaszokra korlátozódnak, és más területekre nincs hatásuk (nincs visszajelzésük). A megfogalmazástól és a termék típusától függően lehetnek ilyen eltérések, de ez nem mond ellent a leírt általános folyamatnak.

A 3.3. ábrán nincs külön feltüntetve a modellek és prototípusok készítése, mert ez mindig egy információ szerzési folyamat része, és ott kell alkalmazni, ahol arra szükség van. Sok esetben a modelleket és prototípusokat már a koncepció fázisában felhasználják, különösen alapvető kérdések tisztázására. A finommechanika, az elektronika és a tömeggyártást végző vállalatok ezt a módszert alkalmazzák. A nagy gépek gyártásánál ezzel szemben, ha prototípust készítenek a részletkérdésektől eltekintve a kidolgozási szakasz egyes kérdéseit sokoldalúan elemzik, mielőtt a prototípus gyártása és vizsgálata elkezdődne.

Arra sincs utalás, hogy mikor lehet megadni a rendelés adatait, mivel ez mindig a termék típusától függ. Továbbá meg kell jegyezni, hogy a megrendelés feldolgozása történhet a tényleges tervezési folyamat során és egy későbbi időpontban is, különösen a sorozatszekrény elv szerinti tervezés és az építőszekrény elv szerinti tervezés esetén. A megrendelés feldolgozása alatt minden olyan tevékenységet, különösen számítógépes feldolgozást kell érteni, amely nem része a tényleges tervezési folyamatnak, mivel egy megrendelés esetében a már kinyert dokumentáció közvetlenül felhasználható, és a gyártási dokumentáció, a késztermékek listája, az anyagjegyzék stb. külön-külön is összeállítható. Az ajánlattételi, elrendezési és összeszerelési rajzokon kívül nincs szükség tervezési vagy rajzkészítési tevékenységre. [3]

2.2 A tisztatér fogalma, tisztatérre vonatkozó szabványok és tisztatéri berendezések tervezése

A tisztatér fogalma

„A tisztaszoba olyan helyiség, amelyet úgy alakítottak ki és úgy működtetnek, hogy a levegőjében lévő részecskék koncentrációja szigorúan ellenőrzött legyen. A tisztaszoba vagy tiszta tér lehetővé teszi a gyártási és a kutatási folyamatokhoz elengedhetetlen szennyezés-ellenőrzést és -szabályozást. A tisztaszobák és terek használata nagy jelentőségű többek között az élelmiszer- és gyógyszergyártásban, az autóiparban, valamint az űrhajózásban.” [7]

A szabványos tisztatér

Az ISO-14644 szabvány pontosan meghatározza azt a tervezési és üzemeltetési módszertant, amellyel egy tisztatér szabványosan üzemeltethető. A tervezés és kivitelezés az első - és talán a legfontosabb - mérföldkő a tisztaterek létesítésében. A tervezési fázisban a tér elrendezését a tisztatér légszűrő- és tisztasági követelményeihez kell igazítani. A tisztaterek levegőminősége a megfelelő légmentes falszerkezet és a jól záródó tisztatéri ajtók mellett elsősorban a légkezelő berendezésektől és a szűrési fokozatok minőségétől függ. Egy tisztatér nem válik igazán tisztatérre, ha a felhasználó rendszeresen fertőtleníti és tisztítja. A megfelelően méretezett légkezelő berendezéseknek kulcsszerepük van. [8]

ISO 14644 szabvány

Mivel a különböző országok különböző szabványokkal dolgoztak, 1922-ben úgy döntöttek, hogy szükség van egy nemzetközi, egységes szabványra. A cél az volt, hogy egységesítsék a berendezéseket, a létesítményeket és az eljárásokat. Ennek a szabványnak több része van, az első az ISO 14644-1 (Tisztaszobák és kapcsolódó szabályozott környezetek. 1. rész: A levegőtisztaság osztályozása részecsk koncentráció alapján), amely a levegő tisztaságával és osztályozásával foglalkozik. Ezek a dokumentumok a tisztaterek minden aspektusát lefedik. Ez a szabvány nem kifejezetten gyógyszeripari tisztatéri szabvány, hanem inkább a tisztaterekre általánosságban vonatkozik. [9]

- ISO14644-1 Tisztaszobák és kapcsolódó szabályozott környezetek. 1. rész: A levegőtisztaság osztályozása részecsk koncentráció alapján [10]

- ISO14644-2 Tisztaszobák és kapcsolódó szabályozott környezetek. 2. rész: Monitorozás a tisztaszobák részecskekoncentráció alapján megállapított levegőtisztasági teljesítőképességének bizonyítására [11]
- ISO14644-3 Tisztaterek és kapcsolódó szabályozott környezetek. 3. rész: Vizsgálati módszerek [12]
- ISO14644-4 Tiszta helyiségek és szabályozott környezetek. 4. rész: Tervezés, szerkezeti kialakítás és beindítás [13]
- ISO14644-5 Tisztaszobák és kapcsolódó szabályozott környezetek. 5. rész: Üzemeltetés [14]
- ISO14644-6 Tisztaszobák és kapcsolódó szabályozott környezetek. 6. rész: Szakszótár [15]
- ISO 14644-7 Tisztaszobák és kapcsolódó szabályozott környezetek. 7. rész: Térrelválasztó eszközök [tisztá levegős fülkék, kesztyűs munkakamrák (boxok), izolátorok és minikörnyezetek] [16]
- ISO 14644-8 Tiszta helyiségek és szabályozott környezetek. 8. rész: A levegőtisztaság osztályozása kémiai koncentráció alapján (ACC) [17]
- ISO 14644-9 Tisztaszobák és kapcsolódó szabályozott környezetek. 9. rész: A felületek tisztaságának osztályozása részecskekoncentráció alapján [18]
- ISO 14644-10 Tiszta helyiségek és szabályozott környezetek. 10. rész: A felületi tisztaság osztályozása kémiai koncentráció alapján [19]
- ISO 14644-13 Tisztaterek és kapcsolódó szabályozott környezetek. 13. rész: Felületek tisztítása a részecskealapú és a kémiai osztályba sorolások tekintetében meghatározott tisztasági szint elérése érdekében [20]
- ISO 14644-14 Tisztaszobák és kapcsolódó szabályozott környezetek. 14. rész: A felhasznált berendezések alkalmasságának értékelése a levegőben lévő részecskekoncentráció alapján [21]

1. táblázat ISO 14644-1 szabvány előírásai [10]

ISO osztály száma	Részecske koncentráció (részecske/m ³) ^a					
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	5,0
ISO osztály 1,5	[32] ^b	d	d	d	d	e
ISO osztály 2,5	316	[75] ^b	[35] ^{lb}	d	d	e
ISO osztály 3,5	3160	748	322	111	d	e
ISO osztály 4,5	31600	7480	3220	1110	263	e
ISO osztály 5,5	316000	74800	32200	11100	2630	e
ISO osztály 6,5	3160000	748000	322000	111000	26300	925
ISO osztály 7,5	c	c	c	1110000	263000	9250
ISO osztály 8,5	c	c	c	11100000	2630000	92500

a A táblázatban szereplő összes koncentráció kumulatív, pl. az ISO 5,5 osztály esetében a 0,5 µm-nél feltüntetett 11100 részecske tartalmazza az összes ezzel a mérettel megegyező és annál nagyobb részecskét.

b Ezek a koncentrációk az osztályozáshoz nagy légszűrési mennyiséget eredményeznek.

c A táblázatnak ebben a régiójában a nagyon magas részecskekoncentráció miatt a koncentrációs határértékek nem alkalmazhatók.

d Az alacsony koncentrációjú részecskék mintavételi és statikai korlátai miatt az osztályozás nem megfelelő.

e Mind az alacsony koncentrációjú, mind az 1 µm-nél nagyobb méretű részecskék esetében a mintavételi korlátok miatt a mintavető rendszerben bekövetkező potenciális részecskevesztések miatt a mintavétel nem megfelelő.

f Ez az osztály csak a működés közbeni állapotra alkalmazható.

2.2.1 Tisztaterek berendezéseinek tervezése

Anyagok kiválasztása: A berendezésekhez kiválasztott anyagoknak simának, tisztíthatónak és alacsony részecske kibocsátással kell rendelkezniük. A passzív részecskék képződésének elkerülése érdekében rozsdamentes acél használata javasolt a bevonatos vagy oxidált acél helyett (amely képes leadni a részecskéket). A festékeket mindig kerülni kell. Amennyiben szükséges, az anyagnak alacsony elektrosztatikus tulajdonságokkal kell rendelkeznie, hogy elkerülhető legyen a részecskék megtapadása a berendezésen (elektrosztatikus vonzás révén, amikor a részecskék, beleértve a mikroorganizmusokat is, a berendezés felületén kötődnek meg ahelyett, hogy a levegőben maradnának). A levegőben lévő részecskéktől eltérő töltéssel rendelkező berendezések a részecskék megkötésének (elektrosztatikus vonzás) lehetőségéhez vezetnek, és ez a gravitációs, aerodinamikai vagy tapadási erőkhöz képest külön kockázati tényezőt jelent. Ez a felületen lévő nettó elektromos töltés miatt alakul ki, amely elektrosztatikus mezőt hozhat létre, amely felgyorsítja a részecskék lerakódását a felületen, amikor a különböző töltésű részecskék a felület közelébe kerülnek.

A leginkább érintett anyagtípusok közé tartoznak az olyan szigetelőanyagok, mint az üveg, a teflon és a polimerek. Ezek az elemek erősen feltöltődhetnek. A probléma súlyosbodik, ha műanyagokat vagy más szigetelő eszközöket érintünk, dörzsölünk vagy kezelünk; itt nagyobb statikus töltést generálnak. Ehhez kapcsolódóan figyelembe kell venni a tisztatér környezetét, mivel a felületi ellenállás a relatív páratartalommal nő és csökken, ezért a tisztatér hőmérsékletének és páratartalmának ellenőrzése gyakran szükséges a berendezések felületeinek statikus töltésének szabályozásához.

Az anyagválasztással kapcsolatban további szempont, hogy a tisztatér hőmérsékleti tartományaitól és a berendezés működési hőmérsékletétől függően az anyagoknak jó termikus tulajdonságokkal kell rendelkezniük, és a hőmérséklet emelkedésével nem szabad fizikai változásoknak kitenniük magukat. A termikus tulajdonságok közé tartozik a vezetőképesség és a diffúziós képesség. A hővezető képesség az anyagon keresztül történő hőátadás mértékét, állandósult állapotban méri.

Nem reaktív felületek: A biogyógyszerészet termékek esetében az összetevőkkel, a folyamat során keletkező anyagokkal vagy a gyógyszerkészítményekkel érintkező felületeknek nem szabad reaktívnak lenniük, és nem lehetnek adalékanyagok vagy abszorpciós anyagok.

A berendezés kialakítása: A berendezés kialakításának elő kell segítenie a tisztíthatóságot és lehetőség szerint minimalizálnia kell az elfedett felületeket. A kiüledés, a gravitációs erők miatt akkor következhet be, amikor a levegő áthalad a felület felett és körülötte. Itt a felületi ellenállás lelassítja a levegő sebességét. A levegő sebességének csökkenése akkor következik be, amikor a levegő eléri a "határréteget". Ez a hatás felületenként változó, bár jellemzően nem több, mint néhány centiméter vastagságú a felülettől. Ez az egyik oka annak, hogy a légáramlás vizualizációs vizsgálatai jó ötletnek bizonyulnak az aszeptikus feldolgozási területeken, mivel így felmérhető, hogy hol alakul ki turbulencia a berendezések körül, és felmérhető a szennyeződési kockázat.

A kialakításnak minimalizálnia kell a részecskéképződést is, azaz a felületeknek simának, hézag- és repedésmentesnek kell lenniük. A részecskék keletkezhetnek passzívan (a fentiek szerint) vagy aktívan. A részecskék aktív generátorai közé tartoznak a pozicionáló állványok és más, csúszófelületekkel rendelkező alkatrészek, például a lineáris csapágyazású blokkok tömítései, a golyócsavarok és más fémszalagtömítések.

A berendezés működésének ezen aspektusait úgy kell megtervezni, hogy a részecskeképződés a lehető legkisebb legyen. Figyelmet kell fordítani a külső elektromos kábelekre és légtömlőkre is, amelyek súrolhatják a készülékházakat és részecskéket termelhetnek.

A tömítőanyagok részecskeképződés forrása lehet, ami azt jelenti, hogy a korom nem megfelelő, míg a töltetlen uretánok, amelyek ellenállnak a kopásnak, alkalmasabbak, mivel kevesebb részecskét termelnek. A tömítések készülhetnek fémből vagy szíjból; a szíjtömítő rendszereknek általában lényegesen kisebb a súrlódása, mint a fémtömítő rendszereknek, ezért előnyben részesítik őket. Ezenkívül a csapágyszekrényeket és a golyóscsavarokat el kell szigetelni.

Olajok és kenőanyagok: A csapágyszekrényekben és a hajtásrendszerben használt kenőolajokból olajgőzök és cseppek szóródhatnak a levegőbe. Ezért tisztatéri minőségű kenőanyagokat kell választani.

Tisztíthatóság: Bár a szabvány nem foglalkozik közvetlenül a berendezések felületének könnyű tisztíthatóságával, viszont ez fontos szempont. A berendezések megfelelő méretűnek, felépítésűnek és elhelyezésűnek kell lenniük, hogy megkönnyítsék a tisztítást, karbantartást és a megfelelő működést. A tisztíthatóság a könnyű takaríthatóságra utal, valamint annak biztosítására, hogy a tisztítószer és (ami agresszív jellegük miatt talán még fontosabb) a fertőtlenítőszer ne lépjenek reakcióba a felület anyagával. Egyes fertőtlenítőszer korróziót okozhatnak, különösen azok, amelyeket spóraölő hatásúnak szántak.

A legmegfelelőbb tisztítószer kiválasztásakor figyelembe veendő további tényezők: károsítják-e a berendezést (pl. kopást okoznak), vagy a törlés során túlzott részecskeképződéshez vezetnek-e (pl. a törlőkendő minősége, valamint a berendezés, a törlőkendő és a tisztítószer közötti kölcsönhatás). A felületi kopások és repedések jelenléte azért fontos, mert ezeken mikroorganizmusok élőskekedhetnek, és a fertőtlenítőszer nem tudnak behatolni, hogy elpusztítsák a helyhez kötött állapotban lévő organizmusokat.

Összefoglalva, a tisztaterek jó kialakítása fontos, de a tisztaterekbe kerülő berendezések kialakítása is figyelmet igényel. Bár ezt a követelményt a múltban figyelembe vették, néhány terméket nem értékelték megfelelően. Az új ISO 14644-14 szabvány kiindulópontot biztosít a berendezések alkalmasságának értékeléséhez. [22]

3. Egyedi emelő megtervezése

3.1 Stancoló gép bemutatás

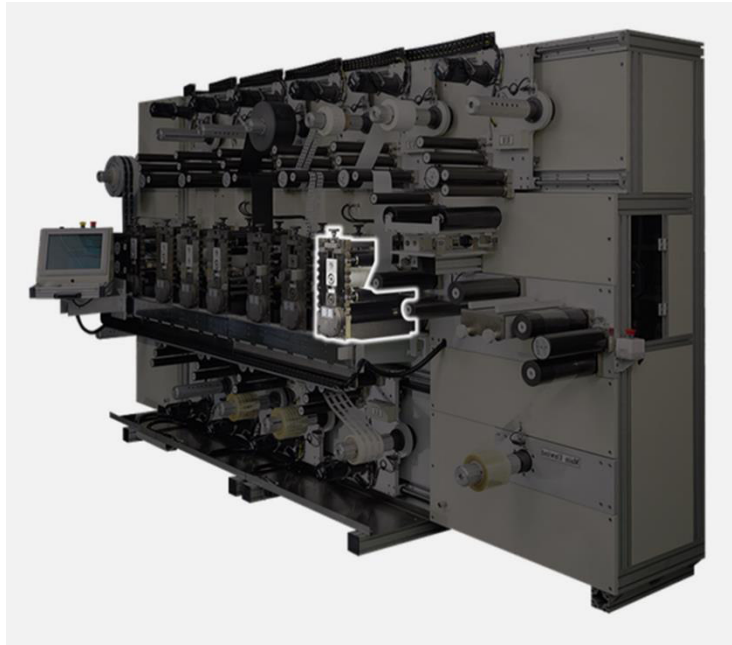


3.1. Ábra Sysco gyártmányú stancoló

Az RDC (Rotary Die Cutting, azaz forgókéses) gép nagyfokú ismételhetőséggel rendelkezik, így ideális hosszú gyártási sorozatokat bonyolult, többretegű stancoláshoz és lamináláshoz. A Sysco rotációs gépe nagy pontossággal, $\pm 0,1$ mm (anyagjellemzőktől függően) tűréssel dolgozik. Egyedi szervomotorok 7 fő vágóállomáson és 13 beengedő és felcsévlő állomáson. A moduláris felépítés lehetővé teszi további szerszámkészletek későbbi hozzáadását

Szerszámkészlet modul

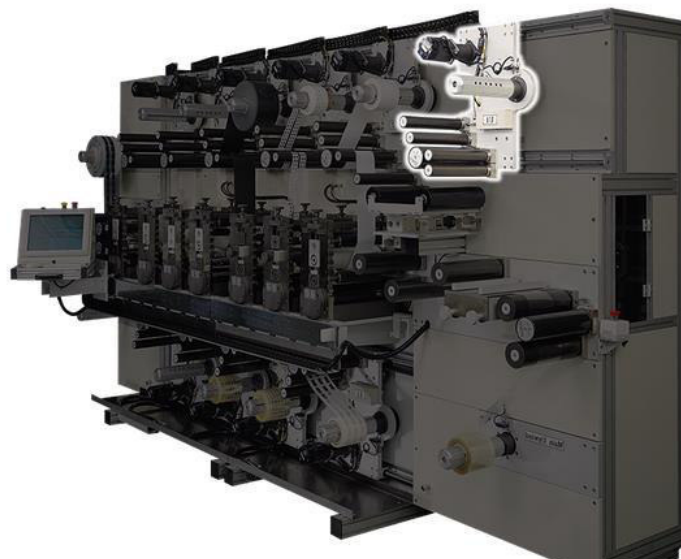
A konvertálás, laminálás, rotációs stancolás mind-mind ebben a modulban fejeződik be.



3.2. Ábra Szerszámkészlet modul [23]

Nyomatékszabályozó modul

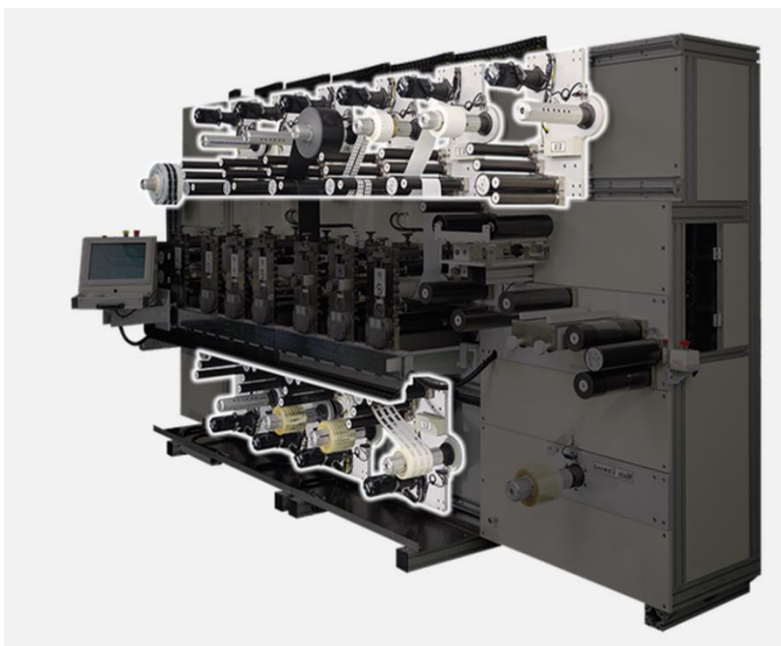
A nagy pontosság eléréséhez az egyes anyagok húzónyomatéknak nagyon stabilnak kell lennie. Ezért a Sysco saját programmal fejlesztette ki ezt a nyomatékszabályozó modult az anyagfeszültség nagyfokú stabilitásának elérése érdekében



3.3. Ábra Nyomatékszabályozó modul [23]

Állítható kitekerési/visszatekerési állomások

A nagyobb rugalmasság érdekében a le- és feltekercselő állomásokat a termék tulajdonságaitól függően állíthatóan alakítottuk ki, és a legmegfelelőbb pozícióba helyeztük az állomásokat.



