

SZAKDOLGOZAT

Nagy Sándor

2025



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Műszaki intézet
Mezőgazdasági és élelmiszeripari gépészmérnök
alapképzési szak

Univerzális pótsúlyozási rendszer tervezése
szállítókocsikra

Belső konzulens: Dr. Kátai László

Tanszékvezető

Belső konzulens
intézete/tanszéke: **Gépszerkezettani Tanszék**

Külső konzulens: Demeter Dániel István

Kísérleti mérnök

Készítette: **Nagy Sándor**

Gödöllő

2025

Tartalom

1	Bevezetés.....	1
1.1	Téma aktualitása és jelentősége	1
1.2	Célkitűzés	1
2	Cég bemutatás	2
2.1	CLAAS.....	2
2.2	CLAAS Hungária Kft.....	3
3	Arató- cséplőgépek bemutatása.....	4
3.1	Arató- cséplőgépek felépítései	4
3.2	Vágóasztalok	5
3.3	Adapterek	6
3.3.1	Kukorica csótörő adapter	6
3.3.2	Napraforgó adapterek	6
4	Közúti szállítási lehetőségei	7
4.1	Kombájn elején történő szállítás	7
4.2	Szállítókocsival történő szállítás	8
4.3	Vázba integrált szállítórendszer	8
5	CLAAS Szállítókoszók bemutatása	9
5.1	Egy tengelyes szállítókoszók	9
5.2	Forgószámolyos szállítókoszók.....	10
5.3	Összkerék kormányzású szállítókoszók	11
6	Jogszabályi háttér	12
7	Mezőgazdaságban használt pótsúlyozási rendszerek.....	13
7.1	Melső pótsúly	13
7.2	Melső 3 pont emelőszerkezetre szerelhető pótsúly	14
7.3	Kerék súlyok	15
7.3.1	Felnire szerelt súlyok	15
7.3.2	Gumiabroncs feltöltés	15
7.4	Pótkocsikon használt pótsúlyozások	15
7.5	Szállítókoszók használt pótsúlyozások	15
8	Vágóasztalok és adapterek súlypontjai.....	17
9	Szállítókoszók tengely terhelésének számítása	17
10	Követelményjegyzék bemutatása	18
11	Koncepciók bemutatása.....	19
11.1	Alaprögzítések.....	19
11.1.1	1.Alaprögzítés	19

11.1.2	2. Alaprögzítés	20
11.1.3	3. Alaprögzítés	20
11.1.4	4. Alaprögzítés	21
11.2	Súlytartó koncepciók	21
11.2.1	1. Súlytartó	21
11.2.2	2. Súlytartó	23
11.2.3	3. Súlytartó koncepció	23
11.2.4	4. Súlytartó koncepció	24
11.2.5	5. Koncepció	25
12	Koncepció kiválasztásának menete	26
12.1	Alaprögzítés kiválasztása	26
12.2	Súlytartó kiválasztásának menete	28
12.3	A kiválasztás kiértékelése	30
13	Nyertes koncepció bemutatása	32
13.1	Alaprögzítés	32
13.2	Súlytartó	33
14	Méretezés kritikus pontra	35
14.1	U profilú súlytartó méretezése	36
14.2	Menetesszár méretezése	41
14.3	Hegesztések méretezése	46
15	Tárolás/mozgatás bemutatása	50
15.1	Tárolás	50
15.1.1	1. Tároló keret	51
15.1.2	2. Tároló keret	51
15.2	Mozgatás	52
16	Felszerelési példák	53
16.1	T520 Egy tengelyes szállítóközi pótsúlyozása	53
	T521 Forgósámolyos szállítóközi pótsúlyozása	54
	T523 Összkerék kormányzású szállítóközi pótsúlyozása	55
1	Összefoglalás	56
2	Summary	57
17	Köszönetnyilvánítás	58
	Irodalomjegyzék	59
	Ábrajegyzék	61
	Táblázatjegyzék	62
18	Melléletek	62
18.1	1. sz. melléklet	62

18.2	2. sz. melléklet Fel- és leszerelés részletes bemutatása.....	68
18.3	3. sz. melléklet Fel- és leszerelés részletes bemutatása.....	70

1 Bevezetés

1.1 Téma aktualitása és jelentősége

A szállítókocsik segítségével szállítják a vágóasztalokat és adaptereket a munkaterületekre. Az én témám, ezen járművek vizsgálatában meghatározó. A szállítókocsiknak tesztek során a legnagyobb megengedett össztömeggel kell rendelkezniük, ezt a tömeget a ráhelyezett vágóasztallal és betakarító adapterrel nem érik el, ezért pótsúlyozás szükséges, a pótsúlyokat nem mindegy hova helyezjük el, ugyanis a vizsgálatok során fontos hol van a szerkezet súlypontja.

1.2 Célkitűzés

A céloom a CLAAS Hungária Kft. által fejlesztett és gyártott szállítókocsikra egy olyan univerzális pótsúlyozási rendszer kidolgozása, amely rendszerben a pótsúlyok könnyen, gyorsan és a lehető legtöbb helyre elhelyezhetők. A pótsúlyozási rendszer attól válik univerzálissá, hogy a CLAAS teljes szállítókocsi palettáján felhasználható. A pótsúly tervezésénél figyelembe kell venni azt, hogy ezek a súlyok könnyen mozgathatóak és tárolhatóak legyenek.

2 Cég bemutatás

2.1 CLAAS

1913-ban August Claas megalapította saját vállalkozását. Kezdetben testvéreivel saját családi gazdaságukba gyártottak szalmakötő szerkezeteket. A testvérei csatlakozása után "Claas Brothers" néven váltak ismertté. Az 1. ábra 1913-ban létrehozott cégjegyzéket szemlélteti.



1. ábra: Cégbejegyzés (1913)

(Forrás: <https://www.claas.com/en-ne/about-claas/history-light>)

A 2. ábra a Claas testvérek által fejlesztett kötözőfejet szemlélteti, amely a későbbiekben a vállalkozás fő termékévé vált.



2. ábra: CLAAS szabadalom

(Forrás: <https://www.claas.com/en-ne/about-claas/history-light>)

Az első európai kombájnt 1936-ban tesztelték és értékesítették. A kombájn sorozatgyártásra került és 1400 darabot gyártottak.

Napjainkban a vállalat Európa legnagyobb mezőgépgyárává vált arató-cséplőgépek, járvaszecskázók, zöldtakarmány betakarító gépek, kör és nagykocka bálázók terén.

2.2 CLAAS Hungária Kft.

A CLAAS Hungária Kft. Törökszentmiklóson a Kombájn utca 1 cím alatt található meg. Története 1997-ben 350 munkavállalóval és 8 hektár gyárterülettel kezdődött. Először mezőgazdasági munkagépek közül fűkaszákat gyártottak. A folyamatos fejlődésnek köszönhetően régió legjelentősebb gazdasági szereplőjévé nőtte ki magát napjainkra 14 hektár területen és közel 700 munkavállalóval dolgoznak együtt. A Törökszentmiklósi gyárban gabona vágóasztalokat, kukorica adaptereket, vágóasztalszállító kocsikat és ferde felhordókat gyártanak. A magyarországi gyár gyártósorai évente több mint 8000 db CLAAS termék gyártására alkalmasak. A 3. ábra a törökszentmiklósi gyárat madártávlatból mutatja be.



3. ábra: CLAAS Hungaria Kft. telephelye madártávlatból
(Forrás: <https://www.claashungaria.com/company/tortenete>)

A 4. ábra CLAAS Hungáriában gyártott termékeket szemlélteti. A gyártás mellett gabona vágóasztalok, kukorica adapterek és szállító kocsi fejlesztésével és különböző vizsgálataival az egyszerű funkcionális vizsgálatoktól az összetett teljes gépet érintő labor és aratási tesztekkel is foglalkoznak.



4. ábra: CLAAS gabonaasztal, kukorica adapter és szállító kocsi
(Forrás: <https://www.claas.com/hu-hu/mezogazdasagi-gepek/kombajn/c-csigas-vagoasztal>)

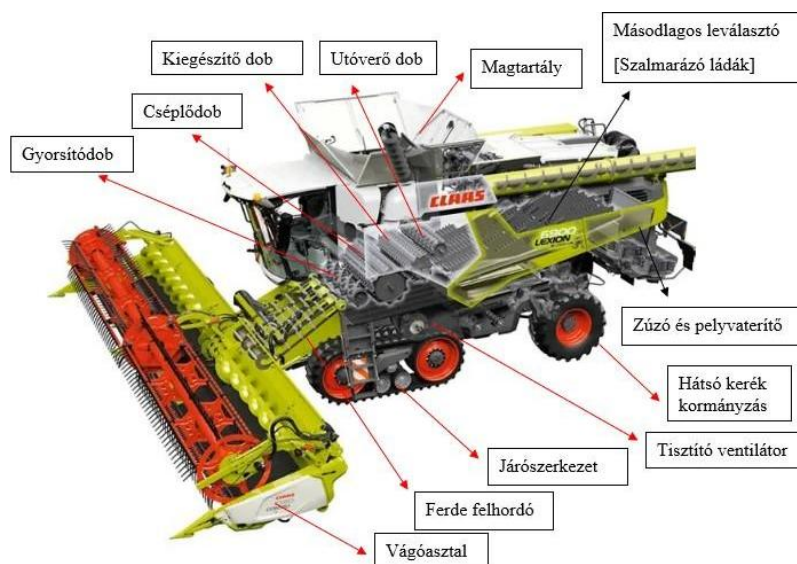
3 Arató- cséplőgépek bemutatása

Az arató- cséplőgépek kalászos gabonák betakarítására lettek kifejlesztve, viszont megfelelő adapterrel és átszerelő készletek használatával alkalmasak más szemestermények betakarítására is. A kalászos gabonákon kívül kukorica, napraforgó, repce, borsó, szójabab és különböző apró magvak egy menetben történő betakarítására is alkalmasak.

3.1 Arató- cséplőgépek felépítései

Az arató- cséplőgépek nagyon komplex és összetett gépek a hagyományos felépítésű gépeknél, amelyet az 5. ábra demonstrál, az elsődleges magleválasztást egy cséplődob és utóverő a másodlagos magleválasztást szalmarázó ládák végzik. Nagy területteljesítményű kombájnoknál hibrid rendszert használnak, a rendszer felépítését tekintve az elsődleges magleválasztó rendszer megmaradt viszont a másodlagos magleválasztást gép hosszirányában elhelyezett egy vagy két darab rotor végzik.

A leválasztott magok rostaszekrénybe kerülnek, ahol először a törekrostára érkeznek. A törekrostán kisebb méretű szalma és szár maradványok távoznak a gépből. Az áthulló magvak és pelyvák pelyvarostára esnek. A rostán áthulló magok magfelhordóhoz érkeznek és az továbbítja a magtartályba. A rostán nem át eső pelyvákat és kicsépeletlen növényeket kalászvisszahordó segítségével a cséplődobhoz érkeznek. A két rosta alá tisztító ventilátor levegőt fúj, hogy megkönnyítse, elősegítse a tisztítás folyamatát.



5. ábra: APS rendszerű arató- cséplőgép felépítése

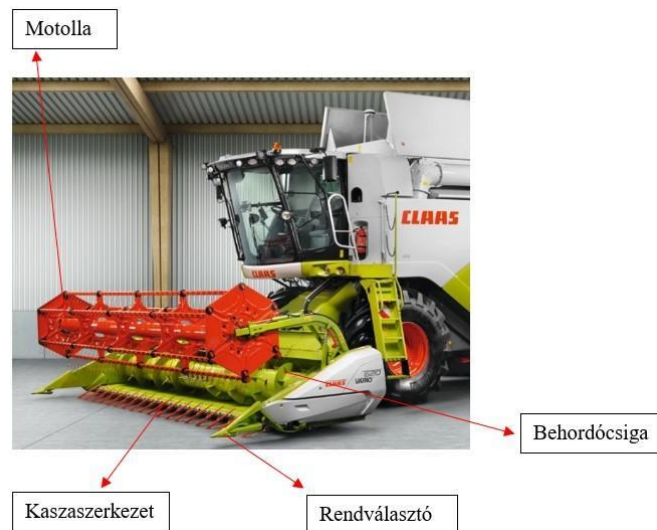
(Forrás: <https://www.claas.com/hu-hu/mezogazdasagi-gepek/kombajn/lexion-6000>)

3.2 Vágóasztalok

A vágóasztalokat főként kalászos gabona, repce és szójabab betakarítására használják. A piacon többféle kialakítású asztalokat találhatunk. Vágóasztalok feladata betakarítandó növény levágása és továbbítása behordóláncokhoz.

A 6. ábra vágóasztal felépítését mutatja be. A két rendválasztó között lévő növényeket kaszaszerkezet elvágja a motolla a levágott növényt megtámasztja és azokat hátra felé tereli a behordószerkezethez. A behordószerkezet behordócsiga vagy szállító szalag. Feladata a levágott növényt jobb és baloldaltól középre hordani.

A behordócsigás vágóasztalokat 3,7-13,8 méter a szállító szalagosokat pedig 7,7-13,8 méter munkaszélességben gyártják, ezeknek a szerkezeteknek szállítása igen nehéz feladat, ezt a problémát és a megoldást következő fejezetben fejtem ki.



6. ábra: Vágóasztal felépítése

(Forrás: <https://www.claas.com/hu-hu/mezogazdasagi-gepek/kombajn/c-csigas-vagoasztal>)

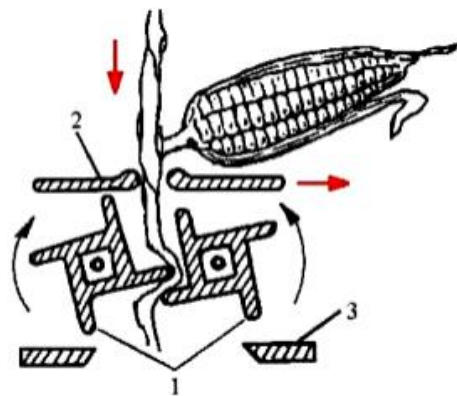
3.3 Adapterek

Az adapterek olyan szerkezetek, amelyek általában egy növény fajta betakarítására alkalmasak például kukorica vagy napraforgó.

3.3.1 Kukorica csőtörő adapter

Az adapter a kukoricacsöveket összegyűjti és letöri, a letört csöveket kombájn ferde felhordójához szállítja. Működési elve egyszerű van két darab törőhenger, ezek a hengerek összefelé forognak és lehúzzák a kukorica szárát. A kukoricacsövek a két törőléc között nem férnek át ezért azon fennakadnak. A letört csöveket füles lánc szállítja a behordócsigához.

A kukorica adaptereket fel lehet szerelni szárzúzó késekkel, amelyek a lehúzott kukorica szárat összedarabolják ezeket a törőhengerek alá szokták felszerelni. A CLAAS 6, 8 és 12 soros adaptereket gyárt. A csőtörő adapter felépítését 7. ábra mutatja be.



7. ábra: Csőtörő adapter felépítése
(Forrás: Szendrő Péter, Mezőgazdasági gépszerkezettan, 2000)

1; Törőhengerek, 2; Törőlécek, 3; Szecskázó kés

3.3.2 Napraforgó adapterek

Két típusú adapter van a behúzó csigás és a behúzó láncos. Kialakításuk szerint lehetnek sor függetlenek és soros adapterek. Vázszerkezetüket tekintve lehet merev vagy összcscukható kialakítású. A behúzó láncos behordóval szerelt adapterek úgy működnek, hogy a kanalas láncok napraforgót száránál fogva behúzzák a forgó és állókések közé, a kések elvágják napraforgó szárát és a növény feje beesik behordócsigához.

4 Közúti szállítási lehetőségei

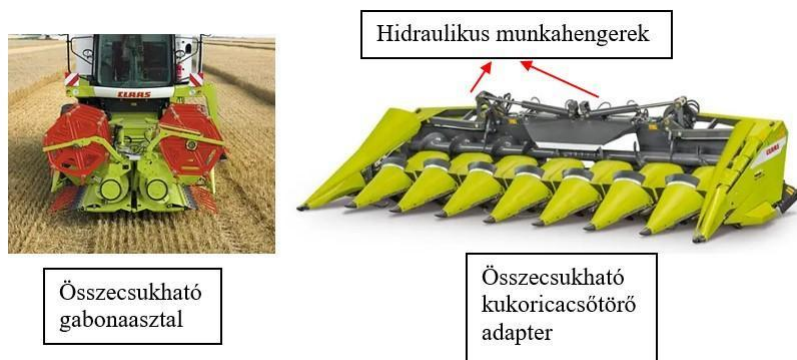
A betakarítógépek munkaszélességük fejlődésük során rohamosan nőttek, ennek köszönhetően közúton történő szállítás egy olyan problémává vált, amelyet meg kellett oldani. A szállításra több megoldás is létezik.

