

SZAKDOLGOZAT

**Steiner Bálint
Mezőgazdasági és
Élelmiszeripari Gépészmérnök
BSc**

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Műszaki Intézet

**Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Gépészmérnök
alapképzési szak**

Arató-cséplőgépre szerelhető tűzoltórendszer tervezése

Belső konzulens:

Dr. Bárfai Zoltán

egyetemi docens

**Belső konzulens
intézete/tanszéke:**

Műszaki Intézet

Mezőgazdasági és

Élelmiszeripari Gépek Tanszék

Készítette:

Steiner Bálint

IBMVOW

Gödöllő

2024

MŰSZAKI INTÉZET MEZŐGAZDASÁGI ÉS ÉLELMISZERIPARI
GÉPÉSZMÉRNÖK ALAPSZAK
Termeléstechológia és műszaki szolgáltató

SZAKDOLGOZAT

feladatlap

Steiner Bálint (IBMVOW)

részére

A szakdolgozat címe:

Arató-cséplőgépre szerelhető tűzoltórendszer tervezése

Feladatkiírás:

Kombajn tűz lehetséges okainak és oltási módjainak megvizsgálása, az eredmények alapján tűzoltórendszer tervezése. Eredmények bemutatása, további fejlesztési javaslatok megtétele.

Közreműködő tanszék: Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Gépek Tanszék

Belső konzulens: Dr. Bártfai Zoltán, tanszékvezető, MATE, Műszaki Intézet

A dolgozat beadási határideje: 2024. november 5.(kedd) 12.00 óra

Kelt: Gödöllő, 2024. október 16


Dr. Bártfai Zoltán
Tanszékvezető

Jóváhagyom

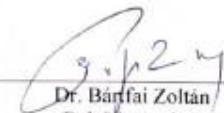
Dr. Bártfai Zoltán
Szakfelelős

Átvettem

Steiner Bálint
Hallgató

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

Kelt: Gödöllő, 2024. év 11. hó 05. nap


Dr. Bártfai Zoltán
Belső konzulens

Tartalomjegyzék

1.	BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS.....	3
1.1	AKTUALITÁS.....	3
1.2	PROBLÉMA MEGFOGALMAZÁSA	3
1.3	CÉLKITŰZÉS.....	4
2.	SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS	5
2.1	KOMBÁJNTŰZ LEHETSÉGES OKAI	5
2.2	OLTÓANYAGOK TŰZOLTÓ KÉPESSÉGEINEK ELEMZÉSE.....	6
2.2.1	VÍZ OLTÓHATÁSA	7
2.2.2	VÍZ OLTÁSI FORMÁI.....	7
2.2.2.1	KÖTÖTT VÍZSUGÁR.....	7
2.2.2.2	PORLASZTOTT SUGÁR	8
2.2.3	OLTÓHABOK ELEMZÉSE.....	9
2.2.3.1	HABOK TÍPUSAI	9
2.2.3.2	HABKIADÓSSÁG	10
2.2.3.3	NEHÉZHAB	10
2.2.3.4	KÖZÉPHAB.....	10
2.2.3.5	KÖNNYŰHAB	11
2.2.3.6	HABKÉPZŐANYAGOK MINŐSÉGI KRITÉRIUMAI.....	11
2.2.4	TŰZOLTÓKÉSZÜLÉKEK HAJTÓANYAGAI	12
2.2.4.1	SZÉN-DIOXID (CO ₂).....	12
2.2.4.2	NITROGÉN (N ₂).....	13
2.2.4.2	SŰRÍTETT LEVEGŐ	13
2.2.5	NYOMÁSÁLLÓ TARTÁLYOK ÖTVÖZETEI.....	13
2.2.6	NYOMÁSÁLLÓ TARTÁLYOK MÉRETEZÉSÉNEK ALAPELEMEI	14
2.2.7	CSŐVEZETÉKEK ANYAGAI	15
2.2.8	ÁRAMLÁSTANI KÉPLETEK ÉS A CSŐVEZETÉKEKBEN FELLÉPŐ VESZTESÉGEK. 15	
2.2.8.1	FOLYTONOSSÁGI TÖRVÉNY	16
2.2.8.2	ÁRAMLÁSOK JELLEGE	17
2.2.9	HEGESZTÉS.....	21
2.2.9.1	GÁZHEGESZTÉS	21
2.2.9.2	VILLAMOS ÍVHEGESZTÉS.....	22
2.2.9.3	BEVONT ELEKTRODÁS HEGESZTÉS	22

2.2.9.4 FOGYÓELEKTÓDÁS SEMLEGES VÉDŐGÁZOS ÍVHEGESZTÉS.....	22
2.2.9.5 ARGON-VÉDŐGÁZAS WOLFRAM-ELEKTÓDÁS ÍVHEGESZTÉS (AWI)	23
2.2.9.6 ARGON-VÉDŐGÁZAS FOGYÓELEKTÓDÁS ÍVHEGESZTÉS (AFI).....	23
3. ALKALMAZOTT MÓDSZEREK	25
4. TŰZOLTÓKÉSZÜLÉK TERVEZÉS	26
4.1 KOMBÁJN BEMUTATÁSA	26
4.2 TŰZOLTÓKÉSZÜLÉK ELHELYEZÉSE	26
4.3 OLTÓANYAG TARTÁLY TERVEZÉSE	28
4.3.1 TARTÁLY ANYAGA	29
4.3.2 OLTÓANYAG TARTÁLY FELÉPÍTÉSE.....	29
4.3.3 SZÓRÓFEJ KIVÁLASZTÁSA	30
4.3.4 HABKÉPZŐ ANYAG KIVÁLASZTÁSA	32
4.3.5 CSŐVEZETÉKRENDSZER TERVEZÉSE	34
4.3.5.1 NYOMÁSVESZTESÉG SZÁMÍTÁS	35
4.3.6 TARTÁLY FALVASTAGSÁG SZÁMÍTÁS.....	48
4.4 NITROGÉN GÁZ MENNYISÉGÉNEK SZÁMÍTÁSA	50
4.5 TARTÓSZERKEZETEK ELLENŐRZÉSE VÉGESELEM MÓDSZERREL	52
4.6 CSAVARKÖTÉS SZÁMÍTÁS	55
4.6.1 ILLESZTETT CSAVAROK TERHELHETŐSÉGE	55
4.6.2 OLTÓANYAG TARTÁLYT TARTÓ 4 DB ANYA ELLENŐRZÉSE ÖNZÁRÁSRA.....	56
4.7 HEGESZTÉS.....	57
5. EREDMÉNYEK	58
6. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK.....	59
7. ÖSSZEGZÉS.....	60
8. IRODALOMJEGYZÉK.....	63
9. KÉPJEGYZÉK.....	64
10. ÁBRAJEGYZÉK	64
11. TÁBLÁZATJEGYZÉK	64
12. Mellékletek.....	68

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS

1.1 AKTUALITÁS

A mezőgazdaságban az év során az egyik legjobban várt, viszont egyben az egyik legnagyobb és legveszélyesebb munkafolyamat is a megtermelt termények betakarítása. Napjainkban az időjárás egyre inkább szélsőséges irányba mutató változása miatt a rendelkezésre álló idő a növények learatására csökken. A nagy gépgyártó vállalatok ez elmúlt évtizedben nagy fejlesztéseket végeztek annak érdekében, hogy fokozzák a betakarítógépek területteljesítményét, és mellette a terménykezelés minőségét is javítsák. Manapság egy kombájn sokkal nagyobb méretű és jelentősen bonyolultabb, összetettebb szerkezet egy régebbi gépéhez viszonyítva. [http8] A gazdaságok viszont ezeknek a modern betakarítógépeknek a teljesítményét csak megfelelő számú szállítójármű alkalmazása esetén tudják optimalizálni. Sok gép egyidejű üzemeltetésére van szükség, ezáltal egy olyan helyzet áll elő aratáskor, hogy se gépi, se emberi erőforrás nem marad a lehetséges tüzesetek elleni védekezésre. Több megoldási kísérlet is született már ennek a problémának a megoldására. Egy magyar fejlesztés során készítettek egy tűzoltókészüléket, melyet a traktorok mellső emelőszerkezetére szereltek. A készülék a traktorról kapja a meghajtást, és egy tömlőn keresztül lehet vizet juttatni a tűzre. A probléma ezzel az, hogy a tűz keletkezése és az oltás megkezdése között eltelt idő túl hosszú. A traktor vezetőjének észlelnie kell a tüzet, és meg is kell közelítenie a kombájnt és csak akkor tudja elkezdni az oltást. [http6] Egy másik cég tűzoltó fűvókákat telepít a betakarítógépre és bevezetékeli azokat egy tartályhoz, amelyben víz és sűrített nitrogén van. Az oltás itt teljesen automatikus, tűz keletkezésekor egy hőérzékelő kiold és működésbe hozza a berendezést. Előnye ennek a rendszernek, hogy teljesen automatikus és gyors, viszont nagyon költséges és csak ott tud oltást végezni, ahol fűvókák vannak elhelyezve. [http7] Az elmúlt 5 évben 115 000 aratási tüzesetet jelentettek és több száz gépen keletkezett tűz. [http2]

1.2 PROBLÉMA MEGFOGALMAZÁSA

Szakedolgozatom témaötletét egy ilyenfajta személyes tapasztalat adta. A kombájn fékrendszere meghibásodott, és lángra kapott, a gyors észrevételnek és oltásnak köszönhetően a tüzet sikerült megfékezni, mielőtt az egész gép, illetve a gabona lángra kapott volna. Viszont ez csak a szerencsének volt köszönhető. Amennyiben egy ilyen esetet később észlelnék, vagy a tűz egy a gépen nehezebben megközelíthető helyen keletkezik, az ott rendelkezésre álló eszközökkel az oltás sikerességének esélye vélhetően csekély. Ez az eset rámutatott arra, hogy ezek a mai

nagyértékű betakarítógépek igen tűzveszélyesek tudnak lenni a bennük található sok forgó alkatrész, a megnövekedett elektromos berendezések, az éghető gabona és a meleg nyári, akár 40 Celsius fokos hőmérséklet kombinációjaként. Továbbá az is bebizonyosodott, hogy 2 darab 10 kilogrammos poroltó készülék, amelyekkel felszerelik a kombájnokat nem elegendő egy tüzeset megfékezésére.

1.3 CÉLKITŰZÉS

Dolgozatomban szeretnék választ kapni a kombájnokon keletkező tüzek kiváltó okaira és azoknak helyeire, valamint, az ezen tüzekkel szemben hatásos tűzoltási eljárásokra. Szakdolgozatom fő célkitűzése egy olyan új tűzoltókészülék tervezése, amely nem igényel semmilyen külső erőforrást a kombájnról és lényegesen nagyobb tűzoltási képességekkel rendelkezik a hagyományos poroltókészülékekénél, valamint nagyobb távolságról is üzemeltethető és mindezek mellett egy olyan oltási eljárást alkalmaz olyan oltóanyaggal, amely a termőföldre nincs káros hatással.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

Ebben a fejezetben körüljáróm az arató-cséplőgépek lehetséges tüzeseteinek kiváltó okait. Továbbá megvizsgálom a lehetséges oltási módokat, amelyek egy kombájntűz esetén alkalmazhatóak lehetnek. Ezt követően a tűzoltókészülék megtervezéséhez szükséges témákat dolgozom fel. Kitérek a nyomásálló tartályok tervezésére és lehetséges anyagaira. Gyártástechnológiai szempontból a hegesztést dolgozom fel részletesen. A tűzoltórendszer megvalósítása során a hegesztés lesz az egyik legjelentősebb és a legtöbbet alkalmazott gyártástechnológiai folyamat. A szakirodalom feldolgozásban áttekintem még a csőrendszerben lejátszódó áramlási folyamatokat és veszteségeket.

2.1 KOMBÁJNTŰZ LEHETSÉGES OKAI

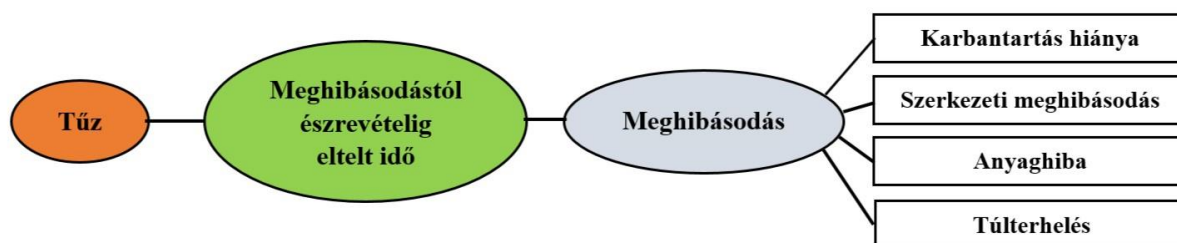
Az égés létrejöttéhez három alapvető feltételre van szükség, ezek az oxigén, az éghető anyag és a gyulladási hőmérséklet. A kombájntüzeknél a három feltételből kettő mindig rendelkezésre áll. Oxigén korlátlan mennyiségben jelen van a szántóföldön, így ez a feltétel állandóan adott. Éghető anyag is egyre több van a kombájnokban. Aratás közben a gép belseje tele van a levágott növényekkel. [http1];[http2] Legyen szó gabonáról, kukoricáról, napraforgóról vagy esetleg repcéről, mindegyik egy száraz jól éghető anyag, ráadásul a repce és a napraforgó magas olajtartalma miatt igen tűzveszélyes. A növényeken kívül más égető anyagokat is figyelembe kell venni. A nagy gépgyártó cégek az elmúlt években a költségek csökkentése érdekében egyre több műanyag alkatrészt építenek be a kombájnokban. Megállapítható, hogy egyes gyártóknál szinte az összes borító elem valamilyen műanyagból készül. Ezt több okból is fontos megjegyezni, mert azon kívül, hogy egy tűzveszélyes anyagról beszélünk, egy esetleges tűz során a műanyagok égésekor rengeteg környezetre és az emberi szervezetre káros égéstermék keletkezik.

Harmadik feltétel a gyulladási hőmérséklet. Az aratást főként napos, meleg időben végezzük, ilyenkor a kombájnt egész nap éri a napsugárzás és a részegységei átforrósodnak, viszont ez még nem okozhat tüzet. A tűz keletkezésének szinte számtalan oka lehet.

Lehetséges tűzkeletkezési okok:

- Technikai meghibásodás
- Nyílt láng
- Emberi közreműködés
- Elektromos energia

Ezek az okok akár egy álló gépen is eredményezhetnek tüzet, viszont ennek az esélye csekély. A továbbiakban az üzemeltetés során keletkező tüzek kialakulásának folyamatát fogom elemezni. Üzemeltetés során kialakuló tüzeknek a folyamata jól szemléltethető egy folyamatábrán.



1. ábra Tűz kialakulása (Forrás: Nagy Boglárka Mezőgazdasági gépek lehetséges tűzkeletkezési okainak vizsgálata)

Az ábrát a végkifejlettől, azaz a kialakult tüztől érdemes visszafele elemezni, mert így feltárhatóak a különböző okok, melyek a tűz kialakulásához vezethetnek. A meghibásodástól az észlelésig eltelt idő jelentős hatással van a tűz keletkezésére. Rendszeres ellenőrzéssel, karbantartással, vagy jelzőberendezések alkalmazásával a meghibásodások nagy része elkerülhető, illetve még időben kijavítható. Nagy szerepe van ebből a szempontból a gépkezelőnek, hogy végezze el a napi karbantartásokat (zsírzás, fűjatás, folyadékszintek ellenőrzése). Bizonyos mértékig viszont mindig van némi fennmaradó kockázat, ilyen például az anyagok elöregedése. 2013 és 2015 közötti kombájn tüzek vizsgálata során megállapították, hogy az egyik leggyakoribb ok a csapágys meghibásodása (Nagy, 2021). Másik gyakori ok a kombájn motorterében lerakódott por begyulladás.

Fentiek alapján megállapítható, hogy a kombájn sok pontján alakulhat ki tűz, amelyekről elmondható, hogy számos esetben nehezen megközelíthető, és az oltása közvetlen közről nem megoldható. A tűzoltókészülék tervezése során törekedni kell arra, hogy a kombájn bármely pontján használható legyen, akár nagyobb távolságból is.

2.2 OLTÓANYAGOK TŰZOLTÓ KÉPESSÉGEINEK ELEMZÉSE

Legelterjedtebb és leggyakrabban használt tűzoltóanyag a víz. [2] Ennek oka, hogy sok esetben jelen van a tűz környezetében, olcsóbb a többi oltóanyaghoz viszonyítva és sokféle tűz oltására alkalmas. Számtalan előnye mellett pár hátrányával is számolni kell az alkalmazása esetén. Az oltás során a nagy nyomással kiáramló vízszög kárt is okozhat az oltandó anyagban. Egyes esetekben a víz felhasználása lehet hatástalan, vagy akár veszélyes is. Elektromos tüzek esetén

általánosságban elmondható, hogy vízzel nem oltható. Különböző kísérletek viszont bizonyították, hogy lehetséges az elektromos tüzek vízzel történő oltása. Megállapították, hogy kötött sugár alkalmazása esetén a mért áram a sugárcsőnél a távolság hatására csökken. A kísérlet során a tűztől 7 méter távolságra elhelyezett sugárcsőnél 130 kV feszültség esetén sem lépett fel a megengedhető 1 mA-nál nagyobb áram (Restás, 2014). Az eredmények alapján a feszültség alatt álló berendezések oltása is megvalósítható vízzel, ha az oltás kellő távolságból történik.

2.2.1 VÍZ OLTÓHATÁSA

A víz kiváló oltóanyagnak minősül, mert egyszerre több oltóhatást is képes kifejteni. A tűzre jutva a párolgás során gőzzé válik és hűtőhatást eredményez. A hűtőhatás két részből tevődik össze. Az első rész során a vízcsepp behatol a lángzónába és ott a gyúlékony lángok lehűlnek, így a hőszugárzás csökken, és korlátozza a tűz továbbterjedését. Második rész az éghető anyag hőjének lekötése. Amennyiben a víz eléri a tűzfészket, a parázslást is képes megszüntetni. Ez a két tényező határozza meg a hűtőhatást. Másik fontos oltóhatása a víznek a fojtóhatás. Egy kizorító oltóhatás, amely során a vízből kialakuló vízgőz az éghető anyagot egy gőzfelhőbe zárja és csökkenti a rendelkezésre álló oxigén mennyiségét. 35%-ot meghaladó vízgőz esetén az égés megszűnik (Restás, 2014). Harmadik fontos oltóhatása a víznek az ütőhatás. Kötött sugarú oltás esetén eredményez hatást. A nagy nyomással áramló vízszugár a lángokat eltávolítja az égő anyagról és az égő felületet megbontja.

2.2.2 VÍZ OLTÁSI FORMÁI

A víz, mint oltóanyag sokféle cseppméretben és nyomáson alkalmazható a tüzek oltására. A fentebb részletezett oltóhatások nagymértékben függenek a vízcseppek nagyságától. Az eredményes tűzoltás érdekében a különböző tüzekhez különböző megoldásokat kell használni.

2.2.2.1 KÖTÖTT VÍZSUGÁR

A víz nagy sebességgel, nagy nyomáson és nagy keresztmetszetben áramlik. A vízszugár a levegővel való érintkezés hatására fokozatosan szétszóródik, vízcseppek szakadnak ki az egybefüggő vízszugárból. A sugár három fő részre bontható, első rész kötött, második rész kötött és szórt és a harmadik rész szórt. Alkalmazása olyan esetekben hasznos, mikor a tüzet nem lehet megközelíteni és távolabbról kell a tűzoltást végrehajtani. A sugarat a tűz fészkebe kell

irányítani, hogy ütőoltóhatását ki tudja fejteni. Fontos a kellő oltási távolságot megtartani, mert ellenkező esetben a vízszugár ereje a tűzfészket szétszórhatja.



1. kép Kötött sugár (Forrás: rosenbauer.com)

2.2.2.2 PORLASZTOTT SUGÁR

Porlasztott vízszugár esetén a vízcseppek átmérője 0,5-1 mm között alakul. Az apróra porlasztott vízcseppek gyors hőfelvételt tesznek lehetővé, és ezáltal az oltási folyamat gyorsul. A szórt sugár hatására létrejövő vízgőz a tűz fészket elzárja az oxigéntől, és így fojtó- és oltóhatást fejt ki. Mivel a porlasztott víznek nagy a hőelnyelő képessége, így a tűz jobban megközelíthető. A sugárcsővel egy kúp alakú vízfüggöny hozható létre, amely megvédi a hőszugárzástól, lángoktól, gázoktól és még a füsttől is. Vízigénye a kötött vízszugárhoz képest kisebb. Hátránya viszont, hogy hatótávolsága mérsékelt és nagy az elsodródás a felszálló gázok és a szél következtében.



2. kép Porlasztott sugár (Forrás: rosenbauer.com)

2.2.3 OLTÓHABOK ELEMZÉSE

Oltóhabok a legveszélyesebb tüzek, mint például a tűzveszélyes folyadékok esetén is kiválóan alkalmazhatók. A hab fajsúlya kisebb, mint a tűzveszélyes folyadékok fajsúlya, ezért fennmarad a folyadék felületén, és eloltja azt. [9];[10] Fő oltóhatásai a habnak a takaró és a hűtőhatás. A takaróhatás elzárja az égő anyagtól az oxigént, így a tűz kialszik, valamint a hab meggátolja az éghető gőzök kiáramlását és ezáltal azok újra gyulladását. Habbal történő oltás esetén a habból kiváló víz egyenletesen és lassan jut az égő felületre, ahol gőzzé alakul át és hűti az égő felületet. 100 C°-ot meghaladó felületi hőmérséklet esetén már inkább csak a hűtőhatás működik, mert a habban lévő víz elpárolog, és a habképzőanyag már nem képes takaróhatást képezni. Habbal történő oltás hátránya, hogy mechanikai hatások következtében sérülhet és csökken a tűzoltási képessége. Amennyiben az oltóhab túl nagy magasságból vagy túl nagy nyomással kerül az égő felületre, akkor a habot alkotó víz nagy része elpárolog és a hab megsemmisül. Annak érdekében, hogy ezt elkerüljék, habcsúszdákat és habfolyatókat alkalmaznak, és ezekkel az eszközökkel megoldható, hogy esés helyett ráfolyással jusson az oltóhab az égő anyagra. Így sokkal nagyobb a tűzoltási képessége.

2.2.3.1 HABOK TÍPUSAI

Régebben fehérje alapú habokat alkalmaztak tűzoltásra, amelyek protein habok. Ezek növényi, illetve állati fehérjékből készültek. Manapság ezek a habok háttérbe szorultak, és a helyüket

szintetikusan előállított, nagyobb hatékonyságú habok vették át. Szintetikus haboknál 2 nagy csoportot különböztetünk meg. Egyik az egyszerű detergens szintetikus hab, másik a szintetikus filmképző hab. A hab egy vékony réteget képez az égő anyag felszínén, és így elzárja az oxigéntől, továbbá az éghető gázokat se engedi kijutni.

2.2.3.2 HABKIDÓSSÁG

A habkiadósság egy viszonyszám, amely kifejezi, hogy hányszor nagyobb a fejlesztett hab térfogata a felhasznált oldat térfogatánál. Habkiadósságot befolyásoló tényezők a következők: habképzőanyag minősége, bekeverési százalék, oldat nyomása és a habsugárcső kialakítása. Egy 100-szoros habkiadósság esetén azt értjük, hogy 1 liter keverékből 100 liter habot állítunk elő. A habokat ezen szám alapján három osztályba soroljuk:

- nehézhab (20-as habkiadósságig)
- középhab (21-től 200-as habkiadósságig)
- könnyű léghab (201-től történő habkiadósságig) [4]

2.2.3.3 NEHÉZHAB

Fehérje alapú protein habképző anyagból körülbelül 8-szoros habkiadósság érhető el. Szintetikus habképzőanyagokkal viszont elérhető a 20-szoros habkiadósság. A nehézhab viszonylag kis térfogatú finombuborékos „nedves” hab. Előállítása történhet habsugárcsővel vagy habágyúkkal. Remek folyóképesége miatt alkalmazható folyadéktüzek és szilárd anyagú tüzek esetén is. Terülőképessége és gördülékenysége kiváló, szilárdanyag tűznél hozzátapad a háromdimenziós tárgyakhoz. Tűzoltóhatása az elválasztó- és a hűtőhatáson alapszik. Nagy távolságból működtethető, ezért biztonsági szempontból is kitűnő módszer.