3.4. Ábra Állítható kitekerési/visszatekerési állomások [23]

3.2 A feladat pontosítása és követelményjegyzék készítése

A tervezési feladat egy olyan emelő tervezése (a fent említett stancoló géphez), amely megfelel az operátori kéréseknek, műszakilag megoldható és a meghatározott költségvetési keretek között marad. A tervezési folyamatot a korábban említett 2.1.6 fejezetben 2.5 ábra alapján kerül bemutatásra. A feladat pontosítására az első megbeszélésen került sor, ahol részt vett mindenki, aki a projektben helyet kap (műszaki és gazdasági oldalról is), illetve az eredményben érdekeltek (operátorok, akik később használni fogják az emelőt).

Elkészült egy egyszerűsített **követelményjegyzék**, amely a következőket **tartalmazza**:

Cél: Olyan tisztatéri alkalmazhatóságot is biztosító egyedi emelő tervezése, amely megfelel a vele szemben támasztott gazdasági, műszaki és kezelői kívánalmaknak.

Költség: Jelen projekt fő költségét a gyártási és összeszerelési költségek teszik ki. Ezért a több lehetőség közül a legrentábilisabb lehetőség kiválasztása.

Határidő: Megállapítottunk külön tervezési és gyártási, majd összeszerelési határidőket, amelyek egy GANTT diagramban nyomon követhetőek.

Technológiai helyzet: Az emelőnek teljesítenie kell a tisztatéri előírások és szabványok által előírt követelményeket

Funkcióbeli képesség: Stancológép szerszámainak helyére emelése.

Teljesítő képesség: Az emelőnek képesnek kell lennie 150 kg megemelésére, valamint könnyen irányíthatónak kell lennie.

Hatásfok: Az új emelő segítségével megoldható legyen, hogy egy operátor is elég a gép szerszámcserejéhez.

Pontosság: Az emelőnek operátori kérésre nagy pontosságú emelési és süllyesztési magasság szükséges a szerszám behelyezéshez.

Méret: Az emelő méreteit meg kell feleltetni a stancoló egyedi méreteinek, emellett nem lehet nagyobb egy kézi raklapemelőnél.

Súly: Az emelő súlya terheletlen állapotban 200-300kg között kell legyen a könnyű irányíthatóság miatt. Az emelő maximális terhelhetősége 150 kg.

Megjelenés: Az emelő kinézete koncepció szerint egy hidraulikus kézi emelőre hasonlítson

Környezet: Beltér, tisztatéri környezet. Az emelő műszaki megoldása és működése nem zavarhatja meg a tisztatéri előírásoknak megfelelő környezetet. (Esetlegesen beépítésre kerülő csapágyakból és a hajtásokból kenőolajok, olajgőz cseppek kerülhetnek a levegőbe.)

Biztonsági előírások és törvények: Az emelő berendezés tervezésekor szükséges figyelembe venni a korábban 2.2.1 fejezetben (tisztatérre vonatkozó), valamint a 3.2.1 fejezetben (a gépre vonatkozó) említett szabványi követelményeket.

Ergonómia: A munkavédelmi és operátori kérések egybevetése, majd ezek alapján az emelő geometriájának meghatározása.

Anyagok: Az emelő kiválasztásánál olyan anyagot kell használni, amely sima, könnyen tisztítható és alacsony részecske kibocsátással rendelkezik. (például: rozsdamentes acél).

Felépítés: A kialakításnál elő kell segíteni a könnyű tisztíthatóságot, megakadályozni a részecskeképződést, valamint ahol szükséges megfelelő tömítő anyagot kell alkalmazni.

Gyártás: Miután a terv megfelelően elkészült, egy gyártócéget kell keresni, ahol vállalják az emelő elkészítését.

Szerelés: Ha megoldható, akkor a gyártónál történő összeszerelés.

Szállítás: Ha az emelő megfelelően összeállt, akkor annak kiszállítása telephelyre.

3.2.1 Az emelő tervezésének tisztatéri és szabványi háttere

Tisztatéri szempontok

Az érzékeny környezetben használt berendezéseket úgy kell megtervezni, hogy minimalizálják a szennyeződést. A felületnek és a kialakításnak könnyen tisztíthatónak kell lennie, és lehetővé kell tennie a részecskék minimális felhalmozódását. A rozsdamentes acélból készült emelőberendezések hatékony és ergonomikus kezelést biztosíthatnak anélkül, hogy a szigorú higiéniai követelményeket veszélyeztetnék. A tisztatérben engedélyezett emelőberendezések, mint például a rozsdamentes acél vákuumemelők vagy raklapkocsik, segíthetik az anyagmozgatást és növelhetik a biztonságot.

A tisztatermek osztályozási szintek, méret, elrendezés és anyagmozgatási követelmények tekintetében különböznek egymástól. Gyakran egyedi megközelítésre van szükség ahhoz, hogy egy adott létesítmény követelményeinek teljes mértékben megfeleljen.

Néhány figyelembe veendő tényező a következő:

- A tisztaterem elrendezése (rendelkezésre álló hely, mennyezetmagasság, anyag- és folyamatáramlás stb.).
- Anyagmozgatási követelmények (mobilitási és/vagy rugalmassági igény, az áruk elforgatásának vagy megdöntésének szükségessége, a kezelés gyakorisága stb.)
- A kezelendő anyag jellege (méret, súly, alak, felület stb.).

Az emelőgépek telepítését és összeszerelését csak akkor szabad megkezdeni, ha:

- az erőbevezető csatlakozást vagy az érintkezési pontokat az előírt módon készítették el, és azok olyan állapotban vannak, hogy ellenállnak az erőnek;
- a telepítési helyről talajmechanikai vizsgálatok és szükség esetén számítások alapján bebizonyosodott, hogy alkalmas arra, hogy ellenálljon azoknak az erőnek, amelyek az emelőgépet működés közben és működésen kívül érik;
- a gépalkatrészek, szerszámok, anyagok és berendezések a telepítési utasításoknak megfelelően a helyszínen vannak;

- a szükséges közműcsatlakozások rendelkezésre állnak és biztonságosak. A telepítést és összeszerelést csak olyan szakképzett szerelők végezhetik, akik ismerik az emelőgép telepítési utasításait.

Szabványi szempontok

A tervezés és a gyártás a következő szabványok részeinek figyelembevételével történik:

- ISO 12100:2011 Gépek biztonsága. A kialakítás általános elvei. Kockázatértékelés és kockázatcsökkentés. [24]
- ISO 3691-5:2016 Targoncák. Biztonsági követelmények és igazolásuk. 5. rész: Gyalogkíséretű targoncák. [25]
- ISO 13857:2020 Gépek biztonsága. Biztonsági távolságok a veszélyes terek felső és alsó végtagokkal való elérésének megakadályozására/megelőzésére [26]
- EN 349+A1:2008 Gépek biztonsága - Legkisebb távolságok a testrészek összenyomódásának elkerüléséhez [27]
- EN 1175-1+A1:2010 Targoncák biztonsága - Villamos követelmények. 1. rész: Akkumulátorhajtású targoncák általános követelményei [28]

3.3 A lényegi problémák felismerése és megoldási elvek keresése

Az emelő gyártásának elsődleges célja, hogy SYSCO gyártmányú rotációs stancológép mellé kerülve segítse a szerszámcserét. A megfelelő mechanizmusok csoportja kiválasztásra került, amelyek a kívánt mozgást adják. Az emelő kar elmozdulása függőlegesen történik és az emelőkaron pedig vízszintes mozgást kell lehetővé tenni a szerszám számára. A tisztatéri követelményeket figyelembe véve legjobb anyag került kiválasztásra, amely a kereskedelemben elérhető, azaz rozsdamentes acélt a következők miatt:

- A rozsdamentes acélokat nem károsítja a levegőben lévő pára és oxigén, és felületük nem rozsdásodik. Valamint megfelel a tisztatéri kívánalmaknak.
- Az elem tervezésénél figyelembe kell venni a karban és a géptestben ébredő erőket és megengedett feszültségeket.

Az egyeztetésen három út került számításba, amelyen a tervezés elindulhat.

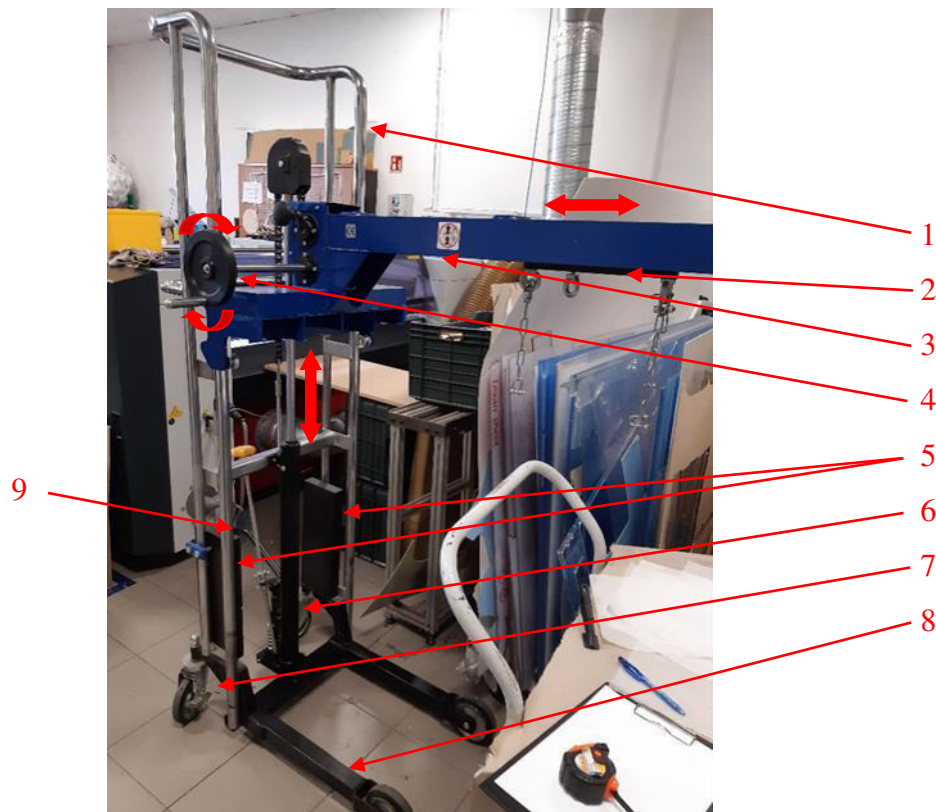
Az emelőt

- teljesen az elejéről kerül megtervezésre és legyártásra,

- egy meglévő szerkezetből kerül átalakításra a korábban említett feltételeknek megfelelően,
- bizonyos részegységek megrendelése, áttervezése és átépítése majd ezekből összeállítva

A három főbb tervezési irány műszaki és gazdasági értékelése:

A meglévő emelő átalakítása



3.5. ábra Meglévő emelő

Meglévő emelő felépítése:

1. Vázszerkezet
2. Vízszintes mozgást biztosító kocsi
3. Emelőkar
4. Tekerőkar a kocsi mozgatásához
5. Ellensúly
6. Hidraulikahenger
7. Fékezhető kerék
8. Alsó villa
9. Hidraulika emelőkar

A meglévő emelő vázszerkezete hegesztett és festet szelvényekből, valamint krómozott keretből áll össze. Az emelés egy hidraulikus munkahenger segítségével történik ugyanúgy, mint egy villás raklapemelő esetében. Az emelőkaron történő vízszintes mozgást egy lánchajtás biztosítja, amelynek állítását az emelőkar oldalán elhelyezett tekerőkarral lehetséges. Ennek a gépnek az átalakítása mind költséghatékonyt, mind későbbi karbantartás tekintve nem optimális, ugyanis a tisztatéri megfeleltetéshez a hidraulikus munkahenger cseréje és beburkolása, valamint a lánchajtás cseréje és burkolása, továbbá a teljes berendezés újra festése szükséges lenne a tisztatéri normáknak megfelelően.

Tervezés az alapoktól

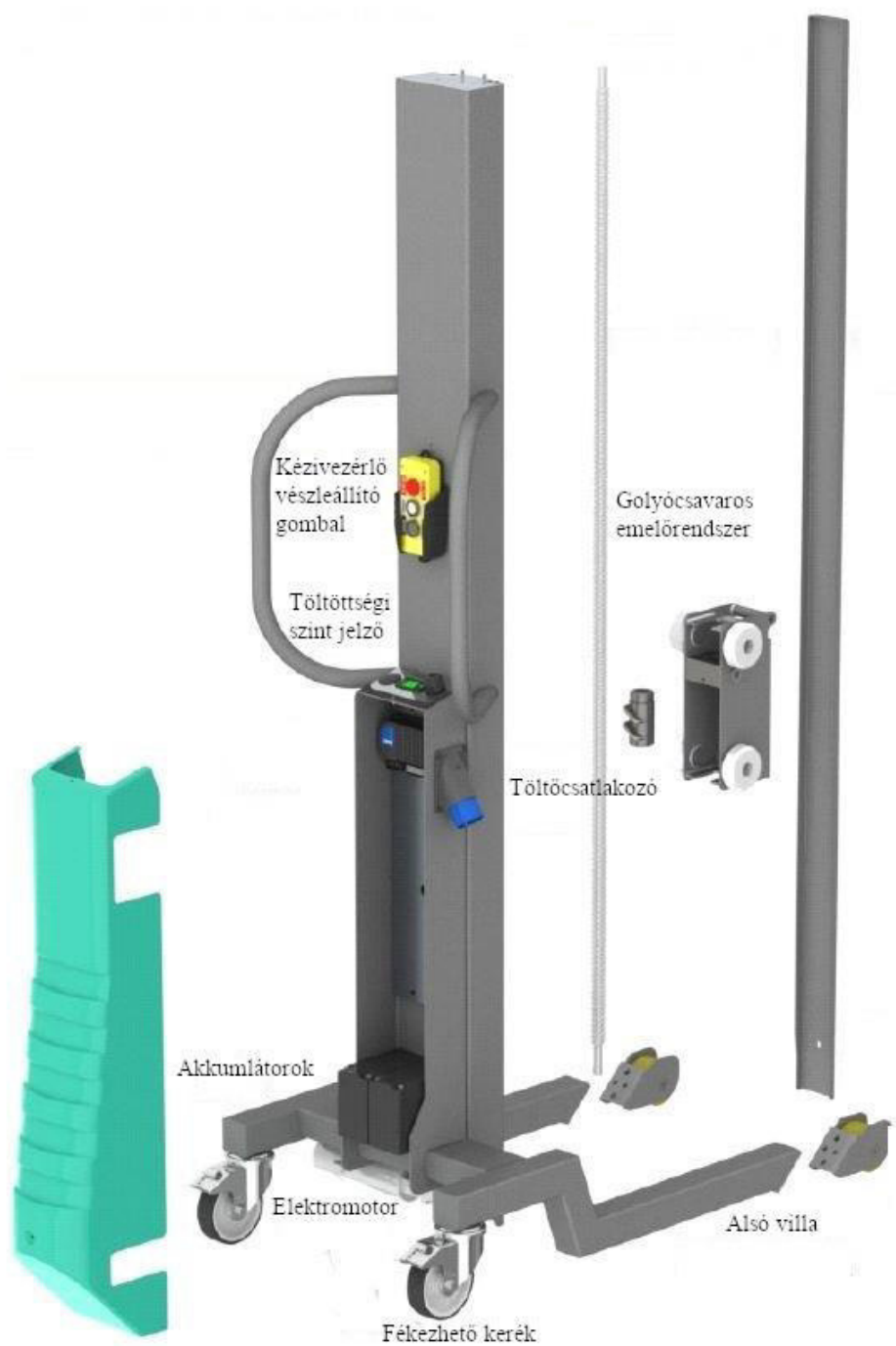
Ez a tervezési út, a korábban említett harmadik lehetőség miatt került elvetésre. Ugyanis a részegységenként történő beszerzés jobb anyagi lehetőséget teremt. Egy európai forgalmazónál fellelhető egy a feladatra alkalmas berendezés, ám ez csak az alap emelési mechanikákat tartalmazza. Az emelő felépítményét jelen projekt keretein belül nem lehetett tipizálni, így ez külön tervezési munkát igényelt. Pontosan ezért, mind pénzügyi, mind későbbi felhasználást tekintve ez a megoldás tűnt a legjobb választásnak.

3.4 Koncepció kiválasztása és tervezés megkezdése

Kiválasztottuk a mechanizmusok csoportját, amelyek a kívánt mozgást adják. Függőleges elmozdulást használtunk az oszlop mozgatásához. Ez elektromotor segítségével fog megvalósulni. A kar vízszintese állíthatósága manuálisan történik. Ez a konfiguráció segít a szerszám elhelyezésében.

Az elem tervezésénél kiszámítottam a felépítmény és az ahhoz tartozó elemek bázis specifikációját, miután figyelembe vettem az erőket és a megengedett feszültségeket. Az emelőkar rajzát az Solid Edge szoftver segítségével készítettük el.

A kiválasztott alapgép bemutatása



3.6. ábra Alapgép isometrikus rajza [29]

Miért ez a gép került kiválasztásra?

- A kiválasztás tekintetében alapvető szempont volt a tisztatéri felhasználás. Mivel ez a berendezés rozsdamentes acél kivitelben is rendelhető így az anyagválasztási szempontból megfelelő.
- A terhelési kapacitása 300kg, ami megfelelő a tervezéskor meghatározott 150 kg maximális terhelésnek. (Továbbá a felépítmény által generált többletsúlynak) Valamint rendelkezik programozható teherbiztonsággal is, ezért tovább korlátozható a berendezés maximális terhelhetősége. (Rendelkezik egy gyári beállítással, amely tovább szigorítható).
- Elektromos rendszerrel rendelkezik, ami jobb megoldás egy tisztatéri helységben, mint egy hidraulikus emelőrendszer.
- Az elülső kerekek 60mm kivitelben is elérhető, így befér a stancológép alsó tálcája alá is.
- A hátsó kerekek fékezhetők, így stabil, nyugalmi helyzetben végezhető a beemelési vagy kiemelési művelet.
- A berendezés IP 67 tanúsítvánnyal rendelkezik.
- A kialakítása miatt megvalósul az egyszerű kezelhetőség, amelyet tovább könnyít a kézi vezérlőegység spirálkábelrel.
- Az emelőrendszer nem tartalmaz láncot és munkahengert ezért egyszerűbb a tisztatéri megfeleltetés.
- A tervezett emelőkar telepítése egyszerűen megoldható.
- Az emelési magasság pontosan állítható

Felépítmény (emelőkar) tervezése

Az alapgéphez való csatlakozás egy illesztőszeggel történik, amit két oldalról egy-egy rugós biztosítószeg (DIN 11024) rögzít. (A rögzítés módja 3.7 képen látható)



3.7. ábra Rögzítés módja [29]

Az illesztőszeg anyaga (1.4404/X2CrNiMo17-12-2) jó mechanikai tulajdonságokkal rendelkező ausztenites szövetszerkezetű króm-nikkel-molibdén acélötvözet, amely alkalmassá teszi tisztatéri felhasználásra.