4.1 Kombájn elején történő szállítás

A kombájn elején 3 méternél nem nagyobb munkaszélességű vágóasztalokat és adaptereket összecsuksukás nélkül lehet szállítani. A kis munkaszélességű vágóasztalok Magyarország területén nem terjedtek el. Vannak olyan összecsuksukható 3 méternél nagyobb munkaszélességű vágóasztalok és adapterek, amelyeket a kombájn elején szállítanak.

Összecsuksukható gabonaasztalt a CLAAS 4,5 és 5,5 méter munkaszélességben gyárt. A csukás és nyitás hidraulikus rendszer segítségével gyorsan és egyszerűen történik. Összecsuksukva 3 méter szélességű, ez a szélesség lehetővé teszi a szállítókocsi nélküli szállítását. Az összecsuksukható gabonaasztalok hátránya, hogy nagyon korlátozott a munkaszélesség.

Összecsuksukható kukoricacsótörő adapterekből a CLAAS 6 és 8 sorosokat gyárt. Az összecsuksukás és kinyitás két darab hidraulikus munkahenger segítségével történik. A 8. ábra összecsuksukható gabonaasztal és kukoricacsótörő adaptereket szemlélteti.



8. ábra: Összecsuksukható gabonaasztal és kukoricacsótörő adapter

(Források: <https://www.claas.com/hu-hu/mezogazdasagi-gepek/kombajn/c-csigas-vagoasztal>,

<https://www.claas.com/hu-hu/mezogazdasagi-gepek/kombajn/rovio>)

4.2 Szállítókocsival történő szállítás

A betakarítás ideje alatt a szállítókocsik fontos szerepet töltenek be. A nagy munkaszélességű merev vázú vágóasztalokat és adaptereket szállítókocsi használatával juttatják ki a munkaterületekre, a szállítókocsikat kombájnnal vagy traktorral vontatják. Hátrányuk, hogy idő igényes fel és levétele a szállító járműről, illetve a betakarítás ideje alatt a szállító járművet tárolni kell. A 9. ábra egy CLAAS LEXION mutat be, mely T521-es típusú szállítókocsival egy merev vázas gabonavágóasztalt szállít.



9. ábra: CLAAS LEXION 5500 T521 típusú szállítókocsival
(Forrás: CLAAS média)

A szállítókocsik teljes mértékben megfelelnek jogszabályban megfogalmazott követelményeknek. Elvannak látva megfelelő világító berendezésekkel, és szükség esetén fék berendezéssel is.

4.3 Vázba integrált szállítórendszer

Az európai unióban szigorú jogszabályok miatt közúton nem használhatóak. Az unió területén a közúti közlekedésben résztvevő járműveknek 3500 kilogramm megengedett teljes össztömegtől fékrendszerrel kell rendelkezniük és ezek a vágóasztalok, ezt a tömeget elérik. A szállítórendszerrel fékrendszer kialakítása költséges lenne, ezért még fékkel szerelt változatuk nem készült. Amerikában széles körben elterjedten használják. Két darab tengely van a vágóasztal vázára szerelve, a tengelyek lehajtása és a vonórúd beszerelése után vontathatók. Üzemeltetés közben a kerekek támasztókerékként funkcionálnak. Hátrányuk, hogy a vágóasztal vázának a vontatásból adódó terheléseket is el kell viselnie. Előnyük, hogy betakarítás alatt nem kell külön szerkezet tárolásáról gondoskodni, illetve betakarítás befejeztével a nagy területeken nem kell a szállítókocsik után menni, hanem a vágóasztalt egyből szállítási pozícióba lehet szerelni.

5 CLAAS Szállítókocsik bemutatása

CLAAS három féle szállítókocsit gyárt:

- T520 Egytengelyes szállítókocsi
- T521 Forgózsámolyos szállítókocsi
- T523 Összkerék kormányzású szállítókocsi

Általánosan a szállítókocsikról elmondhatóak, hogy gabonaasztalhoz és kukoricacsőtörő adapterhez külön csatlakozási platform van és a platformok cserélhetőek. Ha fék rendszerrel van szerelve az mindenképpen ráfutófék. A ráfutófék mechanikus rudazattal működteti a dobféket, amikor a vontató jármű lassít akkor a szállítókocsi 'rágurul' a járműre és a drótkötél mozdítja a fékkulcsot.

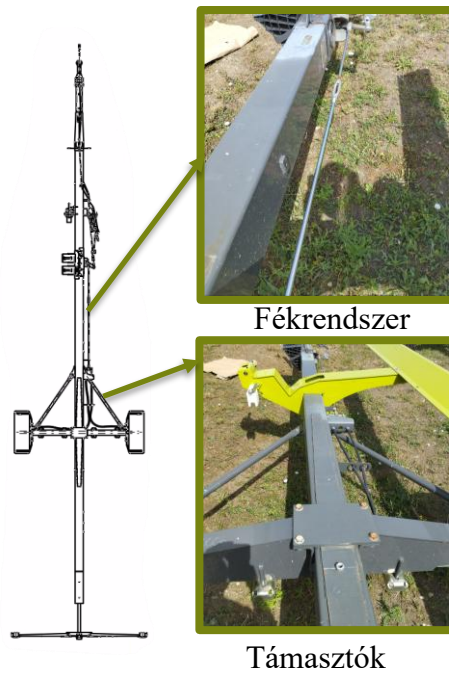
5.1 Egy tengelyes szállítókocsi

A T520-as típusú szállítókocsik egytengelyű kialakításúak fék és fék nélkül is kaphatóak. A T520-as típuson belül két fő típus van S1a és S2a a különbségek és a specifikációkat az 1. Táblázat tartalmazza. A vonószemen keresztül a vontató járműre maximum 200 kilogramm terhelés eshet, ebből adódóan a tömeg jelentős része a tengelyen van. A T520-as szállítókocsi fő váza 150mm x 200mm külső méretű zártszelvényből készül. A pótsúlyok elhelyezését a két darab felvevő, a váz jobb oldalára szerelt fék rudazat és a két darab támasztó rúd nehezíti meg, ezeket a 10. ábra szemlélteti. A felvevők azok a szerkezeti elemek, melyekre a vágóasztalokat helyezik.

1. Táblázat: T520 típusú szállítókocsik specifikációi

(Forrás: Saját készítés)

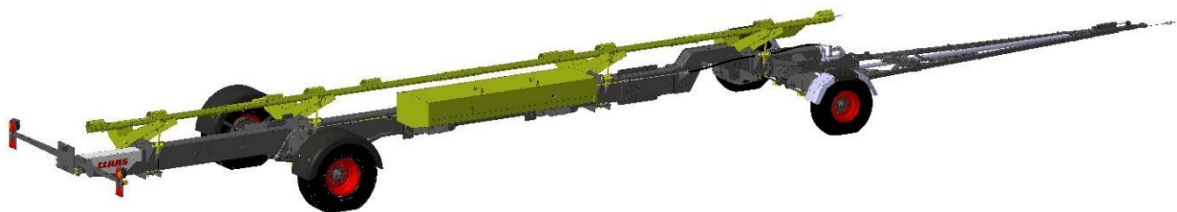
Szállítókocsi típus	Szállítható vágóasztal szélesség [m]	Maximális teljes össztömeg [kg]	Maximális vontatási sebesség	Fékkal szerelt
520 [S1a]	3,7-4,9	2500	25 km/h	Nem
520 [S2a]	5,0-7,7	4000	Fék nélkül 25km/h Fékkal 40 km/h	Opcionális



10. ábra: T520-as szállítókocsi kialakítása
(Forrás: Saját készítés)

5.2 Forgózsámolyos szállítókocsi

A 11. ábra szemlélteti a T521-es típusú szállítókocsit, amely forgózsámoly kialakítású, szembetűző jellemzője, hogy az első tengelyre szerelt kerekek kisebb méretűek, mint a hátsó tengelyen lévők, a második jellemző, hogy fordulásközben az első kerék el kell, hogy férjen így a vázban úgynevezett hattyúnyak van kialakítva, ezzel biztosítva a 90°-os elkormányzást. A T521 szállítókocsi fő váza 180mm x 260mm külső méretű zártszelvényből készül, ennél a típusnál pótsúly elhelyezését a hattyúnyak kialakítás nehezíti meg. A fékrendszerre szerelt változatoknál a rudazata a váz jobb oldalának a tetejére van szerelve, amely azt jelent, hogy a pótsúly tartóját a váz tetejére úgy kell rögzíteni, hogy azt meg kell emelni vagy a váz aljára és oldalára kell rögzíteni. A hátsó híd ennél a típusnál is megvan támasztva két darab rúddal. Felszereltségét és opcionálisan választható lehetőségeket 2. Táblázat tartalmazza.



11. ábra: T521 típusú szállítókocsi
(Forrás: CLAAS média)

2. Táblázat: 521 típusú szállítókocsi specifikációi
(Forrás: Saját készítés)

Szállítókocsi típus	Szállítható vágóasztal szélesség [m]	Maximális teljes össztömeg [kg]	Maximáli vontatási sebesség	Fékkal szerelt
521	7,7-13,8	5500/7000	Fék nélkül 25 km/h Fékkal 40 km/h	Opcionális

5.3 Összkerék kormányzású szállítókocsi

A szállítókocsi előnye, hogy kis ívű megfordulásra alkalmas. A hátsó tengelyt teljesen mechanikusan kormányozza. A T523-as típusú szállítókocsit könnyen meglehet különböztetni a többi CLAAS szállítókocsitól, mivel kerekei egyforma méretűek és a fő vázon végig látszik az összkerék kormányzás mechanikus irányításának rudazata, illetve a hátsó tengelyen kormányösszekötő és irányzókar. A kormányzás rudazata a váz jobboldalán található és ez nehezíti a pótsúly felszerelését. A fékkal szerelt szállítókocsiknak a rudazata váz baloldalára van felszerelve. A T523-as típusú szállítókocsi paramétereit a 3. Táblázat tartalmazza, illetve a kialakítását a 12. ábra demonstrálja.

3. Táblázat: 523 típusú szállítókocsi specifikációi
(Forrás: Saját készítés)

Szállítókocsi típus	Szállítható vágóasztal szélesség [m]	Maximális teljes össztömeg [kg]	Maximáli vontatási sebesség	Fékkal szerelt
523	9,3-13,8	7000/7600	Fék nélkül 25 km/h Fékkal 40 km/h	Opcionális



12. ábra: T523 típusú szállítókocsi

(Forrás: CLAAS média)

6 Jogszabályi háttér

Ebben a fejezetben magyarországi és európai uniós jogszabályi háttérrel szeretném bemutatni. Dolgozatom szempontjából azért fontos ismerni a jogszabályi háttérrel, mert ezek részletesen leírják milyen követelményeknek kell megfelelniük a vontatmányoknak. A pótsúlyokat, olyan tesztekhez használják, amelyek során azt vizsgálják közúti közlekedésre alkalmas lesz-e a szállítókocsi, mint például a fékrendszer minősítő vizsgálat. A vizsgálat során alkalmazott vontatási sebességek és fékezések során a pótsúlyoknak helyükön kell maradniuk, ezeket a sebességeket a gyártó határozza meg. A legyártott szállítókocsik csak abban az esetben vontathatóak közúton, ha a vonatkozó jogszabályoknak teljes mértékben megfelelnek. A könnyebb megértés érdekében a fejezet elején ismertetem a fontosabb definíciókat.

Közút: Minden út, amely nem magán út az közútnak számít ideértve a földutat is.

Mezőgazdasági vontatmány: Olyan vontatmány, amelyet mezőgazdasági vontató, lassú jármű vagy mezőgazdasági erőgép vontat, teherszállításra nem alkalmas, azaz munkagép és közúti közlekedésben részt vesz.

Saját tömeg: A munkavégzésre teljesen felszerelt munkagép tömege.

Műszakilag megengedett legnagyobb össztömeg: Az a tömeg, amelyet a gyártó maximális értéként meghatároz, a szerkezet, a fékrendszer és a tengelyterhelések figyelembe vételével.

Jogszabály két csoportra osztja a vontatmányokat, ezeket a csoportokat megengedett legnagyobb össztömegek szerint határozták meg:

- S1: megengedett teljes össztömeg kevesebb, mint 3500 kg
- S2: megengedett teljes össztömeg több, mint 3500 kg

5/1990 (IV. 12.) KöHÉM rendelet II. fejezete szerint egy sorozatgyártásban lévő munkagép csak akkor helyezhető forgalomba, ha típus bizonyítvánnyal rendelkezik. A bizonyítványt akkor kapja meg, ha műszaki, közlekedésbiztonsági, környezetvédelmi és munkavédelmi követelményeknek teljes mértékben megfelel.

6/1990 (IV. 12.) KöHÉM rendelet szabályozza, hogy a ráfutóféket mekkora tömegig lehet használni. A jelenleg gyártott szállítókocsik minden esetben ráfutó fékrendszerrel vannak szerelve. A rendelet szerint mezőgazdasági vontatmányok esetében maximum 8000 kg megengedett legnagyobb össztömegig lehet alkalmazni ráfutóféket. A rendeletben meg vannak határozva a maximális vontatási sebességek is. Ha nem minden kerék van felszerelve fék rendszerrel akkor 30 km/h a maximális vontatási sebesség. Ha minden kerék fékkel van felszerelve a maximális vontatási sebesség 40 km/h.

A szállítókocsik európai unióban való értékesítéshez és forgalomba helyezéshez EU-típusbizonyítvány szükséges, ennek a bizonyítvány megfeleléséhez szükséges szabályokat a 167/2013 EU rendelet taglalja.

7 Mezőgazdaságban használt pótsúlyozási rendszerek

A mezőgazdaságban sok helyen használnak pótsúlyokat. A pótsúlyok használatával érik el a megfelelő tömegelosztás és tengely terhelést.

7.1 Mellső pótsúly

A mezőgazdasági erőgépeken leggyakrabban a mellső pótsúly rendszert használják, ahogy azt a 13. ábra is szemlélteti.



13. ábra: Mellső pótsúlyozású traktor

(Forrás: <https://www.claas.com/hu-hu/mezogazdasagi-gepek/traktorok>)

A rendszer felépítését tekintve van egy pótsúly tartó váz és erre a vázra kell felakasztani a súlyokat. A súlyok általában öntöttvasból készülnek, előnyük az, hogy a súlyokat külön-külön kell felpakolni és nem egy nagy súlytömb van, ezért könnyen felszerelhető a megfelelő tömeg.

7.2 Mellső 3 pont emelőszerkezetre szerelhető pótsúly

A mai modern mezőgazdaságban traktorok felszereltségét tekintve elterjedt a fronthidraulikák használata. A fronthidraulika a traktor elejére szerelt hárompont felfüggesztés, amelyre különböző munkagépeket tartályokat és súlyokat lehet akasztani. A frontsúlyokat 200-2000 kg tartományban gyártják 100 kg-os lépcsővel. Előnyük a gyors és egyszerű fel és le szerelhetőség. Hátrányuk a tömegükből adódóan, hogy rakodógéppel vagy targoncával mozgathatóak és tárolás szempontból sok helyet foglalnak. A 14. ábra front súllyal szerelt mezőgazdasági erőgépet illusztrál.



14. ábra: Fronthidraulikára szerelhető pótsúly

(Forrás: <https://www.claas.com/hu-hu/mezogazdasagi-gepek/traktorok>)

7.3 Kerék súlyok

A kerék súlyozási rendszereket két részre lehet bontani felnire szerelt és a gumiabroncs feltöltésre.

7.3.1 Felnire szerelt súlyok

Öntöttvasból szoktak készülni és a felni külső, belső felére is fel lehet szerelni. Nagyon sokféle tömegben és méretben készülnek. A felnire csavarkötéssel rögzíthető. Hátrányuk, hogy nehéz mozgatni őket és felszerelésük időigényes. A súlyokat csak szükség esetén szokták leszerelni. A 15. ábra külső keréksúllyal szerelt mezőgazdasági erőgépet mutat be.



15. ábra: Külső keréksúllyal szerelt traktor

(Forrás: <https://www.claas.com/hu-hu/mezogazdasagi-gepek/traktorok>)

7.3.2 Gumiabroncs feltöltés

A gumiabroncsot vízzel vagy speciális fagyálló folyadékkal maximum 75%-ig feltöltik, ezzel növelve a traktor tömegét. Hátránya defekt esetén nehéz kiszerezni és mozgatni a kereket. A feltöltés során a szelepet legmagasabb pontba állítják és kicserélik egy folyadék betöltőre. Feltöltés után vissza szerelik a szelepet.