2.2.3.4 KÖZÉPHAB

Középhabok csak szintetikus habképzőanyagokkal állíthatók elő. 21-szeres habkiadósságtól 200-szoros habkiadósságig terjed. A habosítás mértékétől függően kis súlyú és nagy térfogatú finombuborékos hab. Tűzoltóhatása az elválasztó-, hűtő-, és a kiszorítóhatáson alapszik. Előállítása habsugárcsőben történik, a beszívott levegő felkavarja a habképzőanyagot és egy a csőbe szerelt szitára juttatja, ami tovább habosítja. Alkalmazási területe igen tág, 50-100-szoros habosítás esetén műanyag és folyadéktüzekre alkalmazható. Nagyobb 100-200-szoros

habosítás esetén csatornáknban és aknáknban használják, ahol fontos a nagy habmennyiség gyors létrehozása. Középhabagyúk használatával kb. 25-35-szörös habosítás érhető el, akár 35 méteres vetőtávolságból.

2.2.3.5 KÖNNYŰHAB

200 feletti habkiadósság jellemzi a könnyűhabokat. Nagy térfogatú és nagyon kis súlyú hab. Magas a levegőtartalma, ezért nagybuborékos és igen száraz hab. Tűzoltóhatását az elválasztó és kiszorító hatás biztosítja. Nagy égési hőmérséklet hatására az apró vízcseppek elpárolognak, és ennek köszönhetően a levegő lehűl. Előállításuk könnyűhab generátorral történik. Főként zárt terekben alkalmazzák. Előnye, hogy a kis víztartalma miatt a vízkár keletkezése nem jellemző.

2.2.3.6 HABKÉPZŐANYAGOK MINŐSÉGI KRITÉRIUMAI

Habképzőanyagokkal szemben számtalan kritériumot és összehasonlítási paramétert hoztak létre az elmúlt évek során. Ezen követelmények közül a legfontosabbak a folyóképesség, gáztömörség, tapadóképeség, oltási távolság hűtőhatás és a szigetelő hatás.

Folyóképesség: A hab égő felületén történő szétterülésének a sebessége.

Gáztömörség: Megakadályozza az éghető gázok kilépését a már eloltott, vagy megelőző eljárású előre habbal beborított éghető folyadékokból.

Tapadóképeség: Szilárd égő anyagokra történő tapadásnak a mértéke, hogy függőleges anyagokon is takaróhatást tudjon előállítani.

Oltási távolság: A tűzfészek és oltóberendezés közötti távolság.

Hűtőhatás: A habból elpárolgó víz hőt von el az égés környezetéből, valamint a hab lehűti az égő anyagot.

Szigetelő hatás: Zárt habtakaró elszigeteli az égő anyagot a körülötte lévő levegőtől és megakadályozza a további oxigén bejutását az égő anyaghoz.

1. táblázat Habfajták tulajdonságai (Forrás: Dr.STHAMER HAMBURG katalógus)

	Nehézhab	Középhab	Könnnyűhab
Folyóképesség	++	+	-
Gáztömörség	++	+	-
Tapadóképeség	++	-	-

Oltási távolság	++	o	-
Hűtőhatás	++	+	-
Szigetelő hatás	o	o	++

Jelmagyarázat:

++ nagyon jó
+ jó
o közepes
- csekély

2.2.4 TŰZOLTÓKÉSZÜLÉKEK HAJTÓANYAGAI

A tűzoltókészülékeket meghajtó anyagokat hajtógázoknak nevezik a tűzoltástechnikában. Az elmúlt évtizedekben sok különféle gázt kezdtek alkalmazni a tűzoltások során a tűz típusa és a tűzoltási környezettől függően. Az alábbiakban ezeknek a hajtógázoknak az előnyeit és hátrányait fogom elemezni. Hajtógázok túlnyomással vannak betöltve a tűzoltókészülékekbe. A hagyományos poroltókban a túlnyomás 12-15 bar közötti, amelyet egy nyomásmérő óra mutat. A hajtógáz patronok lényegesen magasabb nyomással rendelkeznek. A kisebb teljesítményű patronokban is 50 bar körüli nyomás uralkodik, viszont a nagyobb teljesítményűeknél ez a nyomás akár 300 bar is lehet.

2.2.4.1 SZÉN-DIOXID (CO₂)

A szén-dioxid egy színtelen, szagtalan, nem gyúlékony gáz, amelyet széles körben alkalmaznak a tűzoltások során hajtógázként és akár oltóanyagként is. Számos előnye miatt gyakran alkalmazzák poroltókészülékekben hajtógázként. Az egyik legfontosabb előnye, hogy nem vezeti az áramot, ezért alkalmas elektromos tüzek oltására is. Másik nagy előnye, hogy inert gáz, azaz nem lép reakcióba más anyagokkal, így biztonságosan használható különböző környezetekben is, valamint hozzájárul a tűz eloltásához az oxigén kiszorításával és a hőmérséklet hűtésével. Sok előnye mellett hátránya is van. Zárt térben fulladásveszélyt is okozhat, mivel kiszorítja az oxigént.

2.2.4.2 NITROGÉN (N₂)

A nitrogén a szén-dioxidhoz hasonlóan szintén egy színtelen, szagtalan inert gáz, amely a légkör 78%-át alkotja. Tűzoltókészülékekben az egyik leggyakrabban alkalmazott hajtógáz. A nitrogén gáz a hűtő hatáson kívül a szén-dioxid gáz összes előnyét tudja, és ezen kívül nem számít mérgező gáznak, így zárt, kis légköbméterű terekben is alkalmazható, viszont nagy mennyiségben oxigénhiányt okozhat. Alkalmazása igen sokrétű A, B és C osztályú tüzek esetén is használható. Hordozható kézi poroltókban és rögzített tűzoltórendszerekben, nagyobb ipari létesítményekben is alkalmazzák hajtógázként. Megfelelő használat és a biztonsági előírások betartása mellett a nitrogén hajtógázzal működő tűzoltókészülékek megbízható és hatékony eszközei a tűzoltásnak.

2.2.4.2 SŰRÍTETT LEVEGŐ

A sűrített levegő egy természetes és korlátlan mennyiségben rendelkezésre álló hajtógáz. Könnyen újratölthető. A kombájnok többsége manapság fel van szerelve kompresszorral, így akár arra is csatlakoztatható lenne a tűzoltókészülék, amennyiben sűrített levegővel üzemelne. A sűrített levegőnek is sok előnye van. Zárt térben is alkalmazható, nem jelent veszélyt a tűzoltást végző személyre. Utántöltése lényegesen egyszerűbb és olcsóbb a többi hajtógázhoz képest. Hátrányai közé tartozik viszont a rossz hűtőhatás, valamint a sűrített levegővel működő tűzoltókészülékek használata során előfordulhatnak kondenzációs és jégképződési problémák. Kondenzáció akkor következhet be, amikor a levegő hőmérséklete annyira lecsökken, hogy a benne lévő vízpára lecsapódik. A levegő gyors kiáramlása során a hőmérséklete jelentősen lecsökkenhet, ami a kondenzált víz megfagyását eredményezheti. Ezek a problémák egy nyári aratás során nem állnak fent, viszont egy késő őszi vagy akár egy téli fagyon történő kukorica betakarítás során figyelembe kell venni. A levegő szárítása sűrítés előtt jelentősen csökkentheti a páratartalmat, így minimalizálva a kondenzáció és jégképződés kockázatát, viszont így a gyors és olcsó utántöltése, ami jelentős előnye lenne, a többi hajtógázzal szemben megszűnik.

2.2.5 NYOMÁSÁLLÓ TARTÁLYOK ÖTVÖZETEI

Nyomásálló edények gyártásához többnyire melegen hengerelt, hegeszthető finomszemcsés szerkezeti acélokat alkalmaznak. A pontos anyag kiválasztását sok tényező befolyásolja, ilyenek például a tartályban uralkodó nyomás mértéke, az edényben lévő folyadék vagy gáz

jellege, hogy mennyire hajlamos korróziót előidézni, a környezeti hőmérséklet és a tartállyal szemben támasztott előírások és szabványok. A nyomástartó edényekkel szemben legfontosabb követelmény, hogy ellenálljon a folyamatos húzó jellegű igénybevételnek. Több ötvözetet is tartalmaznak ezek az acélok, a fő ötvözetek a króm, a molibdén és a vanádium. A nyomástartó edényekhez gyártott acélok többnyire tartalmaznak minimum 0,02% alumíniumot, minimum 1,5% mangánt és minimum 0,25-0,4% közötti molibdént. [8] Ezek az ötvözetek együttesen stabil karbidokat tudnak képezni, és megkötik a szenet. A sima normál acélok 200 °C fok felett már nem elég ellenállóak, viszont ezek az acélok az erős karbidoknak köszönhetően magas hőmérsékleten is megőrzik az ellenállóképességüket. Az alumínium egyik legjobb tulajdonsága a korrózióval szembeni ellenálló képessége. A levegőben lévő oxigén hatására egy oxidréteget hoz létre a felszínén, ami megvédi a további korróziós hatásoktól, ezért fontos ötvözet a nyomásálló acélokban. A mangán megnöveli az acél keménységét. A molibdén a mangánhoz hasonlóan javítja az acél szilárdságát és keménységét. A vanádium, mint ötvözet több szempontból is hasznos az alumíniumhoz hasonlóan oxidréteget képez és megakadályozza a további oxidációt, valamint eltávolítja a további oxigént és nitrogént, és így javítja az acél minőségét. Napjainkban nyomásálló tartályokhoz használt acél típusok a következők: P235, P265, P275, P355, P460.

A megnevezésben szereplő számok a garantált minimális folyáshatárt (R_{eH}) jelentik +20 °C fokon MSZ EN 10216 3:2005 szabvány szerint.

2.2.6 NYOMÁSÁLLÓ TARTÁLYOK MÉRETEZÉSÉNEK ALAPELEMEI

A tartály méretezéséhez 3 fő szempontot kell megvizsgálni. Első lépésként ki kell választani a tartály anyagát, annak megfelelően, hogy folyadék vagy gáz tárolására készül, és azon belül a tárolt anyag mennyire hajlamos korrózió előidézésére, maró vagy tűzveszélyes anyag vagy sem, és milyen hőmérsékleti értékek között lesz a tárolt anyag. Ezt követően meg kell határozni a nyomásálló edény geometriai méreteit a kívánt térfogat és a tartály elhelyezésének alapján. A tartály szilárdsági méreteit egy héjelméleten alapuló mechanikai modellel lehet megalkotni, amely a tartályban a nyomás hatására ébredő feszültséget húzófeszültséggé alakítja át és úgy kezeli. [1]

Összefoglalva a nyomásálló tartályok szilárdsági méretezéséhez, és a minimális falvastagság kiszámításához szükség van a következő tényezők ismeretére:

- Üzemi nyomás: Meg kell határozni azt a maximális nyomást, amelynek a tartály normál üzemi viszonyok között ki lesz téve.
- Üzemi hőmérséklet: Meg kell határozni azt a hőmérséklettartományt, amelyek között a tartály üzemelni fog. A legalacsonyabb és a legmagasabb hőmérsékletet kell meghatározni, mivel ezek az adatok befolyásolják az anyagválasztást.
- Folyadék tulajdonságai: Gáz vagy folyadék, milyen mértékű a sűrűsége, viszkozitása és, hogy mennyire korrozív.
- Előírt szabványok ismerete: Ellenőrizni kell, hogy a tervezni kívánt tartályra van-e valamilyen előírt szabályozás vagy szabvány, aminek eleget kell tenni.

Minimális falvastagság képlet

$$t = \frac{P \times R_0}{R_p \times E + 0,4 \times P} \quad (1)$$

P: üzemi nyomás [Pa]

R₀: külső sugár [m]

R_p: megengedett feszültség [Pa]

E: hegesztési hatékonysági tényező (1 alatti érték) [http9]

2.2.7 CSŐVEZETÉKEK ANYAGAI

A csővezetékek anyagaival szemben támasztott követelmények megegyeznek a nyomásálló tartály követelményeivel. Azon tulajdonságok és paraméterek a fő kritériumok a csővezetékek esetén is, mint a nyomásálló edényeknél. Fontos a megfelelő ötvözet a szilárdság és a korrózióállóság érdekében, valamint fontos a megfelelő falvastagság meghatározása. Meg kell választani a megfelelő csőátmérőt a folyadékáramlás paramétereinek ismeretében. Adott nyomáson, adott sebességgel a megfelelő térfogatáram legyen elérhető. [14]

2.2.8 ÁRAMLÁSTANI KÉPLETEK ÉS A CSŐVEZETÉKEKBEN FELLÉPŐ VESZTESÉGEK

A műszaki életben a folyadékokat nagyrészt csővezetékekben áramoltatjuk két pont között. Áramlástanból léteznek ideális folyadékok, ezeknek a folyadékoknak nincs belső

súrlódásuk, azaz viszkozitásuk, homogének és nem összenyomhatók. [13] A valóságos folyadékok ezzel szemben inhomogének, összenyomhatók és van belső súrlódásuk. Folyadékok áramlását pár fontos paraméterrel lehet leírni, ezek a nyomás, sűrűség, térfogatáram és a sebesség.

Térfogatáram (q_v) képlete

$$q_v = \frac{V}{\Delta t} \quad \left[\frac{m^3}{s} \right] \quad (2)$$

Időegység alatt szállított térfogat

Tömegáram (q_m) képlete

$$q_m = \frac{m}{\Delta t} \quad \left[\frac{kg}{s} \right] \quad (3)$$

Időegység alatt szállított tömeg

Csővezetékben áramló folyadék sebessége.

$$v = \frac{\dot{V}}{A} = \frac{\dot{V}}{\frac{d^2 \times \pi}{4}} \quad (4)$$

Sűrűség (ρ) képlete

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \left[\frac{kg}{m^3} \right] \quad (5)$$

Egységnyi térfogatban foglalt tömeg mennyisége

Tömegáram és a térfogatáram között a sűrűség létesít kapcsolatot

$$q_m = \frac{m}{\Delta t} = \frac{\rho \times V}{\Delta t} = \rho \times q_v \quad (6)$$

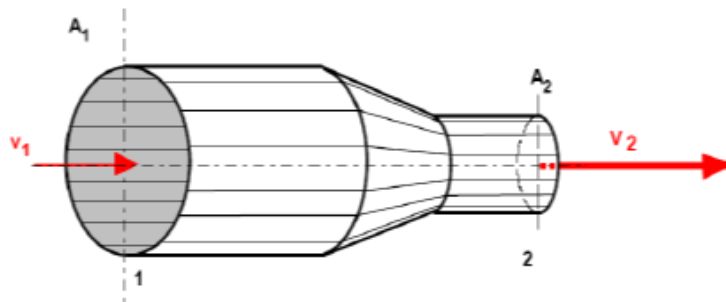
2.2.8.1 FOLYTONOSSÁGI TÖRVÉNY

Csővezetékben történő folyadék áramlásakor a folyadék mennyisége nem változik abban az esetben se, ha a csővezeték átmérője változik. Minden keresztmetszet esetén azonos lesz a térfogatáram. A folytonossági törvény értelmében ez akkor lehetséges, ha nő a keresztmetszet,

akkor lassul a folyadék mozgása, csökkenő keresztmetszet esetén pedig növekszik a közeg sebessége. [7] A folyadék áramlási sebessége és a csővezeték keresztmetszetének szorzata állandó. A folytonossági törvény az alábbi képlettel írható fel.

$$v_1 \times A_1 = v_2 \times A_2 \quad (7)$$

Az „A” jelölések különböző keresztmetszeteket és a „v” jelölések különböző sebességeket jelölnek.



3. kép Folytonossági törvény (Forrás: Dr. Bessenyei Kornél Áramlástan jegyzet)

2.2.8.2 ÁRAMLÁSOK JELLEGE

Folyadékok áramlásánál a jellegük szerint kétféle áramlást különböztetünk meg, egyik a lamináris, másik a turbulens áramlás. Lamináris áramlás esetén a részecskék elmozdulása rétegesen és párhuzamosan történik. Turbulens áramlás esetén a részecskék áramlása gomolyló és örvénylő. Az áramlások jellegének meghatározására van egy szám, a Reynolds-szám, amely egyértelműen megmutatja, hogy az áramlás lamináris vagy turbulens. A csővezetékben történő áramlás jellegét sok tényező befolyásolja, ezek a sebesség, sűrűség, viszkozitás és a csővezeték átmérője. Ezen adatokból kapjuk meg a mértékegység nélküli viszonyszámot a Reynolds-számot.

Reynolds-szám képlete:

$$Re = \frac{v \times d \times \rho}{\eta} \quad (8)$$

v: áramlási sebesség [m/s]

d: csővezeték átmérő [m]

ρ : folyadék sűrűsége [kg/m^3]

η : folyadék dinamikai viszkozitása [$\text{Pa}\cdot\text{s}$]

A Reynolds-számok nagyon tág határok között mozognak. Ha a Reynolds-szám kisebb, mint 2320, akkor lamináris áramlásról beszélünk. [5] Lamináris áramlás esetén az áramlás irányában csökken a nyomás. A folyadékrétegek elcsúsznak egymáson, és csúsztatófeszültség keletkezik. 10 000-et meghaladó Reynolds-szám esetén biztosan turbulens áramlásról van szó. A részecskék rendezetlenül kavarognak, mozognak. 2300 és 10 000 közötti Reynolds-szám esetén átmeneti áramlás lép fel. A Reynolds-szám értékétől függően az átmeneti áramlás a lamináris vagy a turbulens áramláshoz esik közelebb. Kisebb szám esetén az áramlás a lamináris áramláshoz hasonlít, nagy szám esetén a turbulens áramláshoz hasonlít. 2300-as körüli Reynolds-szám elérésekor a csővezeték középvonalában érzékelhető először, hogy a lamináris rendezett sebességvektorokkal rendelkező áramlás megváltozik. A Reynolds-szám növelésével növekszik a cső középpontját elfoglaló turbulens áramlás is. A turbulens áramlás egyre szélesedik, és a lamináris áramlás határréteg vastagsága egyre csökken. 10 000 körüli Reynolds-szám körül a turbulens áramlás lényegében a teljes keresztmetszetet lefedi, a lamináris határréteg minimálisra csökken.

Áramlás során a csővezetékben veszteség lép fel. A Bernoulli-egyenlet egy, a folyadékok áramlásának megértésére és leírására alkalmazható folyadékdinamikával foglalkozó elv. Ez az egyenlet fontos szerepet játszik a hidrodinamikában, hiszen segítségével leírhatók és megérthetők a különféle áramlási jelenségek, mint például a csővezetékben zajló áramlás. Az ideális Bernoulli-egyenlet az alábbi képlettel írható fel.

Ideális Bernoulli-egyenlet:

$$\frac{p_1}{\rho} + \frac{v_1^2}{2} + g \times h_1 = \frac{p_2}{\rho} + \frac{v_2^2}{2} + g \times h_2 \quad (9)$$

$\frac{p}{\rho}$:	nyomási energia	$\left[\frac{\text{Nm}}{\text{kg}}\right]$
--------------------	-----------------	--

$\frac{v^2}{2}$:	mozgási energia	$\left[\frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}\right]$
-------------------	-----------------	--

$g \times h$:	helyzeti energia	$\left[\frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}\right]$
----------------	------------------	--

A csővezetékben az áramlásról, hogy valós adatokat kapjunk a veszteséges Bernoulli-egyenlettel kell számításokat végezünk. Áramlás közben az alábbi veszteségek léphetnek fel, mint például a viszkozitás, turbulencia és a cső falával való súrlódás. A veszteséges Bernoulli-egyenlet így pontosabb adatokat tud szolgáltatni az áramlási viszonyokról. [http5]

Veszteséges Bernoulli-egyenlet:

$$\frac{p_1}{\rho} + \frac{v_1^2}{2} + g \times h_1 = \frac{p_2}{\rho} + \frac{v_2^2}{2} + g \times h_2 + \frac{\Delta p'}{\rho} \quad (10)$$

$$\frac{p}{\rho}: \quad \text{nyomási energia} \quad \left[\frac{Nm}{kg} \right]$$

$$\frac{v^2}{2}: \quad \text{mozgási energia} \quad \left[\frac{m^2}{s^2} \right]$$

$$g \times h: \quad \text{helyzeti energia} \quad \left[\frac{m^2}{s^2} \right]$$

$$\frac{\Delta p'}{\rho}: \quad \text{nyomásveszteség energiája}$$

Bernoulli-egyenleten kívül fontos egyenlet még a Darcy-formula csővezeték áramlásának vizsgálatakor. A cső falával való súrlódás miatti nyomásveszteséget írja el. A nyomásveszteség arányos a csőhosszal, az áramlási sebességgel, a cső átmérővel és a cső felületi érdességével.

Darcy-formula:

$$\Delta p' = \lambda \times \frac{l}{d} \times \frac{\rho}{2} \times v^2 \quad (11)$$

λ : dimenziótlan mennyiség nélküli és csősúrlódási tényezőnek nevezik

l : cső hossza [m]

d : cső átmérője [m]

ρ : áramló közeg sűrűsége $\left[\frac{kg}{m^3} \right]$

v : csőben mérhető átlagsebesség $\left[\frac{m}{s} \right]$

$$\Delta h' = \lambda \times \frac{l}{d} \times \frac{v^2}{2 \times g} \quad (12)$$

$\Delta h'$: veszteségmagasság [m]

Darcy-formula egyenes csövekre vonatkozik, viszont egy vezetékrendszerben sok könyök, ív, szelep, tolózárs és elágazás lehet. Mindezek nyomásvesztésének kiszámolására egy veszteségtényezőt kell megadni, amely a veszteségmagasság és a sebességmagasság hányadosa.

Veszteségtényező:

$$\zeta = \frac{\Delta h'}{\frac{v^2}{2 \times g}} \quad (13)$$

$$\zeta = \frac{\Delta p'}{\frac{\rho}{2} \times v^2} \quad (14)$$

Sebességmagasság:

$$\frac{v^2}{2 \times g} \quad (15)$$

Dinamikus nyomás:

$$\frac{\rho}{2} \times v^2 \quad (16)$$

Csősúrlódás értéke az áramlás fajtájától függ (lamináris vagy turbulens) Az áramlás lamináris, ha Re . kisebb, mint 2320. Ebben az esetben a csősúrlódás értéke az alábbi képlettel számolható.

$$\lambda = \frac{64}{Re} \quad (17)$$

Reynolds szám:

$$Re = \frac{d \times v}{\nu} \quad (18)$$

d : cső átmérője [m]

v : csőben mérhető átlagsebesség $\left[\frac{m}{s} \right]$

v: kinematikai viszkozitás $\left[\frac{m^2}{s} \right]$

Trubulens áramlás esetén sima csőben használható a Blasius-formula.

Blasius-formula:

$$\lambda = \frac{0,316}{\sqrt[4]{Re}} \quad (19)$$

Az egyenes csöveknél használt $\frac{l}{d} \times \lambda$ kifejezés veszteségtényezőként is értelmezhető, azaz ζ -ra is meg lehet adni azt, hogy milyen hosszú egyenes csőnek felelne meg.