A többi alkatrész anyagát tekintve (1.4301/X5CrNi18-10) szintén ausztenites szövetszerkezetű ötvözet. Alapvető tulajdonsági közé sorolható, hogy jól hegeszthető, polírozható és nem mágnesezhető. Hidegen hengerelve pedig 400 MPa-os folyáshatárt is eléri. Ezért került ez az ötvözet kiválasztásra.

A hajlítás alapegyenlete: [30]

$$\sigma_{meg} = \frac{R_{eH}}{n} \quad (3.1.)$$

ahol: σ_{meg} : megengedhető feszültség [N/mm²]
 R_{eH} felső folyáshatár [N/mm²]
 n : biztonsági tényező

Az illesztőszeg megengedett hajlítófeszültsége (3.1)

$$\sigma_{meg} = 110 \text{ N/mm}^2$$

Hajlítónyomaték alapegyenlete: [30]

$$M_h = \frac{F}{8} (2 \cdot s + l) \quad (3.2.)$$

ahol: M_h : hajlítónyomaték [Nmm]
 F : terhelő erő [N]
 l : illesztőszeg hossza [mm]

Az illesztőszeg hajlítónyomatéka (3.2)

$$M_h = 54375 \text{ Nmm}$$

A hajlítófeszültség alapösszefüggése: [30]

$$\sigma_h = \frac{M_h}{K} = \frac{32 \cdot M_h}{d^3 \cdot \pi} \quad (3.3.)$$

ahol: σ_h : hajlítófeszültség [N/mm²]
 K : keresztmetszeti tényező [mm³]
 d : illesztőszeg átmérője [mm]
 M_h : hajlítónyomaték [Nmm]

A hajlítófeszültség alapösszefüggéséből illesztőszeg átmérőjének meghatározása (3.3.)

$$\sigma_h = \frac{M_h}{K} = \frac{32 \cdot M_h}{d^3 \cdot \pi} \Rightarrow d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_h}{\sigma_{h\text{meg}} \cdot \pi}} = 17,139 \text{ mm}$$

Tehát Ø20mm-es illesztőszeget választottam.

Hajlítófeszültség alkalmazása 20mm-es átmérővel: (3.3.)

$$\sigma_h = 69,232 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_h \leq \sigma_{\text{meg}}$$

Tehát megfelelő.

Alaplemez hegesztési varratának méretezése:

A varrat tervezési nyírási szilárdsága meghatározása: [31]

$$f_{vw,d} = \frac{f_u}{\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2}} \quad (3.4.)$$

ahol: $f_{vw,d}$: a varrat tervezési nyírási szilárdsága [N/mm²]
 f_u : az összekapcsolt elemek névleges húzószilárdsága [N/mm²]
 β_w : korrelációs tényező
 γ_{M2} : parciális tényező

A megengedett feszültség az alapanyagra: (3.4.)

$$f_{vw,d} = 101,613 \text{ N/mm}^2$$

Hasznos varrathossz: [31]

$$l_{\text{eff}} = l - 2 \cdot a \quad (3.5.)$$

ahol: l_{eff} : hasznos varrathossz [mm]
 l : varrathossz [mm]
 a : gyökméret [mm]

A varratban az egyes igénybevételekből keletkező feszültségek:

$$l_{eff} = 119 \text{ mm} \quad (a = 3 \text{ mm} - t \text{ fetételezve})$$

Varrattengellyel párhuzamos irányú nyírófeszültség számítása: [30]

$$\tau = \frac{F}{A} \quad (3.6.)$$

ahol: $\tau_{\parallel}$: varratengelyre párhuzamos nyírófeszültség [N/mm²]

F: erő [N]

A: kritikus varratkeresztmetszet [mm²]

H-M-H elmélet szerint a redukált feszültség:[30]

$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2} \quad (3.7.)$$

ahol: σ_{red} : redukált feszültség [N/mm²]

σ : statikus hajlító igénybevétel [N/mm²]

τ : statikus nyíró igénybevétel [N/mm²]

Gyökméret meghatározása: (3.6); (3.7)

$$F \rightarrow \tau_{\parallel F} = \sigma = \frac{F}{a \cdot l_{eff}} = \frac{25,21}{a}$$

$$M \rightarrow \tau_{\parallel M} = \frac{M}{a \cdot l_{eff}} = \frac{105,042}{a}$$

$$\sigma_0 = \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3\tau_{\perp}^2 + 3\tau_{\parallel}^2} < f_{vw,d} \Rightarrow a = 1,807 \text{ mm} \Rightarrow a = 3 \text{ mm}$$

Tehát a választott gyökátmérő 3mm.

Szilárdsági ellenőrzés: (3.7); (3.1)

$$\sigma_0 = \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3\tau_{\perp}^2 + 3\tau_{\parallel}^2} = 93,552 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{meg} = \frac{R_{eH}}{n} = 200 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_0 \leq \sigma_H$$

Tehát megfelelő.

Hosszirányú tartókar átmérőjének meghatározása: (3.3)

$$M_h = F \cdot l = 1600 \text{ Nm}$$

$$\sigma_{meg} = 0,3 \cdot R_{eH} = 120 \text{ N/mm}^2$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_h}{\sigma_{meg} \cdot \pi}} = 51,401 \text{ mm} \Rightarrow d = 55 \text{ mm}$$

Ezért a választott átmérő 55 mm.

Hajlítófeszültség alkalmazása 55mm-es átmérővel: (3.3)

$$\sigma_h = \frac{M_h}{K} = \frac{M_h}{\frac{d^3 \cdot \pi}{32}} = 30,773 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_h \leq \sigma_{meg}$$

Tehát megfelelő.

Hosszirányú tartókar hegesztési méretezése:

A varrat tervezési nyírási és húzási szilárdságának meghatározása: (3.4)

$$f_{vw,d} = 101,613 \text{ N/mm}^2$$

Gyökméret meghatározása: (3.6) (3.7)

$$F \rightarrow \tau_F = \sigma = \frac{F}{a \cdot l} = \frac{54,545}{a}$$

$$M \rightarrow \tau_M = \frac{M}{a \cdot l} = \frac{436,363}{a}$$

$$\sigma_{\bar{o}} = \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3\tau_{\perp}^2 + 3\tau_{\parallel}^2} < f_{vw,d} \Rightarrow a = 4,341 \text{ mm} \Rightarrow a = 5 \text{ mm}$$

Szilárdsági ellenőrzés 5mm-es gyökmérettel: (3.1) (3.6) (3.7)

$$\tau_F = \sigma = \frac{F}{a \cdot l} = 10,909$$

$$\tau_M = \frac{M}{2 \cdot a \cdot l} = 87,272$$

$$\sigma_{\bar{o}} = \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3\tau_{\perp}^2 + 3\tau_{\parallel}^2} = 151,160 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{meg} = \frac{R_{eH}}{n} = 200 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\bar{o}} \leq \sigma_H$$

Tehát megfelelő.

Az elülső keresztirányú tartókarok átmérőjének meghatározása: (3.3)

$$M_h = F \cdot l = 2400 \text{ Nm}$$

$$\sigma_{meg} = 0,25 \cdot R_{eH} = 100 \text{ N/mm}^2$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_h}{\sigma_{meg} \cdot \pi}} = 39,938 \text{ mm} \Rightarrow d = 45 \text{ mm}$$

Ezért a választott átmérő 45 mm

Hajlítófeszültség alkalmazása 40mm-es átmérővel: (3.3)

$$\sigma_h = \frac{M_h}{K} = \frac{M_h}{\frac{d^3 \cdot \pi}{32}} = 67,067 N/mm^2$$

$$\sigma_h \leq \sigma_{meg}$$

Tehát megfelelő.

Az elülső keresztirányú tartókarok és emelőfülek hegesztési méretezése:

A varrat tervezési nyírási és húzási szilárdságának meghatározása: (3.4)

$$f_{vw,d} = 101,613 N/mm^2$$

Gyökméret meghatározása: (3.6) (3.7)

$$F \rightarrow \tau_F = \sigma = \frac{F}{a \cdot l} = \frac{50}{a}$$

$$M \rightarrow \tau_M = \frac{M}{a \cdot l} = \frac{200}{a}$$

$$\sigma_{\bar{o}} = \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3\tau_{\perp}^2 + 3\tau_{\parallel}^2} < f_{vw,d} \Rightarrow a = 3,409 mm \Rightarrow a = 5 mm$$

Szilárdsági ellenőrzés 5mm-es gyökmérettel: (3.1) (3.6) (3.7)

$$\tau_F = \sigma = \frac{F}{a \cdot l} = 10$$

$$\tau_M = \frac{M}{a \cdot l} = 100$$

$$\sigma_{\bar{o}} = \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3\tau_{\perp}^2 + 3\tau_{\parallel}^2} = 173,205 N/mm^2$$

$$\sigma_H = \frac{R_{eH}}{n} \cdot \varphi = 180 N/mm^2$$

$$\sigma_{\bar{o}} \leq \sigma_H$$

Tehát megfelelő.

Merevítőborda és alaplemez hegesztési méretezése:

A varrat tervezési nyírási és húzási szilárdságának meghatározása: (3.4)

$$f_{vw,d} = 101,613 N/mm^2$$

Gyökméret meghatározása: (3.5) (3.6) (3.7)

$$l_{eff} = l - 2 \cdot a = 44 \text{ mm} \quad (a = 3 \text{ mm} - t \text{ fetételezve})$$

$$F \rightarrow \tau_{\parallel F} = \frac{F}{2 \cdot a \cdot l_{eff}} = \frac{11,363}{a}$$

$$M \rightarrow \tau_{\parallel M} = \frac{M}{2 \cdot a \cdot l_{eff}} = \frac{120}{a}$$

$$\sigma_{\bar{o}} = \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3\tau_{\perp}^2 + 3\tau_{\parallel}^2} < f_{vw,d} \Rightarrow a = 2,054 \text{ mm} \Rightarrow a = 3 \text{ mm}$$

Szilárdsági ellenőrzés 3mm-es gyökmérettel: (3.1) (3.6) (3.7)

$$\sigma_{\bar{o}} = \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3\tau_{\perp}^2 + 3\tau_{\parallel}^2} = 69,282 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_H = \frac{R_{eH}}{n} = 200 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\bar{o}} \leq \sigma_H$$

Tehát megfelelő.

Kereszt és hosszirányú tartókar hegesztési méretezése:

A varrat tervezési húzási szilárdságának meghatározása: (3.4)

$$f_{vw,d} = 101,613 \text{ N/mm}^2$$

Gyökméret meghatározása: (3.6) (3.7)

$$F \rightarrow \tau_{\parallel} = \frac{F}{2 \cdot a \cdot l} = \frac{10}{a}$$

$$\sigma_{\bar{o}} = \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3\tau_{\perp}^2 + 3\tau_{\parallel}^2} < f_{vw,d} \Rightarrow a = 0,098 \text{ mm} \Rightarrow a = 3 \text{ mm}$$

Szilárdsági ellenőrzés 3mm-es gyökmérettel: (3.1) (3.6) (3.7)

$$\sigma_{\bar{o}} = \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3\tau_{\perp}^2 + 3\tau_{\parallel}^2} = 3,333 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_H = \frac{R_{eH}}{n} \cdot \varphi = 180 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\bar{o}} \leq \sigma_H$$

Tehát megfelelő.

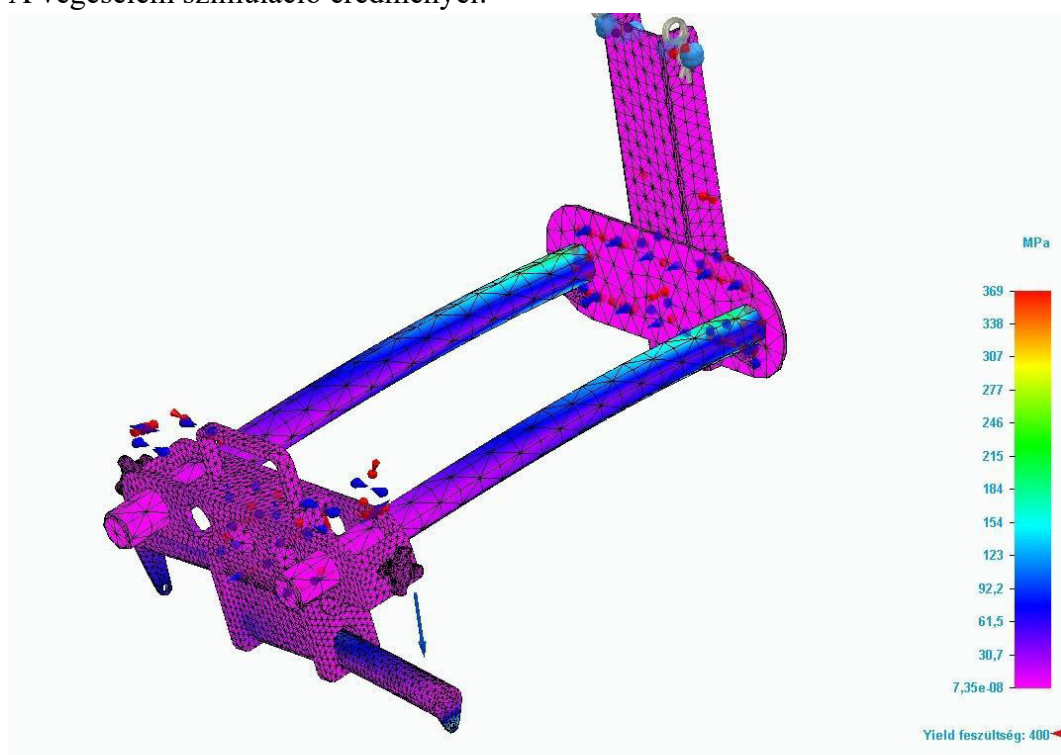
3.5 3D modell és végelem szimuláció elkészítése

A számítások alapján elkészítettem az emelőkar háromdimenziós modelljét Solid Edge szoftverrel. Mivel a szoftver rendelkezik szimulációs modullal (végelem módszer), így ellenőrizhettem a számításaimat szoftveresen is.

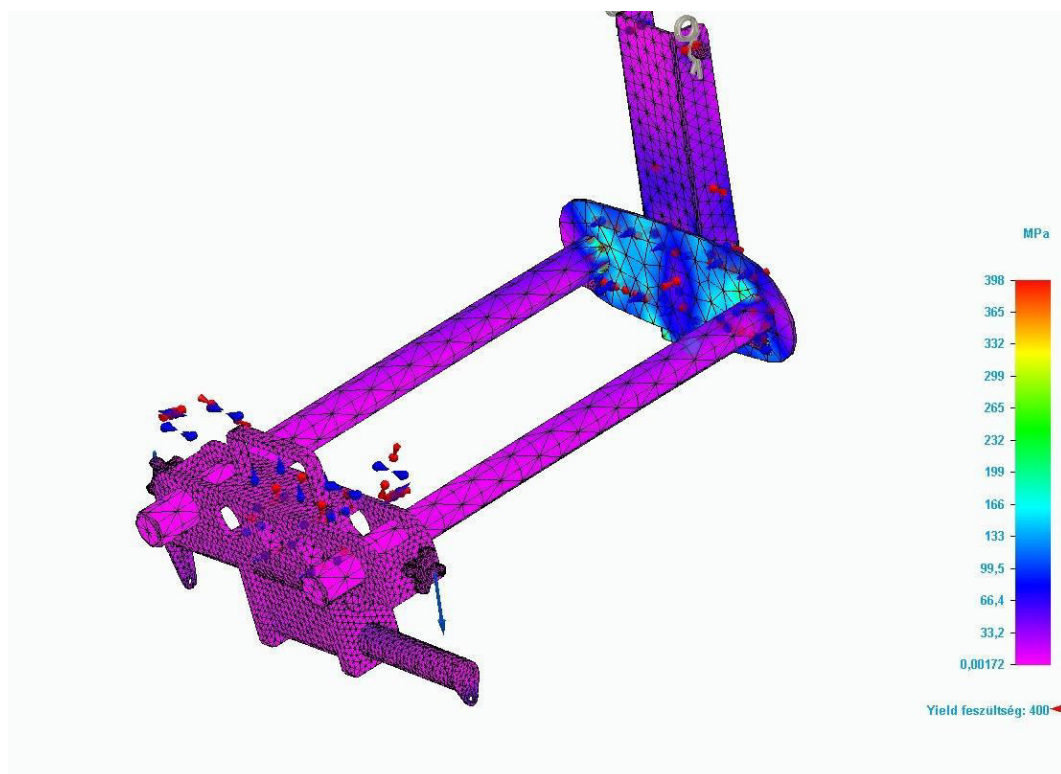


3.8. ábra Az elkészült 3D (háromdimenziós) modell

A végelem szimuláció eredményei:



3.9. ábra Analízis eredmény I.



3.10. ábra Analízis eredmény II.

A Solid Edge végeselem analízise 6 fő lépésre bontható:

- Anyagjellemzők megadása
- Geometria kijelölése
- Terhelések meghatározása
- Kényszerek meghatározása
- Háló elkészítése
- Számolás és kiértékelés

Anyagjellemző megadása

Az általam kiválasztott illesztőszeg anyagának (X2CrNiMo17-12-2), valamint a többi alkatrész anyagának (X5CrNi18-10) jellemzőivel feltöltöttem a Solid Edge anyag táblázatát, mivel ezek az ötvözetek nem szerepeltek az adatbázisban. (sűrűség, folyáshatár, Poisson-tényező, törőfeszültség, fajlagos nyúlás)

Geometria kijelölése

Az analízis során két részre bontottam a felépítményt így először a hossz-és kereszttartók kerültek vizsgálatra (3.9 ábra), majd a másik részben pedig a tartó konzol, alaplemez és az illesztőszeg (3.10. ábra). Az analízishez a korábban elkészült CAD (Computer Aided Design, azaz számítógép által támogatott tervezés) modell szolgált.

Terhelések meghatározása

A szimulációt 300kg-al végeztem, mivel a korábban megemlített 150kg terheléshez kétszeres biztonsági tényezőt alkalmaztam.

Kényszerek meghatározása

A geometriai modell egy-két elemének szabadságfokát befolyásoló peremfeltételhez kell kötni. Jelen szimulációban az illesztőszegnél állítottam fel peremfeltételt, mert itt fog csatlakozni az alapgéphez. A peremfeltétel felállításakor ügyeltem, hogy az illesztőszegre ható terheléseket ne befolyásoljam

Háló elkészítése

A végeselem háló méretét és minőségét közepesre állítottam, ezért az eredmények csak megközelítőleg pontos eredményt hoztak. Mivel háromdimenziós elem került elemzésre ezért a tetraéder alakú rácsháló került alkalmazásra.

Számolás és kiértékelés

Az eredményeket jelen szimuláció keretein belül a modellen grafikusán kerül bemutatásra. Fontos megjegyezni, hogy az eredmény a „valós” és nem pedig a „mérnöki” fajlagos nyúlásokat és feszültség értékeket mutatja.

A grafikus kiértékelésen látható, hogy a korábban elvégzett számítások megfelelőek.