7.4 Pótkocsikon használt pótsúlyozások

Pótkocsikat csak különleges esetekben pótsúlyozzák, mint például tesztek során vagy tanuló traktorok pótkocsijait. Az oktatás során megvan határozza mekkora össztömeggel kell rendelkeznie a vontatmánynak. Legegyszerűbben pótsúlyként a pótkocsikra megfelelő mennyiségű sódert rakodnak fel. A pótsúlyozás másik megoldása, hogy beton gerendákat rögzítenek a platóhoz. A rögzítést vas kengyelek használatával szokták megoldani.

7.5 Szállítókocsikon használt pótsúlyozások

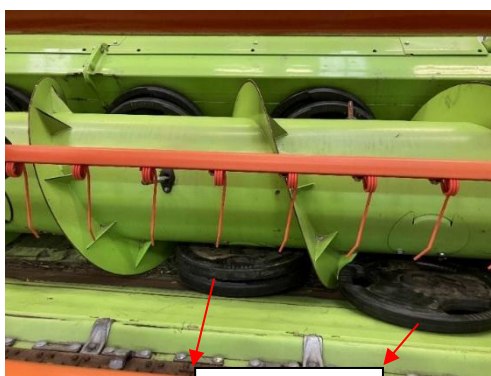
A CLAAS Hungária Kft.-nél szállítókocsi teszteléséhez két féle pótsúlyozást használnak az egyik megoldást a 16. ábra szemlélteti, piros vonallal jelöltem a felszerelt súlyok körvonalát, az acéllemezekből kivágott súlyokat menetesszárakkal rögzítik a szállítókocsi fő vázához.



16. ábra: Szállítókocsi súlyozása
(Forrás: Saját készítés)

A rendszer előnye, hogy masszívan rögzítve vannak a súlyok, szóval tartós vontatási teszteknel is lehet használni. Hátrányuk abban rejlik, hogy nehezen felszerelhetőek és mozgathatóak, ha a teszt során arrébb szeretnék helyezni a súlyokat az átszerelés időigényes munkafolyamat.

A másik módszert a 17. ábra mutatja be, ahol a vágóasztalba pakolnak súlyokat, a rendszer hátránya súlyok nincsenek rögzítve és tartós üzemi és fék tesztek során elmozdulnak, ezáltal a teszt ideje alatt megváltoznak a tengely terhelések. A rendszer előnye, hogy kézzel könnyen mozgathatóak, illetve tárolásuk sem okoz problémát.



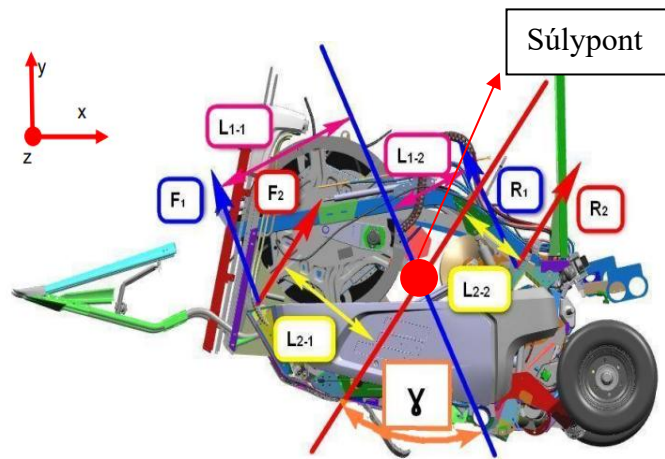
Pótsúlyok

17. ábra: Vágóasztal pótsúlyozása
(Forrás: CLAAS média)

8 Vágóasztalok és adapterek súlypontjai

A szállítókocsikat vágóasztalokkal és adapterekkel együtt szokták tesztelni, ezért fontos tudnunk azok súlypontjait. A súlypont helyének meghatározására CLAAS-nál többféle szabványt dolgoztak ki, ezeket a szabványokat 1.sz. melléklet tartalmazza. A melléklet részletesen tartalmazza a vágóasztalok és adapterek súlypontjainak mérésének leírását.

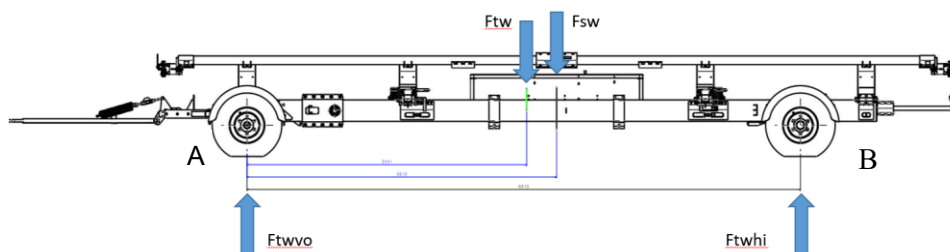
A gyakorlatban a súlypont mérése során a vágóasztalokat felemelik az emelési során az emelési pontoknál mérik a tömegeket, illetve a függőlegestől való eltérés szögét, majd ezek adatok alapján kiszereztkik a súlypont helyét. A 18. ábra szemlélteti a már a megmért és kiszereztkett súlypontot a piros pont jelzi a pontos helyét.



18. ábra: Megmért és kiszereztkett súlypont
(Forrás: CLAAS dokumentáció)

9 Szállítókocsi tengely terhelésének számítása

Ebben a fejezetben a szállítókocsi tengelyterhelésének kiszámítását szeretném bemutatni. A 19. ábra szemlélteti a szállítókocsira ható erőket és azok irányát.



19. ábra: Szállítókocsira ható erők
(Forrás: CLAAS saját dokumentációja)

„A” pontra felírva a nyomaték egyensúlyi egyenlet:

$$\sum M_{iA} = 0 = F_{tw} * L_{Ftw} + F_{sw} * L_{Fsw} - F_{twhi} * AB \quad (9.1)$$

$$t_{whi} = \frac{F_{tw} * L_{Ftw} + F_{sw} * L_{Fsw}}{AB} \text{ [N]} \quad (9.2)$$

, ahol:

- F_{tw} - Szállítókocsi tömegéből adódó súlyerő [N]
- L_{Ftw} - F_{tw} távolsága A ponttól [m]
- F_{sw} - Vágóasztal/adapter tömegéből adódó súlyerő [N]
- L_{Fsw} - F_{sw} távolsága A ponttól [m]
- t_{whi} - Hátsó tengelyre ható súlyerő [N]

A t_{whi} hátsó tengelyen lévő súlyerő értékét mutatja, ezt az értéket newton mértékegységben kapjuk meg.

Erők egyensúlyi egyenlet „A” pontra:

$$\sum F_{iA} = 0 = F_{twvo} - F_{tw} - F_{sw} + F_{twhi} \quad (9.3)$$

$$F_{twvo} = F_{tw} + F_{sw} - F_{twhi} \text{ [N]} \quad (9.4)$$

, ahol:

- F_{twvo} - Első tengelyre ható súlyerő [N]
- F_{twhi} - Hátsó tengelyre ható súlyerő [N]

10 Követelményjegyzék bemutatása

Miután megismertem a feladatot és a CLAAS által gyártott szállítókocsikat elkészítettem a projekt követelményjegyzékét, amely részletesen tartalmazza milyen elvárásoknak kell megfelelnie a pótsúly rendszernek. Ebben a fejezetben a követelményjegyzék fő pontjait szeretném bemutatni a teljes követelményjegyzék a 2. sz. mellékletben megtalálható 10. Táblázat tartalmazza.

A projekt fő követelményei:

1. Univerzalitás: A pótsúly rendszernek a CLAAS által gyártott szállítókocsi típusok között univerzálisnak kell lenni, ez biztosítja azt hogy a különböző szállítókocsik között ne keljen különböző specifikus súlytartókat és súlyokat gyártani.

2. Gyárthatóság: A CLAAS területén lévő gyártó eszközökkel teljes mértékben gyárthatón legyen, ne keljen külön külsős céget megbízni a gyártással.
3. Súlypont: A felszerelt pótsúly súlypontja a talaj és fő váz felső részének a távolságának az 1/3-nál legyen, ez azért szükséges, hogy a szállítókocsi megtartsa stabilitását.
4. Elhelyezés: A pótsúly rendszert a szállítókocsin lehető legtöbb helyre fel lehessen szerelni, különösen figyelve a tengelyek mögé és a túlnyúlásokra.
5. Tárolás: A rendszer használaton kívül tudni kell eltárolni. A tárolás tervezésénél figyelembe kell azt venni, hogy targoncával mozgatható és egymásra pakolható legyen. A tároló keretnek tudnia kell magába foglalnia az összes súlyt, illetve a felszereléshez szükséges eszközöket.

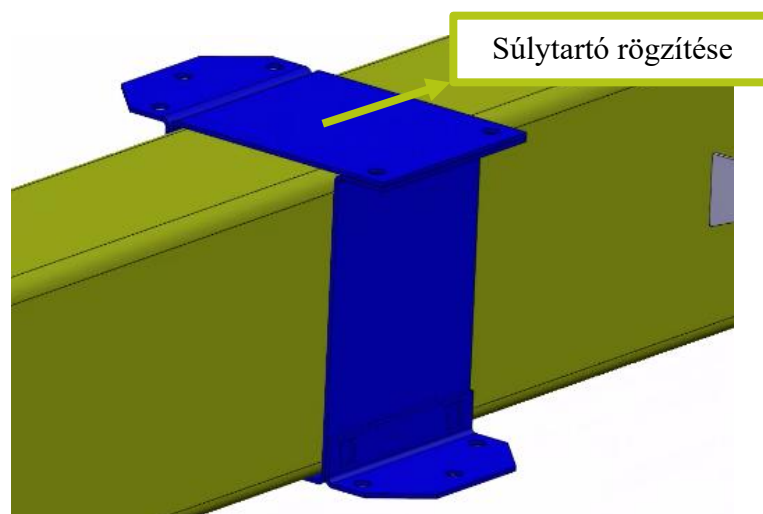
11 Konceptiók bemutatása

A koncepciókat két részre bontottam az egyik része az alaprögzítés, amellyel súlytartót és a súlyokat lehet rögzíteni a szállítókocsi vázához. A másik rész maga súlytartó és súlyok. Négy különböző alaprögzítési módot készítettem el, melyeket a következő pontokban fejtek ki.

11.1 Alaprögzítések

11.1.1 1. Alaprögzítés

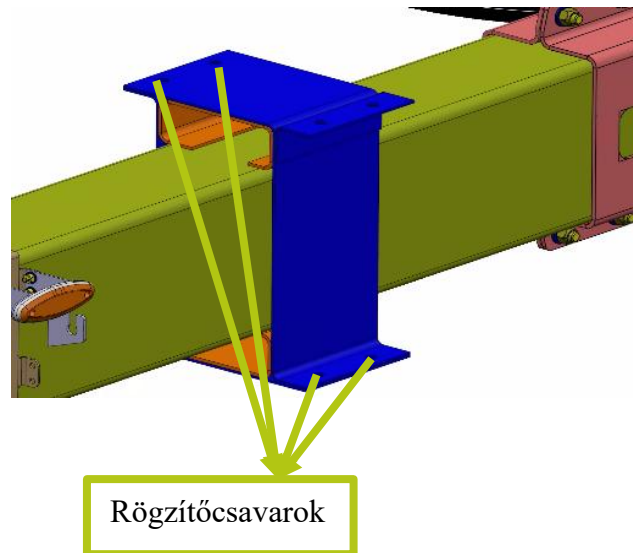
A 20. ábra az 1. alaprögzítést szemlélteti, melyet a vázra kétoldról kell felszerelni és négy darab csavarkötéssel lehet rögzíteni a vázhoz. A súlytartót az alaprögzítés felső és alsó részéhez is lehet rögzíteni. Az alaprögzítés előnye az, hogy olcsón gyártható és egyszerű kialakítású. A hátránya az, hogy a két váz méret között nem állítható és külön kell gyártani a két váz mérethez.



20. ábra: 1. Alaprögzítés
(Forrás: Saját készítés)

11.1.2 2.Alaprögzítés

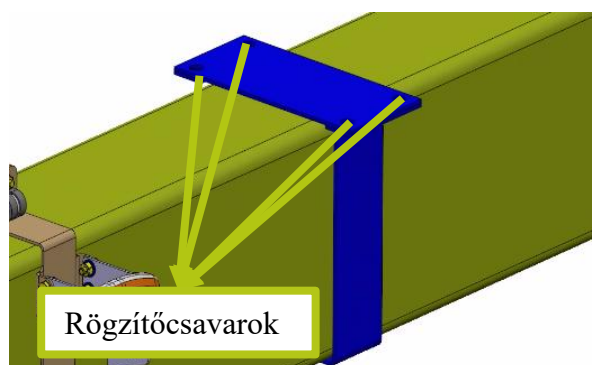
A 21. ábra a 2. alaprögzítést demonstrálja, melyet a szállítókocsi fő vázához két oldalról kell felszerelni és négy darab csavarkötéssel lehet rögzíteni. Előnye az, hogy felszerelhető a váz azon pontjára, ahol az toldva van. Hátránya, hogy plusz tömeget szerelünk fel a toldás kiemelése miatt.



21. ábra: 2. Alaprögzítés
(Forrás: Saját készítés)

11.1.3 3.Alaprögzítés

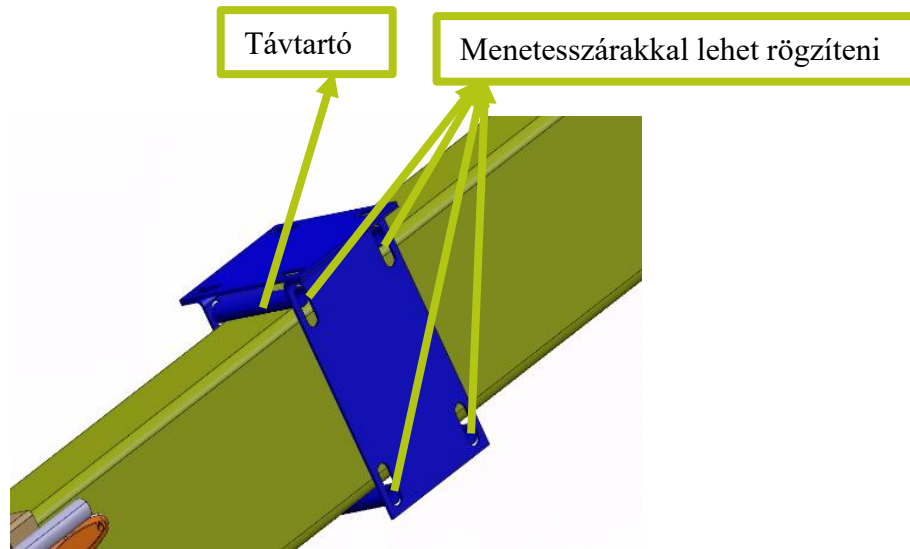
Az alaprögzítést a jármű fő vázának aljáról kell felszerelni és négy darab csavarkötéssel lehet rögzíteni. Előnye az egyszerű kialakítás és olcsó gyárthatóság. A hátránya, hogy nem állítható a két különböző váz méret között. A 3. alaprögzítést a 23. ábra mutatja be.



22. ábra: 3. Alaprögzítés
(Forrás: Saját készítés)

11.1.4 4. Alaprögzítés

Az alaprögzítést két oldalról lehet felszerelni a vázra és négy darab csavarkötéssel lehet rögzíteni. Az alaprögzítés előnye, hogy a kengyeleken kialakított hosszúkás furatok segítségével lehet állítani a különböző vázméretekhez, viszont a két vázmérethez külön kell gyártani távtartókat, ennek az alaprögzítésnek a megvalósítását a 23. ábra szemlélteti.