Azaz:

$$\zeta = \frac{l}{d} \times \lambda \quad (20)$$

2.2.9 HEGESZTÉS

A hegesztés egy oldhatatlan kötési eljárásnak minősül. Különálló fém alkatrészek egyesítésére a fémek atomjait, valamint belső erőiket alkalmazzák. Hegesztéskor egy oldhatatlan kötést hozunk létre magas hőmérséklettel, vagy nyomással, hozaganyag alkalmazásával vagy hozaganyag nélkül. Hozaganyag használatakor az alkatrészeket a hozzájuk hasonló kémiai összetételű anyaggal kötik össze. Hozaganyag használata nélküli hegesztéskor az alkatrészek anyagát olvasztják meg, és így hozzák létre a kapcsolatot. Az elmúlt évtizedekben nagy fejlődésen ment keresztül a hegesztéstechnológia. Számos új eljárás alakult ki, amelyek több dologban is eltérnek egymástól. A hegesztési eljárásokat több paraméter alapján csoportosítjuk. Ezek a felhasznált energia, a fém hegesztés közbeni halmazállapota, a hegesztés gépesítési foka és még sok más műszaki jellemző. [3]

2.2.9.1 GÁZHEGESZTÉS

Hegesztőpisztolyban gázkeverékkel képzett magas hőmérsékletű lángot alkalmazunk. A felhasznált gáz többféle is lehet, a leginkább elterjedtek a hidrogén, acetilén, propán bután és a világítógáz. A gázt keverhetjük oxigénnel vagy levegővel is. Levegővel keverve, viszont alacsonyabb lesz a láng hőmérséklete, mintha oxigént használtunk volna.

2.2.9.2 VILLAMOS ÍVHEGESZTÉS

Ívhegesztés során az ívfény hőhatását hasznosítjuk. Egyenáram és váltakozó áram is megfelelő a használatához. Az ív gyújtását rövidzárlattal lehet előállítani. A legnagyobb ellenállási felületek az érintkezési helyek lesznek, a levegő ionizálódik, a semleges atomok szétesnek és negatív töltésű elektronok és pozitív töltésű ionok jönnek létre. A hegesztőpálcáról is elektronok válnak le, és az elektromos erőternek köszönhetően nagy sebességgel haladnak a pozitív sarok irányába. Közben semleges atomokkal ütköznek, mely hatására újabb elektronokat és ionokat szabadítanak fel. Az ionok a negatív töltésű sarok irányába haladnak, de lényegesen kisebb sebességgel. A pozitív sarok hőmérséklete magasabb lesz, mert az elektronok mozgási energiája hővé alakul át. [3]

2.2.9.3 BEVONT ELEKTRÓDÁS HEGESZTÉS

Az egyik legrégebbi, és az egyik leguniverzálisabban használható hegesztési eljárás. A fémelektroda és a munkadarab között létrejön a villamos ív. Az elektródáról a megolvadt fémcseppek a hegesztési ömledékbe kerülnek. Az elektróda bevonatából keletkező gázok hivatottak megvédeni a hegesztési varratot a levegő káros hatásaitól. A bevonatból képződött salak a varrat tetején lebeg, így a szilárdulás közben is megvédi a hegesztést a levegő káros hatásaitól. Szilárdulás után a varratot meg kell tisztítani, a salakot el kell távolítani róla. Manapság több százféle elektróda elérhető el, az eljárás minél szélesebb körű felhasználásának érdekében. Gyakran tartalmaznak különböző ötvözőket az elektródák, amelyek fokozzák a hegesztés szilárdságát és tartósságát. Az eljárást leginkább szerkezeti acéloknál és gépipari hegesztéseknél alkalmazzák. Nehezen hozzáférhető helyeken javító és felrakó hegesztésként is alkalmazzák. [3]

2.2.9.4 FOGYÓELEKTRÓDÁS SEMLEGES VÉDŐGÁZOS ÍVHEGESZTÉS

Hegesztés során a védőgáz feladata, hogy megvédje a varratot a levegő, azon belül az oxigén és a nitrogén káros hatásaitól. A védőgázos hegesztésnek számos kedvező tulajdonsága van. A kötések jó minőségűek, a hegesztés után nem kell eltávolítani fedőport és salakot, semleges védőgáz alkalmazása esetén a varrat kémiai összetétele állandó marad, keskeny hőhatásövezet, és ennek eredményeként minimális elhúzóadás. Az egészen vékony lemezek és az egészen vastag anyagok is hegeszthetők ezzel az eljárással. Ötvöztelen, gyengén és erősen ötvözött

acélokhöz és színesfémekhez is alkalmazható a védőgáztól függően. A legelterjedtebb védőgázok a szén-dioxid, a hélium és az argon.

2.2.9.5 ARGON-VÉDŐGÁZAS WOLFRAM-ELEKTRÓDÁS ÍVHEGESZTÉS (AWI)

AWI hegesztés során a munkadarab és a wolframelektroda között jön létre a hegesztőív. A varrat védelmét a levegő káros hatásaival szemben argon védőgáz biztosítja, amely a pisztolyból áramlik ki. AWI hegesztési eljárás történhet hozaganyag nélkül és hozaganyaggal is, viszont hozaganyag használatánál figyelembe kell venni, hogy alkalmas legyen a hegesztendő anyaghoz. AWI hegesztésnél negatív polaritást alkalmazunk, azaz a pisztolyt az inverter negatív pólusára kell csatlakoztatni. A két póluson hegesztés közben nem egyforma a hő elosztása. Pozitív póluson magasabb a hőképződés, az összes hő közel 70%-a, míg a negatív oldalon csak 30%. Fordított bekötés esetén a wolfram elektróda elégne a magas hő miatt. Az elektródák cserélhetők a különböző hegesztési feladatokhoz, amelyek különböző színekkel is vannak jelölve. Alumínium és könnyűfém ötvözetekhez tiszta wolfram elektródát alkalmaznak, amely zöld vagy kék színű. Acélok, rozsdamentes acélok és réz hegesztéséhez piros színű wolfram Thorim-oxid elektródát használnak. Wolfram cérium-oxid ötvözetű elektróda szürke színű és univerzális felhasználásra alkalmas. Az AWI hegesztési formának számos előnye van, szép, szabályos varratok készítésére alkalmas, salakmentes, nincs szükség utómunkára. Sokféle hegesztésre alkalmas, lehet vele gyökhegesztést végezni, vékony lemezek hegesztésre is használható és magas olvadáspontú fémoxidos fémek is hegeszthetők vele. Ennél a hegesztési módnál nagy jelentősége van a gázelőfutásnak és utánfutásnak. A hegesztés megkezdése előtt már megkezdődhet a gáz kiáramlása a pisztolyból, ezzel elérhető, hogy a hegesztési terület levegőtől és más szennyező anyagtól mentes legyen. Hegesztés végeztével pedig a gázutánfutás védi a varratot a levegőtől és segíti a varrat hűlését. [http4]

2.2.9.6 ARGON-VÉDŐGÁZAS FOGYÓELEKTRÓDÁS ÍVHEGESZTÉS (AFI)

AFI hegesztés során egyenáramot használnak, fordított polaritással, az ív stabil marad és alacsony lesz a fröcskölési veszteség. A hegesztőhuzalt két görgő adagolja folyamatosan. A huzal sebességét a görgők fordulatszámaival lehet változtatni. A hegesztőív a munkadarab és a hegesztőhuzal között jön létre. Hegesztéskor az elektródról leváló cseppek méretét és

hőmérsékletét több tényező is befolyásolja, ezek az áramerősség, elektródahuzal és a védőgáz minősége és az ív feszültsége. AFI hegesztéskor a fémátvitel permetszerű, ez a hegesztőhuzal nagy áramterhelésének köszönhető, ezáltal jobb lesz a varratképzés, a varrat minősége és az ív stabilitása is. AFI eljárással nagyobb hegesztési sebesség érhető el, mint az AWI eljárással, ezért gazdaságosabb is. A levegő káros hatásaitól a hegesztést az AWI eljáráshoz hasonlóan itt is argongáz védi. Áramátalakítók és egyenirányítók egyformán alkalmasak a hegesztéshez áramforrásként. Huzalként dobra tekercselt zsírtalanított, száraz és tiszta anyag használható. Több átmérő is alkalmazható a 0,8 milliméter vastagságtól egészen az 5,6 milliméter vastagságig.

3. ALKALMAZOTT MÓDSZEREK

A szakirodalmi áttekintés alapján egy két tartályból álló tűzoltókészülék megtervezése a célom. Egyik tartály egy hajtóanyag tartály, benne sűrített nitrogén gázzal, amely összeköttetésben van a másik tartállyal, amelyben az oltóanyag van. Működtetése során a sűrített nitrogén egy nyomáshatárolón keresztül az oltóanyag tartályba jut, és az ott keletkező túlnyomás hatására az oltóanyagot egy csőrendszeren keresztül egy szórófej segítségével a gépkezelő kijuttatja az égő felületre. Az olvasott cikkek és személyes tapasztalatok alapján egy olyan készülék megtervezése szükséges, amely nem csak előre telepített fix helyeken tud tűzoltást biztosítani, hanem a kombájn bármely pontján bevethető. A mai modern betakarítógépeken korlátozott a szabad hely, azaz nem lehet hatalmas tartályokat rászerelni a kombájnokra, amelyekben oltóanyag van, ezért a rendelkezésre álló oltóanyagot koncentráltan a tűzre kell kijuttatni, ez pedig csak egy mobil készülékkel érhető el. Hajtóanyagként a sűrített nitrogén gázra esett a választásom, mert a szakirodalmi áttekintés alapján a legjobbnak bizonyult. Legtöbb pozitív tulajdonságot, amely egy ilyenfajta felhasználás esetén szükséges, mint egy tűzoltókészülék hajtóanyagaként funkcionálni, ez a gázféle tudja biztosítani. Oltóanyagként az olvasott irodalmak alapján nehézhabot választottam, a víz oltóképességét lényegesen javítja és mellette alkalmas a megfelelő oltás biztosítására.

A tervezés elkezdéséhez a kombájn méreteit saját kezűleg mérem le különböző mérőeszközökkel, mint például tolómérő, mérőszalag és szögmérő. Az oltóanyag tartály lehetséges maximális méretének megállapításához kartonpapírból készített sablont használok, amellyel könnyebben meg tudom határozni a pontos helyét, és ezáltal egyszerűbb a szükséges méretek lemérése. A tervezést és a tervezett alkatrészek szimulációit az Autodesk Inventor 2023 tervezőszoftverrel fogom elvégezni.

4. TŰZOLTÓKÉSZÜLÉK TERVEZÉS

4.1 KOMBÁJN BEMUTATÁSA

A tűzoltókészülék tervezését a gazdaságunkban dolgozó Claas Tucano 450 típusú kombájnról fogom elvégezni. A gép 2018-as évjáratú. Erőforrása egy hathengeres Mercedes Benz motor, amely 7700 cm³ és 313 lóerő leadására képes. Ládás cséplőszerkezettel rendelkezik, cséplési szélessége 1580 mm.



4. kép Claas Tucano 450 (Forrás: saját kép)

4.2 TŰZOLTÓKÉSZÜLÉK ELHELYEZÉSE

A tűzoltókészüléket a kombájn azon részére szükséges elhelyezni, ahol könnyen és gyorsan hozzáférhető egy esetleges tüzeset bekövetkeztekor. Fontos, hogy a kombájn tűzveszélyes részeihez nem lehet helyezni, mert tüzeset esetén nem lehetne megközelíteni, így a kombájn hátsó részéhez, a motortér és a szecskázó közvetlen közelébe nem helyezhető. Nagyobb térfogatú tartály rögzítéséhez egyedül a fülke mellett jobb oldalon van hely.



5. kép Tartály elhelyezkedése és keresztmetszeti mérete (Forrás: saját kép)

Tervezéskor figyelembe kell venni, hogy ne takarjon ki a gépkezelő látómezejéből. Továbbá a tervezés során arra törekszem, hogy a kombájnon semmiféle átalakítást ne kelljen végrehajtani, és a készülék felfogatása oldható kötésekkel valósuljon meg. A tűzoltókészüléket egy zártszelvényekből készült tartószerkezet fogja tartani, amely a kombájn vázszerkezetéhez lesz rögzítve csavarkötéssel.



6. kép Rögzítési pont (Forrás: saját kép)

A tartály súlyát a 6. képen látható váz fogja viselni továbbá a tartószerkezet egy oldalirányú merevítési ponttal lesz ellátva (7. kép), amely fokozza a stabilitását és csökkenti a kombájn mozgása miatti vibrációt.



7. kép Oldalsó rögzítési pont (Forrás: saját kép)

A tűzoltókészülék működtető részeit, úgy kell elhelyezni, hogy egy tüzeset során könnyen hozzáférhető és gyorsan működtethető legyen, ezért minden kezelőszervet a földről elérhető magasságban kell elhelyezni.

4.3 OLTÓANYAG TARTÁLY TERVEZÉSE

A tartályt a kombájn méreteinek ismeretében és a kilátás biztosítása mellett meg lehet tervezni. Egyedüli paramétere, amely további számításokat igényel majd, az a falvastagsága. A falvastagság kiszámításához ismerni kell majd az üzemi nyomást, a csővezetékek hosszát és a bennük fellépő veszteségeket, valamint biztonsági tényezőt kell meghatározni a pontos falvastagság kiszámításához. A tartály befoglaló méretei a következők, tartály magassága 1042 mm az alsó leeresztőnyílástól a felső kivezető csőig, külső átmérője 500 mm. Ez az a maximális méret, amely még nem zavarja a gépkezelő kilátását. A tartály térfogata 170 liter körül alakul, de a pontos számítást a falvastagság meghatározása után lehet elvégezni.

4.3.1 TARTÁLY ANYAGA

P355NH acél EN 10028-3: 2009 szabvány szerint.

Kémiai összetétele:

2. táblázat P355NH acél kémiai összetétele (Forrás: gneesteel.com)

C	Si	Mn	P	S	Al	N	Kr	Cu	Mo	Nb	Ni	Ti	V
0,18	0,50	1,10-1,70	0,025	0,015	0,020	0,012	0,30	0,30	0,08	0,05	0,50	0,03	0,05

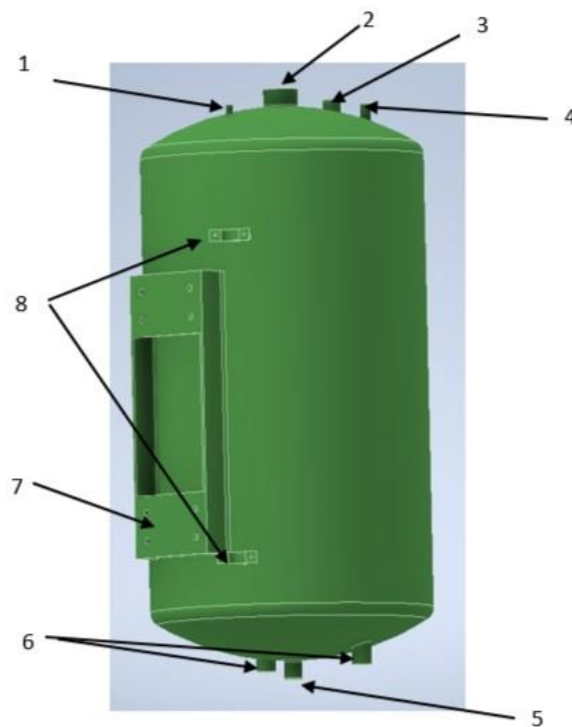
Mechanikai tulajdonságai:

3. táblázat P355NH acél mechanikai tulajdonságai (Forrás: gneesteel.com)

Vastagság	Folyáshatár	Szakítószilárdság	Megnyúlás
[mm]	[MPa]	[MPa]	[%/min]
≤ 16	355	490-630	21

4.3.2 OLTÓANYAG TARTÁLY FELÉPÍTÉSE

Csővezetékeknél, csőcsatlakozóknál és csapoknál Európában is gyakran a milliméteres átmérő megjelölés helyett col-ban kifejezett méreteket alkalmaznak, ezért az oltóanyag tartály tervezése során én is a különböző csatlakozási helyeknél BSPP - British Standard Pipe Parallel vagy BSPT - British Standard Pipe Taper szabvány szerinti méreteket és jelöléseket alkalmazok. A BSPP szabvány szerinti jelöléseknél a szám előtti G a menet párhuzamosságát jelöli, ebben az esetben tömítőanyagra van szükség. BSPT szabvány jelölésénél a szám előtti R jelölés a menet kúposágát jelenti, itt a kúpos kialakítás végzi a tömítést.



8. kép Oltóanyag tartály nyílásai és rögzítési pontjai (Forrás: saját kép)

1. Biztonsági szelep nyílás, M5 belső menettel
2. Oltófolyadék kijuttató nyílás, 2 col átmérőjű.
3. Nyomásmentesítő és egyben feltöltésre is alkalmas nyílás. G 3/4 colos belső menettel.
4. Hajtóanyag bejuttató nyílás, G 1/4 colos belső menettel.
5. Oltófolyadék leeresztését biztosító nyílás, G 1/2 colos belső menettel.
6. Oltóanyag tartály rögzítését biztosító pontok, M27x2 belső menet
7. Oltóanyag tartály rögzítésére szolgáló felfogató, 8 db 9 mm átmérőjű furattal.
8. Oltófolyadék csővezetékrendszerét tartó felfogató pontok. 2-2 db 6 mm átmérőjű furattal.

A tartály falvastagságának meghatározásához tudni kell a benne uralkodó nyomás nagyságát. A nyomás nagyságának kiszámításához először a csővezetékrendszert kell megtervezni, és a tűzoltó tömlő végén a szórófej működéséhez szükséges nyomást kell megállapítani.

4.3.3 SZÓRÓFEJ KIVÁLASZTÁSA

A szórófejnek C 52-es csatlakozóval kell rendelkeznie. Kötött és szórt sugár lehetőségét kell biztosítani, kötött sugár esetén nagy hatótávolságúnak kell lennie, valamint alkalmazható kell, hogy legyen nehézhab kijuttatására.

A választott szórófej egy Rosenbauer RB 99 EN SELECT FLOW típusú sugárcső. Az átfolyó vízmennyiség négy fokozatban állítható működtetés közben egy állítógyűrűvel. Szórt és kötött sugár kijuttatására is képes. Felépítése masszív, korrózióálló acélokból és műanyagból készül. EN 15182-2:2007-es kézi sugárcsőkre vonatkozó szabvány paramétereinek megfelelő szórófej. Nehézhab képző habfeltéttel felszerelhető.

RB 99 EN SELECT FLOW technikai adatai:

4. táblázat RB 99EN SELECT FLOW technikai adatai (Forrás: rosenbauer.com)

Beállítható átfolyási mennyiség [l/min]	17
	30
	80
	130
Maximális vetőtávolság [m]	32
Hossz [cm]	30
Súly [kg]	2

Az előírt paramétereket az európai előírásoknak megfelelően 6 bar üzemi nyomáson teljesíti.



9. kép Rosenbauer RB 99 EN SELECT FLOW (Forrás: fire-shop.sk)



10. kép Rosenbauer habfeltét (Forrás: shop.rosenbauer.com)

4.3.4 HABKÉPZŐ ANYAG KIVÁLASZTÁSA

A víz tűzoltási képességének fokozására habképző koncentrátumot lehet használni. A csővezetékrendszer megtervezése előtt szükséges kiválasztani a koncentrátumot, mivel a folyadék sűrűsége befolyásolja majd a csővezeték tervezésénél a számításokat. A választott habképző koncentrátum a STHAMEX class A Classis. Szintetikus habképző anyag A és B tűzosztályok oltására. Kitűnő hűtő- és nedvesítőhatással rendelkezik. Apró buborékú, szilárd felületre jól tapad, és egy elszigetelő habtakarót hoz létre. Fluorkomponensektől mentes, így teljesen lebomlik, és nem okoz semmiféle szennyezést sem.

Technikai jellemzői:

5. táblázat STHAMEX class A Classic (Forrás: hesztia.hu)

Tűzosztályok	A + B
Legalacsonyabb használati hőmérséklet	-15 [°C]
Legmagasabb megengedett tárolási hőmérséklet	50 [°C]
Fajlagos sűrűség [20 °C]	1,01 ± 0,02 [g/ml]
pH érték	6,5-8,5
Üledék	üledékmentes

Bekeverési arány	0,5%-1%
Habosítás	6-10

1%-os keverés esetén 165 liter vízhez 1,65 liter koncentrátum keverése szükséges. A víz sűrűsége 20 °C fokon 998,23 kg/m³, a koncentrátum sűrűsége 1,01 g/ml.

Adatok:

Víz térfogata: 165 l = 0,165 m³

Víz sűrűsége: 998,23 kg/m³

Koncentrátum térfogata: 1,65 l = 0,00165 m³

Koncentrátum sűrűsége: 1,01 g/ml = 1010 kg/m³

Víz tömege:

$$m_{v\acute{z}} = \rho_{v\acute{z}} \times V_{v\acute{z}} = 998,23 \frac{kg}{m^3} \times 0,165 m^3 = 164,7 kg \quad (21)$$

Koncentrátum tömege:

$$m_{konc} = \rho_{konc} \times V_{konc} = 1010 \frac{kg}{m^3} \times 0,00165 m^3 = 1,6665 kg \quad (22)$$

Össztömeg:

$$m_{\acute{o}ssz} = m_{v\acute{z}} + m_{konc} = 164,7 + 1,6665 = 166,3665 kg \quad (23)$$

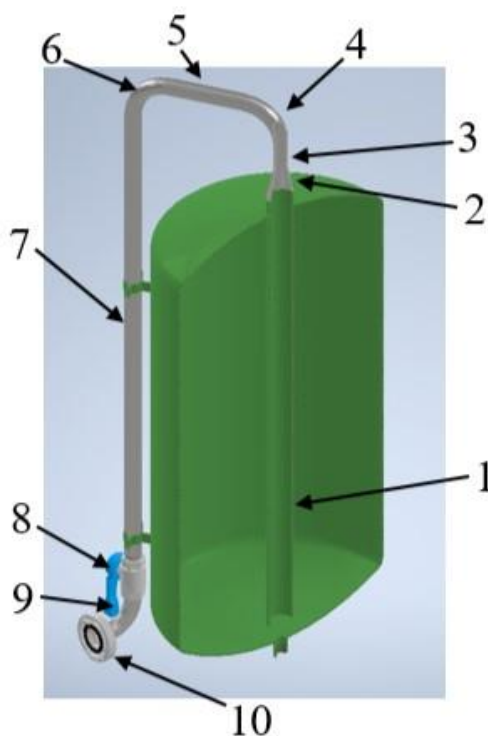
Össztérfogat:

$$V_{\acute{o}ssz} = V_{v\acute{z}} + V_{konc} = 165 + 1,65 = 166,65 liter = 0,16665 m^3 \quad (24)$$

$$\rho_{kever\acute{e}k} = \frac{m_{\acute{o}ssz}}{V_{\acute{o}ssz}} = \frac{166,3665 kg}{0,16665 m^3} = 998,2988 \frac{kg}{m^3} \approx 998,3 \frac{kg}{m^3} \quad (25)$$

A keverék sűrűsége 998,3 kg/m³

4.3.5 CSŐVEZETÉKRENDSZER TERVEZÉSE



11. kép Rögzített csővezetékek, idomok és gömbcsap (Forrás: saját kép)

A csővezetékrendszer áramlási veszteségeit a legnagyobb térfogatáramra számolom ki, amely 130 liter/perc. A csővezetékrendszer rögzített részei a következőkből állnak. Az oltóanyag tartály belsejében egy 2 col átmérőjű acélcső kerül beépítésre (11. kép/1). A cső külső átmérője 60,3 mm, belső átmérője 54,5 mm, a cső hossza 965 mm. A sűrített nitrogén a folyadékot a csőbe vezeti, és ezen keresztül jut ki a tartályból. Ezt követően egy kúpos szűkítő következik (11. kép/2), amely az áramlási keresztmetszetet 2 col-ról 1 col átmérőre csökkenti, ezáltal nő az áramlási sebesség és valamelyest fokozza a turbulenciát, és abból kifolyólag a habképzést. A szűkítő után van még egy 60 mm hosszúságú egyenes csőszakasz (11. kép/3) és azt követően egy 90° fokos könyökön megy át a folyadék (11. kép/4). A könyök külső átmérője 33,7 mm, belső átmérője 25,7 mm. A könyököt követően egy vízszintesen elhelyezett 1 col átmérőjű 150 mm hosszú acélcsővön (11. kép/5) megy keresztül az oltóanyag. Ezt követően megint egy 90° fokos könyök következik (11. lép/6), amely a folyadék útját a talaj irányába vezeti. A tartály oldalán egy acélcső (11. kép/7) vezeti le a folyadékot, amely a tartály oldalán elhelyezett tartófülekhez van rögzítve. A csövet követően egy gömbcsap (11. kép/8) kerül beépítésre, mellyel nyitható és zárható az oltóanyag tartály. A csapot követően ismét egy 90° fokos könyök (11. kép/9) következik, amely vízszintes kivezetést biztosít a folyadék számára. A könyökön

egy C 52-es tűzoltócsatlakozó van elhelyezve (11. kép/10), amelyre gyorsan csatlakoztatható a tűzoltótömlő. A felhasznált acélcsövek DIN 2458 szabványúak, a könyökök DIN 2605 szabványnak megfelelőek hegeszthető véggel, illetve az alsó könyök R1-es menetes végekkel. A választott gömbcsap egy Festo QH-1 csap, kétoldali belső menetes kialakítással. Az alkatrészek egymáshoz való rögzítése hegesztéssel, illetve menetes rögzítéssel valósul meg. Az 1-es számú cső és a 2-es számú kúpos szűkítő hegesztéssel van összekötve. A további csövek és könyökök is hegesztéssel vannak rögzítve egymáshoz, egészen a gömbcsapig. A 8-as számmal jelölt gömbcsap menetes kötással van a 7-es számú csőhöz rögzítve (11. kép). A gömbcsap kimeneti oldalán szintén menetes kötés van a csap és a 9-es számú könyök között. A 10-es számú C 52-es csatlakozó is menetes kötással van rögzítve a könyökhöz.