3.6 Költségvetés

A következő költségyszámolás a szükséges anyagokat, munkadíjakat és szállítással kapcsolatos összegeket mutatja be. Alapesetben 2 emberre van szükség a szerszám cseréjekor, egy operátorra és egy gépbeállítóra. Jelenleg a szerszámcsere egy tisztatérben ugyan alkalmazható, de nem erre célra kialakított berendezéssel történik. Ez a megoldás ugyan működik, viszont nem túl hatékony és a művelet elvégzésére szükség van két ember összehangolt munkájára. Így egy szériaváltásnál mind munkaerőben, mind időben többre van szükség. Az általam tervezett emelő célja ezen idő rövidítése, valamint arra való törekvés, hogy elegendő legyen egy ember a művelet elvégzésére. Az így felszabaduló munkaerő más gépeken is tud dolgozni, valamint a felgyorsult szerszámcsere miatt egy széria sokkal hamarabb készülhet el. A felmérés üzemszünetben történt, így a termeléssel kapcsolatos költségeket nem csökkentette

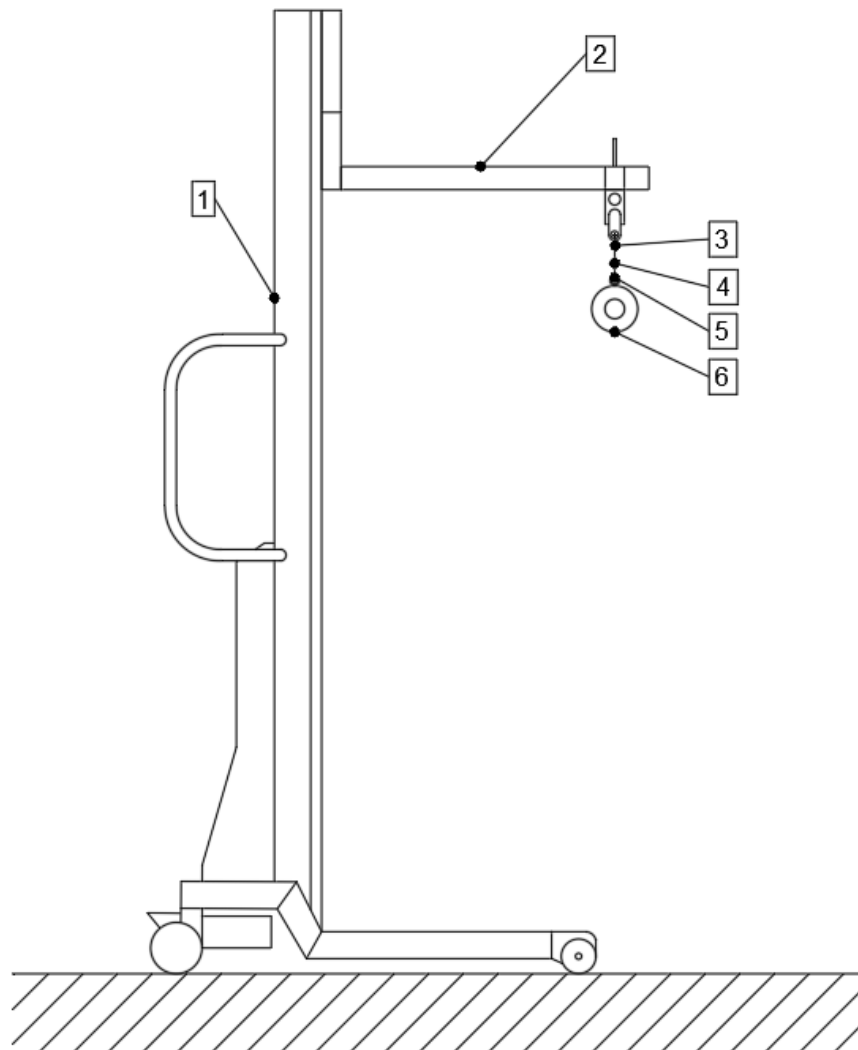
Alkatrészlista:

Alkatrész neve	Db.
Tartókonzol	1
Alaplemez	1
Illesztőszeg	2
Rugós biztosítószeg	2
Merevítőborda	4
Hosszirányú tartókar	2
Pillér	2
Kereszttartó konzol	1
Csavaros szorító	2
Keresztirányú tartó	1
Keresztirányú tartókar	2
Emelőfűl I.	1
Emelőfűl II.	1
Konzolfűl	1

Az összegek meghatározása euróban történt, mivel a gyártáshoz egy európai cég lett felkérve. Így az alapanyag beszerzés, legyártás, összeszerelés és szállítás összege, mind euróban értendő.

Az alkatrészek alapanyagára összesen: 1.837 euró, megmunkálással együtt 2.450 euró. Az alapgép 6.950 euró, amelyhez 150 euró szállítási költség társul. A célgép teljes költségvetése 9.550 euró, amely éppen csak, de befér a 10.000 eurós tervezett költségvetésbe.

3.7 A teljes összeállítás



3.11. ábra Az emelő összeszerelve (Alap emelőgép és egyedi emelőkar)

1. Multilift emelő manipulátor
2. Egyedi emelőkar (felépítmény)
3. Karabiner
4. Emelőlánc
5. Emelőfűl
6. Beemelendő szerszám

A kiválasztott Multilift 300 típusú emelő manipulátorra a 3.7 ábrán látható módon kerül csatlakoztatásra az általam tervezett emelőkar (felépítmény). Az emelőfüleken található furatokba ovális alakú, csavaros zárral ellátott karabiner kerül. Egy emelőláncsal kerül összekötésre a korábban említett karabiner és a szerszámon elhelyezett emelőszem között. (3.11. ábra) A stancolószerszám úgy kerül kialakításra, hogy fogadni tudjon szabványos emelőszemeket. Az emelő teljes emelési magassága 2 méter. (A kar alsó síkja 2 méterre emelkedik el a talajtól.) A szerszám várható legnagyobb emelési magassága 1800 milliméter. Az emelő emelési / süllyesztési sebessége 65 mm/s terheletlen állapotban. Továbbá az emelőfülek közötti távolság állíthatósága 400 és 800 mm között van. A kereszttartó konzol pozíciója is állítható és rögzítése két csavaros szorítóval történik. Az emelő vezérlése a 3.6 ábrán látható kézi vezérlővel történik. A berendezés 2x20 amperórás akkumulátorokkal rendelkezik.

Szakdolgozatom elkészültéig a berendezés legyártása nem fejeződött be alapanyag hiány miatt.

4. Összefoglalás

A szakdolgozatom egy új beüzemelésű SYSCO gyártmányú rotációs stancológép mellé egy egyedi emelő tervezéséről szól. Az általam tervezett berendezést a stancológép kivágó szerszámainak be- és kiemelésére fogják használni tisztatéri környezetben.

Szakdolgozatom elején irodalomkutatást végeztem a stancológéppel, a célgéptervezés folyamataival, szabványaival, valamint a tisztatéri előírásokkal kapcsolatban. Ezután a stancológép bemutatásán és a tervezés lépéseinek rendezésén dolgoztam, ami azért volt szükséges, hogy bemutassam a tervezés folyamatának szükségességét. A folyamat első lépései a stancológép, illetve a hozzá való szerszámok felmérése volt. Hangsúlyt fektettem a kezelők kérésre, hogy megkönnyíthessem a munkavégzésüket. Ezzel is elősegítve a könnyebb és nagyobb termelékenységet.

Az emelő tervezése végig a tisztatéri és gépbiztonsági szabványok, valamint a munkavédelmi és ergonómiai előírások mentén történt. A tisztatéri környezet miatt valamennyi alkatrész rozsdamentes acélból készült. A tervezés során több csapásirány közül választhattam, de a rentabilitási, valamint az esetleges későbbi újra felhasználást szem előtt tartva a gép alapja egy meglévő konstrukción alapul. Az alapgéphez tartozó felépítmény került általam tervezésre. A felépítmény cserélhető, így a későbbiekben más felhasználási mód is elérhető. Az alapgép sztenderd méretein változtatni kellett, hogy a célnak megfeleljen.

Az alapgépet forgalmazó cég, elvállalta az általam tervezet emelőkar legyártását, így az összeszerelés az ő üzemükben kerül tesztelésre. Sajnos az alapanyag hiány miatt szakdolgozatom elkészültéig nem fejeződött be a gyártási folyamat. Ha a próbaszerelés sikeres, akkor a berendezés leszállításra kerül és beüzemelésre kerül a végleges helyén.

A szakdolgozatom végén egy egyszerűsített költségszámítást végeztem, hogy bemutassam az egyedi emelő szükségességét. A számítás során bemutattam, hogy anyag és munkadíjakkal együtt mekkora végösszeggel lehet számolni.

Remélem az alapanyaghiány kérdése megoldódik. A gép telepítése sikeres lesz, és hosszú ideig képes lesz ellátni a feladatát, és ezáltal növelni termelékenységét és megkönnyíteni az operátorok munkáját.

5. Summary

My thesis was about the design of a customized lift for a newly commissioned SYSCO rotary die cutting machine. The equipment I designed will be used for loading and unloading the die cutting machine's cutting tools in a clean room environment.

At the beginning of my thesis, I conducted a literature search on this die cutting machine, single-purpose machine design processes, standards and cleanroom specifications. Then I worked on the presentation of the die cutting machine machine and the ordering of the design steps, which was necessary to demonstrate the need for the design process. The first steps of the process were to assess the die cutting machine and the tools to go with it. I put emphasis on the request of the operators to make their work easier. This also helped to facilitate easier and higher productivity.

The design of the individual lift is in line with cleanroom and machinery safety standards, as well as health and safety and ergonomic requirements. Due to the cleanroom environment, all major components are made of stainless steel. The design was based on a choice of several directions, but in order to be cost-effective and to allow for possible future reuse, the machine is based on an existing structure. I designed the superstructure for the basic machine. The superstructure can be interchanged, so that other uses can be found in the future. The standard dimensions of the base machine had to be changed to suit the purpose.

The basic machine is made by a Czech manufacturer. The manufacturer has also undertaken to produce the lifting arm I have designed. The assembly is done in their factory. Unfortunately, due to the lack of raw materials, the manufacturing process was not completed until my thesis. If the trial assembly is successful, the equipment will be delivered and commissioned at its final location.

At the end of my thesis, I did a simplified cost calculation to demonstrate the need for a custom lift. In the calculation, I have shown the total amount that can be expected including material and labour costs.

I hope the issue of the lack of raw materials will be resolved. The installation of the machine will be a success and it will be able to do its job for a long time, thus increasing productivity and making the operators' work easier.

6. Köszönetnyilvánítás

Szeretnék köszönetet mondani Bai Zoltánnak, külső konzulensemnek, aki sok hasznos tanáccsal látott el a dolgozat megírása, valamint sok segítséget és gyakorlati tanácsot adott a megvalósítás során. Köszönöm továbbá Oláh Ferenc Tanár Úrnak a konzultációk során nyújtott segítségét, hasznos javaslatait és útmutatásait.

7. Felhasznált irodalom

- [1] A Parafix Magyarországon
<https://parafix.com/hungarian-summary-page/>

- [2] Alarm & Automatic System Kft
https://biztonsagtechnika.aas.hu/biztonsagtechnika_referencia_parafix

- [3] G. Pahl – W. Beitz: A géptervezés elmélete és gyakorlata. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1981 p. 15-64

- [4] Dr. Kulcsár Béla – Dr. Illés Béla: Anyagmozgató berendezések I. BME Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar, Budapest, 2012

- [5] Verdes, Sándor: Anyagmozgatás és gépei Pannon Egyetem 2012 p 1-2

- [6] Greschik Gyula: Anyagmozgató gépek. Tankönyvkiadó, Budapest, 1981 p. 9

- [7] Czimer Gáborné: A tisztaszobákra vonatkozó legjobb gyakorlatokat tükrözi az EN ISO 14644 szabványsorozat 2015-ben megjelent két tagja, Budapest, 2016.
<http://www.mszt.hu/web/guest/a-tisztaszobakra-vonatkozó-legjobb-gyakorlatok>

- [8] Tisztaterek.hu: Mitől lesz egy tiszta tér szabványos tiszta tér? 2016.
<https://tisztaterek.hu/mitol-lesz-egy-tiszta-ter-szabvanyos-tiszta-ter/>

- [9] Nickel klíma Kft: Tisztatéri szabványok, 2015
<http://nickelklima.hu/tisztateri-szabvanyok/>

- [10] Magyar Szabványügyi Testület: MSZ EN ISO 14644-1:2016
http://www.mszt.hu/web/guest/webaruhaz.jsessionid=9E6560275A38ED4A37A18E0CD04ECDC0?p_p_id=msztwebshop_WAR_MsztWAportlet&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-

[1&p_p_col_count=1& msztwebshop_WAR_MsztWAportlet_ref=162842& msztwebshop_WAR_MsztWAportlet_javax.portlet.action=search](#)

[11] MSZ EN ISO 14644-2:2016

[http://www.mszt.hu/web/guest/webaruhaz;jsessionid=C6761D76668C337E1534406D14F4C3C4?p_p_id=msztwebshop_WAR_MsztWAportlet&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1& msztwebshop_WAR_MsztWAportlet_ref=162843& msztwebshop_WAR_MsztWAportlet_javax.portlet.action=search](#)

[12] MSZ EN ISO 14644-3:2006

[http://www.mszt.hu/web/guest/webaruhaz?p_p_id=msztwebshop_WAR_MsztWAportlet&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column1&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2& msztwebshop_WAR_MsztWAportlet_ref=140167& msztwebshop_WAR_MsztWAportlet_javax.portlet.action=search](#)

[13] MSZ EN ISO 14644-4:2001

[http://www.mszt.hu/web/guest/webaruhaz?p_p_id=msztwebshop_WAR_MsztWAportlet&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column1&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2& msztwebshop_WAR_MsztWAportlet_ref=115448& msztwebshop_WAR_MsztWAportlet_javax.portlet.action=search](#)

[14] MSZ EN ISO 14644-5:2005

[http://www.mszt.hu/web/guest/webaruhaz?p_p_id=msztwebshop_WAR_MsztWAportlet&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column1&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2& msztwebshop_WAR_MsztWAportlet_ref=136558& msztwebshop_WAR_MsztWAportlet_javax.portlet.action=search](#)

[15] MSZ EN ISO 14644-6:2008

http://www.mszt.hu/web/guest/webaruhaz?p_p_id=msztwebshop_WAR_MsztWAportlet&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column1&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&msztwebshop_WAR_MsztWAportlet_ref=145029&msztwebshop_WAR_MsztWAportlet_javax.portlet.action=search

[16] MSZ EN ISO 14644-7:2005

http://www.mszt.hu/web/guest/webaruhaz?p_p_id=msztwebshop_WAR_MsztWAportlet&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column1&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&msztwebshop_WAR_MsztWAportlet_ref=136568&msztwebshop_WAR_MsztWAportlet_javax.portlet.action=search

[17] MSZ EN ISO 14644-8:2013

http://www.mszt.hu/web/guest/webaruhaz?p_p_id=msztwebshop_WAR_MsztWAportlet&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column1&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&msztwebshop_WAR_MsztWAportlet_ref=156355&msztwebshop_WAR_MsztWAportlet_javax.portlet.action=search

[18] MSZ EN ISO 14644-9:2013

http://www.mszt.hu/web/guest/webaruhaz?p_p_id=msztwebshop_WAR_MsztWAportlet&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column1&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&msztwebshop_WAR_MsztWAportlet_ref=154943&msztwebshop_WAR_MsztWAportlet_javax.portlet.action=search

[19] MSZ EN ISO 14644-10:2013

http://www.mszt.hu/web/guest/webaruhaz?p_p_id=msztwebshop_WAR_MsztWAportlet&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column1&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&msztwebshop_WAR_MsztWAportlet_ref=156356&msztwebshop_WAR_MsztWAportlet_javax.portlet.action=search

[20] MSZ EN ISO 14644-13:2018

http://www.mszt.hu/web/guest/webaruhaz?p_p_id=msztwebshop_WAR_MsztWAportlet&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column1&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&msztwebshop_WAR_MsztWAportlet_ref=167025&msztwebshop_WAR_MsztWAportlet_javax.portlet.action=search

[21] MSZ EN ISO 14644-14:2017

http://www.mszt.hu/web/guest/webaruhaz?p_p_id=msztwebshop_WAR_MsztWAportlet&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column1&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&msztwebshop_WAR_MsztWAportlet_ref=165160&msztwebshop_WAR_MsztWAportlet_javax.portlet.action=search

[22] Dr Tim Sandle - Design of cleanroom equipment to achieve particle control 2017

https://www.cleanroomtechnology.com/news/article_page/Design_of_cleanroom_equipment_to_achieve_particle_control/132329

[23] https://www.sysco-tw.com/products_10_RDC.php

[24] Magyar Szabványügyi Testület: MSZ EN ISO 12100:2011

http://www.mszt.hu/web/guest/webaruhaz?p_p_id=msztwebshop_WAR_MsztWAportlet&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column1&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&msztwebshop_WAR_MsztWAportlet_ref=156356&msztwebshop_WAR_MsztWAportlet_javax.portlet.action=search

[portlet_ref=151054& msztwebshop WAR MsztWAportlet javax.portlet.action=search](#)

[25] Magyar Szabványügyi Testület: MSZ EN ISO 3691-5:2016

[http://www.mszt.hu/web/guest/webaruhaz?p_p_id=msztwebshop WAR MsztWAportlet&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column1&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2& msztwebshop WAR MsztWAportlet_ref=162139& msztwebshop WAR MsztWAportlet javax.portlet.action=search](#)

[26] Magyar Szabványügyi Testület: MSZ EN ISO 13857:2020

[http://www.mszt.hu/web/guest/webaruhaz?p_p_id=msztwebshop WAR MsztWAportlet&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column1&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2& msztwebshop WAR MsztWAportlet_ref=174563& msztwebshop WAR MsztWAportlet javax.portlet.action=search](#)

[27] Magyar Szabványügyi Testület: MSZ EN 349:1993+A1:2008

[http://www.mszt.hu/web/guest/webaruhaz;jsessionid=EC74489486C00D28372050C3F00D20EF?p_p_id=msztwebshop WAR MsztWAportlet&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2& msztwebshop WAR MsztWAportlet_ref=146057& msztwebshop WAR MsztWAportlet javax.portlet.action=search](#)

[28] Magyar Szabványügyi Testület: MSZ EN 1175-1:1998+A1:2011

[http://www.mszt.hu/web/guest/webaruhaz?p_p_id=msztwebshop WAR MsztWAportlet&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column1&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2& msztwebshop WAR MsztWAportlet_ref=151073& msztwebshop WAR MsztWAportlet javax.portlet.action=search](#)