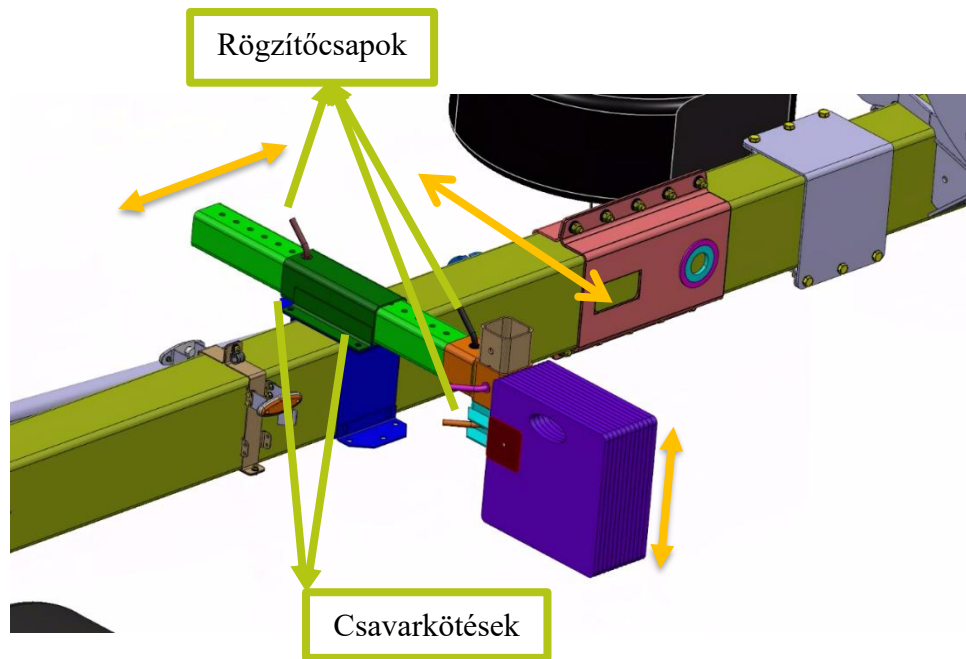


23. ábra: 4. Alaprögzítés
(Forrás: Saját készítés)

11.2 Súlytartó koncepciók

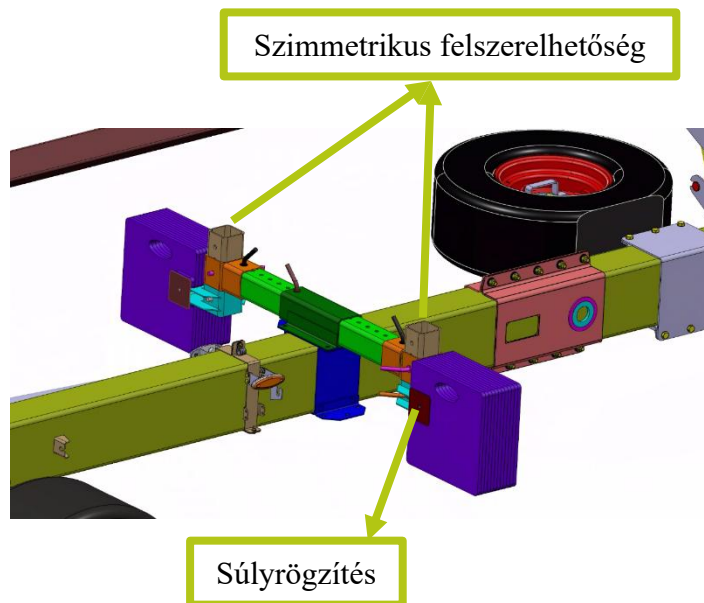
11.2.1 1. Súlytartó

Az első súlytartó koncepciót a 24. ábra mutatja be, koncepciót külön alkatrészekre szét lehet szedni, ennek előnye az, hogy külön a szerkezeti elemek emberi erővel is mozgathatóak. Felszerelés menete a következő, a rögzítőkengyelre a sötétzöldszínnel jelölt alkatrészt kell felszerelni, ebbe az alkatrészbe kell rögzítőcsappal rögzíteni a világoszöld alkatrészt és erre kell rögzíteni a súlytartót. A súlytartóra oldalról kell felrakni a súlyokat és súlytartónak mindig tele kell lennie súllyal annak érdekében, hogy rögzíteni lehessen, abban az esetben, ha nem kell az összes súly akkor távtartókkal kell pótolni a fel nem rakott súlyokat. A súlytartó tömege felszerelt súlyok nélkül 40 kilogramm. Egy darab pótsúly tömege 17 kilogramm, amely lehető teszi az emberi erővel való mozgatót. Oldalanként 16 darab pótsúlyt lehet felszerelni, amely azt jelenti, hogy oldalanként nagyságrendileg 272 kilogrammot lehet felszerelni, szimmetrikus felszerelés esetén 544 kilogrammot lehet felszerelni.



24. ábra: 1. Konceptió
(Forrás: Saját készítés)

Az 1. súlytartó előnye az, hogy szimmetrikusan is felszerelhető, e mellett olcsón gyártható és alacsony a karbantartási igénye. A 25. ábra szimmetrikus felszerelhetőséget szemlélteti.

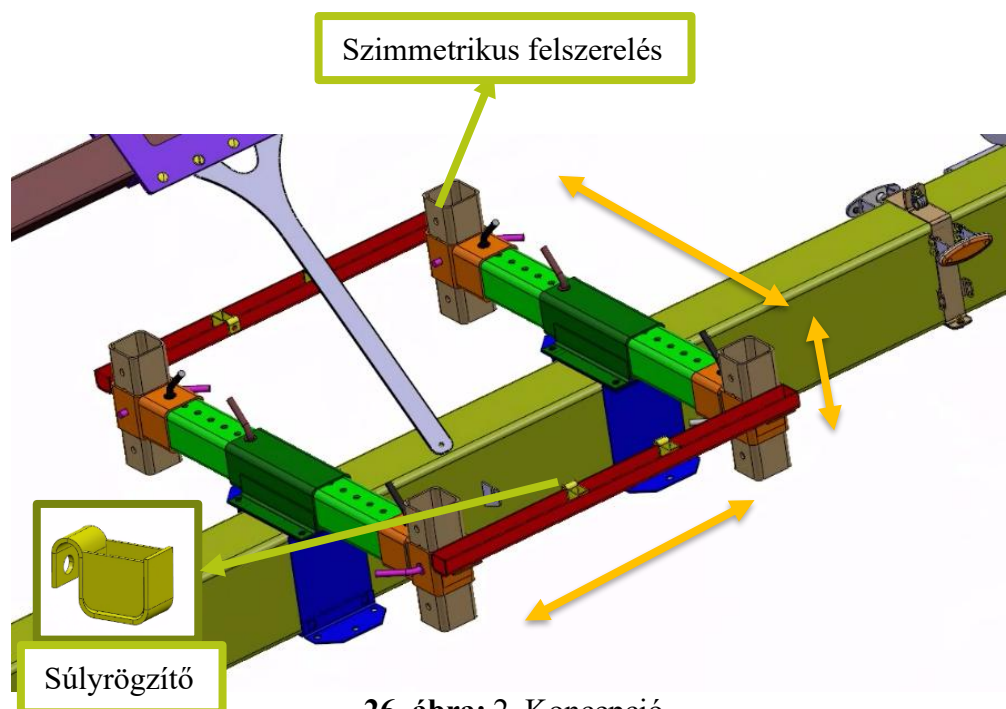


25. ábra: 1. Konceptió szimmetrikusan felszerelve
(Forrás: Saját készítés)

A koncepció hátránya az, hogy az állítás csak akkor lehetséges, ha leszerelik a súlyokat és üres a súlytartó, illetve szimmetrikus felszerelés esetén szállítókocsi hosszirányában kizárólag aszimmetrikusan lehetséges az állítás.

11.2.2 2.Súlytartó

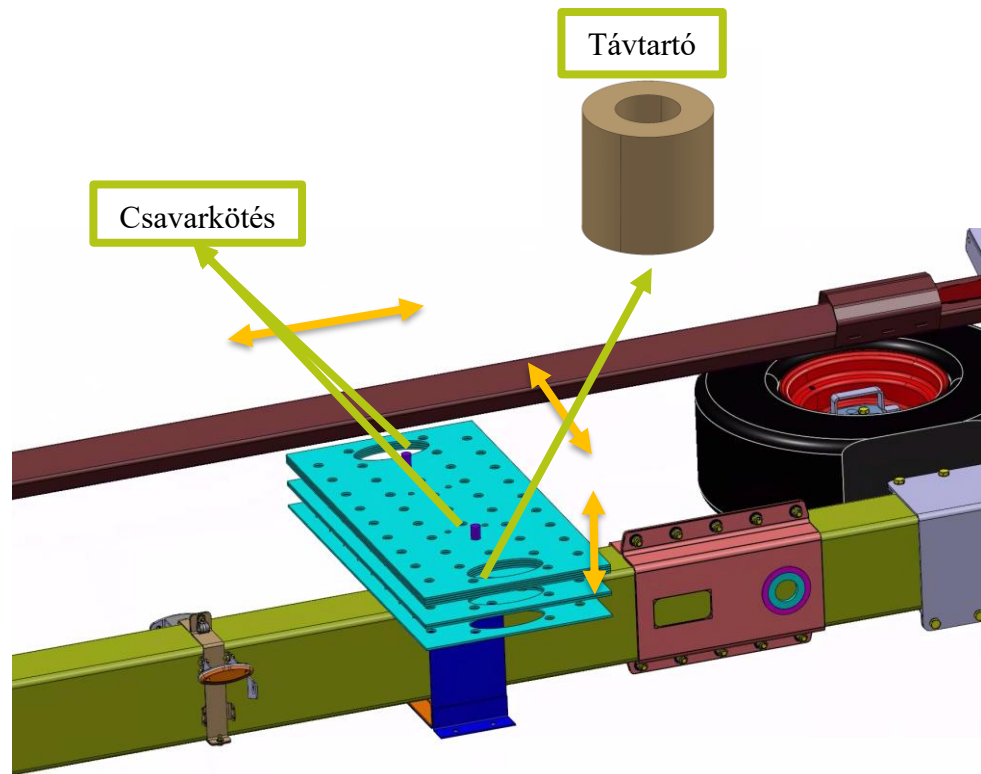
A koncepcióban az 1.súlytartó koncepcióban alkalmazott állítási lehetőséget használtam fel, viszont két tartó van a járműre szerelve, ennek az előnye az, hogy felszerelhető úgy, hogy a kéttartó közé váz toldás vagy felvevő felület található. A felfogatásnak köszönhetően több helyen elhelyezhető a szállítókocsi vázán. A felszerelése hasonló, mint az 1. koncepciónak, viszont itt egy hosszabb súlytartó van, amelyre kereskedelemben kapható traktor pótsúlyokat lehet akasztani. A súlyokat két darab rögzítővel lehet rögzíteni. A 26. ábra a 2. koncepciót mutatja be.



26. ábra: 2. Koncepció
(Forrás: Saját készítés)

11.2.3 3.Súlytartó koncepció

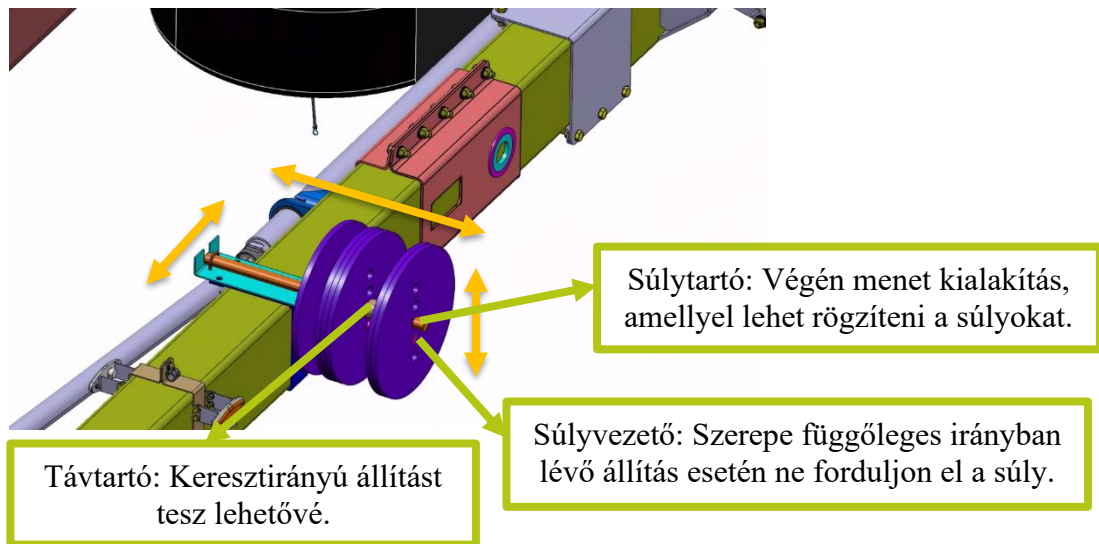
A 3. koncepciót 27. ábra szemlélteti a felszerelése úgy lehetséges, hogy az alaprögzítésre csavarkötéssel rögzíteni kell egy súlyt, ebbe a súlyba kell legalább két darab súlyvezetőt rögzíteni, utólag is lehetséges plusz súlyvezető beszerelése. A súlyokat szállítókocsi hosszirányában és keresztirányban a rajtuk kialakított furatok segítségével lehet állítani. Függőleges irányban a súlyok között elhelyezett távtartók segítségével lehet állítani, a távtartók 50mm magasak. A súlyokat a súlyvezetők végén kialakított menetekre felszerelt anyákkal lehetséges. Ennek a koncepciónak a súly nélküli tömege 15 kilogramm és nagyságrendileg 440 kilogrammot lehet felszerelni, egy darab pótsúly tömege 20 kilogramm.



27. ábra: 3. Konceptió
(Forrás: Saját készítés)

11.2.4 4.Súlytartó koncepció

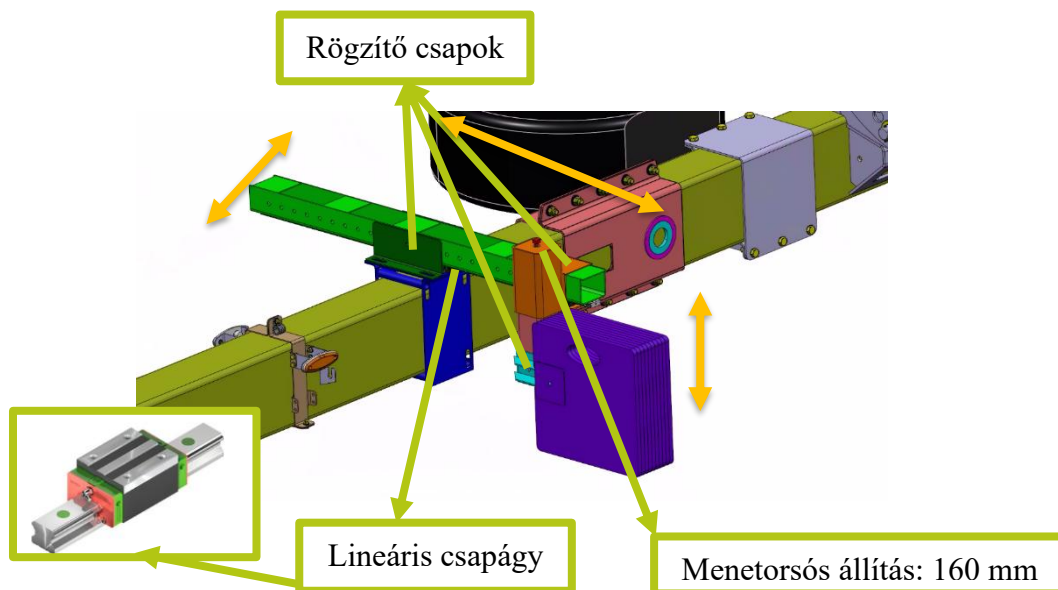
A 4. Konceptiót (28. ábra) az edző termekben használt súlyok ihlették. Az alaprögzítésre világoskék színnel jelölt alkatrészt csavarkötéssel kell rögzíteni, erre két kengyellel lehet a súlytartót rögzíteni. A súlytartóval párhuzamosan kell felszerelni egy súlyvezetőt. A súlyokon 50mm-enként vannak furatok készítve, ezek a furatok teszik lehetővé a függőleges állítást. A keresztirányú állítást a súlyok között használt távtartók teszik lehetővé. A súlytartó tömege felszerelt súlyok nélkül 10 kilogramm. Egy darab pótsúly tömege 15 kilogramm, amely lehető teszi az emberi erővel való mozgatást. Oldalanként 15 darab pótsúlyt lehet felszerelni, amely azt jelenti, hogy nagyságrendileg 225 kilogrammot lehet felszerelni.



28. ábra: 4. Konceptió
(Forrás: Saját készítés)

11.2.5 5.Konceptió

Az 5. koncepciót a 29. ábra szemlélteti legnagyobb előnye az, hogy állításához nem szükséges leszerelni a súlyokat ugyanis lineáris csapágyakon elmozdítható a szállítókocsi keresztirányában. Állítás esetén lehet középen, illetve külön-külön a tagokat is, a lineáris csapágyon állíthatóság 50 mm-enként van határolva. Függőleges irányban menetorsó segítségével 160 mm állítást tesz lehetővé. A súlytartó súly nélküli tömege 45 kilogramm és egy darab pótsúly tömege 17 kilogramm. Összesen 272 kilogrammot lehet felszerelni, szimmetrikus felszerelés esetén 544 kilogrammot lehet felszerelni.