4.3.5.1 NYOMÁSVESZTESÉG SZÁMÍTÁS

A szórófejhez szükséges nyomás 6 bar, ezért az oltóanyag tartályban 8 bar nyomást állítok be, és onnan számolom a nyomásvesztést. A folyadék sűrűsége $998,3 \text{ kg/m}^3$ a fentebb elvégzett számítások alapján. Szükséges még a folyadék dinamikai viszkozitása (η) a számítások elvégzéséhez, amelyet $\text{Pa} \times \text{s}$ mértékegységgel szükséges megadni. A nyári aratás során a hőmérséklet meghaladja a 35°C fokot is, ezért a folyadék hőmérséklete a tartályban 25°C fokot biztosan meghaladja. A számítások során $0,894 \text{ mPa} \times \text{s}$ értékkel fogok számolni, amely a víz dinamikai viszkozitása 25°C fokon. A csősúrlódási tényező megállapításához ki kell számolni először a Reynolds-számot, amelyet az alábbi képlettel lehet megkapni.

Reynolds-szám:

$$Re = \frac{d \times v}{\nu} \quad (26)$$

$$d: 54,5\text{mm} = 0,0545 \text{ m}$$

$$Q: 130 \text{ l/min} = 0,00216667 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$v: Q/A$$

$$\nu: 0,894 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

Keresztmetszet kiszámítása:

$$A = \frac{d^2 \times \pi}{4} = \frac{0,0545^2 \times \pi}{4} = 0,0023328 \text{ m}^2 \quad (27)$$

Sebesség kiszámítása:

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0,00216667}{0,0023328} = 0,928785 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 0,93 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (28)$$

Reynolds-szám képletbe behelyettesítve:

$$Re = \frac{0,0545 \times 0,93}{0,894 \times 10^{-6}} = 56694,63 \quad (29)$$

Azaz az áramlás turbulens.

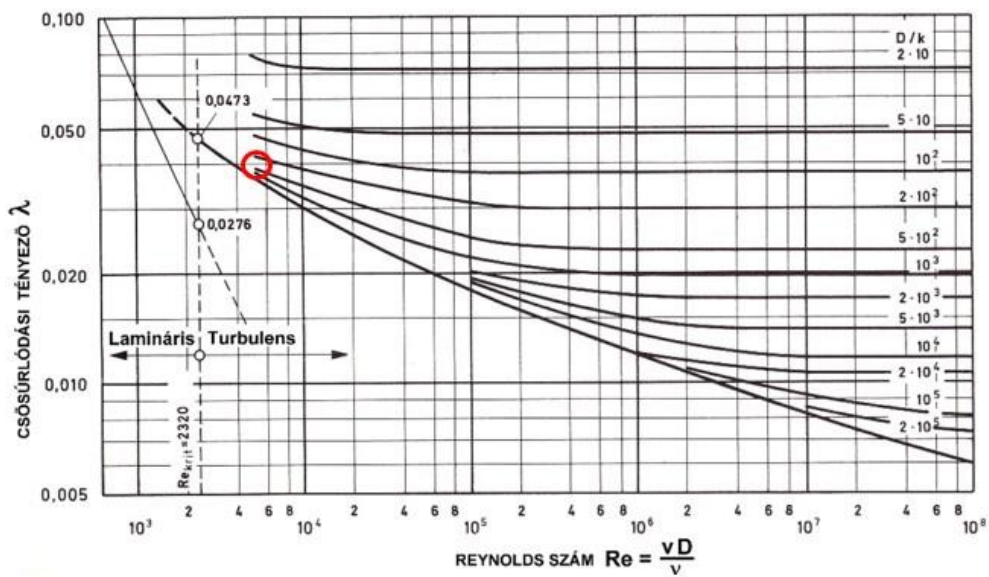
Moody diagram alapján, így megállapítható a 2 col-os csővezeték csősúrlódási tényezője.

Adatok:

cső érdessége új állapotában: $k = 0,05 \text{ mm}$

cső átmérő: $d = 54,5 \text{ mm}$

$$\frac{d}{k} = \frac{54,5}{0,05} = 1090 \quad (30)$$



2. ábra Moody-diagram, 2 col-os csővezeték csősúrlódás megállapítása (Forrás: gwpszotar.hu)

A fentebbi számítások alapján a 2 col-os csővezetékben a csősúrlódási tényező 0,038.

1 col-os csővezetékek csősúrlódási tényezője

Adatok:

cső érdessége új állapotában: $k = 0,05 \text{ mm}$

cső átmérő: $d = 25,7 \text{ mm} = 0,0257 \text{ m}$

Cső keresztmetszet kiszámítása:

$$A = \frac{d^2 \times \pi}{4} = \frac{0,0257^2 \times \pi}{4} = 0,000519 \text{ m}^2 \quad (31)$$

Sebesség kiszámítása Folytonossági törvény szerint:

$$A_1 \times v_1 = A_2 \times v_2 \quad (32)$$

$$0,0023328 \times 0,93 = 0,000519 \times v_2 \quad (33)$$

$$\frac{0,0023328 \times 0,93}{0,000519} = 4,18 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (34)$$

$v_2 = 4,18 \text{ m/s}$

Reynolds-szám kiszámítása:

$$Re = \frac{d \times v}{\nu} = \frac{0,0257 \times 4,18}{0,894 \times 10^{-6}} = 120163,311 \quad (35)$$

Azaz az áramlás turbulens.

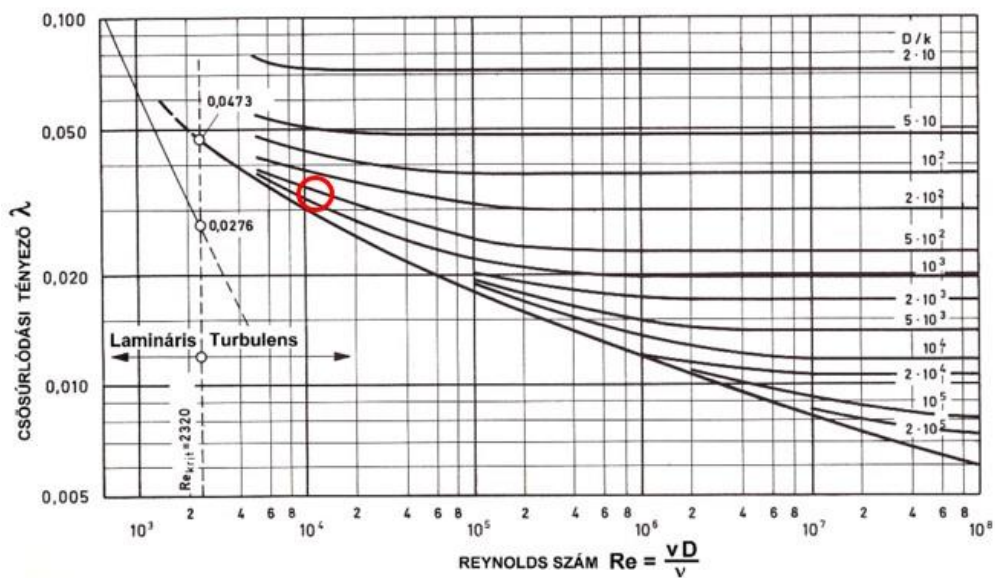
Moody diagram alapján, így megállapítható a 1 col-os csővezeték csősúrlódási tényezője.

Adatok:

cső érdessége új állapotában: $k = 0,05 \text{ mm}$

cső átmérő: $d = 25,7 \text{ mm}$

$$\frac{d}{k} = \frac{25,7}{0,05} = 514 \quad (36)$$



3. ábra Moody-diagram 1 col-os csővezeték csősúrlódás megállapítása (Forrás: gwpszotar.hu)

A fentebbi számítások alapján a 1 col-os csővezetékben a csősúrlódási tényező 0,035.

1-es számú cső nyomásvesztesége

Adatok:

6. táblázat 11. kép 1-es számú csővezetékek kiinduló adatai

Megnevezés	Jele	mértékegység	SI mértékegység
Térfogatáram	Q	130 l/min	0,00217 m ³ /s
Nyomás	p	8 bar	800 000 Pa
Cső átmérő	d	54,5 mm	0,0545 m
Dinamikai viszkozitás	η	0,894 mPa×s	0,000894 Pa×s
Csősúrlódási tényező	λ		0,038
Cső kezdeti magasság	h ₁		2,2 m
Cső hossz	l	965 mm	0,965 m
Áramlási sebesség	v		0,93 m/s
sűrűség	ρ		998,3 kg/m ³

Súrlódásból adódó nyomásveszteség a Darcy-formulával számolható ki

$$\Delta p' = \lambda \times \frac{l}{d} \times \frac{\rho}{2} \times v^2 \quad (37)$$

Behelyettesítve:

$$\Delta p' = 0,038 \times \frac{0,965}{0,0545} \times \frac{998,3}{2} \times 0,93^2 = 290,477 \text{ Pa} \quad (38)$$

Magasságkülönbségből adódó nyomásvesztés a veszteséges Bernoulli egyenlettel írható fel

Veszteséges Bernoulli egyenlet:

$$p_1 + \rho \times \frac{v_1^2}{2} + \rho \times g \times h_1 = p_2 + \rho \times \frac{v_2^2}{2} + \rho \times g \times h_2 + \Delta p' \quad (39)$$

Egyszerűsítve:

$$p_1 + \rho \times g \times h_1 = p_2 + \rho \times g \times h_2 + \Delta p' \quad (40)$$

Behelyettesítve:

$$800000 + 998,3 \times 9,81 \times 2,2 = p_2 + 998,3 \times 9,81 \times 3,165 + 290,477 \quad (41)$$

p₂-re rendezve:

$$800000 + 998,3 \times 9,81 \times 2,2 - 998,3 \times 9,81 \times 3,165 - 290,477 = p_2 \quad (42)$$

$$p_2 = 790\,258,9663 \text{ Pa} \approx 7,903 \text{ bar}$$

2-es számú szűkítőkép nyomásvesztése

Adatok:

7. táblázat 11. kép 2-es számú egység kiinduló adatai (Forrás: saját adatok)

Megnevezés	Jele	mértékegység	SI mértékegység
Térfogatáram	Q	130 l/min	0,00217 m ³ /s
Nyomás	p	7,903 bar	790 258,9663 Pa
Kezdeti csőátmérő	d ₁	54,5 mm	0,0545 m
Kimeneti csőátmérő	d ₂	25,7 mm	0,0257 m
Dinamikai viszkozitás	η	0,894 mPa×s	0,000894 Pa×s
Csőúrlódási tényező	λ		0,038

Cső kezdeti magasság	h_1		3,165 m
Cső hossz	l	60 mm	0,06 m
Kezdeti áramlási sebesség	v_1		0,93 m/s
Kimeneti áramlási sebesség	v_2		4,18 m/s
Sűrűség	ρ		998,3 kg/m ³

A kimeneti áramlási sebességet fentebb már kiszámoltam a Reynolds-szám megállapításánál, így a folytonossági törvényt nem szükséges újra felírni.

Súrlódásból adódó nyomásvesztés a Darcy-formulával számolható ki

$$\Delta p' = \lambda \times \frac{l}{d} \times \frac{\rho}{2} \times v^2 \quad (43)$$

Behelyettesítve:

$$\Delta p' = 0,038 \times \frac{0,06}{0,0545} \times \frac{998,3}{2} \times 0,93^2 = 18,06 \text{ Pa} \quad (44)$$

Veszteséges Bernoulli-egyenlet:

$$p_1 + \rho \times \frac{v_1^2}{2} + \rho \times g \times h_1 = p_2 + \rho \times \frac{v_2^2}{2} + \rho \times g \times h_2 + \Delta p' \quad (45)$$

Behelyettesítve:

$$790258,97 + 998,3 \times \frac{0,93^2}{2} + 998,3 \times 9,81 \times 3,165 = p_2 + 998,3 \times \frac{4,18^2}{2} + 998,3 \times 9,81 \times 3,225 + 18,06 \quad (46)$$

p_2 -re rendezve:

$$790258,97 + 998,3 \times \frac{0,93^2}{2} + 998,3 \times 9,81 \times 3,165 - 998,3 \times \frac{4,18^2}{2} - 998,3 \times 9,81 \times 3,225 - 18,06 = 781363,257 \text{ Pa} \quad (47)$$

$p_2 = 781\,363,677 \text{ Pa} \approx 7,814 \text{ bar}$

3-as számú cső nyomásvesztése

Adatok:

8. táblázat 11. kép 3-as számú cső kiinduló adatai (Forrás: saját adatok)

Megnevezés	Jele	mértékegység	SI mértékegység
Térfogatáram	Q	130 l/min	0,00217 m ³ /s
Nyomás	p	7,814 bar	781 363,677 Pa
Cső átmérő	d	25,7 mm	0,0257 m
Dinamikai viszkozitás	η	0,894 mPa×s	0,000894 Pa×s
Csősúrlódási tényező	λ		0,035
Cső kezdeti magasság	h_1		3,225 m
Cső hossz	l	60 mm	0,06 m
Áramlási sebesség	v		4,18 m/s
Sűrűség	ρ		998,3 kg/m ³

Súrlódásból adódó nyomásvesztés

Darcy-formula:

$$\Delta p' = \lambda \times \frac{l}{d} \times \frac{\rho}{2} \times v^2 \quad (48)$$

Behelyettesítve:

$$\Delta p' = 0,035 \times \frac{0,06}{0,0257} \times \frac{998,3}{2} \times 4,18^2 = 712,639 \text{ Pa} \quad (49)$$

Veszteséges Bernoulli-egyenlet:

$$p_1 + \rho \times \frac{v_1^2}{2} + \rho \times g \times h_1 = p_2 + \rho \times \frac{v_2^2}{2} + \rho \times g \times h_2 + \Delta p' \quad (50)$$

Egyszerűsítve:

$$p_1 + \rho \times g \times h_1 = p_2 + \rho \times g \times h_2 + \Delta p' \quad (51)$$

Behelyettesítve:

$$781363,677 + 998,3 \times 9,81 \times 3,225 = p_2 \times 998,3 \times 9,81 \times 3,285 + 712,639 \quad (52)$$

p₂-re rendezve:

$$781363,677 + 998,3 \times 9,81 \times 3,225 - 998,3 \times 9,81 \times 3,285 - 712,639 = 780063,4386 \text{ Pa} \quad (53)$$

$$p_2 = 780\,063,4386 \text{ Pa} \approx 7,801 \text{ bar}$$

4-es számú könyök nyomásvesztesége

Adatok:

9. táblázat 11. kép 4-es számú kép kiinduló adatai (Forrás: saját adatok)

Megnevezés	Jele	mértékegység	SI mértékegység
Térfogatáram	Q	130 l/min	0,00217 m ³ /s
Nyomás	p	7,8 bar	780 063,4386 Pa
Cső átmérő	d	25,7 mm	0,0257 m
Dinamikai viszkozitás	η	0,894 mPa×s	0,000894 Pa×s
Csősúrlódási tényező	λ		0,035
Áramlási sebesség	v		4,18 m/s
Sűrűség	ρ		998,3 kg/m ³
90° fokos könyök veszteségtényezője	ζ		0,7

Súrlódási veszteség:

$$\Delta p' = \zeta \times \frac{\rho}{2} \times v^2 \quad (54)$$

Behelyettesítve:

$$\Delta p' = 0,7 \times \frac{998,3}{2} \times 4,18^2 = 6104,944 \text{ Pa} \quad (55)$$

A magasságból adódó nyomásveszteség elhanyagolható a könyök mérete miatt.

$$p - \Delta p' = 780063,4386 - 6104,944 = 773958,4936 \text{ Pa} \quad (56)$$

Könyök nyomásvesztése: 6104,944 Pa $\approx$ 0,061 bar

5-ös számú cső nyomásvesztése

Adatok:

10. táblázat 11. kép 5-ös számú cső kiinduló adatai (Forrás: saját adatok)

Megnevezés	Jele	mértékegység	SI mértékegység
Térfogatáram	Q	130 l/min	0,00217 m ³ /s
Nyomás	p	7,74 bar	773 958,4946 Pa
Cső átmérő	d	25,7 mm	0,0257 m
Dinamikai viszkozitás	η	0,894 mPa×s	0,000894 Pa×s
Csősúrlódási tényező	λ		0,035
Áramlási sebesség	v		4,18 m/s
Sűrűség	ρ		998,3 kg/m ³
Cső hossz	l	150 mm	0,15 m

Súrlódásból adódó nyomásvesztés:

Darcy-formula:

$$\Delta p' = \lambda \times \frac{l}{d} \times \frac{\rho}{2} \times v^2 \quad (57)$$

Behelyettesítve:

$$\Delta p' = 0,035 \times \frac{0,15}{0,0257} \times \frac{998,3}{2} \times 4,18^2 = 1781,598 \text{ Pa} \quad (58)$$

$$p - \Delta p' = 773958,4946 - 1781,598 = 772176,8966 \text{ Pa} \quad (59)$$

A cső vízszintes elhelyezkedésű ezért nincs magasságkülönbségből származó nyomásvesztés.

6-os számú könyök nyomásvesztesége

Adatok

11. táblázat 11. kép 6-os számú könyök kiinduló adatai (Forrás: saját adatok)

Megnevezés	Jele	mértékegység	SI mértékegység
Térfogatáram	Q	130 l/min	0,00217 m ³ /s
Nyomás	p	7,72 bar	772176,8966 Pa
Cső átmérő	d	25,7 mm	0,0257 m
Dinamikai viszkozitás	η	0,894 mPa×s	0,000894 Pa×s
Áramlási sebesség	v		4,18 m/s
Sűrűség	ρ		998,3 kg/m ³
90° fokos könyök veszteségtényezője	ζ		0,7

Súrlódási veszteség:

$$\Delta p' = \zeta \times \frac{\rho}{2} \times v^2 \quad (60)$$

Behelyettesítve:

$$\Delta p' = 0,7 \times \frac{998,3}{2} \times 4,18^2 = 6104,944 \text{ Pa} \quad (61)$$

A magasságból adódó nyomásveszteség elhanyagolható a könyök mérete miatt.

$$p - \Delta p' = 772176,8966 - 6104,944 = 766071,9526 \text{ Pa} \quad (62)$$

Könyök nyomásvesztesége: 6104,944 Pa ≈ 0,061 bar

7-es számú cső nyomásvesztése

Adatok

12. táblázat 11. kép 7-es számú cső kiinduló adatai (Forrás: saját adatok)

Megnevezés	Jele	mértékegység	SI mértékegység
Térfogatáram	Q	130 l/min	0,00217 m ³ /s
Nyomás	p	7,661 bar	766 071,9526 Pa
Cső átmérő	d	25,7 mm	0,0257 m
Dinamikai viszkozitás	η	0,894 mPa×s	0,000894 Pa×s
Csőúrlódási tényező	λ		0,035
Cső kezdeti magasság	h ₁		3,285 m
Cső hossz	l	1020 mm	1,02 m
Áramlási sebesség	v		4,18 m/s
Sűrűség	ρ		998,3 kg/m ³

Darcy-formula:

$$\Delta p' = \lambda \times \frac{l}{d} \times \frac{\rho}{2} \times v^2 \quad (63)$$

Behelyettesítve:

$$\Delta p' = 0,035 \times \frac{1,02}{0,0257} \times \frac{998,3}{2} \times 4,18^2 = 12114,869 \text{ Pa} \quad (64)$$

Veszteséges Bernoulli-egyenlet:

$$p_1 + \rho \times \frac{v_1^2}{2} + \rho \times g \times h_1 = p_2 + \rho \times \frac{v_2^2}{2} + \rho \times g \times h_2 + \Delta p' \quad (65)$$

Egyszerűsítve:

$$p_1 + \rho \times g \times h_1 = p_2 + \rho \times g \times h_2 + \Delta p' \quad (66)$$

Behelyettesítve:

$$766071,9526 + 998,3 \times 9,81 \times 3,285 = p_2 + 998,3 \times 9,81 \times 2,265 + 12114,869 \quad (67)$$

p₂-re rendezve:

$$766071,9526 + 998,3 \times 9,81 \times 3,285 - 998,3 \times 9,81 \times 2,265 - 12114,869 = 763946,273 \text{ Pa}$$

(68)

$$p_2 = 763\,946,273 \approx 7,64 \text{ bar}$$

8-as számú gömbcsap veszteségtényezője elhanyagolható.

9-es számú könyök nyomásvesztesége

Adatok

13. táblázat 11. kép 9-es számú könyök kiinduló adatai (Forrás: saját adatok)

Megnevezés	Jele	mértékegység	SI mértékegység
Térfogatáram	Q	130 l/min	0,00217 m ³ /s
Nyomás	p	7,64 bar	763 946,273 Pa
Cső átmérő	d	25,7 mm	0,0257 m
Dinamikai viszkozitás	η	0,894 mPa×s	0,000894 Pa×s
Áramlási sebesség	v		4,18 m/s
Sűrűség	ρ		998,3 kg/m ³
90° fokos könyök veszteségtényezője	ζ		0,7

Súrlódási veszteség:

$$\Delta p' = \zeta \times \frac{\rho}{2} \times v^2 \quad (69)$$

Behelyettesítve:

$$\Delta p' = 0,7 \times \frac{998,3}{2} \times 4,18^2 = 6104,944 \text{ Pa} \quad (70)$$

A magasságból adódó nyomásveszteség elhanyagolható a könyök mérete miatt.

Könyök nyomásvesztesége: $6104,944 \text{ Pa} \approx 0,061 \text{ bar}$

$$p - \Delta p' = 763946,2731 - 6104,944 = 757841,3291 \text{ Pa} \quad (71)$$

10-es számú C52-es csatlakozó nyomásvesztesége elhanyagolható.