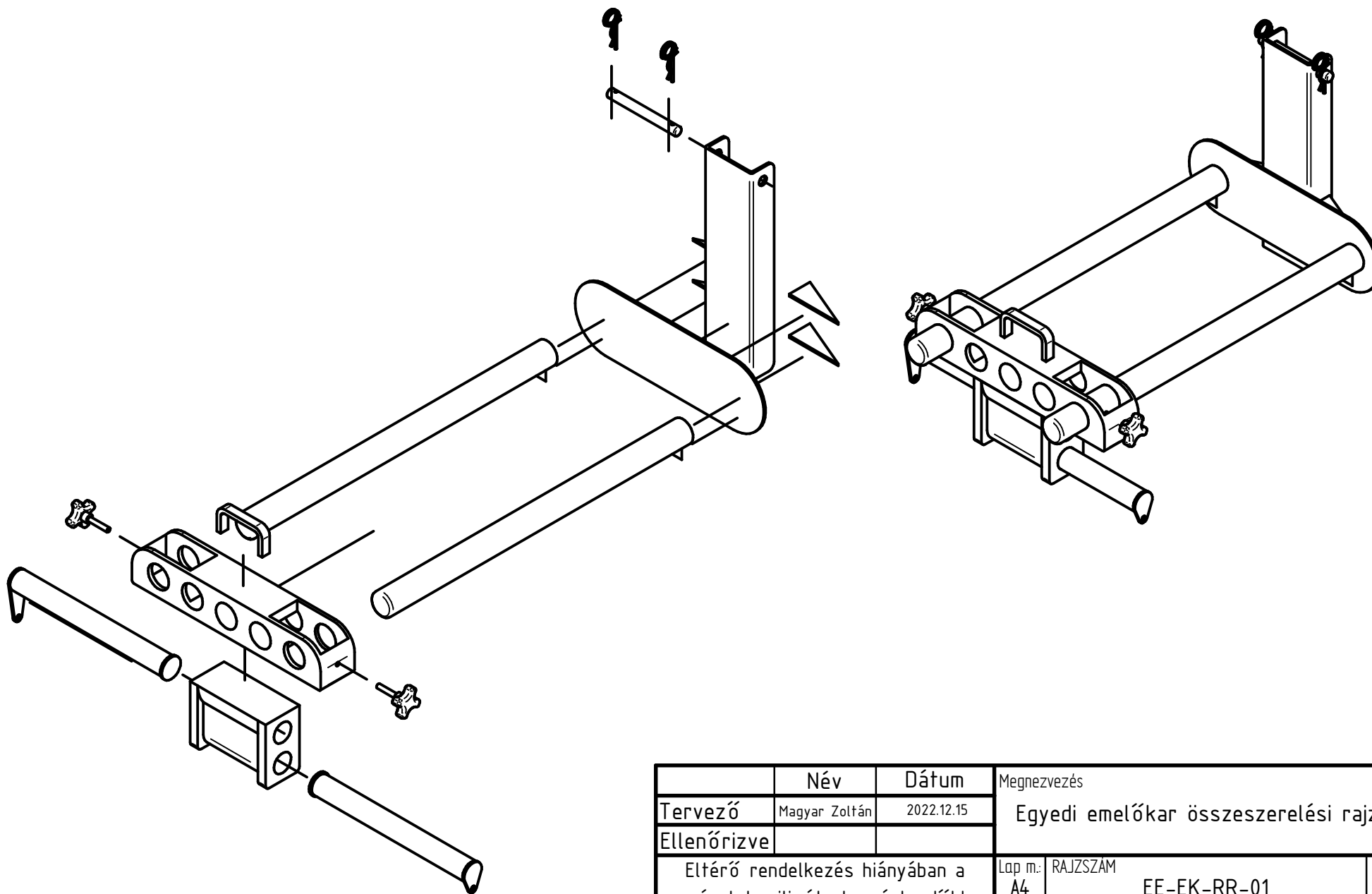
[29] Torros-Multi-Lift-150-300-Brochure p. 2-3

<https://supplychainequip.co.za/torros-mini-stackers/torros-multi-lift-150-300-brochure-sche/>

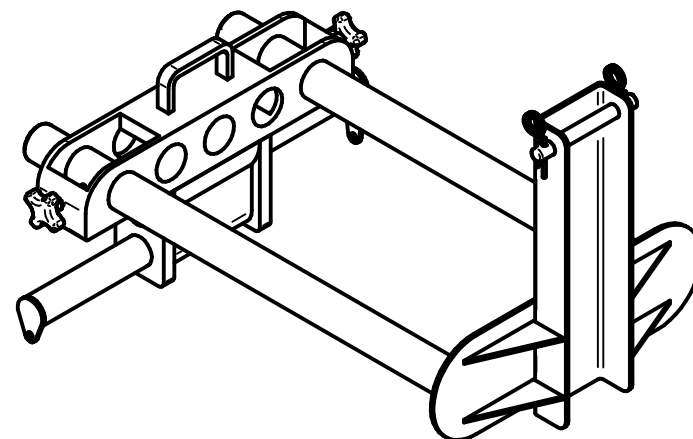
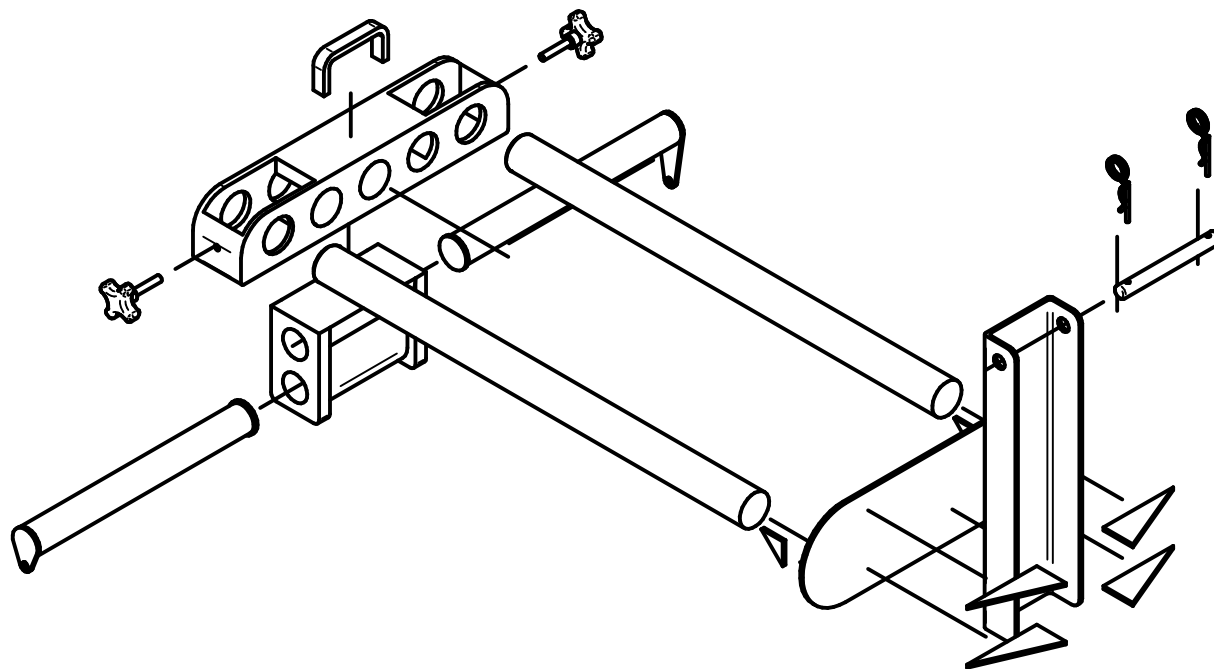
- [30] Kovács Gáborné - Mezei Gizella - Rácz Péter - Szalai Péter - Töröcsik Dávid:
Gépelemek. Széchenyi István Egyetem, Műszaki Tudományi Kar, 2013
- [31] Bukovicsné Cuhavölgyi Emilia: Hegesztett kapcsolatok méretezése 2009 p. 3-4

8. Mellékletek

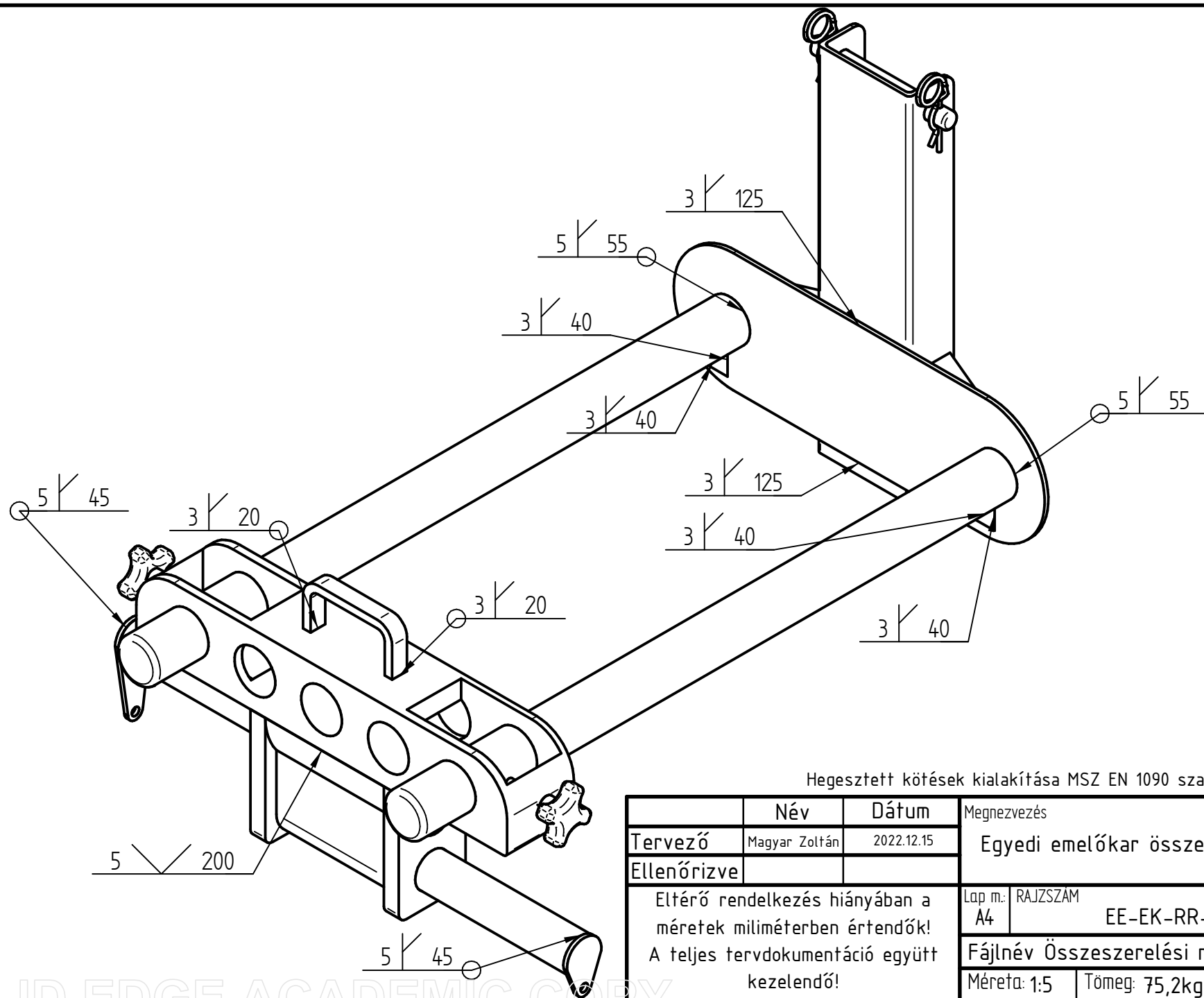
- 1.sz. melléklet: Egyedi emelőkar összeszerelési rajzai (Rajzsám: EE-EK-RR-01)
- 2.sz. melléklet: Egyedi emelőkar darabjegyzéke (Rajzsám: EE-EK-DJ-01)
- 3.sz. melléklet: Tartókonzol (Rajzsám: EE-EK-AR-01)
- 4.sz. melléklet: Alaplemez (Rajzsám: EE-EK-AR-02)
- 5.sz. melléklet: Illesztőszeg (Rajzsám: EE-EK-AR-03)
- 6.sz. melléklet: Hosszirányú tartókar (Rajzsám: EE-EK-AR-04)
- 7.sz. melléklet: Kereszttartó konzol (Rajzsám: EE-EK-AR-05)
- 8.sz. melléklet: Keresztirányú tartó (Rajzsám: EE-EK-AR-06)
- 9.sz. melléklet: Emelőfül I. (Rajzsám: EE-EK-AR-07)
- 10.sz. melléklet: Emelőfül II. (Rajzsám: EE-EK-AR-08)
- 11.sz. melléklet: Merevítőborda (Rajzsám: EE-EK-AR-09)
- 12.sz. melléklet: Pillér (Rajzsám: EE-EK-AR-10)
- 13.sz. melléklet: Keresztirányú tartókar (Rajzsám: EE-EK-AR-11)
- 14.sz. melléklet: Konzolfül (Rajzsám: EE-EK-AR-12)



	Név	Dátum	Megnevezés	
Tervező	Magyar Zoltán	2022.12.15	Egyedi emelőkar összeszerelési rajza	
Ellenőrizve				
Eltérő rendelkezés hiányában a méretek miliméterben értendők! A teljes tervdokumentáció együtt kezelendő!			Lap m:	REV
			A4	1.0
			Fájlnev	
			Összeszerelési rajz.dft	
			Méret: 1:10	Tömeg: 75,2kg
			Lapok 1 / 5	

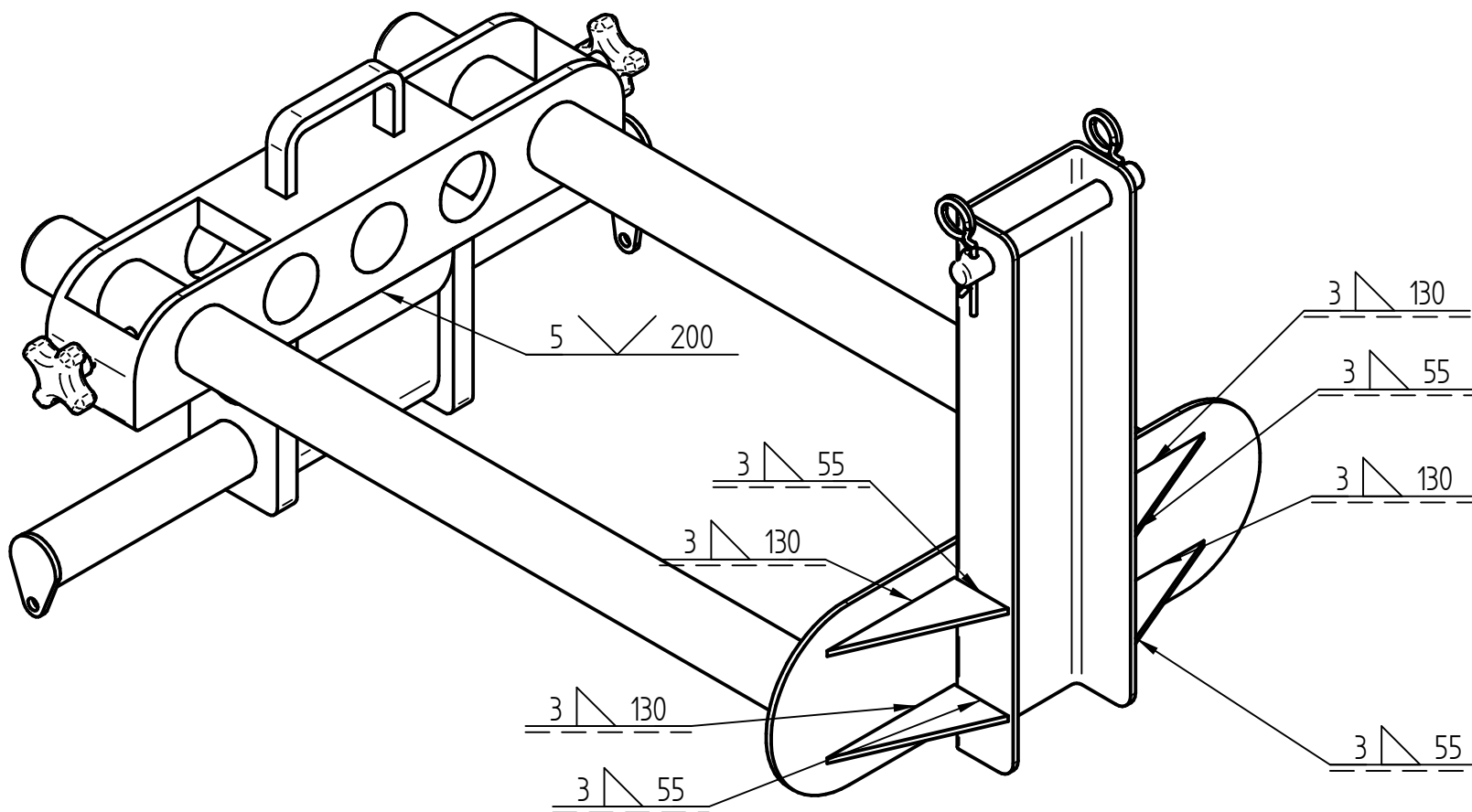


	Név	Dátum	Megnevezés	
Tervező	Magyar Zoltán	2022.12.15	Egyedi emelőkar összeszerelési rajza	
Ellenőrizve				
Eltérő rendelkezés hiányában a méretek miliméterben értendők! A teljes tervdokumentáció együtt kezelendő!			Lap m.: A4	REV 1.0
			Fájlnév Összeszerelési rajz.dft	
			Méret: 1:10	Tömeg: 75,2kg Lapok 2 / 5



Hegesztett kötések kialakítása MSZ EN 1090 szabványcsalád szerint!

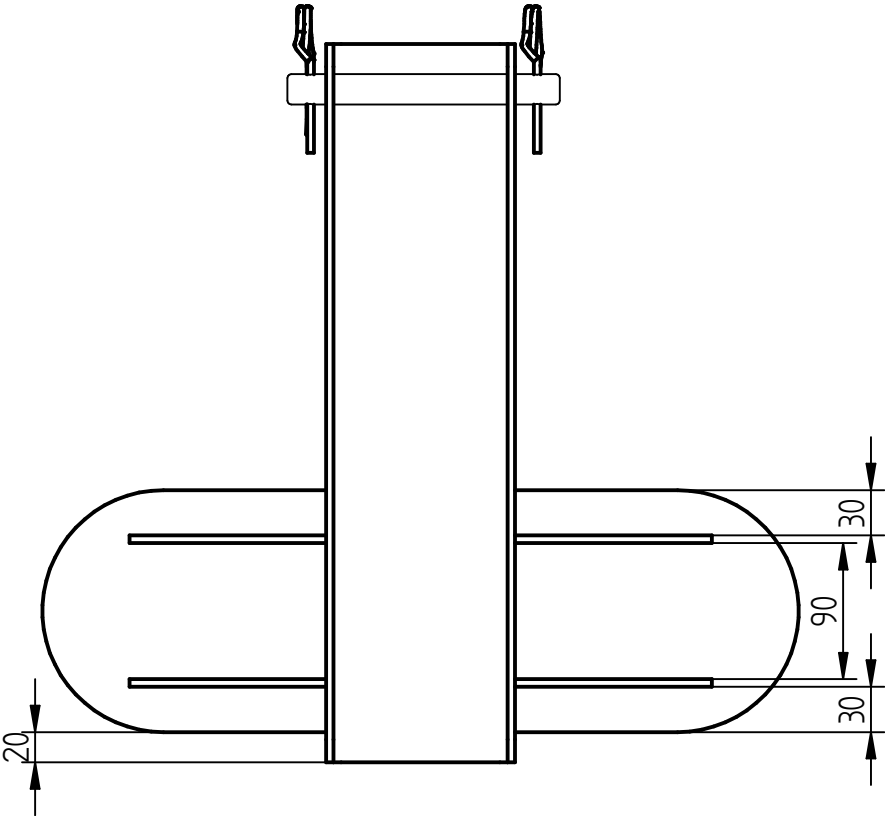
	Név	Dátum	Megnevezés	
Tervező	Magyar Zoltán	2022.12.15	Egyedi emelőkar összeszerelési rajza	
Ellenőrizve				
Eltérő rendelkezés hiányában a méretek miliméterben értendők! A teljes tervdokumentáció együtt kezelendő!			Lap m.: RAJZSAM	REV
			A4	EE-EK-RR-01 1.0
Fájlnév Összeszerelési rajz.dft				
Méret: 1:5		Tömeg: 75,2kg	Lapok 3 / 5	



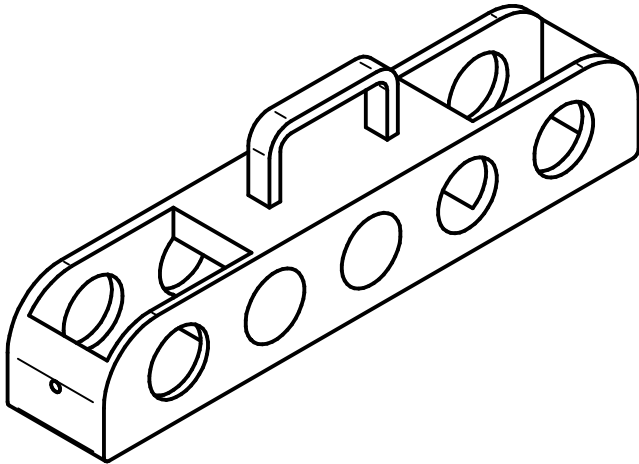
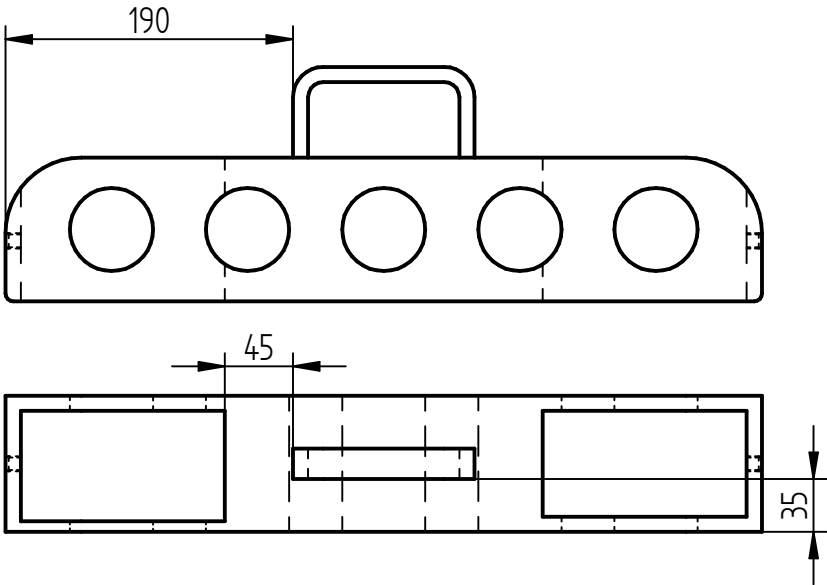
Hegesztett kötések kialakítása MSZ EN 1090 szabványcsalád szerint!