29. ábra: 5. Konceptió
(Forrás: Saját készítés)

12 Konceptió kiválasztásának menete

A koncepció kiválasztást két részre bontottam az első felében a négy alaprögzítésből kellett választani egyet, a második felében az öt súlytartóból kellett választani. A kiválasztás úgy történt, hogy készítettem egy kiértékelő táblázatos fájlt Excel-ben, melyben az előző fejezetben kifejtett alaprögzítéseket és súlytartókat mutattam be és azokat a kitöltőknek különböző szempontok szerint kellett értékelni, sorrendbe helyezni és osztályozni, ezen bevitt adatok alapján történt egy súlyozás és a táblázat automatikusan felállított egy rangsort.

12.1 Alaprögzítés kiválasztása

Az alaprögzítés kiválasztásánál nyolc szempontot kellett figyelembe venni, ezeket a szempontokat 4. Táblázat tartalmazza. A kitöltést a sorrendezéssel volt célszerű kezdeni, ahol a felsorolt szempontokat sorrendbe kellett rakni, az egyes sorszámú a kitöltő által legfontosabbnak tekintett szempont és a nyolcas a kevésbé fontos. A sorrendezést követően az osztályozást volt célszerű kitölteni, ahol az adott szempontot 1-5 kellett osztályozni és a kitöltő számára az 1-es a kevésbé fontos, míg az 5 a fontosabb követelmény. A sorrendezés és osztályozást követően minden sor és oszlop találkozásánál ki kellett választani, hogy a két követelmény közül melyik a fontosabb, ez a táblázat határozta meg a kiválasztás súlyozását.

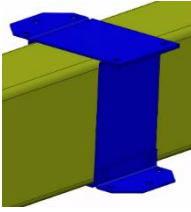
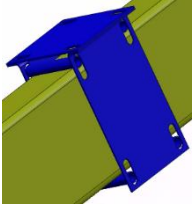
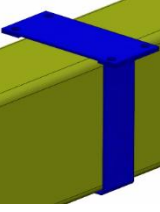
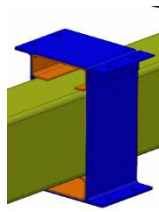
4. Táblázat: Alaprögzítés súlyozás
(Forrás: Saját készítés)

		1	2	3	4	5	6	7	8		
		Gyártási költség	Élettartam	Karbantartási igény	Fel és leszerelés egyszerűsége	Biztonság	Univerzalitás	Tárolhatóság	Időjárás állósság	Sorrendezett	Osztályozott
1	Gyártási költség									1	4
2	Élettartam	2								3	3
3	Karbantartási igény	3	2							8	2
4	Fel és leszerelés egyszerűsége	4	2	3						5	5
5	Biztonság	5	5	5	5					7	1
6	Univerzalitás	6	2	6	4	5				2	3
7	Tárolhatóság	1	2	3	4	5	6			4	3
8	Időjárás állósság	8	8	8	4	5	6	8		6	5

A 5. Táblázat első sorában a kidolgozott koncepciók láthatóak és minden koncepció oszlopában az adott koncepciót a követelmény szerint 1-5 ig kellett pontozni, ahol az 1-es a kitöltő szerint kevésbé fontos, míg 5-ös a nagyon fontos és ezek a szempontok és súlyozások szerint kialakult egy rangsor és ezt a rangsort minden kitöltőnél értékeltem és az alapján derült ki melyik alaprögzítési koncepció nyert.

5. Táblázat: Alaprögzés kiválasztása

(Forrás: Saját készítés)

					
		1. Alaprögzés	2. Alaprögzés	3. Alaprögzés	4. Alaprögzés
1	Gyártási költség	3	3	4	1
2	Élettartam	3	3	2	5
3	Karbantartási igény	3	4	3	5
4	Fel és leszerelés egyszerűsége	3	4	5	2
5	Biztonság	4	2	2	5
6	Univerzalitás	3	1	2	3
7	Tárolhatóság	4	4	4	4
8	Időjárás állóság	4	4	4	4
	Rangsor	2	4	3	1

12.2 Súlytartó kiválasztásának menete

A súlytartó kiválasztása hasonlóan történt, mint az alaprögzés kiválasztása. A 6. Táblázat tartalmazza a súlytartó súlyozását, amelyben annyi eltérés látható az alaprögzés súlyozási táblázathoz képest, hogy nem nyolcdarab követelmény hanem kilenc látható, de az értékelés menete teljes mértékben megegyezik.

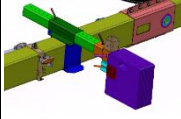
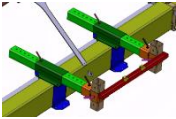
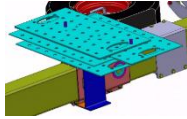
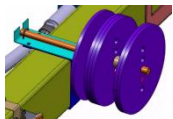
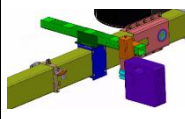
6. Táblázat: Súlytartó súlyozása

(Forrás: Saját készítés)

		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
		Gyártási költség	Élettartam	Karbantartási igény	Fel és leszerelés egyszerűsége	Biztonság	Univerzalitás	Állíthatóság	Tárolhatóság	Időjárás állósság	Sorrendezett	Osztályozott
1	Gyártási költség										7	1
2	Élettartam	2									6	3
3	Karbantartási igény	3	2								5	5
4	Fel és leszerelés egyszerűsége	4	4	3							1	5
5	Biztonság	5	5	5	5						4	5
6	Univerzalitás	6	6	6	4	5					2	5
7	Állíthatóság	7	7	3	4	5	7				3	2
8	Tárolhatóság	8	2	3	4	5	6	7			9	3
9	Időjárás állósság	9	2	3	4	5	6	7	9		8	2

A 7. Táblázat a súlytartó koncepció kiválasztását tartalmazza, amelyet az alaprögzítés súlyozási táblázatának hasonlóan kellett kitölteni.

7. Táblázat: Súlytartó koncepció kiválasztás
(Forrás: Saját készítés)

						
		1. Konceptió	2. Konceptió	3. Konceptió	4. Konceptió	5. Konceptió
1	Gyártási költség	3	2	3	2	3
2	Élettartam	2	4	3	2	3
3	Karbantartási igény	3	4	3	3	3
4	Fel és leszerelés egyszerűsége	3	5	2	1	4
5	Biztonság	4	5	2	1	4
6	Univerzalitás	4	5	3	3	4
7	Állíthatóság	4	2	3	2	4
8	Tárolhatóság	4	2	4	3	4
9	Időjárás állósság	4	4	4	4	4
	Rangsor	3	1	4	5	2

12.3 A kiválasztás kiértékelése

A kiválasztáshoz szükséges alap dokumentum a projektet érintő mérnökök között került kiküldésre és az általuk kitöltött dokumentumok visszajutottak hozzám, összesen tízen töltötték ki és ezek kitöltött dokumentumok eredményeit szeretném ebben a bekezdésben bemutatni.

A 8. Táblázat az alapprögzítés kiválasztásának értékelése látható, amelynek első oszlopában a kitöltők találhatóak a többi oszlopban a koncepciók láthatóak. Minden sorban az adott kitöltő végleges rangsorát írtam be és ezeket a rangsorokat átlagoltam és a táblázat utolsó sorában ezek az eredmények láthatóak. Az átlagolást követően a legkisebb értékű mező a nyertes, ezek alapján az 1. Alapprögzítés nyert.

8. Táblázat: Alaprögzítés kiválasztásának eredménye
(Forrás: Saját készítés)

Alaprögzítés kiválasztásának értékelése				
Kitöltők	Alaprögzítés			
	1. Alaprögzítés	2. Alaprögzítés	3. Alaprögzítés	4. Alaprögzítés
1.	1	4	3	2
2.	1	2	3	4
3.	1	4	2	3
4.	1	2	4	3
5.	2	4	3	1
6.	4	1	2	3
7.	1	3	2	4
8.	1	2	3	4
9.	2	4	1	3
10.	2	4	1	3
	1,6	3	2,4	3

A súlytartó kiértékelését is hasonlóan készítettem el, ennek eredménye a 9. Táblázat tartalmazza, itt a 2. koncepció nyert.

9. Táblázat: Súlytartó koncepció kiválasztásának eredménye
(Forrás: Saját készítés)

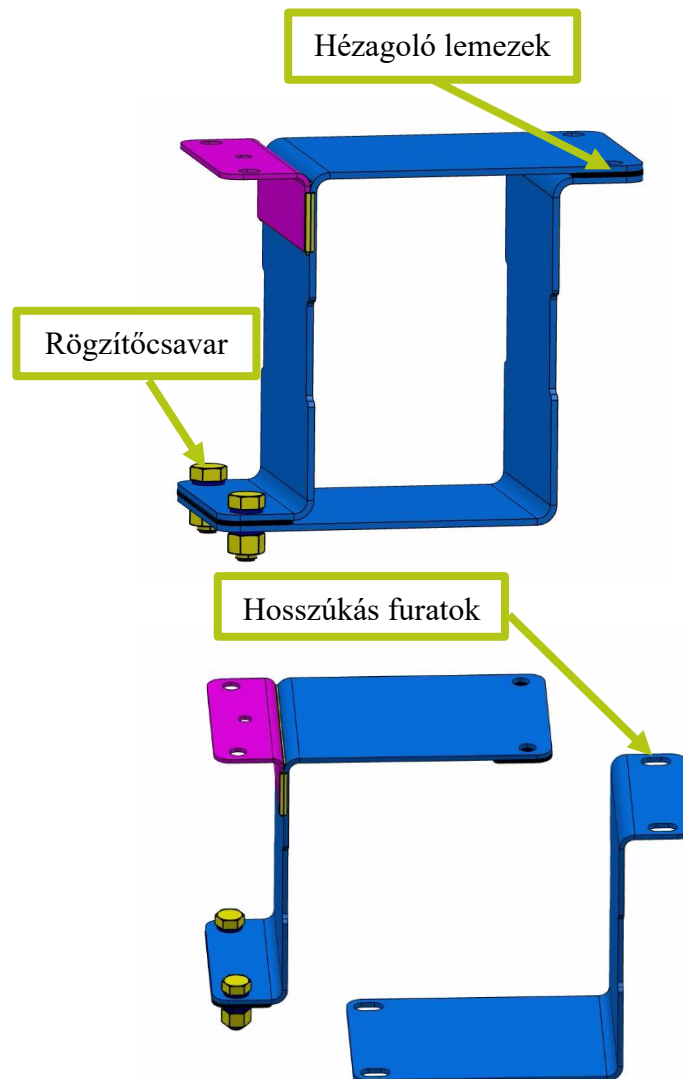
Koncepció kiválasztás értékelése					
Kitöltők	Koncepciók				
	1. Koncepció	2. Koncepció	3. Koncepció	4. Koncepció	5. Koncepció
1.	2	1	5	4	3
2.	5	3	2	4	1
3.	4	2	3	1	5
4.	5	2	1	3	4
5.	3	1	4	5	2
6.	3	1	5	4	2
7.	4	3	2	1	5
8.	3	2	5	4	1
9.	2	3	5	1	4
10.	4	5	1	3	2
	3,5	2,3	3,3	3	2,9

13 Nyertes koncepció bemutatása

A nyertes alaprögzítés az az alaprögzítési koncepciók közül az első koncepció, ez az alaprögzítés egy egyszerű kengyel kialakítás, amely olcsón és egyszerűen legyártható, viszont nem állítható a két vázméret között, ezért a két különböző vázmérethez külön kengyeleket kell gyártani.

13.1 Alaprögzítés

A 30. ábra a 180mm x 260mm vázmérethez tartozó alaprögzítést szemléltet, melyet a T521 és T523 típusú szállítókocsikon lehet használni. Az alaprögzítések összefogatásához 1mm vastag hézagoló lemezeket raktam összeszerelésnél annyi hézagolót kell beszerezni, amennyit szükséges, illetve az alsó kengyel felfogatásánál hosszanti furatokat terveztem, ezeknek köszönhetően a fő váz mérettűréseihez alkalmazkodik.

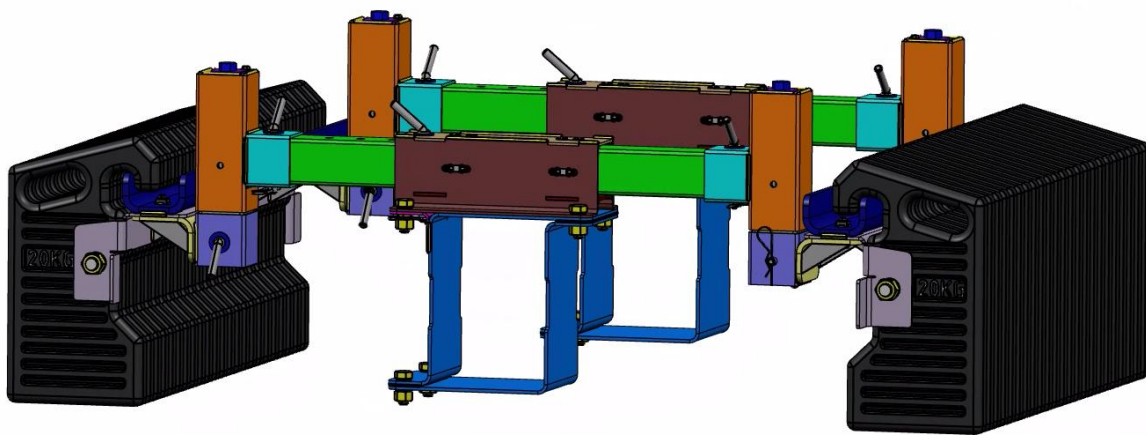


30. ábra: Nyertes alaprögzítés
(Forrás: Saját készítés)

Az alaprögzítés két részből áll, melyet a vázra kétirányból lehet felszerelni és négy darab M16-os csavarral kell rögzíteni. A rögzítést csavarkötéssel kell összeszorítani, ezáltal az ott keletkező szorító erő és a kengyel alakzárása biztosítja azt, hogy a súlytartó ne forduljon le a fő vázról. Az alaprögzítés 5mm vastag és anyagminőségét tekintve S355 szerkezeti acélból készül.

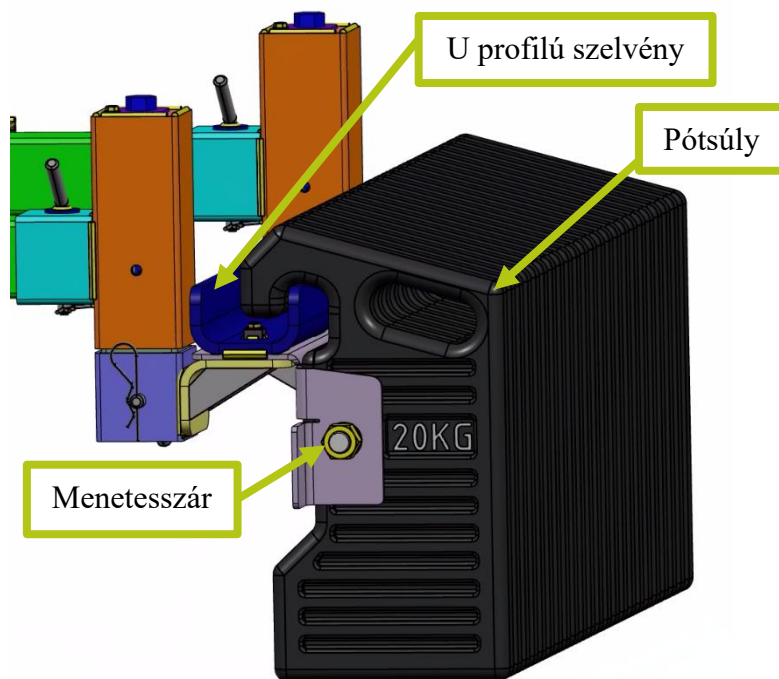
13.2 Súlytartó

A nyertes súlytartó az a koncepció kiválasztásban kettes koncepcióként azaz zártszelvény rendszerűként szerepelt. A 31. ábra mutatja be az általam kidolgozott súlytartót a nagyobb fő vázra szerelhető rögzítőkengyellel.



31. ábra: Nyertes Súlytartó
(Forrás: Saját készítés)

A súlyozáshoz a kereskedelemben kapható akasztható traktor pótsúlyokat használtam fel, előnye az, hogy nem kell gyártani pótsúlyokat és könnyen felszerelhetőek. Egy darab pótsúly tömege 20 kg, ezáltal kézi erővel is mozgathatóak. A súlytartóra összesen 23 darab 20kg-os súlyt lehet felszerelni, ami azt jelenti, hogy a súlytartót oldalanként maximum 460 kilogrammal lehet felszerelni. A 32. ábra demonstrálja a felszerelt súlytömböt. A súlyok egy 5 mm vastag hajtott U profilú szelvényre kell felakasztani és függőleges irányú elmozdulás ellen menetesszárral kell rögzíteni.