A tűzoltótömlő nyomásveszteségét nagyon nehéz pontosan meghatározni, mert függ a helyzetétől, a benne lévő kanyaroktól, de egy közelítő értéket kaphatunk a méterenkénti nyomásveszteségből. Egyes gyártók honlapján elérhető a méterenkénti nyomásveszteség. AFH SBR 800 típusú tűzoltótömlőjének a méterenkénti nyomásvesztesége 25 mm átmérőnél 1,5 l/s térfogatáram mellett 3,5 kPa/m. Ezen adat alapján kiszámítható egy hozzávetőleges nyomásveszteség a 20 méter hosszú tömlőben.

20 méter hosszú tűzoltótömlő nyomásvesztesége:

Adatok:

nyomásveszteség/méter: 3,5kPa = 3500 Pa

csőhossz: 20 m

Képlet:

$$\Delta p = 3500 \times 20 = 70000 \text{ Pa} = 0,7 \text{ bar} \quad (72)$$

Nyomás a cső végén:

$$p - \Delta p = 757841,3291 - 70000 = 687841,3291 \text{ Pa} \quad (73)$$

$p = 687\,841,3291 \text{ Pa} \approx 6,878 \text{ bar}$

A 20 méter hosszúságú cső végén a nyomás 6,878 bar. A választott szórófejnek minimum 6 bar nyomásra van szüksége, így a rendszerben lévő nyomás elégséges a működtetéséhez.

14. táblázat Rendszer nyomásvesztései különböző térfogatáramok esetén (Forrás: saját adatok)

Térfogatáram [l/min]	1-es számú cső [bar]	2-es számú szűkítő [bar]	3-as számú cső [bar]	4-es számú könyök [bar]	5-ös számú cső [bar]	6-os számú könyök [bar]	7-es számú cső [bar]	9-es számú könyök [bar]
17	7,905	7,898	7,892	7,891	7,891	7,890	7,988	7,987
30	7,905	7,895	7,889	7,886	7,885	7,881	7,975	7,972
80	7,904	7,867	7,859	7,836	7,829	7,806	7,860	7,837
130	7,903	7,814	7,801	7,740	7,722	7,661	7,639	7,578

4.3.6 TARTÁLY FALVASTAGSÁG SZÁMÍTÁS

A fentebbi számítások alapján az oltóanyag tartályban az üzemi nyomás az üzemeltetés során 8 bar. A minimális falvastagságot ennek megfelelően szükséges meghatározni. A számítás során fontos még figyelembe venni egy korróziós réteget. A készülék sok éves használatra készül, a belsejében a korróziót teljes mértékben nem lehet megakadályozni, ezért egy korróziós réteget is számításba kell venni. EN 13445-ös szabványnak megfelelően a tartály egy biztonsági szeleppel lesz ellátva, viszont ettől függetlenül szükséges egy megfelelő nagyságú biztonsági tényezőt meghatározni.

Adatok:

Nyomás: $p = 0,8 \text{ MPa} = 800.000 \text{ Pa}$

Külső sugár: $R_0 = 250 \text{ mm} = 0,250 \text{ m}$

Folyáshatár: $R_p = 355 \text{ MPa} = 355.000.000 \text{ Pa}$

Hegesztési tényező: $E = 0,7$

Képlet:

$$t = \frac{p \times R_0}{R_p \times E + 0,4 \times p} \quad (74)$$

Behelyettesítve:

$$t = \frac{0,8 \times 250}{355 \times 0,7 + 0,4 \times 0,8} = 0,8038 \text{ mm} \quad (75)$$

A készülékben elhelyezésre kerül egy nyomáscsökkentő szelep, amely a magasnyomású nitrogén gázt mérsékli az üzemi nyomásra, valamint az oltóanyag tartályon is megtalálható egy biztonsági szelep. A biztonságos üzemeltetés érdekében ezektől a tényezőktől függetlenül 2,5-es biztonsági tényezőt határozok meg az oltóanyag tartályra.

$$0,8038 \times 2,5 = 2,009 \text{ mm} \quad (76)$$

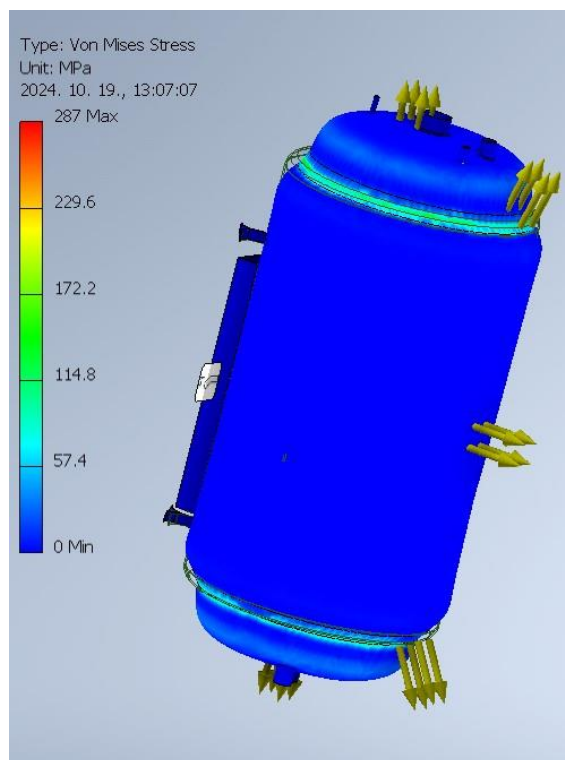
2,5-es biztonsági tényező esetén a szükséges minimális falvastagság 2 mm. Korróziós rétegnek további 1 mm vastagságot számolok, így a végleges falvastagság 3 mm.

Tartály paraméterei 3 mm-es falvastagság esetén:

Súly: 49 kg

Térfogat: 174,5 liter

Az oltóanyag tartály számításaimat végesem modellezéssel ellenőrzöm, hogy valóban megfelelő-e a tartály falvastagsága az üzemi nyomással szembeni igénybevételnek. P355NH acél folyáshatára: R_p : 355 MPa



12. kép Oltóanyag tartályban ébredő feszültség szimuláció (Forrás: saját kép)

A tartályban ébredő minimális feszültség: $\sigma_{\min}$: 0 MPa

A tartályban ébredő maximális feszültség: $\sigma_{\max}$: 287 MPa

A tartály megfelelően van méretezve, mert a maximálisan ébredő feszültség értéke kisebb, mint a választott anyag folyáshatára.

4.4 NITROGÉN GÁZ MENNYISÉGÉNEK SZÁMÍTÁSA

Az oltóanyag tartály térfogata 174,5 liter. A rögzített csővezeték rendszer és a 20 méter hosszúságú tűzoltótömlő, valamint a hajtóanyag tartályt és az oltóanyag tartályt összekötő vezetékek együttes térfogata 12 liter. A nitrogéngáz tartályok 10, 20, 40 literes méreteken érhetők el. 10 literes tartállyal számolva a rendszer térfogata összesen 196,5 liter. Boyle-Mariotte-törvény értelmében kimondható, hogy egy adott mennyiségű ideális gáz nyomásának és térfogatának szorzata egy adott hőmérsékleten állandó. Ennek alapján az alábbi képlet írható fel.

$$p_1 \times V_1 = p_2 \times V_2 \quad (77)$$

Behelyettesítve

$$8 \times 196 = p_2 \times 10 \quad (78)$$

p_2 rendezve

$$p_2 = \frac{8 \times 196}{10} = 156,8 \text{ bar} \quad (79)$$

A számítások alapján egy 10 liter űrtartalmú nitrogén palackban minimum 156,8 bar nyomásnak kell lennie. A gyártók gyakran nem a tartály nyomását adják meg, hanem a tartály térfogatát. Ez esetben a szükséges térfogat az alábbi képlettel írható fel.

$$p_2 \times V_2 \quad (80)$$

Behelyettesítve

$$156,8 \times 10 = 1568 \text{ l} = 1,568 \text{ m}^3 \quad (81)$$

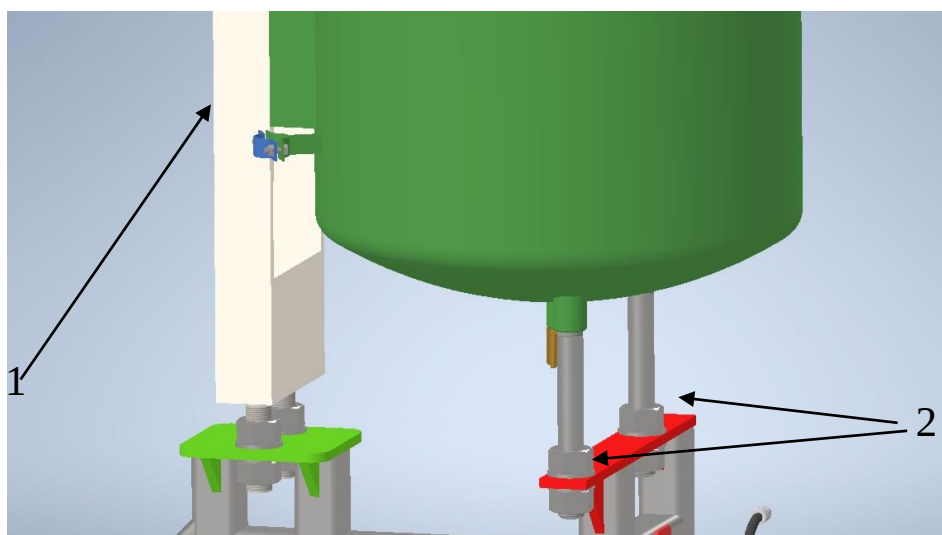
A számítások alapján a választott nitrogénpalack 10 liter űrtartalmú és a benne lévő gáz térfogata 2 m³, azaz a benne uralkodó nyomás 200 bar. A tartály magassága 80 cm, átmérője 13 cm.



13. kép Nitrogén gázpalack (Forrás: hegesztestechnika.net)

4.5 TARTÓSZERKEZETEK ELLENŐRZÉSE VÉGESELEM MÓDSZERREL

Az oltóanyag tartály 3 rögzítési ponttal rendelkezik, 2 db menetes szár (14. kép 2-es jelölés) rögzíti a tartály alján elhelyezett menetes foglalatoknál és egy tartószerkezet tartja oldalról (14. kép 1-es jelölés).



14. kép Oltóanyag tartály tartószerkezete

A tartály üres tömege 49 kg, a benne lévő folyadék tömege további 165-170 kg és a tartályon elhelyezett csővezetékek tömege további 8 kg, így az együttes tömegük körülbelül 227 kg. A tartószerkezetnek ezt a terhelést kell elviselnie.

1-es számú tartószerkezet végeelem szimuláció

A szimuláció elvégzéséhez ismerni kell a terhelés nagyságát.

A tartály és a tartozékai tömegéből keletkező erő

$$F = m \times g \quad (82)$$

Behelyettesítve

$$F = 227 \times 9,81 = 2226,87 \text{ N} \quad (83)$$

Mindhárom felfogatási pont magassága állítható, így feltételezhetjük, hogy a terhelés egyenletesen oszlik el. Azaz egy pontra körülbelül 743 N erő jut. A tartály súlypontja az 1-es

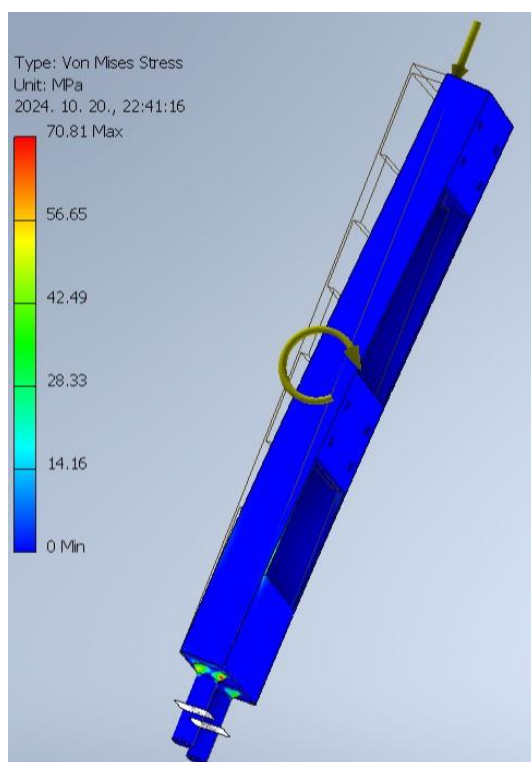
számú tartóelemtől 330 mm távolságra van, így a keletkező nyomaték az alábbi képlettel írható fel.

$$M_a = F \times s \quad (84)$$

Behelyettesítve

$$M_a = 743 \times 0,33 = 245,19 \text{ Nm} \quad (85)$$

Ezen adatok alapján már elvégezhető a végeelem szimuláció.



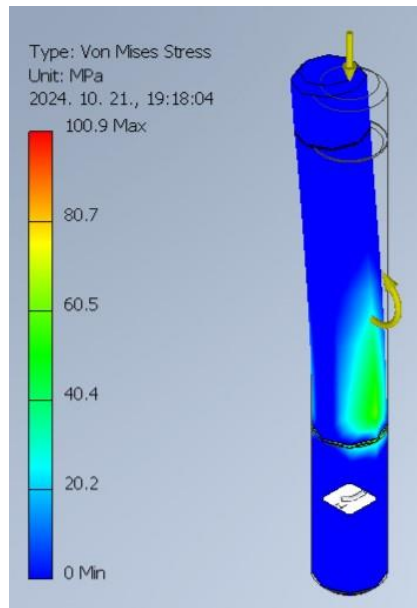
15. kép 1-es számú tartóelem végeelem szimuláció (Forrás: saját kép)

A tartóelemben ébredő minimális feszültség: $\sigma_{\min}$: 0 MPa

A tartóelemben ébredő maximális feszültség: $\sigma_{\max}$: 70,81 MPa

A tartóelem anyaga S 235 szerkezeti acél, amelynek a folyáshatára R_p 235 MPa, így 3 szoros biztonsági tényező mellett is megfelelő a tartóelem terhelhetősége.

A 14. képen 2-es számmal jelölt menetes szárazakra azonos terhelés jut. A távolságuk a tartály súlypontjától 136 mm. Egy menetes száron fellépő terhelések a következők, 743 N 101 Nm.



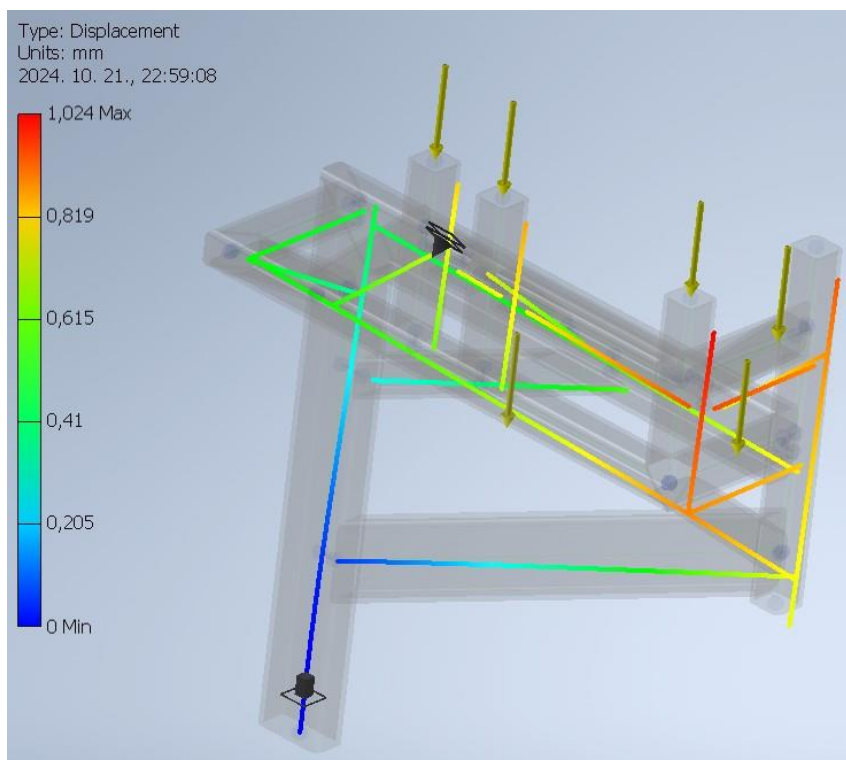
16. kép DIN 938 menetes szár végelem szimuláció (Forrás: saját kép)

A menetes szárban ébredő minimális feszültség: $\sigma_{\min}$: 0 MPa

A menetes szárban ébredő maximális feszültség: $\sigma_{\max}$: 100,9 MPa

DIN 938 szabvány szerint 8.8-as szilárdsággal rendelkeznek a menetes szárok, így a folyáshatára 640 MPa, azaz megfelel a terhelésnek. Az oltóanyag tartály tartószerkezetéhez 27 mm átmérőjű menetes szárokat választottam. Ez az a maximális méret, amely a kombájn szerkezeti részeinek átalakítása nélkül beépíthető. Statikus állapotban kisebb átmérő is elegendő lenne, viszont néhány esetben érheti a tartószerkezetet pillanatnyi nagyobb terhelés, például egy hirtelen fékezésnél, vagy szántóföldön, illetve közúton egy nem észrevehető barázdába vagy gödörbe való behajtás esetén. Ezen szempontok alapján a lehetőségek adta legnagyobb teherbírású menetes szárra esett a választásom.

Az egész szerkezetet egy zártszelvényekből álló tartó tartja. A zártszelvények megfelelnek az ISO 10799-2-es szabványnak. A tartószerkezetnek kell az egész rendszer terhelését elviselni, amely együttesen teli tartályok esetén körülbelül 270 kg. A terheléssel szembeni ellenállást ebben az esetben is végelem szimulációval vizsgálom. Felveszem a szimuláció során a rögzítési pontokat és a terhelések helyeit, és ezen paraméterek alapján vizsgálom a tartószerkezet lehajlását.



17. kép Zártszelvény tartószerkezet végelem szimuláció (Forrás: saját kép)

A maximális lehajlás 1,024 mm. Az ilyen kismértékű lehajlás nem okoz jelentős elmozdulást a tűzoltórendszerben, azaz nem fog összeérni a kombájn szerkezeti elemeivel.

4.6 CSAVARKÖTÉS SZÁMÍTÁS

4.6.1 ILLESZTETT CSAVAROK TERHELHETŐSÉGE

A tartályt egyik oldalról 4 db illesztett csavar rögzíti a tartóhoz, ezeknek a csavaroknak kell a tartály súlyának felét tartani, amely körülbelül Newtonban kifejezve 1500 N. A választott illesztett csavar DIN 609-es szabványú, amelynek folyáshatára 640 MPa.

Adatok:

Csavar anyaga		8.8
csavarok száma	z	4
előírt biztonsági tényező	S	5
csavaronkénti nyírt keresztmetszet	k	1

Terhelés F 1500 N

Minimális illesztési átmérő

Nyírófeszültség meghatározása

$$\tau_{meg,ny} = \frac{R_e \times 0,4}{s} = \frac{640 \times 0,4}{5} = 51,2 \frac{N}{mm^2} \quad (86)$$

Illesztési keresztmetszet

$$A_{ill} = \frac{d_s^2 \times \pi}{4} \quad (87)$$

Terhelhetőség

$$F = \tau_{meg,ny} \times A_{ill} \times z \times k \quad (88)$$

Behelyettesítve

$$1500 = 51,2 \times \frac{d_s^2 \times \pi}{4} \times 4 \times 1 \quad (89)$$

d_s-re rendezve

$$d_s = \sqrt{6000 \div 51,2 \times 4 \times \pi} = 3,05 \text{ mm} \quad (90)$$

A minimális illesztési átmérő 3,05 mm lenne, viszont DIN 609-es szabványú csavarból a legkisebb az M8-as méret, melynek illesztési átmérője 9 mm.

4.6.2 OLTÓANYAG TARTÁLYT TARTÓ 4 DB ANYA ELLENŐRZÉSE ÖNZÁRÁSRA

Önzárás abban az esetben valósul meg, mikor a menetemelkedési szög kisebb, mint a menetsúrlódási kúpszög.

Adatok

M27x2 menetes szár

Menetemelkedés P: 2 mm

Súrlódás μ : 0,15

Középatmérő d_2 : 25,701 mm

Kúpszög β : 60°

Menetemelkedési kúpszög

$$\rho' = \tan^{-1} \left(\frac{\mu}{\cos\left(\frac{\beta}{2}\right)} \right) \quad (91)$$

Behelyettesítve

$$\rho' = \tan^{-1} \left(\frac{0,15}{\cos\left(\frac{60}{2}\right)} \right) = 9,8264 \quad (92)$$

Menetemelkedési szög

$$\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{P}{d_2 \times \pi} \right) \quad (93)$$

Behelyettesítve

$$\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{2}{25,701 \times \pi} \right) = 1,4189 \quad (94)$$

Az α értéke kisebb, mint ρ' értéke így megállapítható, hogy a menet önzáró.

4.7 HEGESZTÉS

A hegesztési feladatokhoz AWI hegesztési eljárást választottam a szakirodalmi áttekintés alapján. Gyakorlati hegesztési tudással nem rendelkezem, valamint nyomástartó tartályok hegesztéséhez minősített hegesztői bizonyítvány szükséges, így a hegesztési feladatokat egy AWI hegesztési eljárásra szakosodott céggel fogom elvégeztetni.

5. EREDMÉNYEK

A szakdolgozatom elején célként kitűzött feladatot sikerült megvalósítani. A tűzoltórendszer megtervezésével a gazdaságunkban egy régóta fennálló problémát sikerült megoldani. Egy olyan készüléket terveztem, amely a jelenlegi tűzzel szembeni védekezési lehetőségeinket nagymértékben javítja. Az eddig a kombájn gyárilag elhelyezett 2 db 10 kg-os poroltókészülékekhez képest egy 170 liter oltóanyag kijuttatására képes készüléket sikerült megtervezni. Az elvégzett számítások alapján a legnagyobb 130 l/min térfogatáramánál is 75 másodpercig bír oltóanyagot biztosítani a tűzoltórendszer akár 30 méteres vetőtávolságra. Kötött vízsugár esetén az ilyen nagy működési távolság lehetőséget biztosít arra, hogy a kombájn legnehezebben hozzáférhető helyeinél is tudjunk oltást végezni, amelyet nem lehet pár méteres távolságnál jobban megközelíteni, így egy hagyományos poroltókészülékkel nem tudnánk védekezni a tűz ellen. Számítások alapján megállapítottam, hogy az oltóanyag kijuttatására nyolc bar-os hajtóanyag gáznyomás szükséges. Elvégeztem a nyomásveszteségek számítását a csővezetékrendszerben mind a négy beállítható térfogatáram mennyiség mellett, melyek eredményei a 14. táblázatban láthatóak. Megvizsgáltam továbbá az áramlás jellegét, a számítások alapján turbulens áramlás keletkezik a csővezetékrendszerben, így a habképzés megoldott és nem szükséges erre a feladatra külön részegység beépítése. Az hajtóanyag gáznyomás ismeretében számításokat és végeselem szimulációkat végeztem az oltóanyag tartály falvastagságának megállapítására. Az elvégzett számítások alapján a tartály falának három milliméter falvastagságúnak kell lennie. A tartályok rögzítésére tartószerkezeteket terveztem, melyeket egy központi nagy tartószerkezetre lehet rögzíteni. Az ismert adatok alapján elvégeztem az oltóanyag tartály tartóinak végeselem szimulációját a bennük ébredő feszültség megállapítására, és ezáltal a tartószerkezet megfelelőségének ellenőrzésére. Ezt a szimulációt elvégeztem a központi fő tartószerkezetre is. Végezetül csavarkötés számításokat végeztem. Az oltóanyag tartályt tartó illesztett csavarok illesztésiátmérője a szabvány alapján 9 milliméter. Ellenőriztem továbbá az oltóanyag tartályt tartó négy darab anyát önzárásra, amely során megállapítottam, hogy a menetes száraz és az anyák menetemelkedése megfelelő és az önzárás megvalósul.

6. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A későbbiekben szeretnék még további fejlesztéseket végezni a betakarítógépek tűzvédelmének fokozása érdekében. Több fejlesztési ötlet is megfogalmazódott bennem a szakdolgozat elkészítése során. Egyik ilyen irány, hogy a jelenlegi manuálisan üzemeltethető rendszert automatikusan működtetni. A kombájn tűzveszélyes részegységeihez fűvókarendszert kiépíteni hőmérő érzékelőkkel együtt és tűz esetén csak az a fűvóka üzemelne, amelynél az érzékelő túl magas hőmérsékletet érzékelt. Így a rendelkezésre álló oltóanyag csak a szükséges helyre kerülne és a jelenlegi kézzel működtetett rendszerhez képest sokkal gyorsabb oltást tenne lehetővé, mivel már akár az emberi észlelés előtt megkezdődhetne a tűz oltása.

Másik fejlesztési javaslatom egy hőmérő érzékelőkből álló rendszer. A kombájn csapágynál, elsősorban a nagyobb terhelésű és fordulatszámú csapágynál, mint például a cséplődob csapágynál, vagy a szecsázócsapágynál, hőmérő érzékelőket helyeznék el, melyek egy kijelzőn tájékoztatnák a gépkezelőt a pillanatnyi csapághőmérsékletről. Az adatok láttán lehet következtetni a csapágó állapotra és mielőtt túlmelegednének és tüzet is okoznának, akár el lehetne végezni a szükséges karbantartásokat.

A betakarítógépeken kívül ezeket a rendszereket a mezőgazdaságban használatos más gépeken is alkalmazni lehetne. A mai nagyteljesítményű traktorokon elhelyezhető lenne a szakdolgozatomban megtervezett készülékhez hasonló tűzoltórendszer egy kisebb kivitelben. A traktorok jobb oldalán a fülke mellett van elegendő hely egy ilyen berendezés rögzítésére. Így a jövőben tervezem, hogy a gazdaságunkban dolgozó traktorokra tervezek egy ilyen készüléket.

7. ÖSSZEGZÉS

Szakedolgozatom témaötletét egy személyes tapasztalat ihlette. Aratás során a kombájn fékrendszerében tűz keletkezett, és csak a szerencsén múlt, hogy sikerült még a nagyobb károk bekövetkezése előtt megfékezni a tüzet. Világossá vált számomra, hogy ez egy megoldandó probléma, hogy aratáskor egy komolyabb tűzoltókészülék rendelkezésre álljon egy újabb tűz esetén. Se gépi, se munkaerő szempontból nincs kapacitásunk ilyenkor egy traktorból és tartálykocsiból álló gépkapcsolat üzemeltetésére. Végigjártam, hogy jelenleg a piacon milyen megoldások érhetőek el ezen probléma megoldására. Nem találtam olyan megoldást, amely számunkra megfelelő lenne, ezért egy saját készülék megtervezése volt szükséges. A megtervezett készülék egy kettő tartályból álló tűzoltórendszer, amelynek van egy oltóanyag tartálya és egy hajtóanyag tartálya. Működése során a hajtóanyag tartályból a nyomásálló tartályba áramló gáz végzi az oltóanyag kijuttatását egy csőrendszeren keresztül, melynek a végén egy szórófej van, amellyel az oltóanyag a tűzre irányítható. A tervezés során megfelelő helyet kellett választani a kombájnon, ahova rögzíthető a készülék. Az oltóanyag tartály gyártásához megfelelő paraméterekkel bíró acélfajtát választottam. Megterveztem az oltóanyag tartály méretét, falvastagságát. Tartószerkezetet terveztem a tűzoltórendszer felfogatására. Számításokat végeztem a szükséges hajtógáz nyomás megállapítására, és ezáltal a szükséges hajtóanyag gáz mennyiség meghatározására. A megtervezett oltóanyag tartály 170 liter űrtartalmú, ez az a maximális méret, melynek elhelyezése lehetséges anélkül, hogy a gépkezelőt zavarná a kilátásban. A rögzített vezetékrendszerre egy C52-es Storz csatlakozóval egy 20 méter hosszúságú egy col-os tűzoltótömlő rögzíthető, amelynek a végén egy fúvóka van. A cső hossza elegendő, hogy a gép bármely pontján keletkezett tűzhez elérjen. A készülék kialakításának köszönhetően az oltóanyagot a gépkezelő koncentráltan a tűzre tudja irányítani, nem vész kárba oltóanyag. A választott szórófejjel kötött és szórt vízsugár is megvalósítható. Kötött sugár esetén akár 30 méteres vetőtávolság is elérhető, azaz az oltást több méter távolságból lehet végezni, ezáltal a személyi sérüléseket el lehet kerülni, mind a füstmérgezést mind az égési sérüléseket. A percenként kijuttatott oltóanyag mennyiség 17 és 130 liter között változtatható, így a legnagyobb térfogatáram mellett is több mint 75 másodpercig tudunk folyamatosan oltani. A hajtóanyag ellátást egy 10 literes nitrogénpalack végzi, amelyben kettő köbméternyi nitrogén gáz van. A gázt egy nyomáscsökkentőn keresztül nyolc bar nyomásra szükséges csökkenteni. A kiszámolt nyomásveszteségek alapján nyolc bar-os nyomás szükséges az oltóanyag tartályban, hogy a fúvóka hat bar-os üzemi nyomása megvalósuljon. A készülék tervezése során ügyeltem arra, hogy a kombájnon ne kelljen semmiféle átalakítást

elvégezni a tartályok felszereléséhez. Rögzítésekhez csak oldható csavarkötéseket alkalmaztam. A tartószerkezet különböző méretű és vastagságú zártszelvényekből készült, amelynek terhelhetőségét végeelem módszerrel vizsgáltam. Az elkészült tűzoltókészülékről a 3D modell az alábbi képen látható.



18. kép Elkészült tűzoltórendszer 3D modellje (Forrás: saját kép)

SUMMARY

The idea for my thesis was inspired by a personal experience. During harvesting, a fire broke out in the braking system of a combine harvester, and it was only by luck that the fire was contained before major damage occurred. It became clear to me that this was a problem that needed to be solved, so that at harvest time a more serious fire extinguisher would be available in case of another possible fire. We have neither the mechanical nor the manpower capacity to operate a combination of tractor and tanker at this time. I have looked into the solutions currently available on the market to solve this problem. I could not find a solution that would be suitable for us, so I had to design my own device. The apparatus designed is a two-tank fire extinguishing system with an extinguishing agent tank and a propellant tank. In its operation, the gas flowing from the propellant tank to the pressure tank delivers the extinguishing agent through a pipe system with a nozzle at the end to direct the extinguishing agent onto the fire. During the design phase, it was necessary to choose a suitable place on the combine where the

device could be fixed. For the production of the extinguishing agent tank, I chose a steel with suitable parameters. I designed the size and wall thickness of the extinguishing agent tank. I have designed a support structure to hold the extinguishing system. Calculations have been made to determine the required propellant gas pressure and thus the required propellant gas volume. The extinguishing agent tank designed has a capacity of 170 litres, the maximum that can be accommodated without disturbing the operator's view. A 20-metre length of one-inch fire hose with a nozzle at the end can be attached to the fixed piping system using a Storz C52 connector. The length of the hose is sufficient to reach a fire anywhere on the plane. Thanks to the design of the extinguisher, the operator can concentrate the extinguishing agent on the fire without wasting extinguishing agent. The choice of nozzle allows for both bound and sprayed water jets. With a tethered jet, a projection distance of up to 30 metres can be achieved, meaning that extinguishing can be carried out from a distance of several metres, thus avoiding personal injury, both smoke inhalation and burns. The amount of extinguishing agent applied per minute can be varied between 17 and 130 litres, allowing continuous extinguishing for more than 75 seconds at the highest flow rate. The propellant is supplied by a 10 litre nitrogen cylinder containing two cubic metres of nitrogen gas. The gas needs to be reduced to eight bar through a pressure regulator. Based on the calculated pressure losses, a pressure of eight bar is required in the extinguishing agent tank to achieve an operating pressure of six bar for the nozzle. In designing the apparatus, care has been taken to ensure that no modifications are required to the combine to fit the tanks. For the fixings, I have used only removable screw connections. The support structure is made of brackets of different sizes and thicknesses. The 3D model of the completed fire extinguisher is shown in the picture below.

8. IRODALOMJEGYZÉK

1. Fichtinger Gy. (2015) Üzemelő nyomástartó berendezések szilárdsági számítási normái Budapest
2. Halassy G. (2015) Magasnyomású technikák előnyei a tűzvédelemben, Bolyai szemle 4. sz
3. Kári-Horváth A., Pálinkás I., Zsidai L. (2013) Mechanikai technológiák, Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar
4. Krepuska A. I. (2024) Fluorozott és fluormentes oltóhabok vizsgálata, Biztonságtudományi Szemle, VI. évf. 1. sz
5. Lajos T. (1992) Az áramlástan alapjai Budapest
6. Nagy B. (2021) Mezőgazdasági gépek és lehetséges tűzkeletkezési okainak vizsgálata, Védelem Tudomány, VI. évf. 2. sz
7. Pattantyús Á. G. (1959) Gyakorlati áramlástan Budapest
8. Pék L., Szakál Z. (2014) Anyagismeret, gyártástechnológia, Nemzeti Agrárszaktanácsadási, Képzési és Vidékfejlesztési Intézet
9. Pimper L. (2016) Vízmentes tűzoltó hab alkalmazásának kutatása, Védelem Tudomány, I. évf. 1. sz
10. Restás Á. (2014) Égés-és tűzoltáselmélet, Nemzeti Közszerződési Egyetem Katasztrófavédelmi Intézet
11. Siménfalvi Z. [N.a] Nyomástartó edények II. Miskolci Egyetem Vegyipari Gépek Tanszéke
12. Stadler T. (2024) Tűzoltóporok lehetséges hatásai a talajokban található nehézfém-szennyezők mobilitására, Biztonságtudományi Szemle, VI. évf. 1. sz
13. Szabó L. [N.a] Áramlástani alaptörvények, Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet
14. Tűzvédelmi szabványok (2009) Tűzvédelmi Vizsgáló Laboratórium Budapest
15. <https1://www.magro.hu/hu/agrarhirek/cikk/barmikor-kieghet-a-traktor-es-a-kombajn-is-de-van-megoldas-a-vedekezesre/>
16. <https2://www.fieldsfireman.com/>
17. <https3://www.agroinform.hu/gepeszet/te-tudod-mitol-gyulladhat-ki-leggyakrabban-egy-kombajn-vagy-egy-traktor-65857-001>
18. <https4://www.weld.com/>
19. <https5://ocw.mit.edu/courses/2-06-fluid-dynamics-spring-2013/>

20. <https6://www.fogmaker.com/>
21. <https7://www.agrarheute.com/technik/maschinenbrand-loeschanlagen-landtechnik-569113>
22. <https8://cropwatch.unl.edu/2022/preventing-and-responding-combine-fires>
23. <https9://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=B-ZfwAJuNwY>

9. KÉPJEGYZÉK

1. kép Kötött sugár (Forrás: rosenbauer.com)	8
2. kép Porlasztott sugár (Forrás: rosenbauer.com)	9
3. kép Folytonossági törvény (Forrás: Dr. Bessenyei Kornél Áramlástan jegyzet)	17
4. kép Claas Tucano 450 (Forrás: saját kép)	26
5. kép Tartály elhelyezkedése és keresztmetszeti mérete (Forrás: saját kép)	27
6. kép Rögzítési pont (Forrás: saját kép)	27
7. kép Oldalsó rögzítési pont (Forrás: saját kép)	28
8. kép Oltóanyag tartály nyílásai és rögzítési pontjai (Forrás: saját kép)	30
9. kép Rosenbauer RB 99 EN SELECT FLOW (Forrás: fire-shop.sk)	31
10. kép Rosenbauer habfeltét (Forrás: shop.rosenbauer.com)	32
11. kép Rögzített csővezetékek, idomok és gömbcsap (Forrás: saját kép)	34
12. kép Oltóanyag tartályban ébredő feszültség szimuláció (Forrás: saját kép)	50
13. kép Nitrogén gázpalack (Forrás: hegesztestechnika.net)	51
14. kép Oltóanyag tartály tartószerkezete	52
15. kép 1-es számú tartóelem végeelem szimuláció (Forrás: saját kép)	53
16. kép DIN 938 menetes szár végeelem szimuláció (Forrás: saját kép)	54
17. kép Zártszelvény tartószerkezet végeelem szimuláció (Forrás: saját kép)	55
18. kép Elkészült tűzoltórendszer 3D modellje (Forrás: saját kép)	61

10. ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra Tűz kialakulása (Forrás: Nagy Boglárka Mezőgazdasági gépek lehetséges tűzkeletkezési okainak vizsgálata)	6
2. ábra Moody-diagram, 2 col-os csővezeték csőszűrlődés megállapítása (Forrás: gwpszotar.hu)	36
3. ábra Moody-diagram 1 col-os csővezeték csőszűrlődés megállapítása (Forrás: gwpszotar.hu)	38

11. TÁBLÁZATJEGYZÉK

1. táblázat Habfajták tulajdonságai (Forrás: Dr.STHAMER HAMBURG katalógus)	11
2. táblázat P355NH acél kémiai összetétele (Forrás: gneesteel.com)	29
3. táblázat P355NH acél mechanikai tulajdonságai (Forrás: gneesteel.com)	29
4. táblázat RB 99EN SELECT FLOW technikai adatai (Forrás: rosenbauer.com)	31
5. táblázat STHAMEX class A Classic (Forrás: hesztia.hu)	32

6. táblázat	11. kép 1-es számú csővezetékek kiinduló adatai.....	38
7. táblázat	11. kép 2-es számú egység kiinduló adatai (Forrás: saját adatok)	39
8. táblázat	11. kép 3-as számú cső kiinduló adatai (Forrás: saját adatok).....	41
9. táblázat	11. kép 4-es számú kép kiinduló adatai (Forrás: saját adatok)	42
10. táblázat	11. kép 5-ös számú cső kiinduló adatai (Forrás: saját adatok)	43
11. táblázat	11. kép 6-os számú könyök kiinduló adatai (Forrás: saját adatok)	44
12. táblázat	11. kép 7-es számú cső kiinduló adatai (Forrás: saját adatok).....	45
13. táblázat	11. kép 9-es számú könyök kiinduló adatai (Forrás: saját adatok)	46
14. táblázat	Rendszer nyomásvesztései különböző térfogatáramok esetén (Forrás: saját adatok)	48

NYILATKOZAT

STEINER BALINT (név) (hallgató Neptun azonosítója: 1BMV0W)
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*2}

Kelt: 2024 év 11 hó 5 nap


belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: STEINER BALINT
A Hallgató Neptun kódja: 1BMVOW
A dolgozat címe: Anatómiai - cséplőgépre szerelhető fűszálterelő berendezés
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Műszaki Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Gépek Tanszéke

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és 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 mindenkori szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumba. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumban.

Kelt: Dag 2024 év 11. hó 02. nap

Steiner Balint
Hallgató aláírása

12. Mellékletek

Kezelési útmutató

A készülék működtetése során első lépésként csatlakoztatni kell a tűzoltótömlőt a csőcsonkra. Ezt követően a nitrogénpalack nyakán elhelyezett szelepet kell kinyitni. A nyomáscsökkentő szelep előre beállított nyolc bar nyomáson üzemel, amennyiben nem 8 bar nyomást mutat a mérőóra, egy szelep segítségével be kell állítani a 8 bar-os nyomást. Végezetül a csővezetéken elhelyezett golyóscsap megnyitása után elkezdhető az oltás. A szórófejen kilépő víz sugarát irányítsa a tűzre.

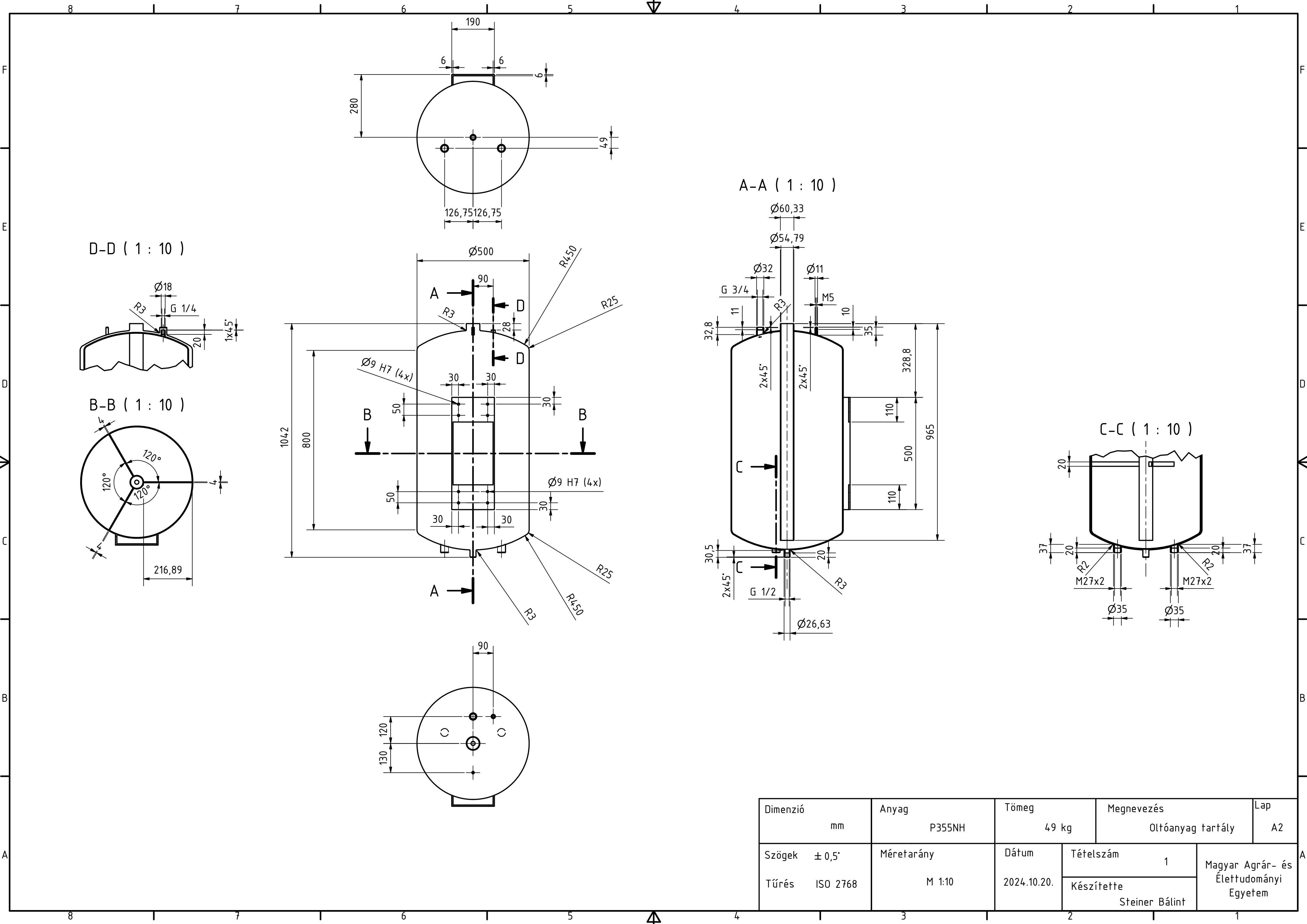
Oltást követően zárja el a nitrogénpalack szelepét. Ezt követően az oltóanyag tartály tetején elhelyezett szelep működtetésével nyomásmentesítse a tartályt.

Karbantartási útmutató

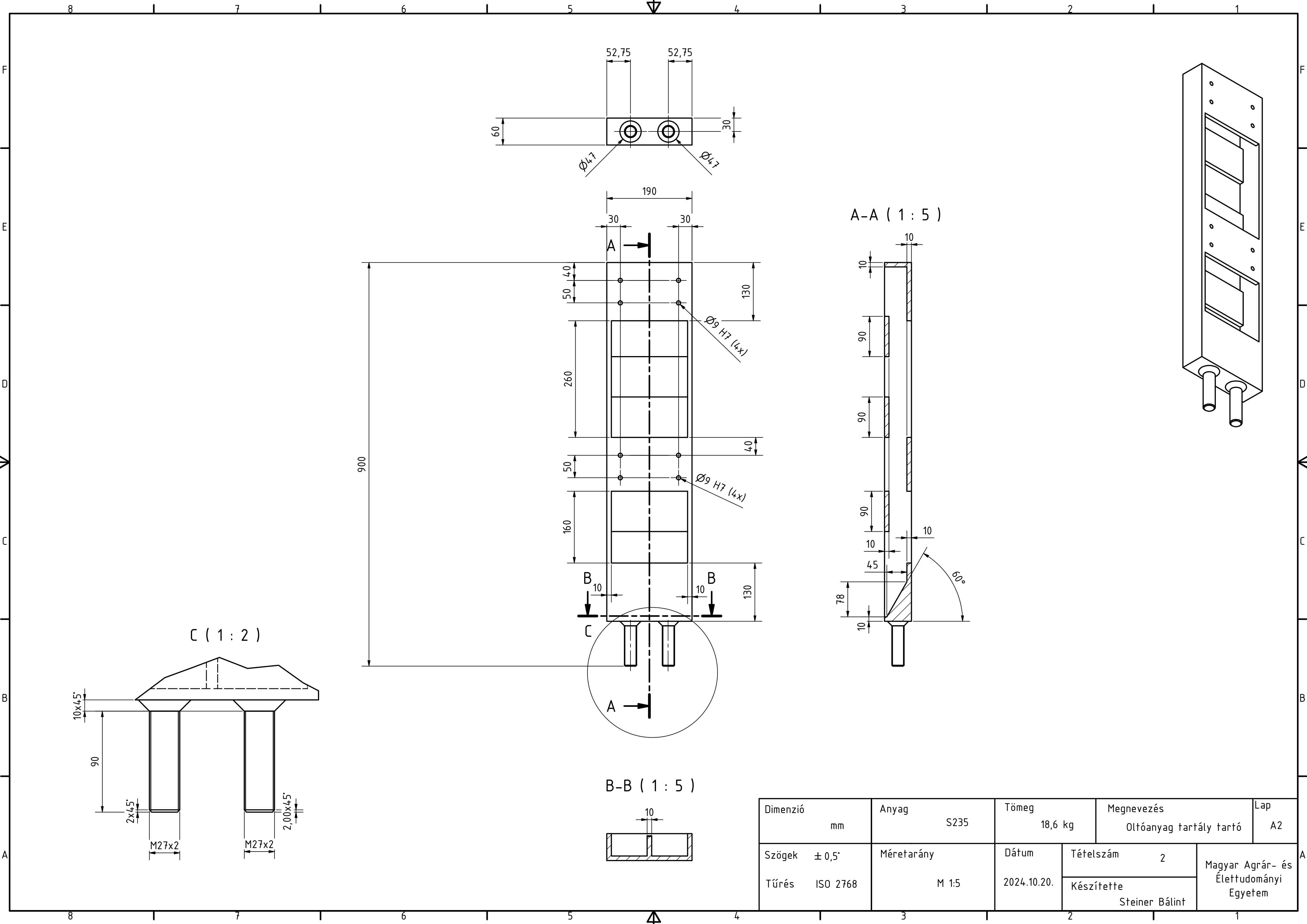
A készülék karbantartása során ellenőrizni kell a csatlakozási pontok szivárgásmentességét, amennyiben szivárgást tapasztal szükséges a menetes csatlakozók meghúzása. Aratási szezon végeztével szükséges leengedni az oltóanyag tartályból a folyadékot.