	Név	Dátum	Megnevezés		
Tervező	Magyar Zoltán	2022.12.15	Egyedi emelőkar összeszerelési rajza		
Ellenőrizve					
Eltérő rendelkezés hiányában a méretek miliméterben értendők! A teljes tervdokumentáció együtt kezelendő!			Lap m.: A4	RAJZSZAM EE-EK-RR-01	REV 1.0
			Fájlnév Összeszerelési rajz.dft		
			Méret: 1:5	Tömeg: 75,2kg	Lapok 4 / 5

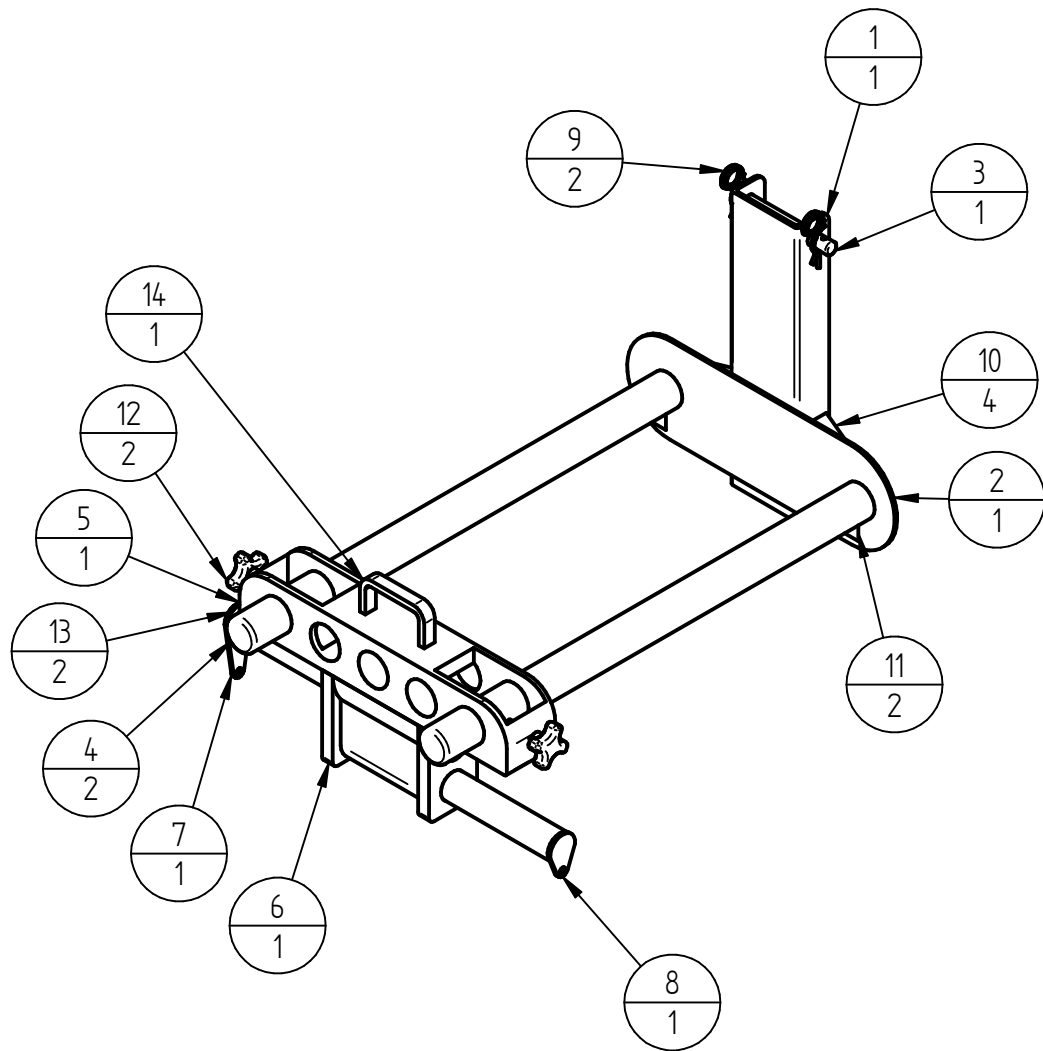
Merevítőbordák elhelyezése:



Konzolfül elhelyezése:

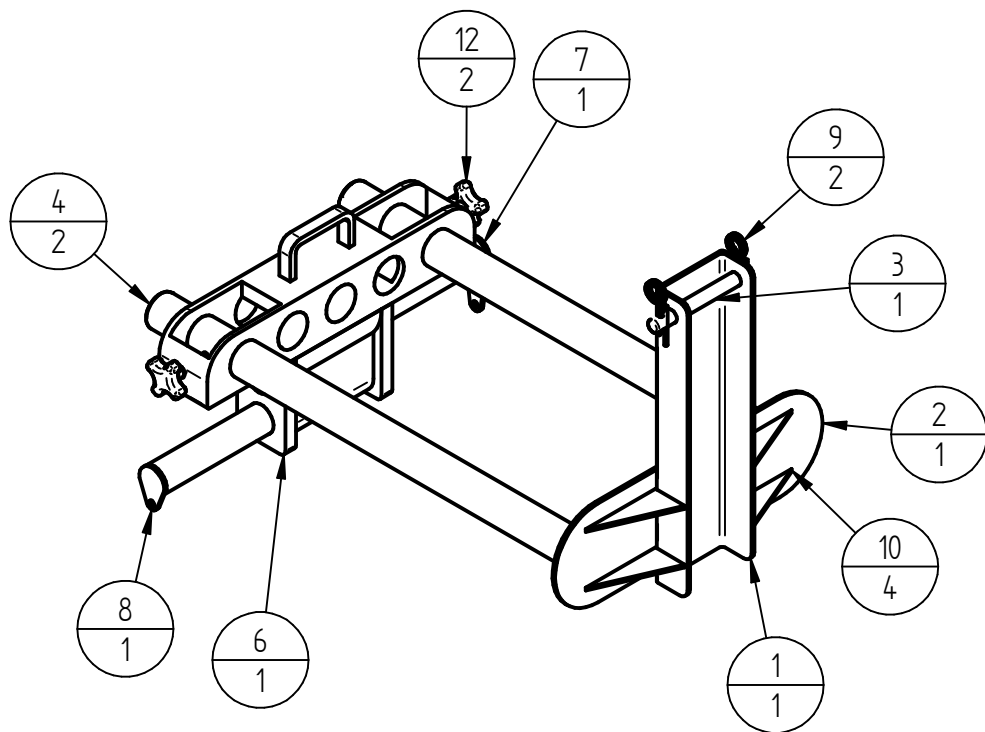


	Név	Dátum	Megnevezés	
Tervező	Magyar Zoltán	2022.12.15	Egyedi emelőkar összeszerelési rajza	
Ellenőrizve				
Eltérő rendelkezés hiányában a méretek miliméterben értendők! A teljes tervdokumentáció együtt kezelendő!			Lap m.: RAJZSZAM	REV
			A4	EE-EK-RR-01
			Fájlnév Összeszerelési rajz.dft	
			Méret: 1:5	Tömeg: 75,2kg
			Lapok 5 / 5	



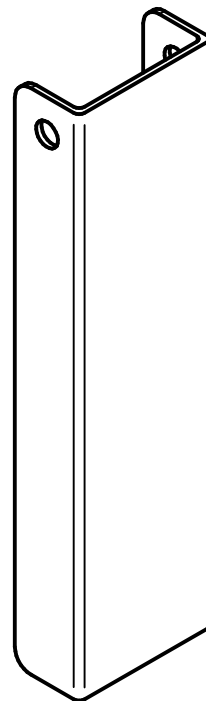
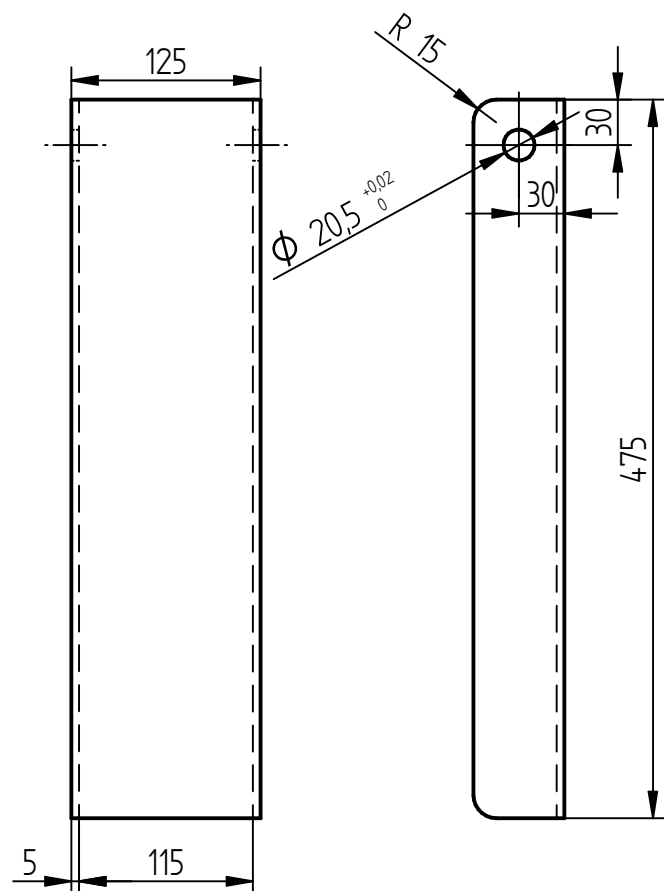
Tételszám	Fájlnév (kiterjesztés nélkül)	Darabszám
1	Tartókonzol	1
2	Alaplemez	1
3	Illesztőszeg	1
4	Hosszirányú tartókar	2
5	Kereszttartó konzol	1
6	Keresztirányú tartó	1
7	Emelőfül I.	1
8	Emelőfül II.	1
9	Rugós biztosítószeg	2
10	Merevítőborda	4
11	Pillér	2
12	Csavaros szorító	2
13	Keresztirányú tartókar	2
14	Konzolfül	1

	Név	Dátum	Megnevezés	
Tervező	Magyar Zoltán	2022.12.15	Egyedi emelőkar darabjegyzéke	
Ellenőrizve				
Eltérő rendelkezés hiányában a méretek milliméterben értendők! A teljes tervdokumentáció együtt kezelendő!			Lap m.: A4	RAJZSZAM EE-EK-DJ-01
			Fájlnév Darabjegyzék.dft	
			Méret: 1:5	Tömeg: 75,2kg
			Lapok 1 / 2	



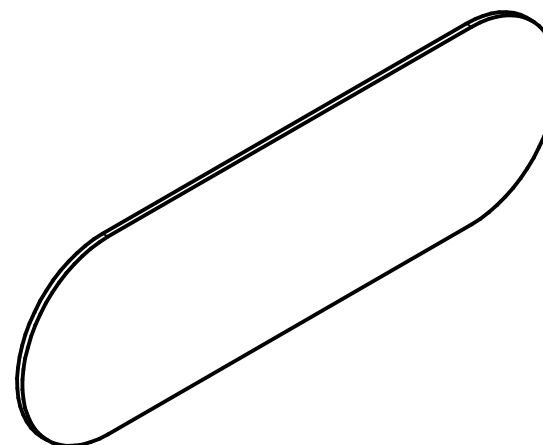
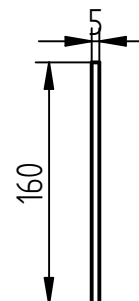
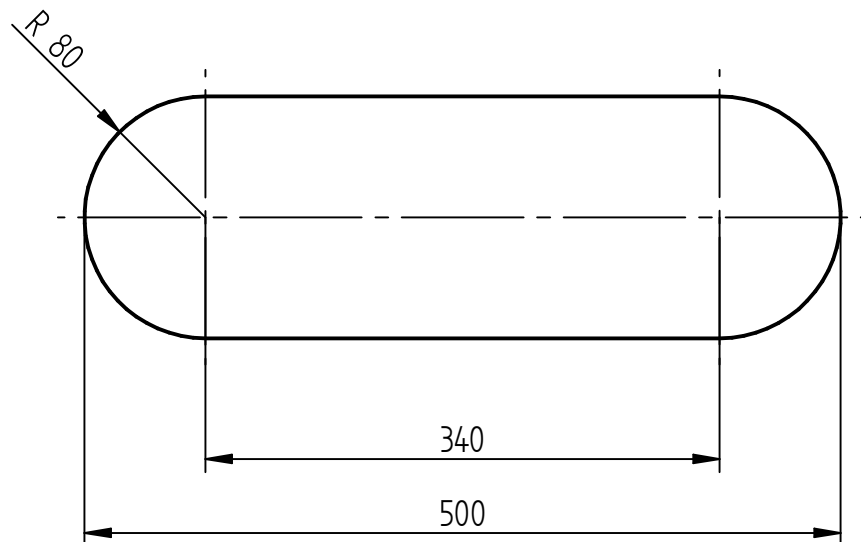
Tételszám	Fájlnév (kiterjesztés nélkül)	Darabszám
1	Tartókonzol	1
2	Alaplemez	1
3	Illesztőszeg	1
4	Hosszirányú tartókar	2
5	Kereszttartó konzol	1
6	Keresztirányú tartó	1
7	Emelőfül I.	1
8	Emelőfül II.	1
9	Rugós biztosítószeg	2
10	Merevítőborda	4
11	Pillér	2
12	Csavaros szorító	2
13	Keresztirányú tartókar	2
14	Konzolfül	1

	Név	Dátum	Megnevezés	
Tervező	Magyar Zoltán	2022.12.15	Egyedi emelőkar darabjegyzéke	
Ellenőrizve				
Eltérő rendelkezés hiányában a méretek milliméterben értendők! A teljes tervdokumentáció együtt kezelendő!			Lap m.: A4	RAJZSZAM EE-EK-DJ-01
			Fájlnév Darabjegyzék.dft	
			Méret: 1:5	Tömeg: 75,2kg
			Lapok 2 / 2	



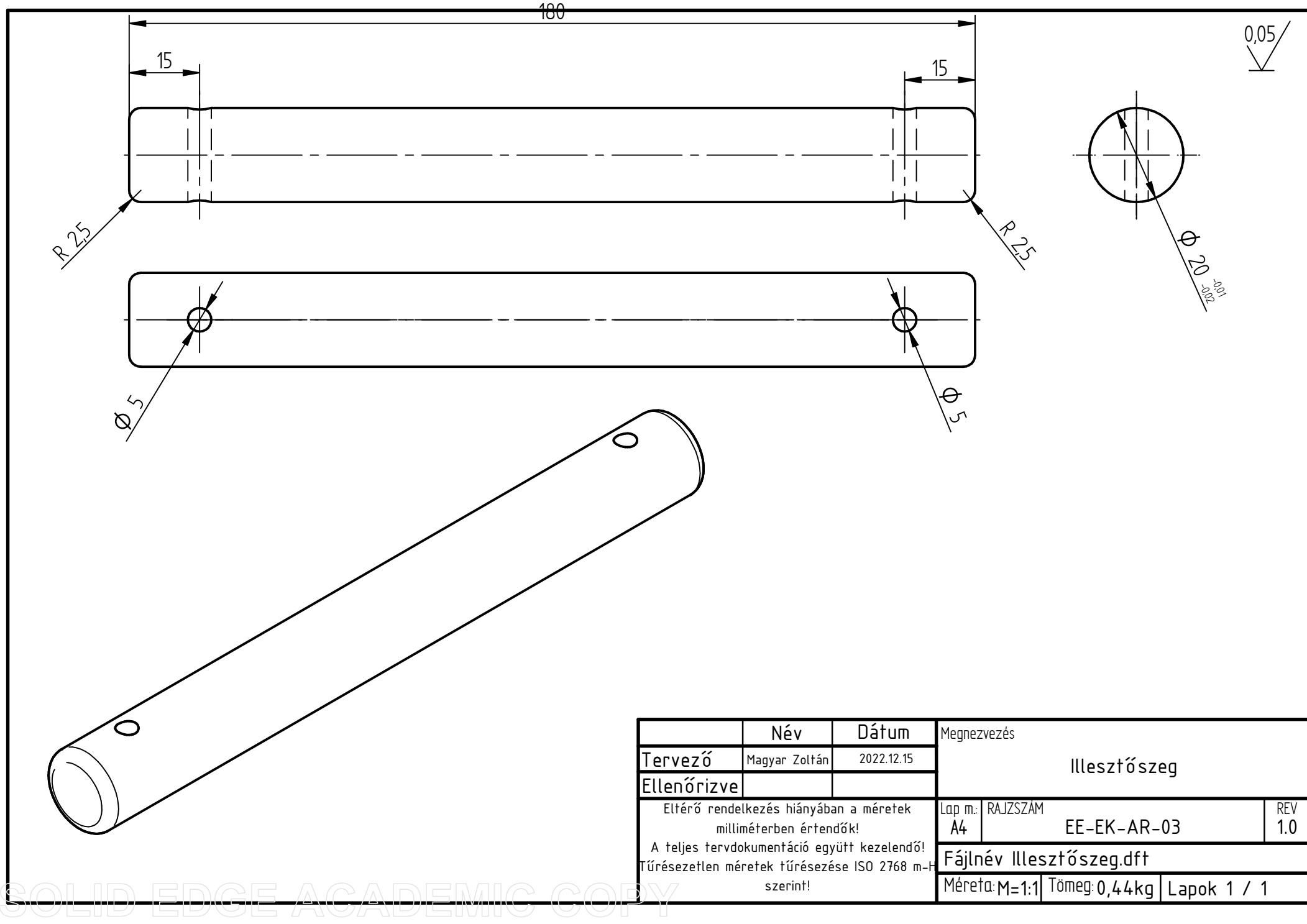
Megjegyzés:
Gyártás során lézeres vágótechnológia – olvasztó vágás alkalmazandó!