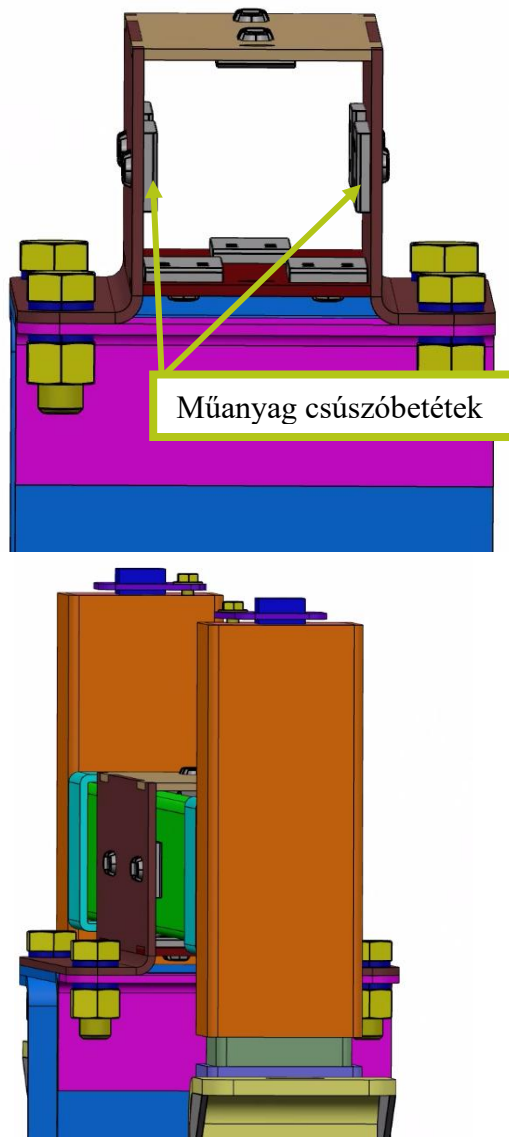


32. ábra: Felszerelt pótsúly
(Forrás: Saját készítés)

A pótsúlyrendszer állítási paramétereit:

- Keresztirányban összesen: 300mm lehet mozgatni
- Függőleges irányban: 120 mm lehet mozgatni
- Szállítókocsi hosszirányában az alaprögzítések felszerelésével lehet állítani

A keresztirányú mozgatás könnyítésének érdekében csökkentettem az érintkező felületeket, ezáltal csökken a súrlódás mértéke, illetve az anyagpárosításokkal mérsékeltem a súrlódási tényezőt, ennek megvalósításához műanyag csúszóbetéteket raktam a keresztirányú mozgatás könnyítésének érdekében, amely 33. ábra szemlélteti.



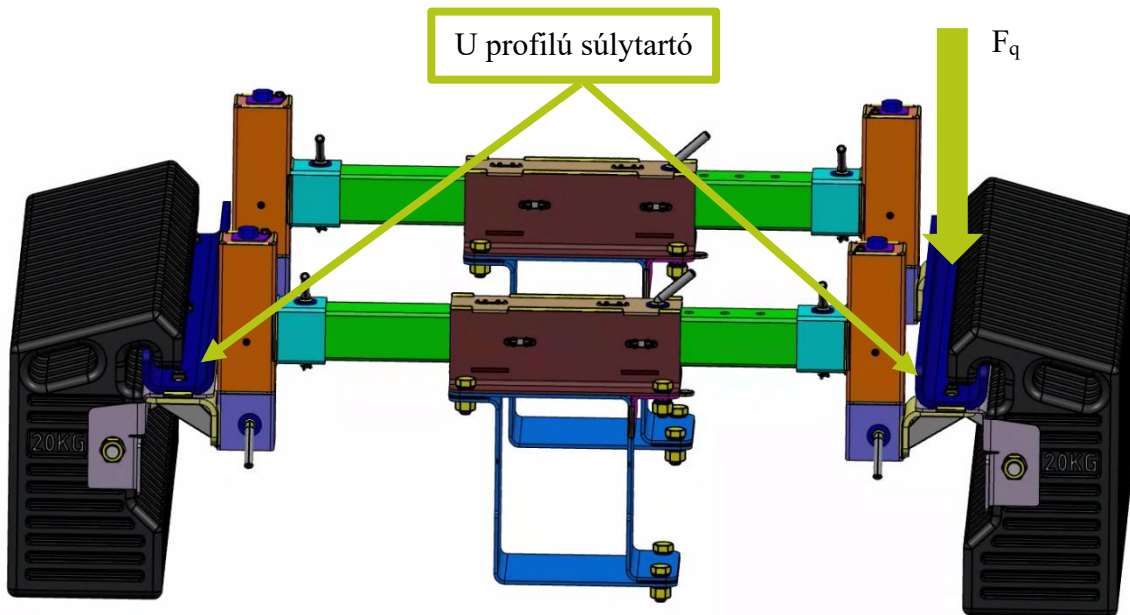
33. ábra: Műanyag csúszóbetétek
(Forrás: Saját készítés)

14 Méretezés kritikus pontra

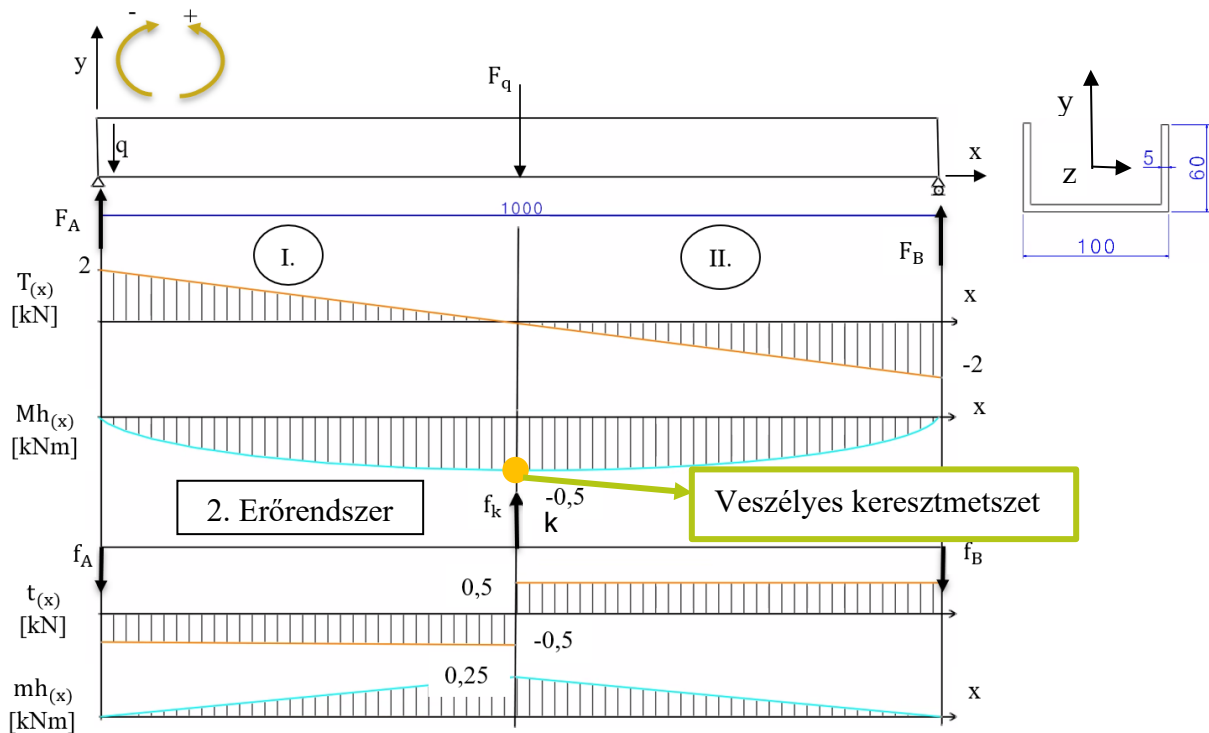
Ebben a fejezetben a kritikus pontokban lévő szerkezeti kialakításokat szeretném szilárdságtanilag méretezni. A méretezést U profilú tartóval kezdtem, amelyet kéttámaszú tartóként ábrázoltam. A méretezést a menetesszárral folytattam, amely a függőleges mozgásért felel. Végző sorban a méretezést keresztirányú mozgásáért felelős hegesztett négyzet keresztmetszetű lemezalkatrész hegesztett kötéseivel fejeztem be.

14.1 U profilú súlytartó méretezése

Az U profilra közvetlenül kell felszerelni a pótsúlyokat, ezt a 34. ábra mutatja be. A súlytartót kéttámaszú tartóként lehet ábrázolni, a mechanikai modellje a 35. ábra szemlélteti. A mechanikai modellen a legkritikusabb helyzetben ábrázoltam, a lehető legnagyobb terheléssel. A tartón megoszlóterhelésként vettem fel a pótsúlyokat, amelynek mértéke $q=4000\text{ N/m}$, ebből adódóan a tartó közepén $F_q = 4\text{ kN}$ terhelés van.



34. ábra: Felszerelt súlytartó
(Forrás: Saját készítés)



35. ábra: U profilú súlytartó mechanikai modellje
(Forrás: Saját készítés)

Először kiszámítottam a tartó erők nagyságát, ezek a számításokat a következő képletek tartalmazzák:

$$\sum F_i = 0 = F_A + F_B - F_q \quad (14.1)$$

$$F_A = F_q - F_B = 4 - 2 = 2 \text{ kN} \quad (14.2)$$

$$\sum M_{iA} = 0 = -F_q \cdot \frac{1}{2} + F_B \cdot 1 \quad (14.3)$$

$$F_B = \frac{F_q \cdot \frac{1}{2}}{1} = \frac{4 \cdot \frac{1}{2}}{1} = 2 \text{ kN} \quad (14.4)$$

, ahol:

- F_q – Megoszló terhelő erő [kN]
- F_A – A pontban lévő tartó erő [kN]
- M_A – A pontra ható nyomaték [kNm]

A hajlító igénybevételi ábra alapján a veszélyes keresztmetszet tartó közepén van, ezt a 35. ábra szemlélteti. Abban a pontban van a legnagyobb hajlító nyomaték értéke:

$$M_{h \max.} = \frac{T_{(x)} \cdot \frac{l}{2}}{2} = \frac{2 \cdot \frac{1}{2}}{2} = 0,5 \text{ KNm} = 500000 \text{ Nmm} \quad (14.5)$$

, ahol:

$M_{h \max.}$ – Maximálisan ébredő hajlító nyomaték értéke [Nmm]

l – Tartó távolsága [m]

A méretezés során S355 anyagminőségű 100mm x 60mm- es 5 mm falvastagságú U profilú szelvényt szeretnék használni és ezt ellenőriztem le, hogy szilárdságtanilag megfelelő lesz-e súlytartónak. A másodrendű nyomaték kiszámításához szükséges profil méreteit a 36. ábra demonstrálja.

Az U profilú szelvény másodrendű nyomatéka:

$$I_z = \frac{a^3 \cdot b}{12} - \frac{c^3 \cdot d}{12} \quad (14.6)$$

$$I_z = \frac{60^3 \cdot 100}{12} - \frac{55^3 \cdot 80}{12} = 690833,3333 \text{ mm}^4 \quad (14.7)$$

, ahol:

— I_z – Másodrendű nyomaték [mm⁴]

— a – U szelvény magassága [mm]

— b – U szelvény szélessége [mm]

— c – U szelvény belső magassága [mm]

— d – U szelvény belő szélessége [mm]

Az S355 szerkezeti acél lengő igénybevétel esetén a megengedett hajlító feszültség:

$$\sigma_{hajl.} = 255 \text{ MPa} \quad (14.8)$$

A pót súlyrendszer egy mozgójárműre lesz felszerelve, ezért számítások során négyszeres biztonsági tényezővel számoltam, ezek alapján az U szelvényben megengedett legnagyobb feszültség értéke:

$$\sigma_{meg} = \frac{\sigma_{hajl.}}{s} = 63,75 \text{ Mpa} \quad (14.9)$$

$$\sigma_{meg} = \frac{255}{4} = 63,75 \text{ Mpa} \quad (14.10)$$

, ahol:

— $\sigma_{meg.}$ – Megengedett legnagyobb feszültség [MPa]

- $\sigma_{hajl.}$ – S355 szerkezeti acél lengő igénybevétel esetén megengedett feszültsége [MPa]
- s – Biztonsági tényező [-]

A y_{max} érték a keresztmetszetben lévő y irányú magasság, ez az értéket a 35. ábra mutatja be. Jelen esetben számszerűen az alábbi módon lehet kifejezni:

$$y_{max} = \frac{\text{Keresztmetszet magassága}}{2} = \frac{60}{2} = 30 \text{ mm} \quad (14.11)$$

A következő számításban a lemezalkatrészben ébredő feszültséget számítottam ki, ezt az eredményt az imént kiszámított megengedett feszültséggel hasonlítottam össze, mivel az ébredő feszültség kisebb mint a megengedett feszültség szilárdságtanilag az U profilú lemezalkatrész méretei és anyagválasztása megfelelő:

$$\sigma_{\text{ébredő}} = \frac{M_{h \text{ max.}}}{I_z} \cdot y_{max} = \frac{500000}{690833,3333} \cdot 30 = 21,7129 \text{ MPa} \quad (14.12)$$

$$\sigma_{\text{ébredő}} < \sigma_{\text{meg}} \quad (14.13)$$

, ahol:

- $\sigma_{\text{ébredő}}$ – Ébredő feszültség [MPa]
- $M_{h \text{ max.}}$ – Veszélyes keresztmetszetben ébredő hajlító nyomaték [Nmm]
- I_z – Másodrendű nyomaték [mm⁴]
- y_{max} – Legnagyobb feszültség érték helye [mm]

Az U profilú tartónak a lehajlását is kiszámítottam a számításokhoz szükséges egy 2. erőrendszer felvétele, amelyben a tartó közepére egy 1 kN mértékű terhelést vettem fel, azért a tartó közepére vettem fel ezt a terhelést, mert ott szeretném kiszámítani a tartó lehajlását. A kettős erőrendszer mechanikai modellje a 36. ábra szemlélteti.

A következő számításokban a 2. erőrendszer támasztó erőinek a kiszámítása látható:

$$\sum f_{iA} = 0 = -f_A + f - f_B \quad (14.14)$$

$$f_A = f - f_B = 1 - 0,5 = 0,5 \text{ kN} \quad (14.15)$$

$$\sum m_{iA} = f \cdot 0,5 - f_B \cdot 1 \quad (14.16)$$

$$f_B = \frac{f \cdot 0,5}{1} = \frac{1 \cdot 0,5}{1} = 0,5 \text{ kN} \quad (14.17)$$

, ahol:

- f – 2. erőrendszerben lévő terhelő erő [kN]
- f_A – A pontban lévő tartó erő [kN]

— m_A – A pontra ható nyomaték [kNm]

A kettes erőrendszernek a nyomatéki ábrájában a függvénynek van egy előjel váltása, ezért a nyomatéki ábrákat két szakaszra bontottam, ezeket a szakaszokat római számokkal jelöltem (36. ábra).