42	1	-	Pillangókaros golyóscsap	-	CSFH1/2KB
41	4	DIN 609	Illesztett csavar M8	-	25 mm
40	4	DIN 933	M6 csavar	-	20 mm
39	4	DIN EN 24036	Anyá	-	M6
38	8	DIN 126	Alátét	-	6 mm
37	2	DIN 933	M10 csavar	-	60 mm
36	4	DIN 934	Anyá	-	M27x2
35	2	DIN 938	Menetes szár	1	M27x2
34	8	DIN 126	Alátét	-	30
33	4	DIN 4762	M10 csavar	-	20 mm
32	28	DIN 126	Alátét	-	10 mm
31	12	DIN 6331	M10 anyá	-	-
30	2	DIN 933	M10 csavar	-	25 mm
29	1	-	Nitrogén palack	18	H-479500
28	2	558666	Festo egyenes csatlakozó	0,017	NPQM-D-G14-Q10-P10
27	1	-	IWELD DYNAREG nyomáscsökkentő	-	5DRGN23010
26	1	5700360	Festo tömlő	0,035kg/m	PAN-MF-10x1,25
25	2	558713	Festo L-csatlakozó	0,034	NPQM-L-G14-Q10-P10
24	1	153445	Festo biztonsági szelep	0,007	HB-M5-QS-4
23	1	-	Festo gömbcsap	-	QH 3/4
22	1	-	Rosenbauer habfeltét	1	-
21	1	-	Rosenbauer RB 99 EN SF	2	C52-es csatlakozó
20	1	EN14540	Tűzoltósági tömlő	5	1 col
19	1	-	Storz C52	0,5	1 col
18	1	ISO 49	Könyök	0,15	1 col
17	1	9545	Festo gömbcsap	-	QH-1
16	2	S235	Cső rögzítő bilincs	0,03	-
15	2	S235	Cső rögzítő	0,05	-
14	1	DIN 2458	Cső 1020 mm	3,5	Egy oldali menet
13	1	DIN 2458	Cső 150 mm	0,7	1 col
12	2	DIN 2605	Könyök 90°	0,15	1 col
11	1	-	Kúpos szűkítő	0,4	P355NH
10	1	-	Oldalsó rögzítő bilincs	0,3	S235

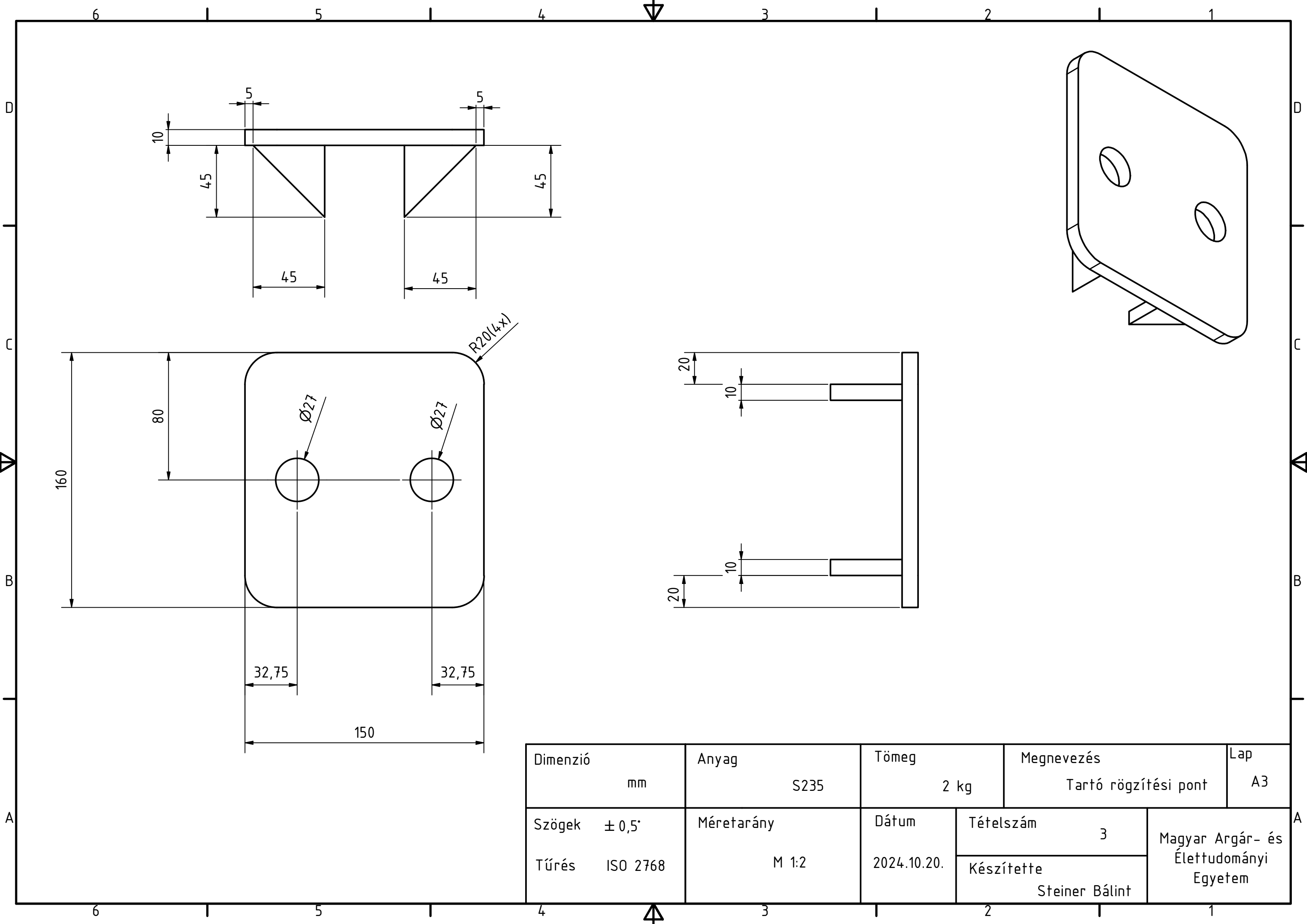
9	1	-	Oldalsó rögzítő	0,6	S235
8	2	-	Nitrogénpalack szorító	0,15	S 235
7	1	-	Nitrogénpalack tartó	2,5	S235
6	1	-	Zártszelvény szerkezet rögzítési pont	4	S355
5	1	ISO 10799-2	Zártszelvény tartószerkezet	156	-
4	1	-	Menetes szár rögzítési pont	2	S235
3	1	-	Tartó rögzítési pont	2	S235
2	1	-	Oltóanyag tartály tartó	18,6	S235
1	1	-	Oltóanyag tartály	49	P355NH
T.sz.	Db	Szabványszám	Megnevezés	Tömeg [kg]	Megjegyzés
Anyag			Tömeg	Megnevezés	Lap
-			-	Tételjegyzék	A4
Méretarány			Dátum	Készítette	Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
-			2024.10.20.	Steiner Bálint	

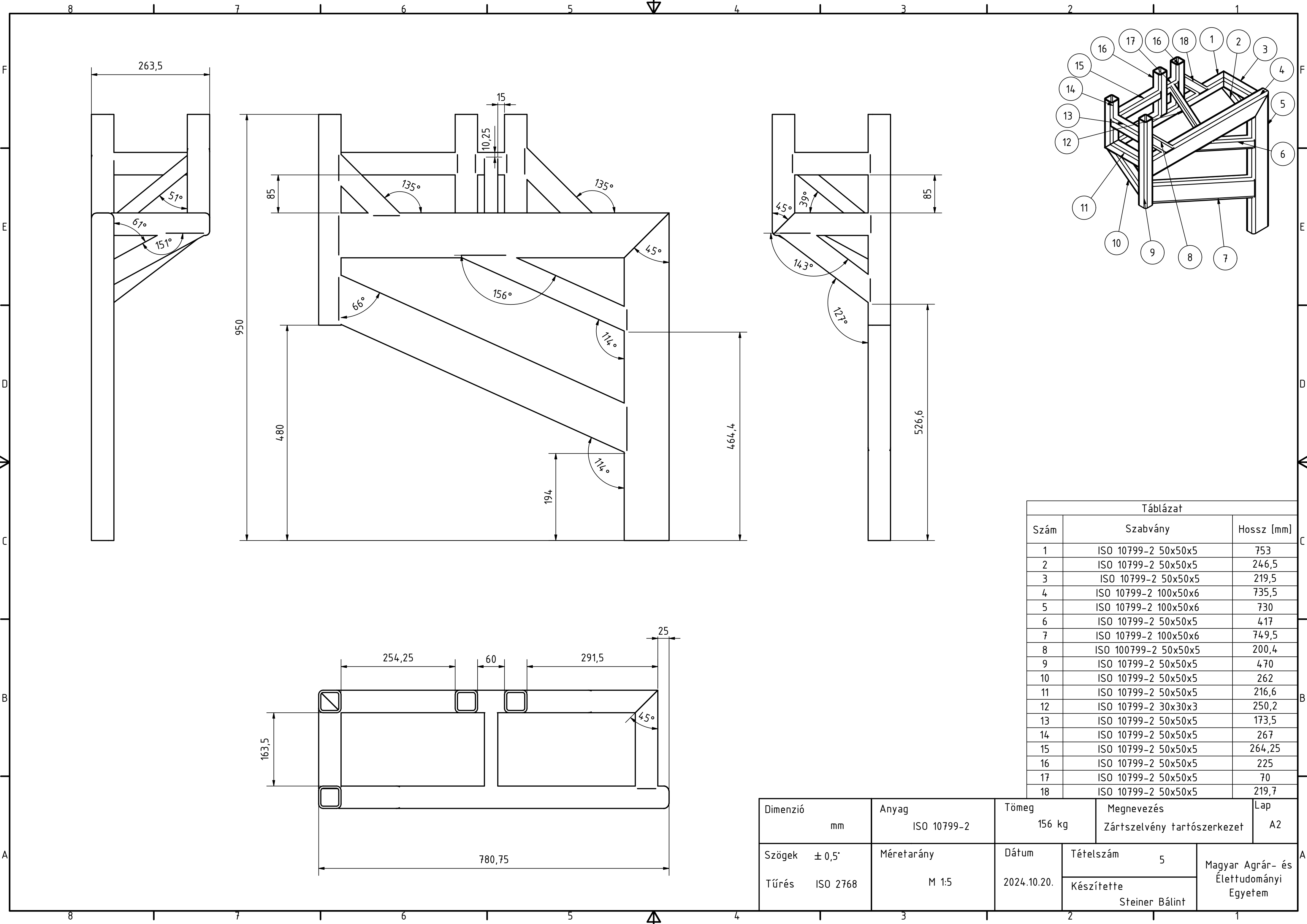


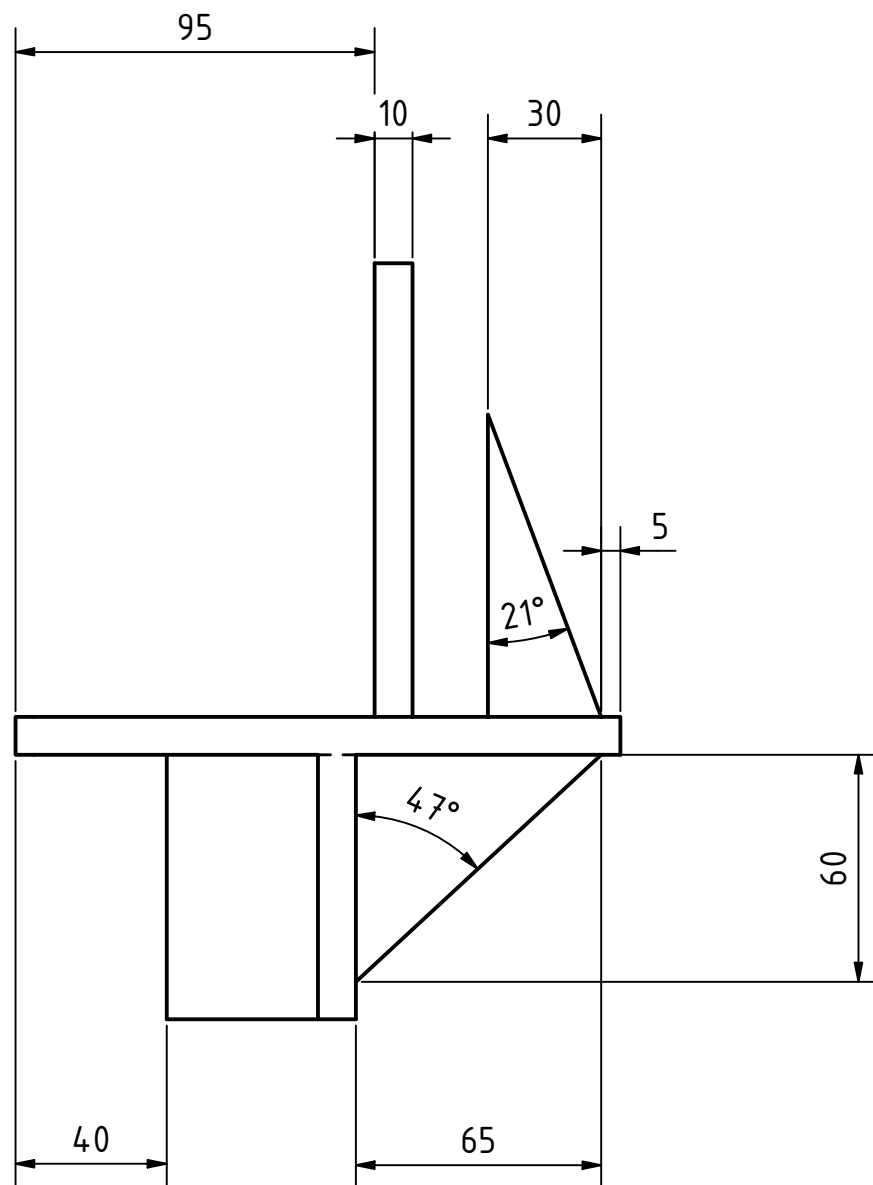
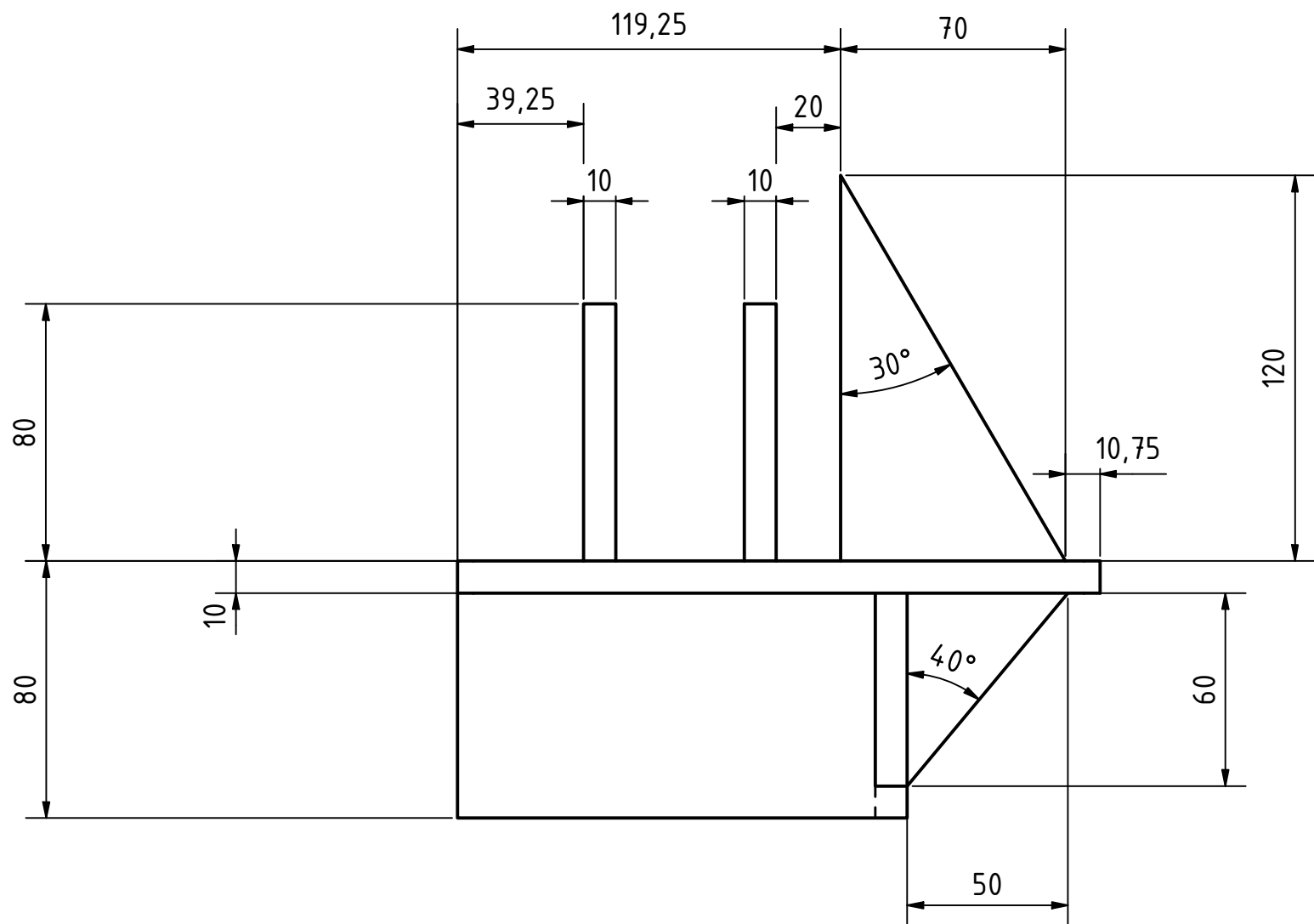
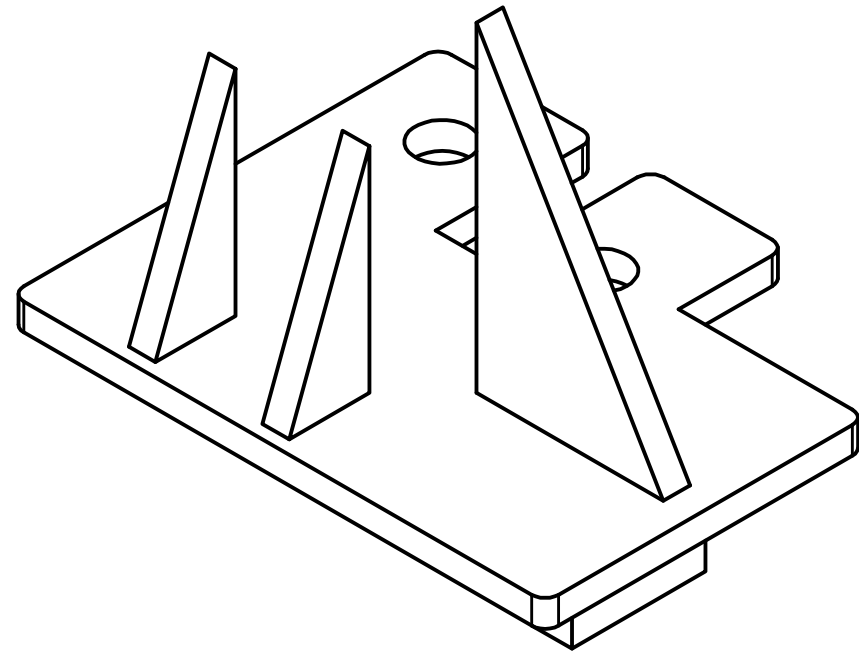
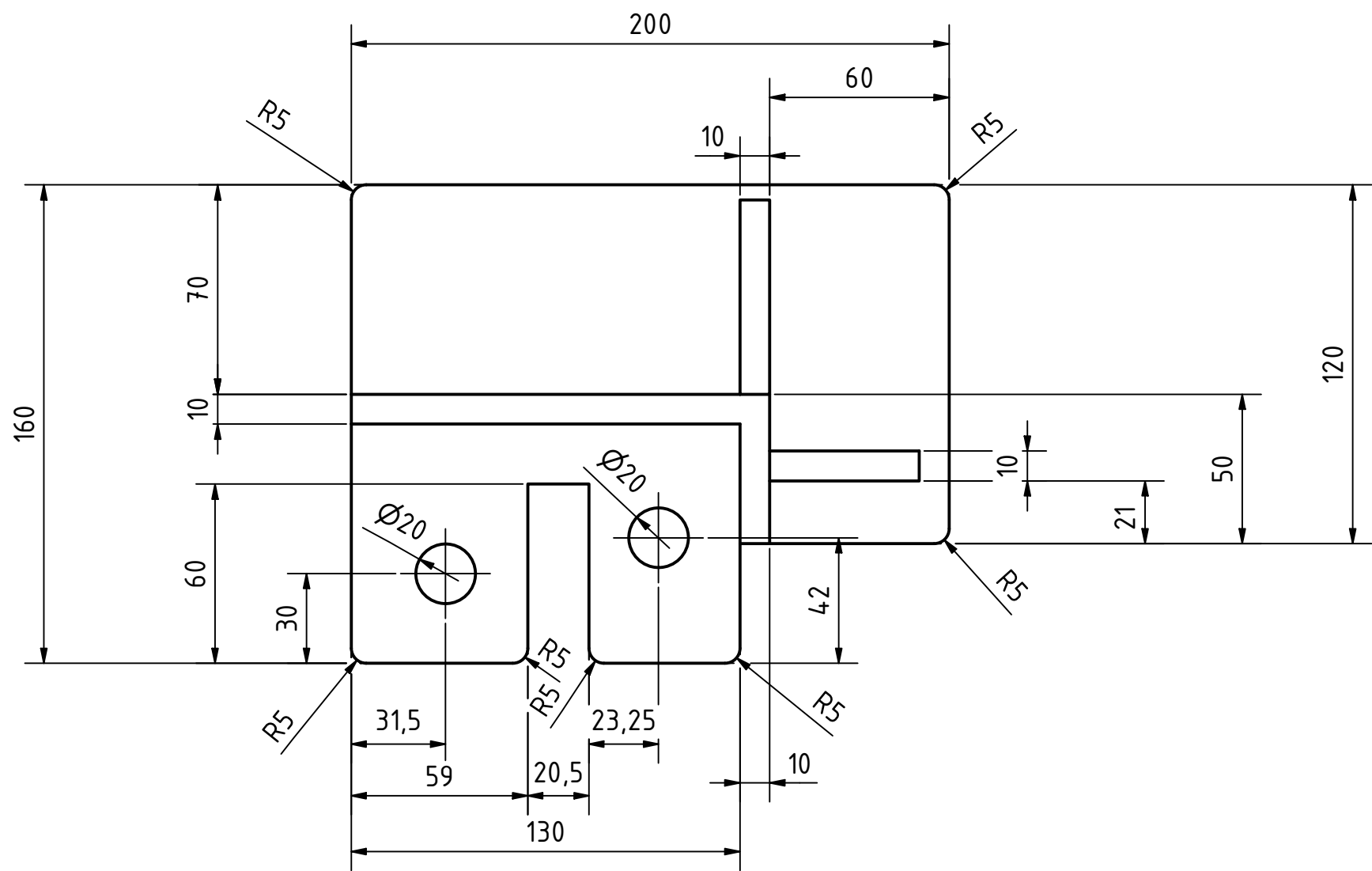
Dimenzió	Anyag	Tömeg	Megnevezés		Lap
mm	P355NH	49 kg	Oltóanyag tartály		A2
Szögek	Méretarány	Dátum	Tételszám	Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem	
Tűrés	M 1:10	2024.10.20.	Készítette Steiner Bálint		