	Név	Dátum	Megnevezés		
Tervező	Magyar Zoltán	2022.12.15	Tartókonzol		
Ellenőrizve					
Eltérő rendelkezés hiányában a méretek milliméterben értendők! A teljes tervdokumentáció együtt kezelendő! Tűrésezetlen méretek tűrésezése ISO 2768 m-H szerint!			Lap m:	RAJZSZAM	REV
			A4	EE-EK-AR-01	1.0
Fájlnév Tartókonzol.dft					
Méret:		M=1:5	Tömeg:	4,43kg	Lapok 1 / 1

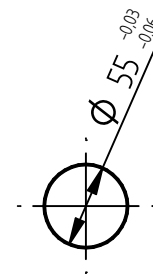
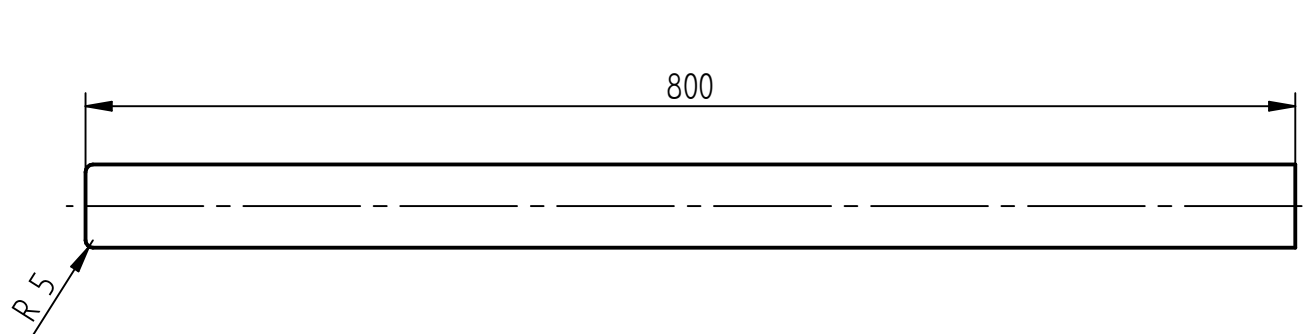


Megjegyzés:
Gyártás során lézeres vágótechnológia – olvasztó vágás alkalmazandó!

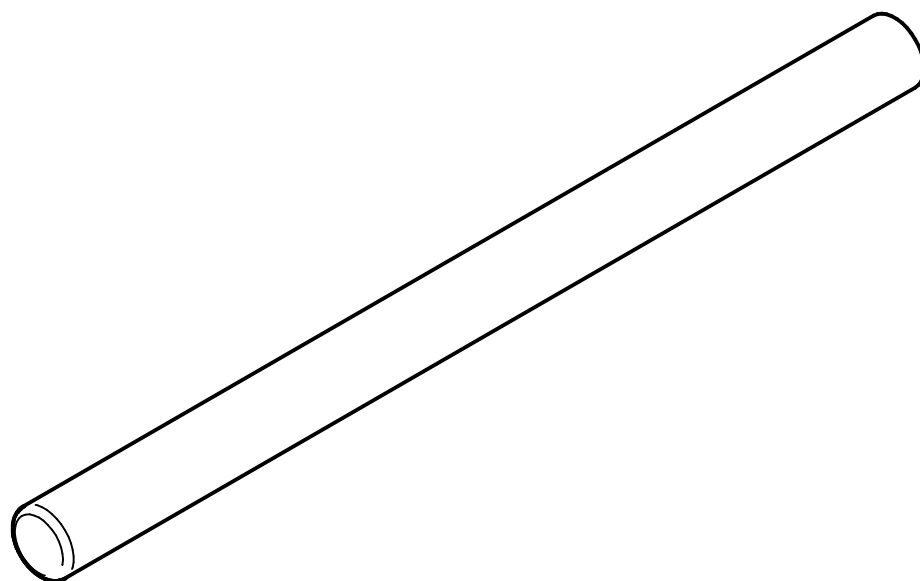
	Név	Dátum	Megnevezés		
Tervező	Magyar Zoltán	2022.12.15	Alaplemez		
Ellenőrizve					
Eltérő rendelkezés hiányában a méretek milliméterben értendők! A teljes tervdokumentáció együtt kezelendő! Tűrésezetlen méretek tűrésezése ISO 2768 m-H szerint!			Lap m:	RAJZSAM	REV
			A4	EE-EK-AR-02	1.0
Fájlnév Alaplemez.dft					
Méret:			M=1:5	Tömeg: 2,98kg	Lapok 1 / 1



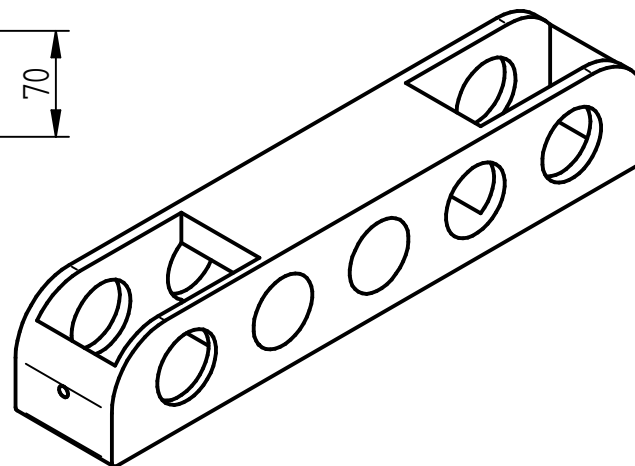
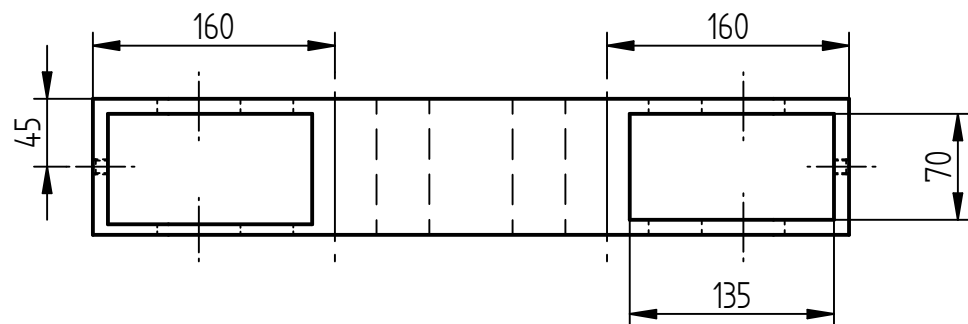
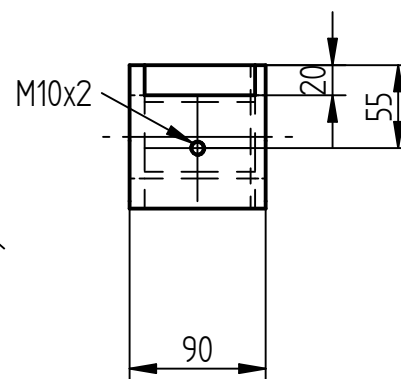
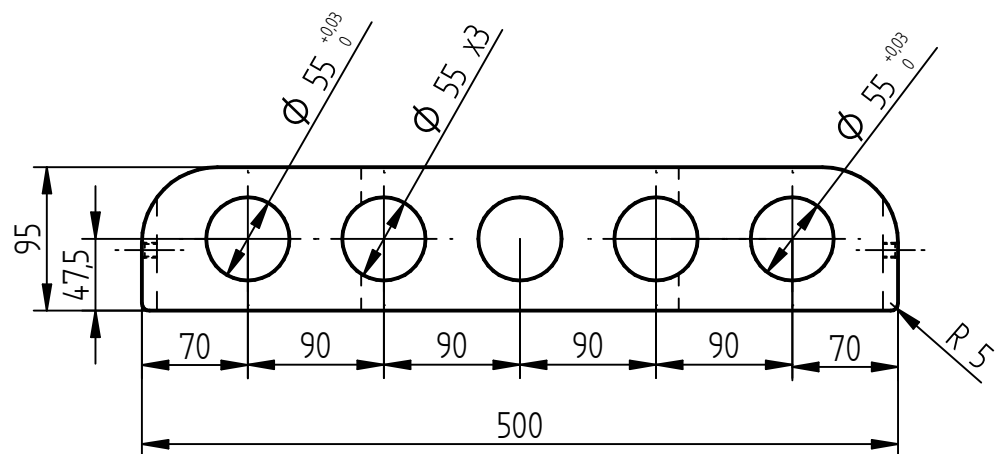
	Név	Dátum	Megnevezés		
Tervező	Magyar Zoltán	2022.12.15	Illesztőszeg		
Ellenőrizve					
Eltérő rendelkezés hiányában a méretek milliméterben értendők! A teljes tervdokumentáció együtt kezelendő! Tűrésezetlen méretek tűrésezése ISO 2768 m-H szerint!			Lap m:	RAJZSZAM	REV
			A4	EE-EK-AR-03	1.0
Fájlnév Illesztőszeg.dft					
Méret:		M=1:1	Tömeg:	0,44kg	Lapok 1 / 1



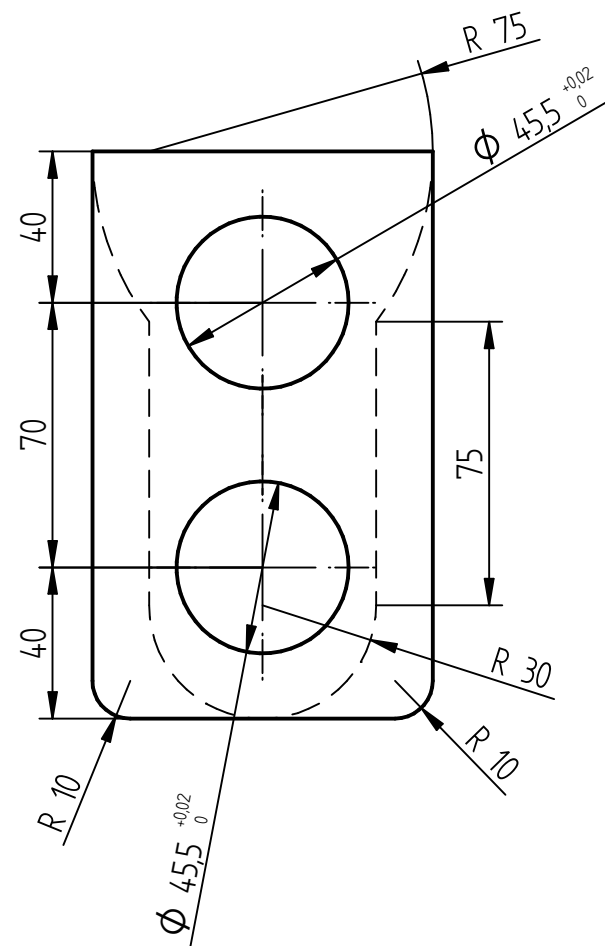
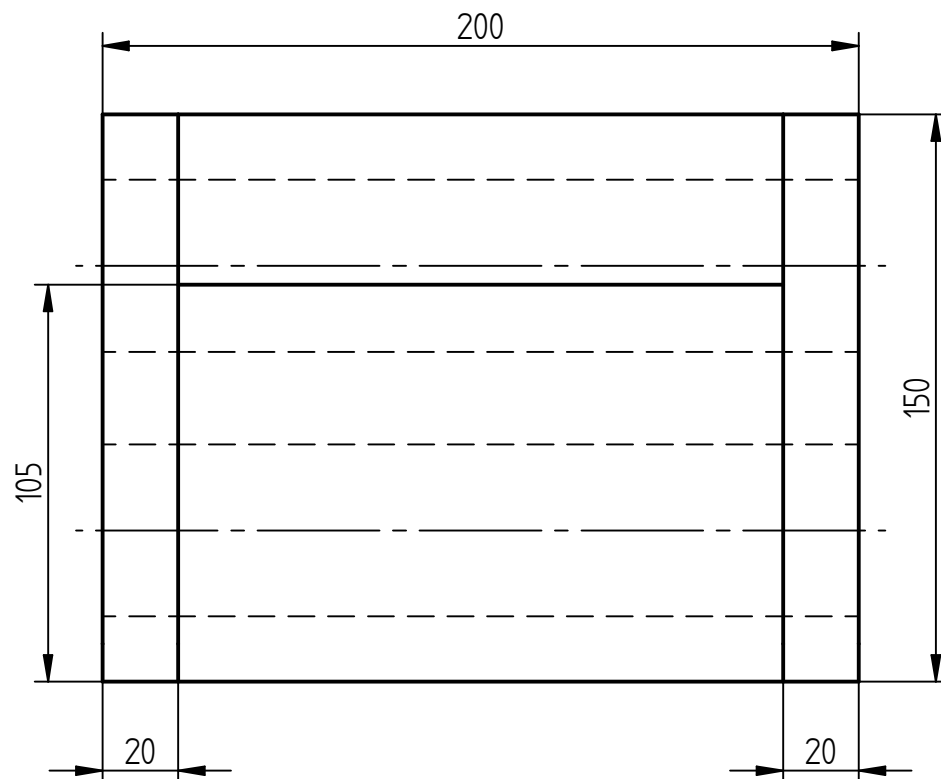
0,05
✓



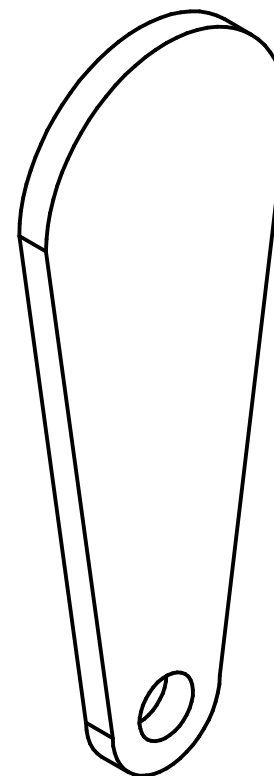
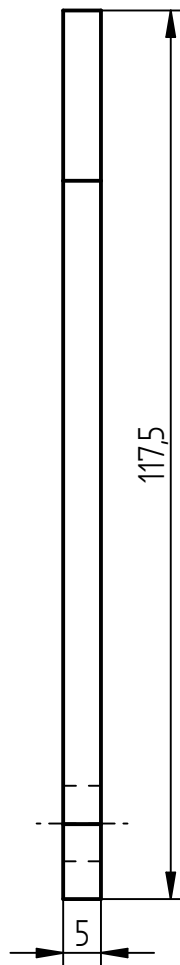
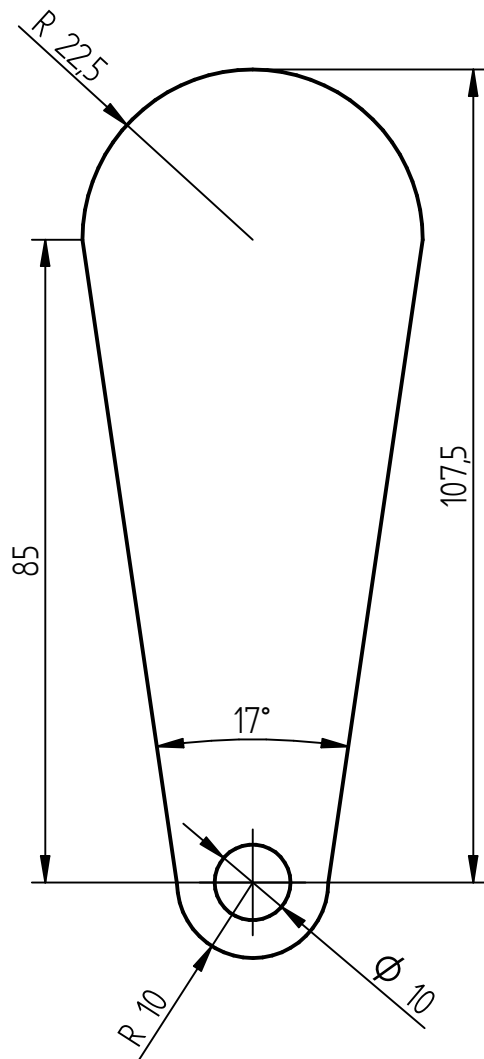
	Név	Dátum	Megnevezés		
Tervező	Magyar Zoltán	2022.12.15	Hosszírányú tartókar		
Ellenőrizve					
Eltérő rendelkezés hiányában a méretek milliméterben értendők! A teljes tervdokumentáció együtt kezelendő! Tűrésezetlen méretek tűrésezése ISO 2768 m-H szerint!			Lap m:	RAJZSZAM	REV
			A4	EE-EK-AR-04	1.0
			Fájlnév Hosszírányú tartókar.dft		
			Méret:	M=1:5	Tömeg: 15,1kg
			Lapok 1 / 1		

0,05
√

	Név	Dátum	Megnevezés		
Tervező	Magyar Zoltán	2022.12.15	Kereszttartó konzol		
Ellenőrizve					
Eltérő rendelkezés hiányában a méretek milliméterben értendők! A teljes tervdokumentáció együtt kezelendő! Tűrésezetlen méretek tűrésezése ISO 2768 m-H szerint!			Lap m.:	RAJZSAM	REV
			A4	EE-EK-AR-05	1.0
			Fájlnév Kereszttartó konzol.dft		
			Méret:	M=1:5	Tömeg: 13,6kg

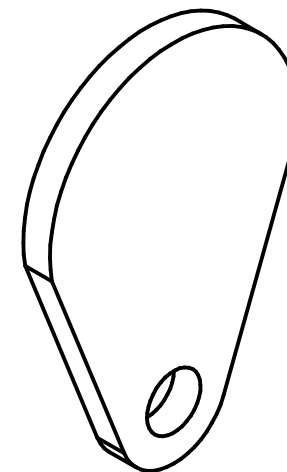
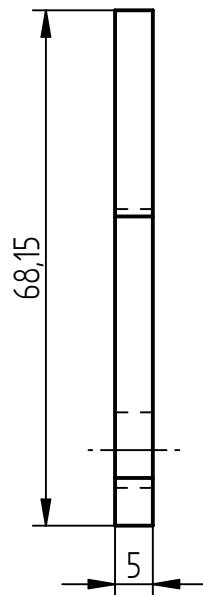
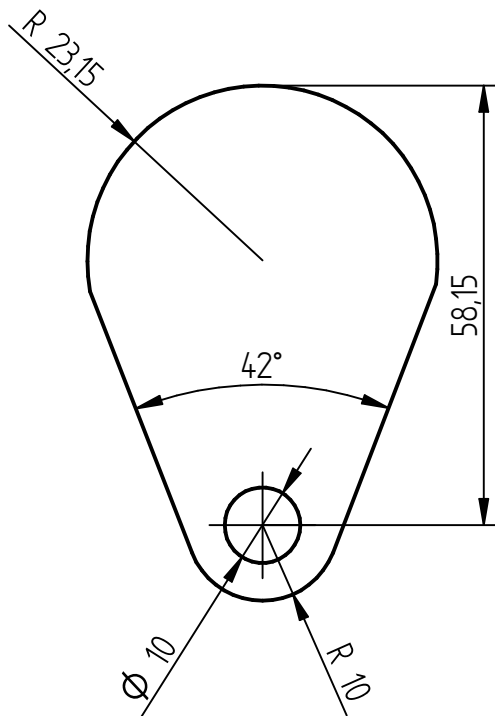


Név	Dátum	Megnevezés		
Tervező	Magyar Zoltán	2022.12.15	Keresztirányú tartó	
Ellenőrizve				
Eltérő rendelkezés hiányában a méretek milliméterben értendők! A teljes tervdokumentáció együtt kezelendő! Tűrésezetlen méretek tűrésezése ISO 2768 m-H szerint!		Lap m:	RAJZSAM	REV
		A4	EE-EK-AR-06	1.0
Fájlnév Keresztirányú tartó.dft				
Méret: M=1:2		Tömeg: 11,3kg	Lapok 1 / 1	



Megjegyzés:
Gyártás során lézeres vágótechnológia – olvasztó vágás alkalmazandó!