A következő számításokban a tartó nyomatéki ábráinak és két szakaszának az integráljai láthatóak:

I: X:0-0,5

$$q(x) = -4 \quad (14.18)$$

$$T_{(x)} = \int q(x)dx + T_{(x_0)} = -4x + 2 \quad (14.19)$$

$$M_{h(x)} = - \int T_{(x)}dx + M_{h(x_0)} = - \left(-4 \cdot \frac{x^2}{2} + 2x \right) = 2x^2 - 2x \quad (14.20)$$

II: X:0,5-1

$$q(x) = -4 \quad (14.21)$$

$$T_{(x)} = \int q(x)dx + T_{(x_0)} = -4x \quad (14.22)$$

$$M_{h(x)} = - \int T_{(x)}dx + M_{h(x_0)} = 2x^2 - 0,5 \quad (14.23)$$

Az előző számításokhoz hasonlóan a 2. erőrendszernek a szakaszainak integrálját is elkészítettem a következő számítások ezeket tartalmazzák:

2.Erőrendszer

I: X:0-0,5

$$t_{(x)} = -0,5 \quad (14.24)$$

$$m_{h(x)} = 0,5x \quad (14.25)$$

II: X:0,5-1

$$t_{(x)} = 0,5 \quad (14.26)$$

$$m_{h(x)} = -0,5x + 0,25 \quad (14.27)$$

Az eddigi számítások során a szakaszokat külön kezeltem és a következő számításban ezek szakaszok összevonása látható:

$$I: \int_0^{0,5} M_{h(x)} \cdot m_{h(x)} dx = \int_0^{0,5} (2x^2 - 2x) \cdot (0,5x) dx = -0,026041 \text{ kN}^2\text{m}^3 \quad (14.28)$$

$$II: \int_{0,5}^1 M_{h(x)} \cdot m_{h(x)} dx = \int_{0,5}^1 (2x^2 - 0,5) \cdot (-0,5x + 0,25) dx = -0,05729 \text{ kN}^2\text{m}^3 \quad (14.29)$$

, ahol:

— $M_{h(x)}$ – U szelvény első szakaszának integrálja [kN^2m^3]

— $m_{h(x)}$ – 2. erőrendszer első szakaszának integrálja [kN^2m^3]

A következő számítás végeredménye tartalmazza a lehajlás értékét a számítás során figyelembe vettem a keresztmetszeti tényezőt és az anyag rugalmassági modulusát. A 14.30-as egyenletben a számlálóban lévő 10^9 szorzat egy mértékegység váltás, ugyanis a kN^2m^3 -t átkell váltani kN^2mm^3 -re.

$$y_k = \frac{\left(\int_0^{0,5} M_{h(x)} \cdot m_{h(x)} dx + \int_{0,5}^1 M_{h(x)} \cdot m_{h(x)} dx \right) \cdot 10^9}{I_z \cdot E} \quad (14.30)$$

$$y_k = \frac{(-0,026041 + -0,05729) \cdot 10^9}{690833,3333 \cdot 210} = -0,57 \text{ mm} \quad (14.31)$$

, ahol:

— y_k – K pontban y irányú elmozdulás értéke [mm]

— I_z – Keresztmetszeti tényező [mm^4]

— E-Rugalmassági modulusz [GPa]

Ezzel a számítással az U szelvény szilárdságtani számítását befejtem és sikerült ellenőriznem, hogy a kiválasztott U szelvény geometriája megfelelő.

14.2 Menetesszár méretezése

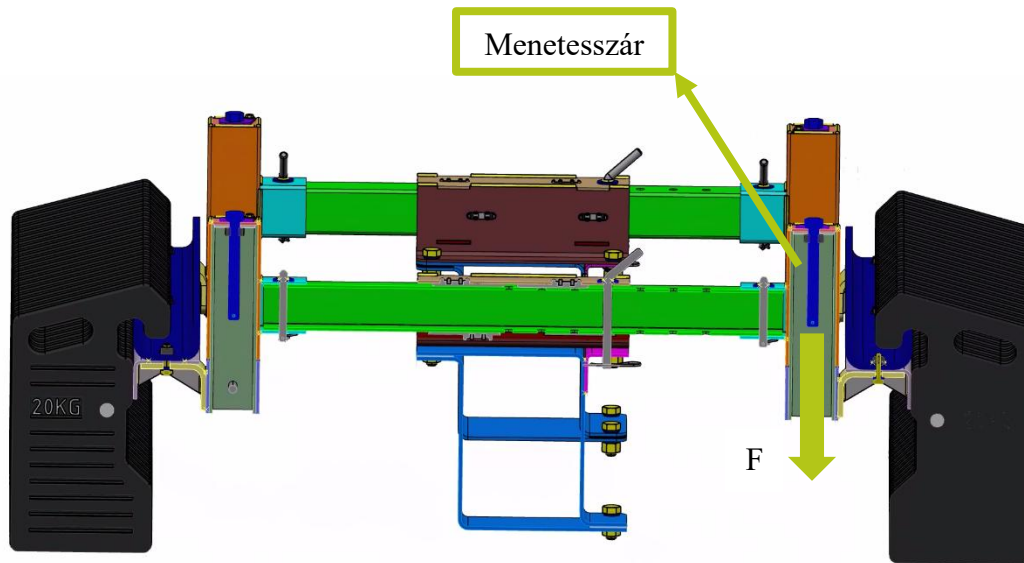
A függőleges állíthatóságot egy menetesszár biztosítja, ezt a menetszárat 16 milliméter átmérőjűre feltételeztem és ebben a fejezetben ennek a méretnek a megfelelőségét ellenőriztem le. A 37. ábra a menetesszár mechanikai modelljét, míg a 36. ábra a súlytartó metszetét szemlélteti, ahol azt szeretném bemutatni, hogy a menetszár hol található a szerkezetben, illetve arra milyen irányú terhelő erő hat. A 36. ábrán zöld nyíllal jelöltem a terhelő erő irányát. A terhelő erő értékét úgy határoztam meg, hogy figyelembe vettem a teljes terhelésből adódó tömeget, viszont két súlytartó kar lesz szóval, ez a tömeg eloszlik a két kar között, egy teljesen felszerelt súlytömb tömege 485 kilogramm és 10 m/s^2 gravitációs gyorsulással számoltam, így a terhelő erő nagysága:

$$F = \frac{\text{Teljes tömeg}}{2} \cdot g = \frac{485}{2} \cdot 10 = 2425 \text{ N} \quad (14.32)$$

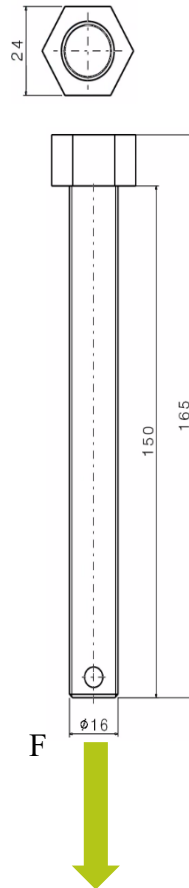
, ahol:

F – Terhelő erő [N]

g – Gravitációs gyorsulás [m/s^2]



36. ábra: Menetesszár helye
(Forrás: Saját készítés)



37. ábra: Menetesszár mechanikai modellje
(Forrás: Saját készítés)

A méretezést a megengedett feszültségek kiszámításával kezdtem, mivel ez a menetesszár terhelő erő alatt is lesz mozgatva, ezért ébredni fog egy csavarásból adódó feszültség a 14.33-es képletben a megengedett legnagyobb csavarófeszültség értékét határoztam meg. A súlytömb menetesszárban húzó feszültséget hoz létre, ezért 14.34-as számításban kiszámítottam az alapanyagra megengedett a maximális húzófeszültséget. A méretezés során négyszeres biztonsági tényezőt vettem figyelembe.

Határértékek négyszeres biztonsági tényezővel:

$$\tau_{meg.cs} = \frac{\tau_{cs}}{s} = \frac{150}{4} = 37,5 \text{ MPa} \quad (14.33)$$

$$\sigma_{meg.húzás} = \frac{\sigma_{húzás}}{s} = \frac{205}{4} = 51,25 \text{ MPa} \quad (14.34)$$

, ahol:

- $\tau_{meg.cs}$ –Maximálisan megengedett csavaró feszültség [MPa]
- s –Biztonsági tényező [-]
- τ_{cs} – S355 szerkezeti acél megengedett csavaró feszültsége [MPa]

— $\sigma_{meg.húzás}$ –Maximálisan megengedett húzó feszültség [MPa]

— $\sigma_{húzás}$ –S355 szerkezeti acél megengedett húzó feszültsége [MPa]

A határértékek kiszámítását követően kiszámítottam az ébredő húzó feszültség értékét, ennek a kiszámításához a terhelő erőt és a meneteszár keresztmetszetét vettem figyelembe. A keresztmetszet kiszámításának során a magátmérő értékével számoltam, ugyanis az a meneteszár kritikus átmérője:

$$\sigma_{Ébredő h.} = \frac{F}{A} = \frac{F}{\frac{d_3^2 \cdot \pi}{4}} = \frac{2425}{\frac{13,546^2 \cdot \pi}{4}} = 16,8267 \text{ MPa} \quad (14.35)$$

, ahol:

— $\sigma_{Ébredő h.}$ –Húzásból adódó ébredő feszültség [MPa]

— F –Terhelő erő [N]

— A –Keresztmetszet nagysága, ahol hat a terhelő erő [mm^2]

— d_3 –Menet magátmérője [mm]

A következő számításban az ébredő csavaró feszültség látható, ahol figyelembe vettem a meneteszárra ható csavaró nyomatékot és a poláris keresztmetszeti tényezőjét:

$$\tau_{Ébredő cs.} = \frac{M_{cs}}{K_p} = \frac{2693,541}{488,0486} = 5,519 \text{ MPa} \quad (14.36)$$

$$K_p = \frac{d_3^3 \cdot \pi}{16} = \frac{13,546^3 \cdot \pi}{16} = 488,0486 \text{ mm}^3 \quad (14.37)$$

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{P}{d_2 \cdot \pi} = \tan^{-1} \frac{2}{14,701 \cdot \pi} \quad (14.38)$$

$$\alpha = 2,4794^\circ \quad (14.39)$$

$$\rho = \tan^{-1} \frac{\mu}{\cos \frac{\beta}{2}} = \tan^{-1} \frac{0,1}{\cos \frac{30}{2}} \quad (14.40)$$

$$\rho = 5,9091^\circ \quad (14.41)$$

$$M_{cs} = \frac{d_2}{2} \cdot F \cdot \tan(\alpha + \rho) = \frac{14,701}{2} \cdot 2425 \cdot \tan(2,4794 + 5,9091) \quad (14.42)$$

$$M_{cs} = 2628,5058 \text{ Nmm} \quad (14.43)$$

, ahol:

- $\tau_{\text{Ébredő cs.}}$ –Ébredő csavaró nyomaték [MPa]
- M_{cs} –Mozgatáshoz szükséges nyomaték [Nmm]
- K_p –Poláris keresztmetszeti tényező [mm³]
- d_3 –Menet magátmérője [mm]
- d_2 –Menet középátmérője [mm]
- F –Terhelő erő [N]
- α –Menetemelkedési szög [°]
- ρ –Súrlódási félkúpszög [°]
- P –Menetemelkedés
- μ –Súrlódási tényező
- β –Félkúpszög [°]

Az ébredő feszültségekből számítottam egy redukált feszültséget, amelynek végeredményét összehasonlítottam a megengedett legnagyobb húzófeszültséggel, mivel a redukált feszültség kisebb, mint a megengedett érték, ezért az M16-os menetesszár szilárdságtanilag megfelelő.

$$\sigma_{red.} = \sqrt{\sigma_{\text{Ébredő h.}}^2 + 4 \cdot \tau_{\text{Ébredő cs.}}^2} \quad (14.44)$$

$$\sigma_{red.} = \sqrt{16,8267^2 + 4 \cdot 5,519^2} = 20,12399 \text{ MPa} \quad (14.45)$$

$$\sigma_{red.} < \sigma_{meg.húzás} \quad (14.46)$$

, ahol:

- $\sigma_{red.}$ –Redukált feszültség [MPa]
- $\sigma_{\text{Ébredő h.}}$ –Húzásból adódó ébredő feszültség [MPa]
- $\sigma_{meg.húzás}$ –Maximálisan megengedett húzó feszültség [MPa]

A menetesszár szilárdságtani méretezését követően meghatároztam, hogy mennyi az a minimális menetszám, amely szükséges a terhelő erőt elbírásához.

$$z_{min} = \frac{4 \cdot F}{p_{meg} \cdot (d^2 - D_1^2) \cdot \pi} \quad (14.47)$$

$$z_{min} = \frac{4 \cdot 2425}{20 \cdot (16^2 - 13,835^2) \cdot \pi} = 2,4 \approx 3 \quad (14.48)$$

, ahol:

- F – Terhelő erő [N]
- p_{meg} – Megengedett felületi nyomás acél orsó és acél anya között [MPa]
- d – Csavarorsó névleges átmérője [mm]
- D_1 – Anya magátmérője [mm]
- z_{min} – Minimálisan szükséges menetszám

A menetszárhoz hegeszthető anyát szeretnék használni, ezért kiszámítottam, hogy az általam használt anyagban mennyi menet található:

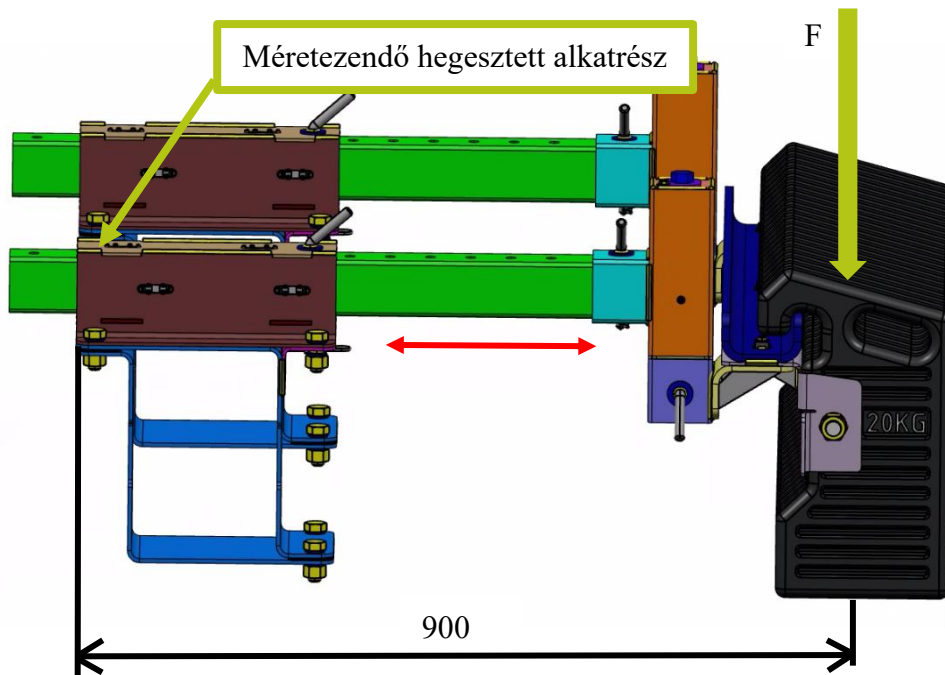
$$\text{Menetek száma} = \frac{\text{Menethossz}}{\text{menetemelkedés}} \quad (14.49)$$

$$\text{Menetek száma} = \frac{10}{2} = 5 \quad (14.50)$$

Mivel a hegeszthető anyagban 5 darab egész menet található a terhelő erő felvételéhez 3 darab teljes menet szükséges, ezért számítások alapján az M16-os hegeszthető anya teherbírása megfelelő lesz.

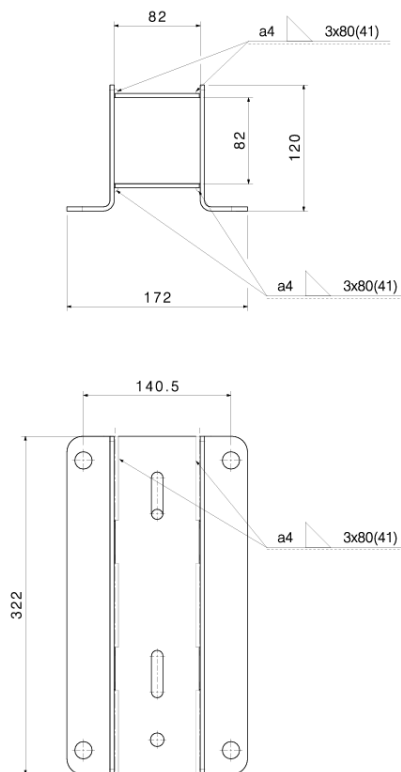
14.3 Hegesztések méretezése

Szilárdságtanilag a súlytartó legkritikusabb pontja az a lemezalkatrészekből összehegesztett négyzetkeresztmetszetű lemezalkatrész, amely a keresztirányú állításért felel, ez az alkatrész a 38. ábrán látható. Az alkatrészt azért terveztem lemez alkatrészekből, mert gyártás során lézervágó géppel eltudják készíteni a műanyag csúszóbetéteknek a hosszanti furatokat, míg egy előre legyártott zártszelvénybe, ezeket a furatokat időigényes és költségesebb lenne elkészíteni. A méretezést a súlytartó legkritikusabb helyzetében végeztem el, amelyben csak az egyik oldalt teljes súllyal és teljesen kihúzott állapotban van terhelve, ugyanis keresztmetszetre ilyenkor hat a legnagyobb terhelés, ezt az állapotot a 38. ábra mutatja be.



38. ábra: Keresztirányú tartó
(Forrás: Saját készítés)

A 39. ábra szemlélteti a hegesztési kötéseket és a helyet, ez az 39. ábra a hegesztési rajz részlete. Az alkatrészeire sarokvarratokat helyeztem el, ezeket a varratokat ellenőriztem le, hogy megfelelőek-e.