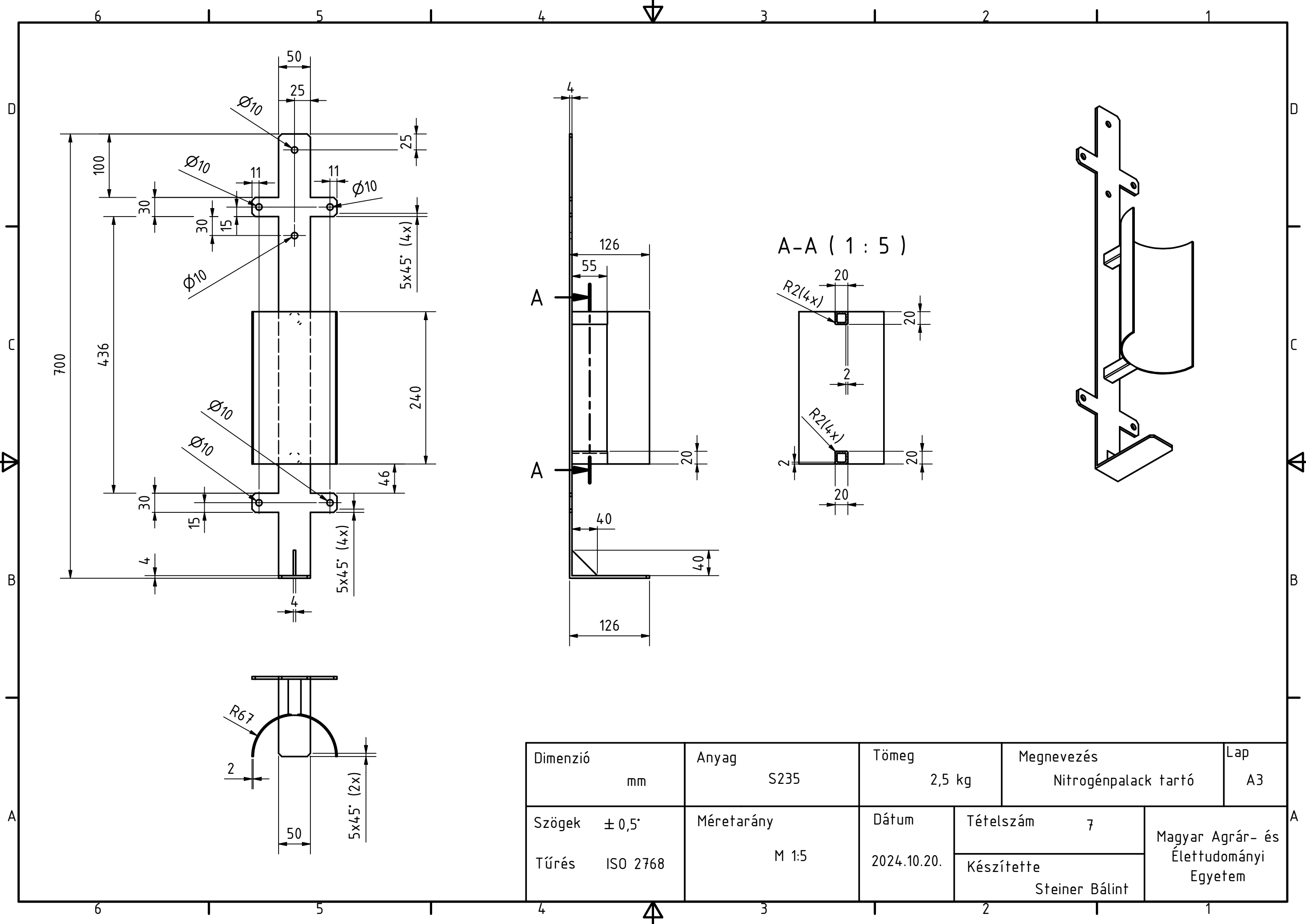
Dimenzió	mm	Anyag	S235	Tömeg	18,6 kg	Megnevezés	Oltóanyag tartály tartó	Lap	A2
Szögek	$\pm 0,5^\circ$	Méretarány	M 1:5	Dátum	2024.10.20.	Tételszám	2	Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem	
Tűrés	ISO 2768					Készítette	Steiner Bálint		

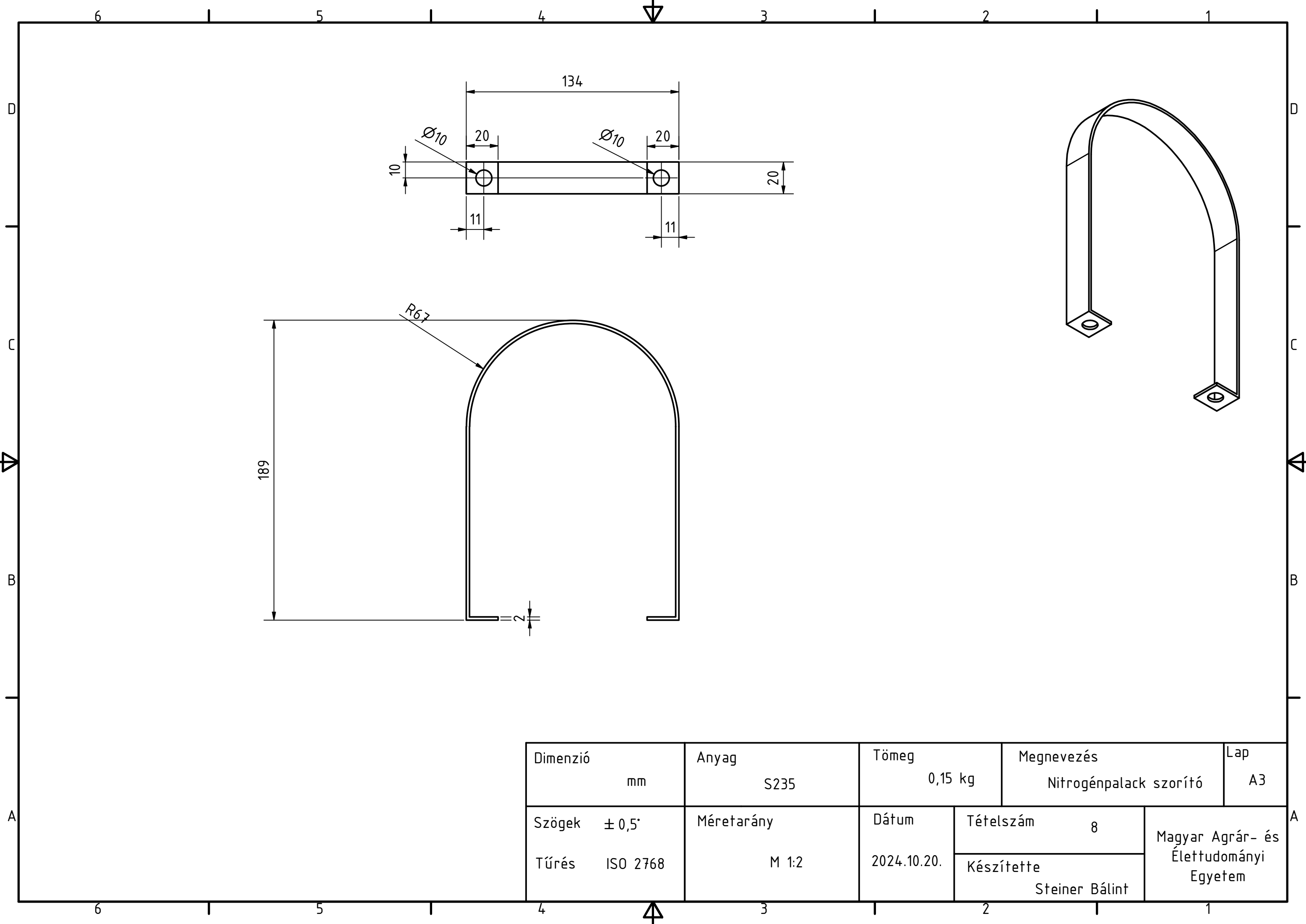




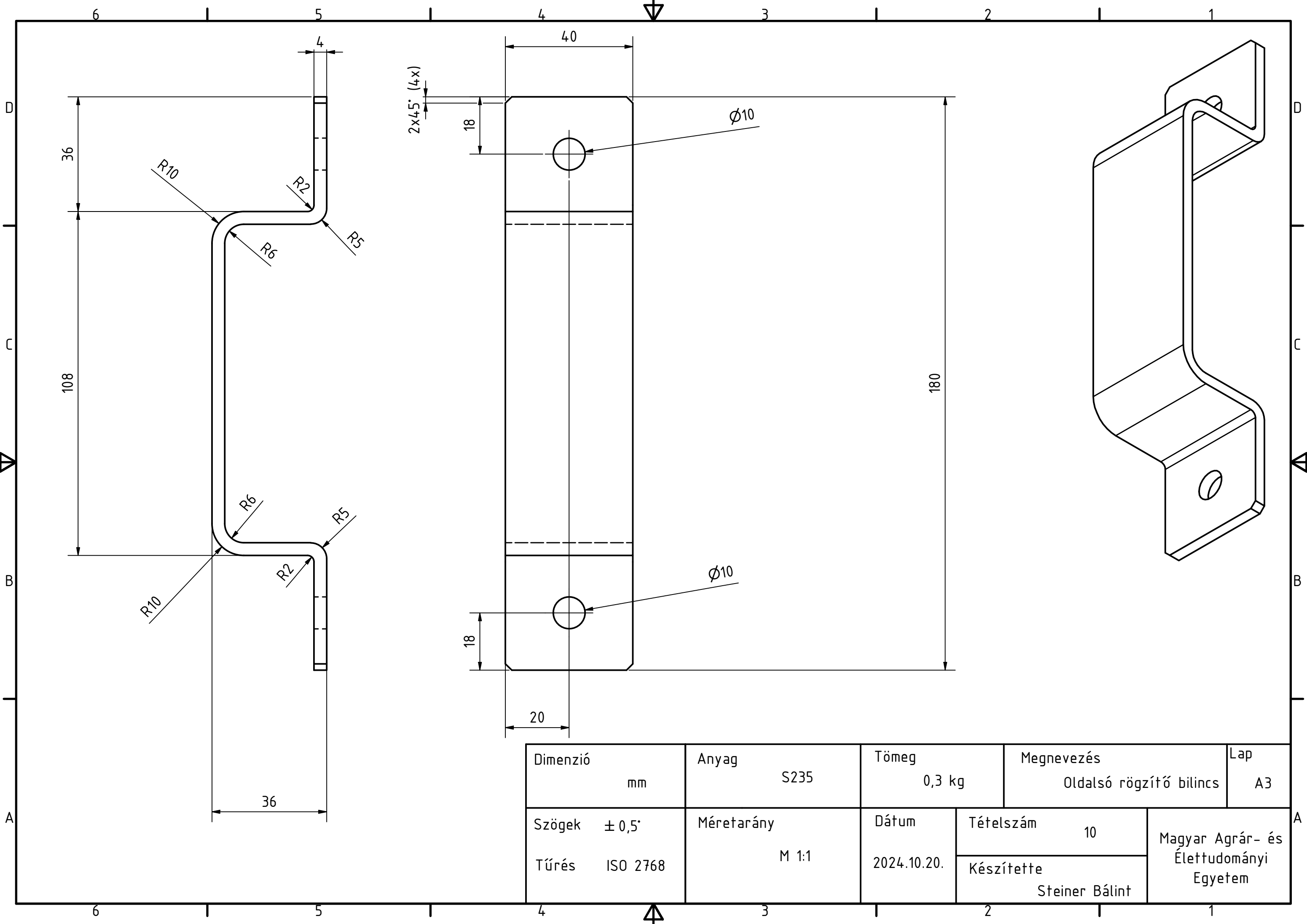


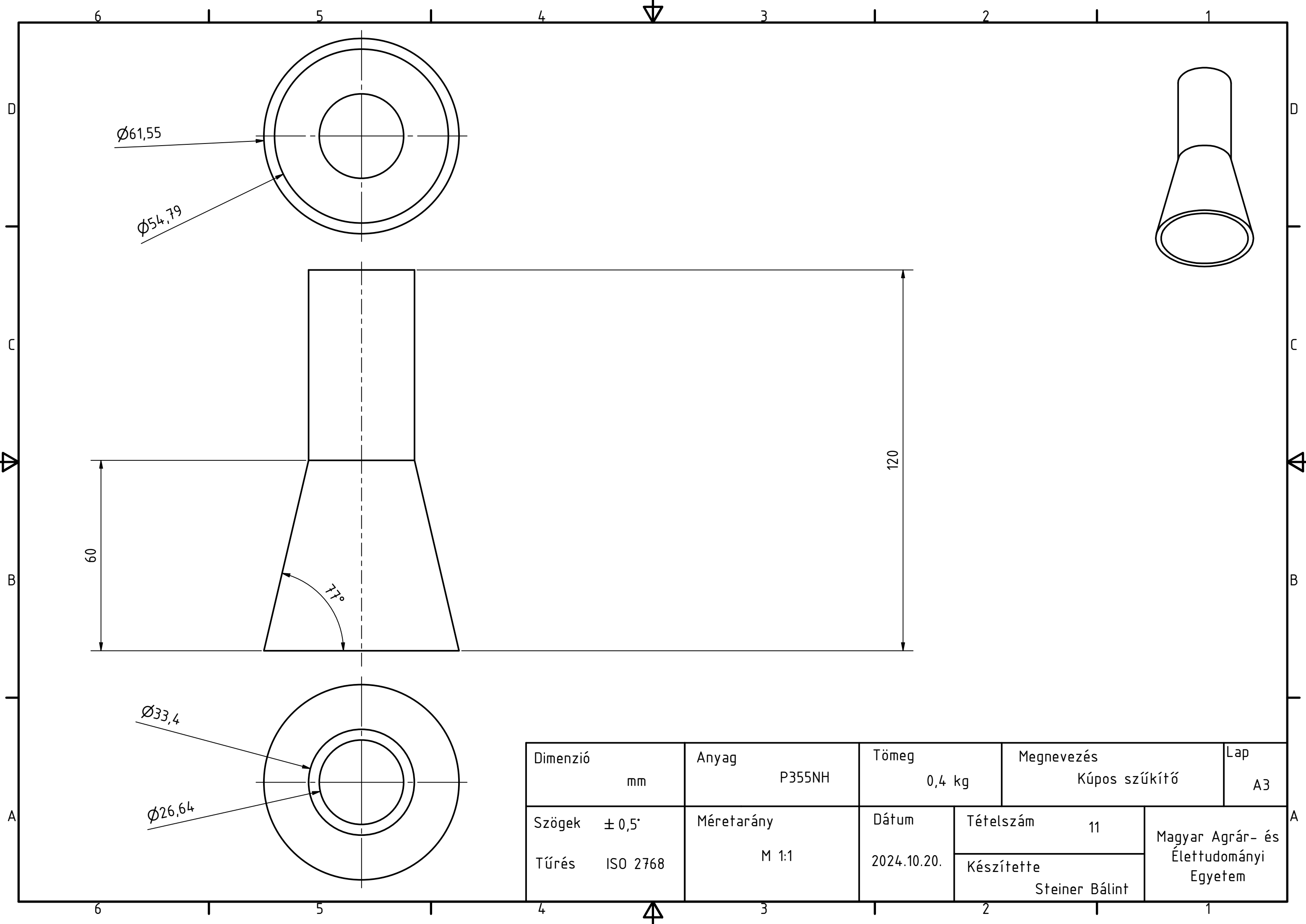
Dimenzió	mm	Anyag	S355	Tömeg	4 kg	Megnevezés	Zártszelvény szerkezet rögzítési pont	Lap	A2
Szögek	± 0,5°	Méretarány	M 1:2	Dátum	2024.10.20.	Tételszám	6	Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem	
Tűrés	ISO 2768					Készítette	Steiner Bálint		

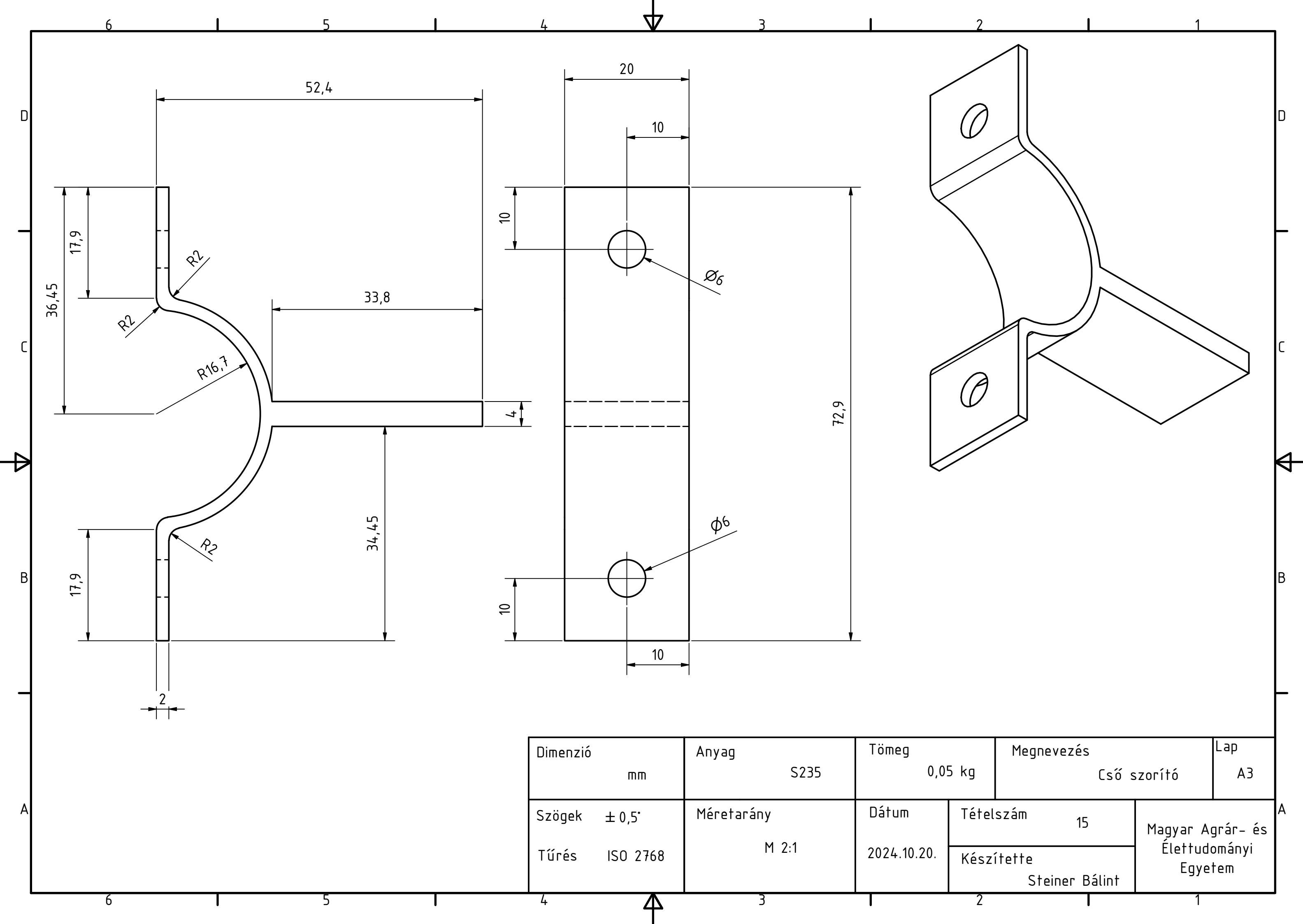


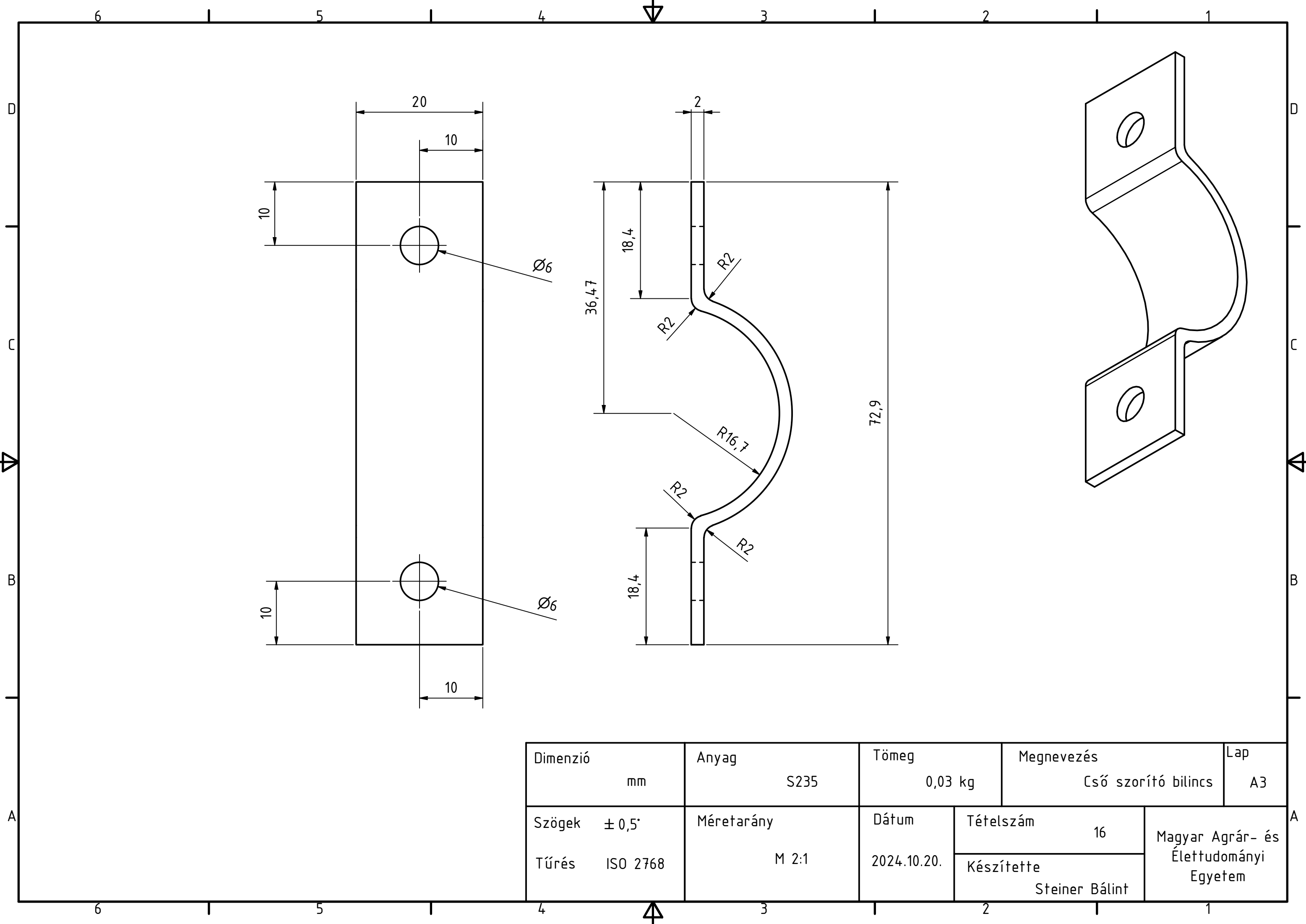


Dimenzió	mm	Anyag	S235	Tömeg	0,15 kg	Megnevezés	Nitrogénpalack szorító	Lap	A3
Szögek	± 0,5°	Méretarány	M 1:2	Dátum	2024.10.20.	Tételszám	8	Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem	
Tűrés	ISO 2768				Készítette	Steiner Bálint			









Dimenzió	mm	Anyag	S235	Tömeg	0,03 kg	Megnevezés	Cső szorító bilincs	Lap	A3
Szögek	± 0,5°	Méretarány	M 2:1	Dátum	2024.10.20.	Tételszám	16	Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem	
Tűrés	ISO 2768				Készítette	Steiner Bálint			