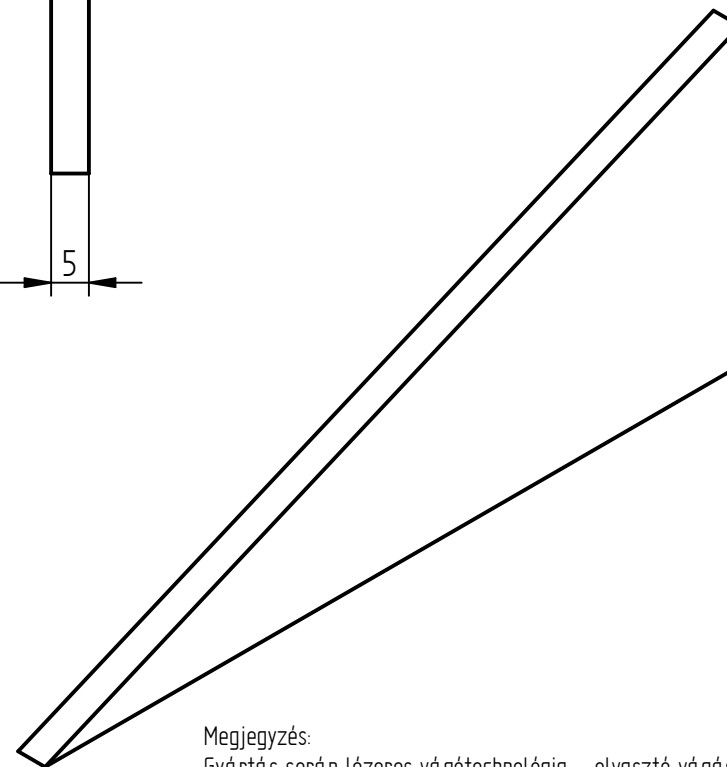
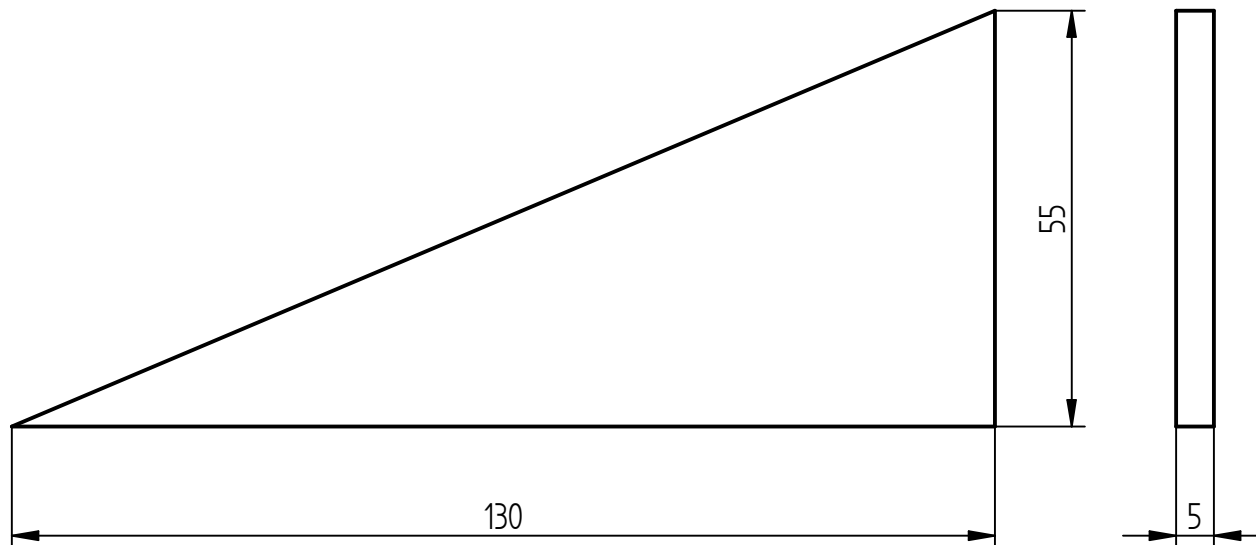
	Név	Dátum	Megnevezés				
Tervező	Magyar Zoltán	2022.12.15	Emelőfűl I.				
Ellenőrizve							
Eltérő rendelkezés hiányában a méretek milliméterben értendők! A teljes tervdokumentáció együtt kezelendő! Tűrésezetlen méretek tűrésezése ISO 2768 m-H szerint!			Lap m.: A4	RAJZSZAM EE-EK-AR-07	REV 1.0		
			Fájlnév Emelőfűl I..dft				
			Méret:	M=1:1	Tömeg: 0,14kg	Lapok 1 / 1	



Megjegyzés:
Gyártás során lézeres vágótechnológia – olvasztó vágás alkalmazandó!

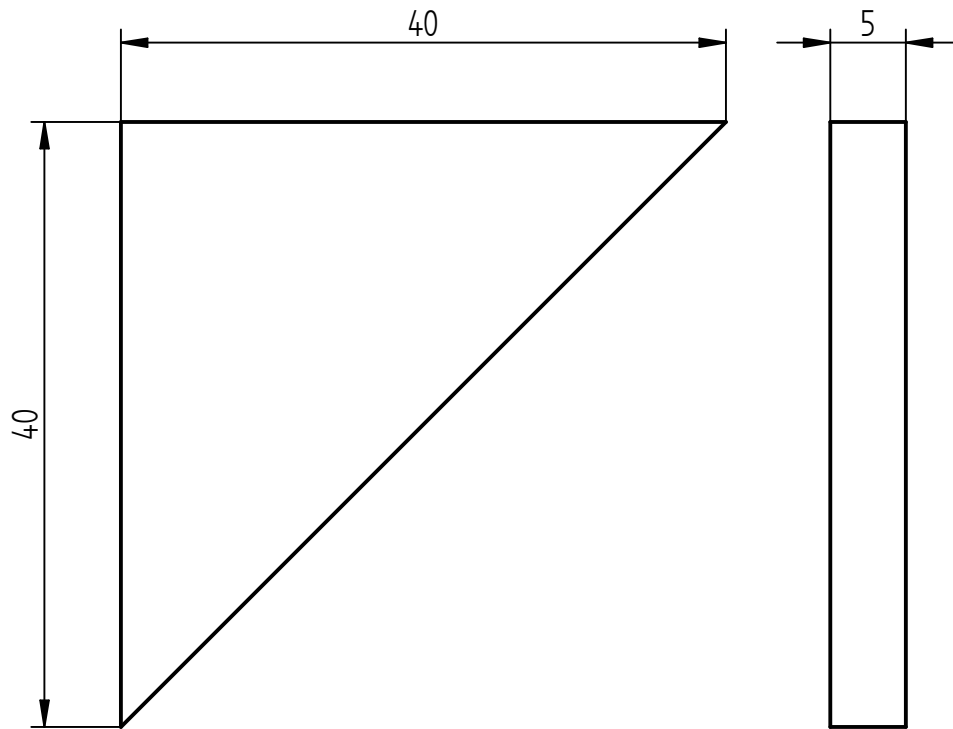
	Név	Dátum	Megnevezés		
Tervező	Magyar Zoltán	2022.12.15	Emelőfűl II.		
Ellenőrizve					
Eltérő rendelkezés hiányában a méretek milliméterben értendők! A teljes tervdokumentáció együtt kezelendő! Tűrésezetlen méretek tűrésezése ISO 2768 m-H szerint!			Lap m.: A4	RAJZSZAM EE-EK-AR-08	REV 1.0
			Fájlnév Emelőfűl II. .dft		
			Méret: M=1:1	Tömeg: 0,08kg	Lapok 1 / 1

0,05

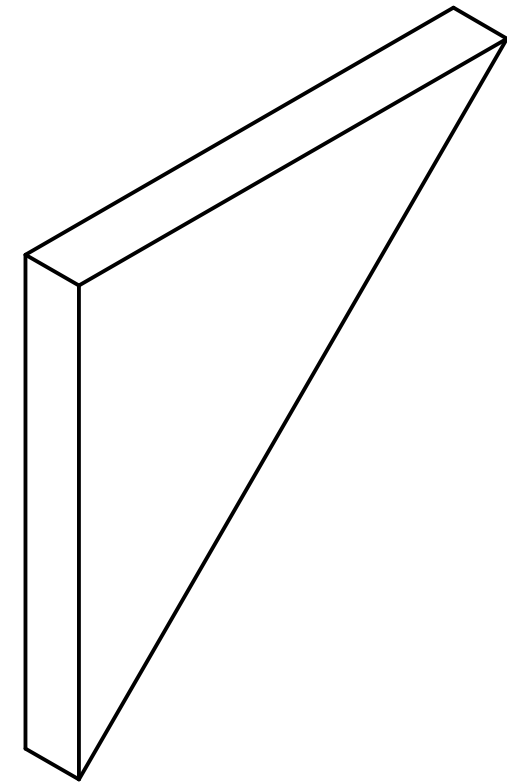


Megjegyzés:
Gyártás során lézeres vágótechnológia – olvasztó vágás alkalmazandó!

	Név	Dátum	Megnevezés		
Tervező	Magyar Zoltán	2022.12.15	Merevítőborda		
Ellenőrizve					
Eltérő rendelkezés hiányában a méretek milliméterben értendők! A teljes tervdokumentáció együtt kezelendő! Tűrésezetlen méretek tűrésezése ISO 2768 m-H szerint!			Lap m:	RAJZSZAM	REV
			A4	EE-EK-AR-09	1.0
			Fájlnév Merevítőborda.dft		
			Méret:	M=1:1	Tömeg: 0,14kg
			Lapok 1 / 1		

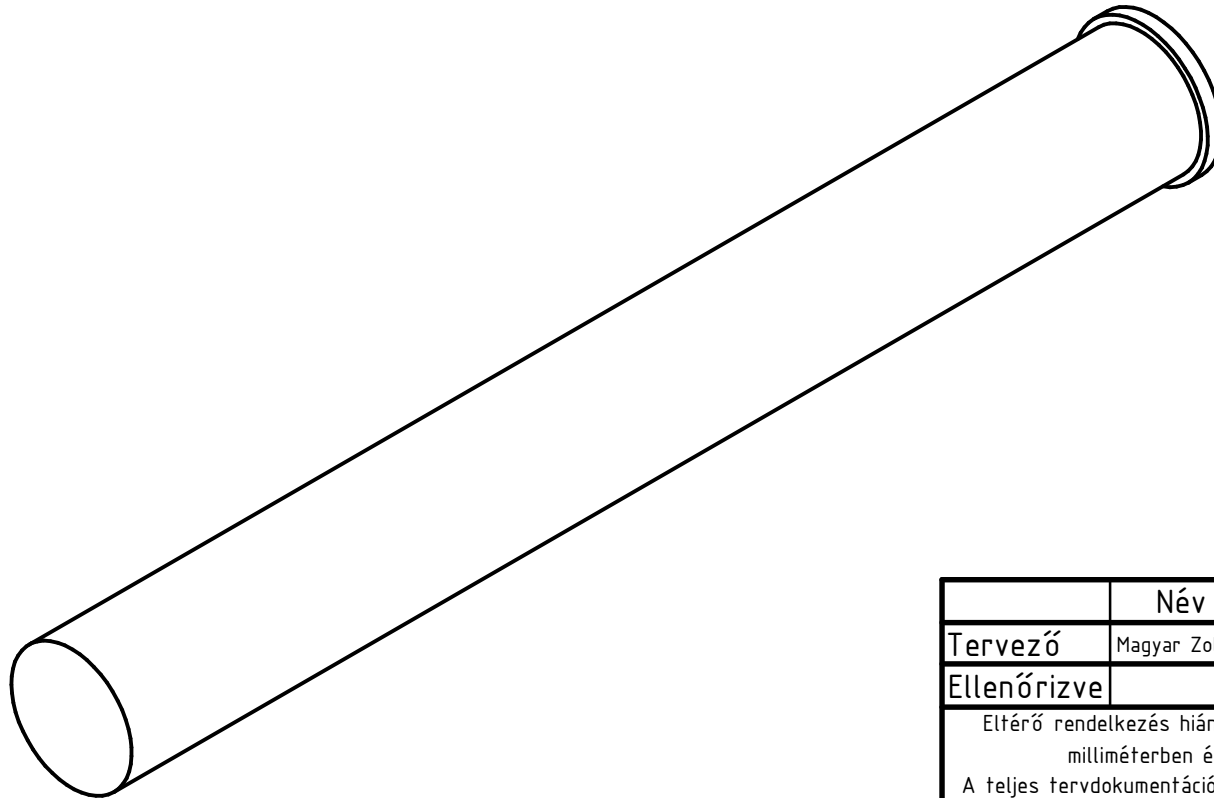
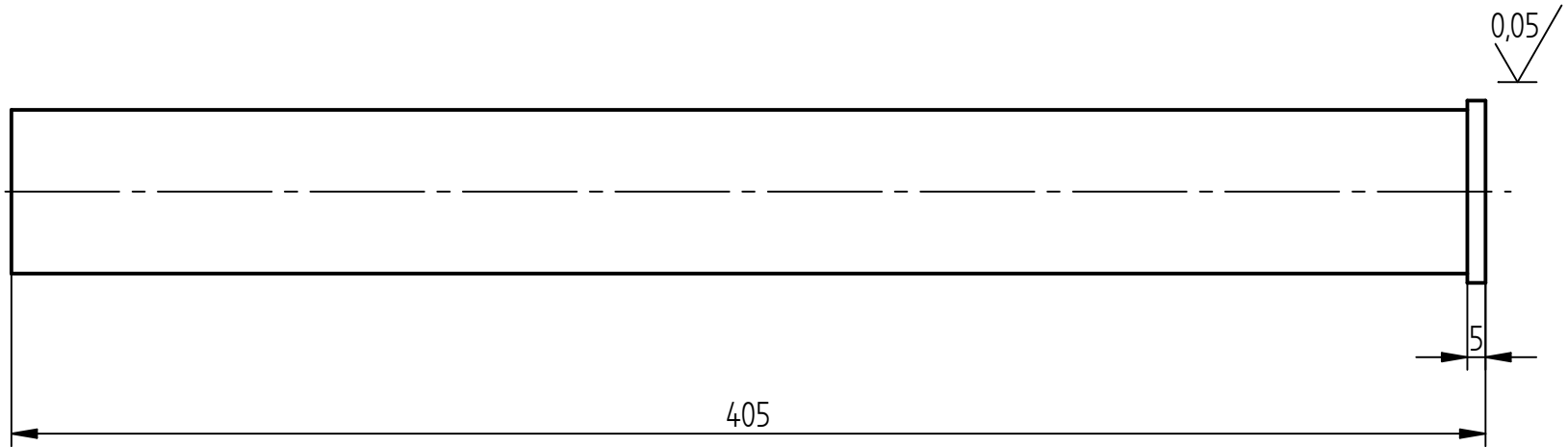
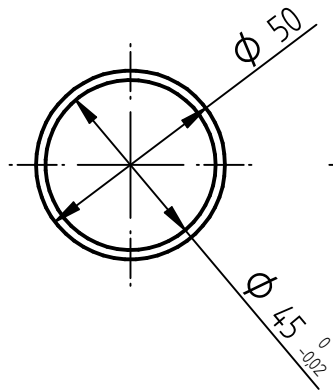


0,05
✓

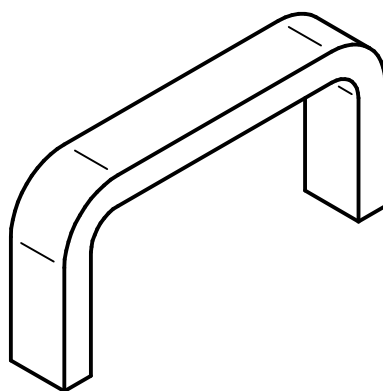
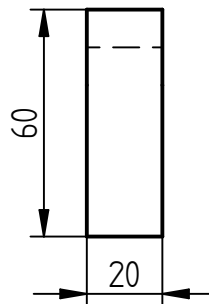
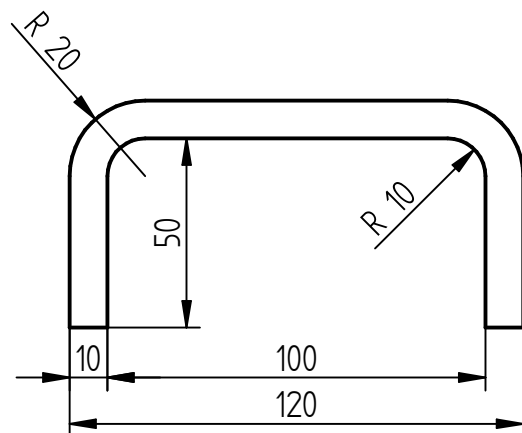


Megjegyzés:
Gyártás során lézeres vágótechnológia – olvasztó vágás alkalmazandó!

	Név	Dátum	Megnevezés		
Tervező	Magyar Zoltán	2022.12.15	Pillér		
Ellenőrizve					
Eltérő rendelkezés hiányában a méretek milliméterben értendők! A teljes tervdokumentáció együtt kezelendő! Tűrésezetlen méretek tűrésezése ISO 2768 m-H szerint!			Lap m.: A4	RAJZSZAM EE-EK-AR-10	REV 1.0
			Fájlnév Pillér.dft		
			Méret: M=2:1	Tömeg: 0,03kg	Lapok 1 / 1



	Név	Dátum	Megnevezés		
Tervező	Magyar Zoltán	2022.12.15	Keresztirányú tartókar		
Ellenőrizve					
Eltérő rendelkezés hiányában a méretek milliméterben értendők! A teljes tervdokumentáció együtt kezelendő! Tűrésezetlen méretek tűrésezése ISO 2768 m-H szerint!			Lap m:	RAJZSZAM	REV
			A4	EE-EK-AR-11	1.0
			Fájlnév Keresztirányú tartókar.dft		
			Méret:	M=1:2	Tömeg: 5,16kg
			Lapok 1 / 1		



	Név	Dátum	Megnevezés		
Tervező	Magyar Zoltán	2022.12.15	Konzolfül		
Ellenőrizve					
Eltérő rendelkezés hiányában a méretek milliméterben értendők! A teljes tervdokumentáció együtt kezelendő! Tűrésezetlen méretek tűrésezése ISO 2768 m-H szerint!			Lap m:	RAJZSZAM	REV
			A4	EE-EK-AR-12	1.0
Fájlnév Konzolfül.dft					
Méret:M=1:2		Tömeg: 0,33kg		Lapok 1 / 1	