39. ábra: Hegesztések típusai és helyei
(Forrás: Saját készítés)

A keresztmetszetre ható nyomaték nagysága:

$$M_h = F \cdot k = 2475 \cdot 900 = 2227500 \text{ Nmm} \quad (14.51)$$

, ahol:

- M_h –Nyomaték nagysága [Nmm]
- F –Terhelő erő nagysága [N]
- k –Terhelő erő legnagyobb távolsága [mm]

A négyzet alakú keresztmetszet külső mérete 90 mm x 90 mm, a belső mérete 82 mm x 82 mm, ebből adódóan a keresztmetszeti tényező:

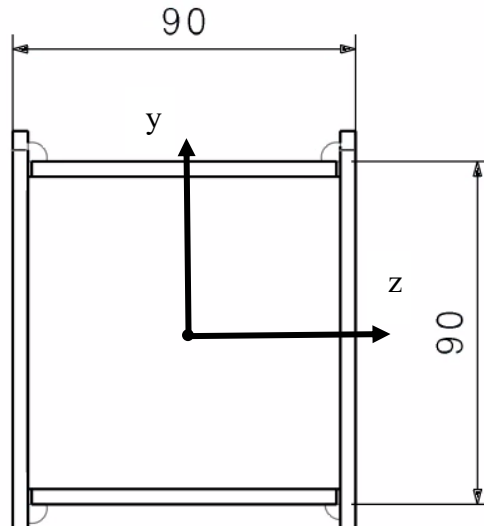
$$I = \frac{a^3 \cdot a}{12} - \frac{b^3 \cdot b}{12} = \frac{90^3 \cdot 90}{12} - \frac{82^3 \cdot 82}{12} = 1699818,667 \text{ mm}^4 \quad (14.52)$$

, ahol:

- I –Keresztmetszeti tényező [mm⁴]
- a –Külső szélesség [mm]
- b –Belső szélesség [mm]

Az ébredő feszültség meghatározásához szükség van az y irányú legnagyobb feszültség érték helyére, ezt a 40. ábra szemlélteti. Jelen esetben a keresztmetszetünk fele lesz:

$$y_{max} = \frac{90}{2} = 45 \text{ mm} \quad (14.53)$$



40. ábra: Méretezett keresztmetszet
(Forrás: Saját készítés)

Az ébredő feszültséget a következő képlettel számítottam ki, ekkora mértékű feszültség ébred a keresztmetszetben, ezáltal ekkora feszültséget kell elbírnuk a hegesztéseknek.

$$\sigma_{\text{ébredő}} = \frac{M_h}{I} \cdot y_{\text{max}} = \frac{2227500}{1699818,667} \cdot 45 = 58,9695 \text{ MPa} \quad (14.54)$$

, ahol:

- $\sigma_{\text{ébredő}}$ – Ébredő feszültség nagysága [MPa]
- M_h – Nyomaték nagysága [Nmm]
- I – Keresztmetszeti tényező [mm^4]
- y_{max} – Legnagyobb feszültség érték helye [mm]

Az alapanyaga S355 szerkezeti acél, amelynek folyáshatára $R_e = 355 \text{ N/mm}^2$, hegesztés során az alapanyag szilárdsága csökken, ezért figyelembe vettem 80%-os gyengítési tényezőt, így az alábbi módon határozható meg a hegesztési varratban megengedett maximális határfeszültség:

$$\sigma_{\text{varrat hat.}} = \frac{R_e \cdot v}{s} = \frac{355 \cdot 0,8}{4} = 71 \text{ MPa} \quad (14.55)$$

, ahol:

- $\sigma_{\text{varrat max.ébred.}}$ – Varratban megengedett maximális határfeszültség [MPa]
- R_e – Alapanyag folyáshatára [MPa]
- v – Gyengítési tényező [-]

s –Biztonsági tényező [-]

Mivel a keresztmetszetben ébredő feszültség kisebb, mint a varratban megengedett maximális határ feszültség, ezért a hegesztési varratok teljes mértékben megfelelnek a terhelésnek.

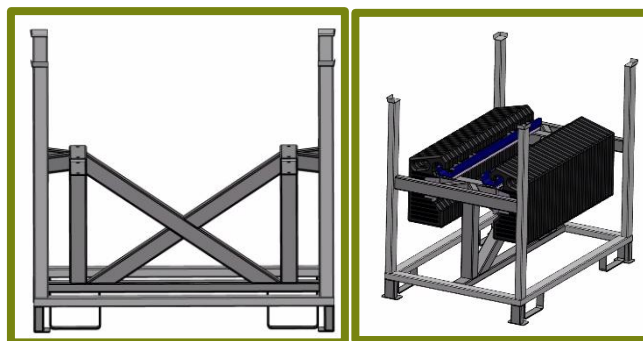
15 Tárolás/mozgatás bemutatása

A pótsúly rendszer megtervezésén kívül feladatomban volt a rendszer tárolásának és mozgatásának megtervezése ebben, a fejezetben az általam tervezett tárolási és mozgatási módszereket szeretném bemutatni.

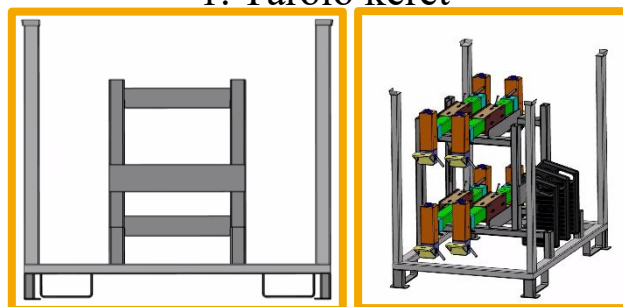
15.1 Tárolás

A 2. tároló keretben lehet tárolni az éppen nem használt súlyokat és a súlytartó karokat, illetve az alaprögzítéseket. A tárolókeretek standard rácsosláda méretűek, ami azt jelenti, hogy a befoglaló méretei: 1240 mm x 835 mm x 970 mm, ezáltal más rácsosládákkal is kompatibilisek.

A tároláshoz két darab tároló keret áll rendelkezésre az egyik tároló keretben kell tárolni a súlytömböket, a másik tárolókeretben lehet tárolni a súlytartó karokat, illetve az éppen nem használatos súlyokat. A 41. ábra szemlélteti a két tároló keretet. A tároló kereteket targoncával lehet mozgatni és a tárolókereteket egymásra lehet pakolni, ezáltal a pótsúly rendszert kisebb alapterületen lehet tárolni.



1. Tároló keret

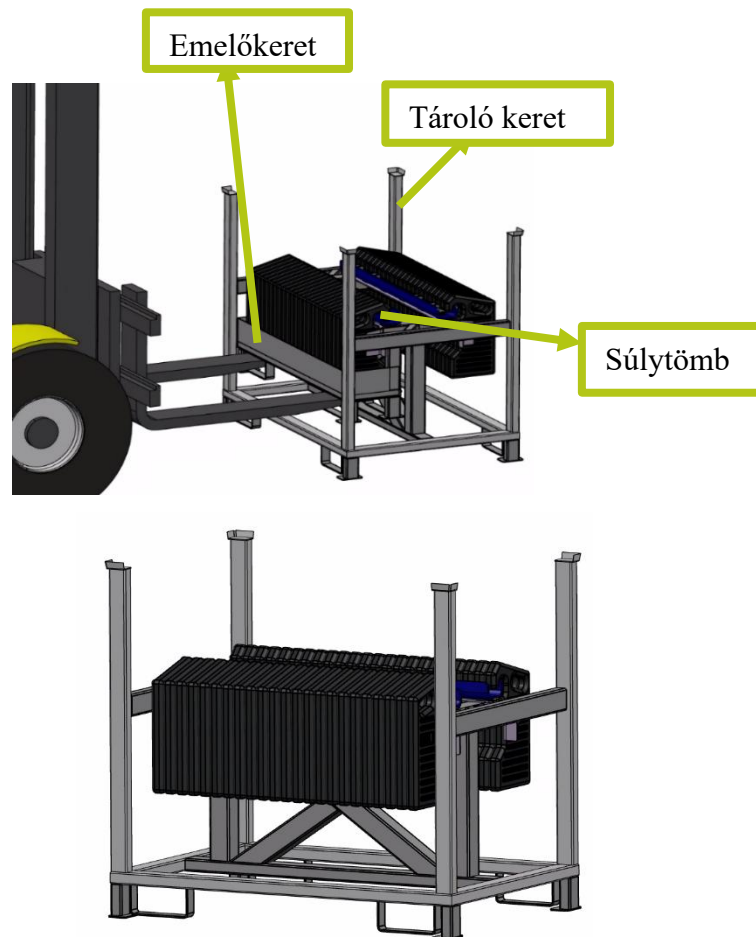


2. Tároló keret

41. ábra: Tároló keretek
(Forrás: Saját készítés)

15.1.11. Tároló keret

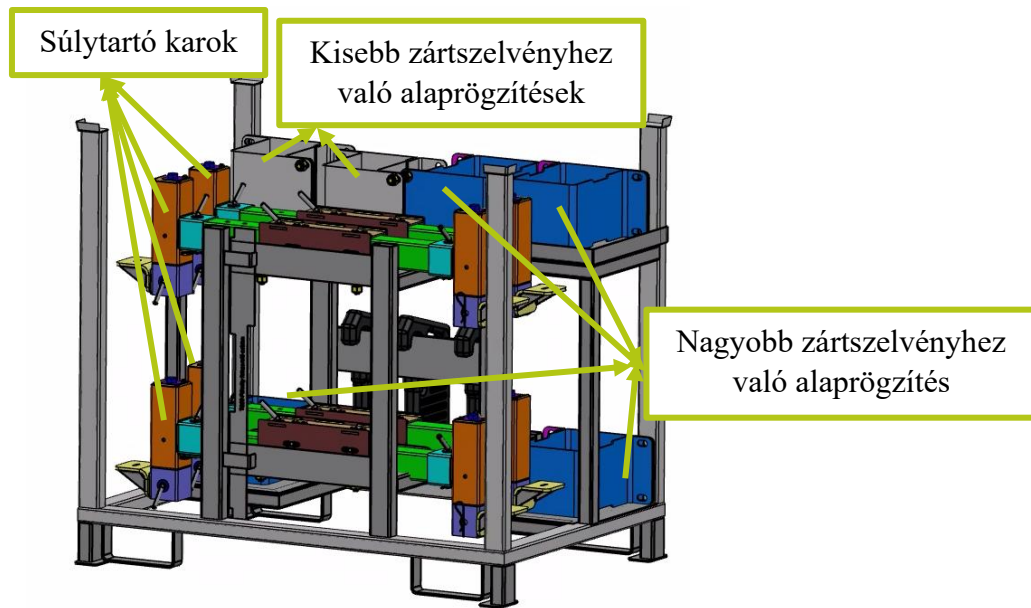
Az 1. tárolókeretben lehet tárolni a súlytömböket, ezeket a súlytömböket szétszerelve kézi erővel is kivehetőek, viszont egyben egy targoncával és emelőkerettel is megoldható a kiemelésük. Az 42. ábra szemlélteti a súlytömbök tárolására alkalmas tárolókeretet, amelyben két darab súlytömb látható. A tárolókeretben csavarkötéssel lehet rögzíteni a súlytömböket, ugyanazzal a fogatási pontokkal, mint a szállítókocsikon.



42. ábra: 1. Tároló keret a súlytömbökkel
(Forrás: Saját készítés)

15.1.2 2. Tároló keret

A második tároló keretben lehet tárolni az éppen nem használt pótsúlyokat és súlytartókat. A tárolókeretben 4 darab súlytartó kart, szerelősablont az éppen nem használt pótsúlyokat és az alaprögzítéseket lehet tárolni, ezt a 43. ábra mutatja be.

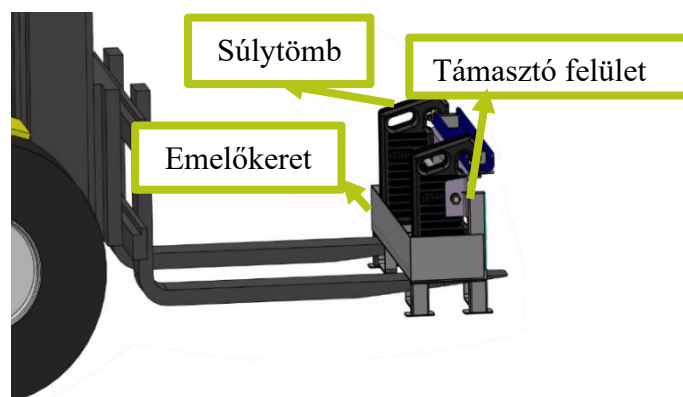


43. ábra: Használaton kívül súlyok tárolása

A gyártás során az 1. tároló keretből két darabot kell gyártani, ugyanis pótsúlyozás során két teljes pótsúly rendszer kell, hogy ezt a folyamatot lefedje. A 2. tároló keretből egy darabot elegendő gyártani, mivel a keretben elfér két darab pótsúly rendszer súlytartó karjai és alaprögzítései.

15.2 Mozgatás

A súlytömböket emelőkeret és targonca segítségével egyben is lehet mozgatni, viszont szétszerelést követően az alkatrészeket külön-külön kézi erővel is mozgathatóak. Az emelőkerettel való szállítást a 44. ábra mutatja be. Az emelőkeretet targoncával lehet mozgatni és a tároló keretből a súlytömböt ki lehet emelni és el lehet szállítani a szállítókocsihoz és a felehet szerelni a súlytartó karokra. Az emelőkeretben a súlyok alja felfeküdnek, illetve elborulás ellen kialakítva van egy támasztó felületek.



44. ábra: Súlytömb szállítása
(Forrás: Saját készítés)

16 Felszerelési példák

Ebben a fejezetben szeretném bemutatni a korábban használt pótsúlyozást és az általam tervezett pótsúly rendszert, a három típusú szállítókocsi régebbi pótsúlyozásait 3D modellben elkészítettem az általam tervezett pótsúly rendszerrel, ezzel szeretném bemutatni a pótsúly rendszerek közötti különbségeket. A részletes fel szerelést a 3. sz. melléklet tartalmazza.

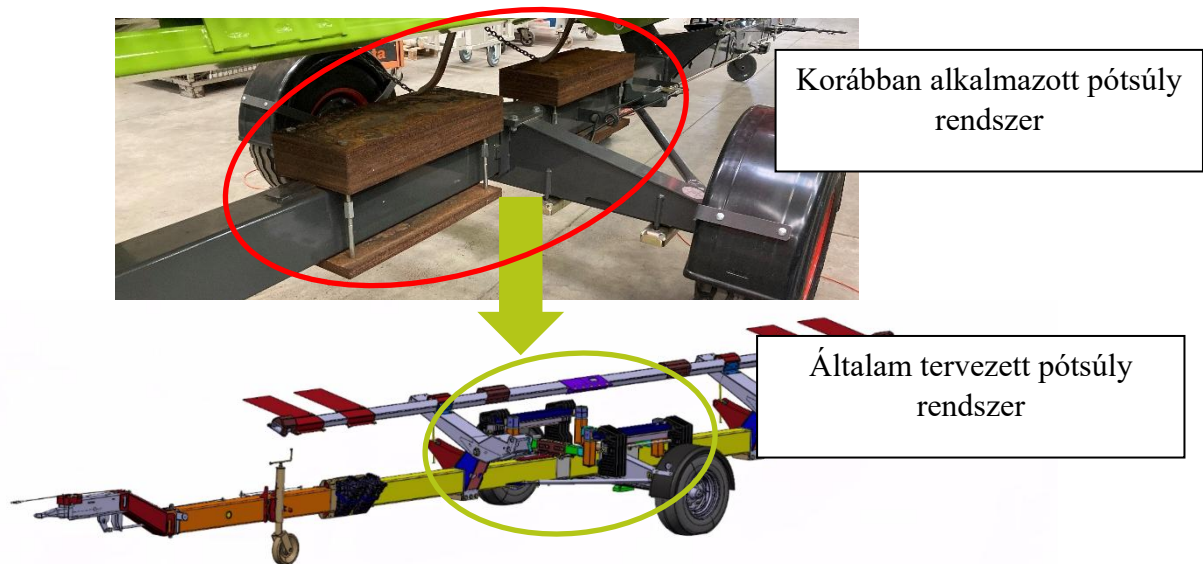
A korábban alkalmazott pótsúly rendszer hátránya az volt, hogy a felszerelése idő igényes volt, mivel a fő váz tetejére és aljára egyszerre kellett rögzíteni a pótsúlyokat. A felszerelés során ügyelni kellett arra, hogy az alsó pótsúlyokon lévő rögzítő furatok és a váz tetejére szerelt pótsúlyok furatai egyezzenek. A pótsúly felszerelést követően állítási lehetőség nincs, csak ha az egész pótsúly rendszert újra felszerelik.

Az általam tervezett pótsúlyrendszerénél a súlytartó karok felszerelését követően a pótsúlyok felhelyezése egyszerű, ugyanis fel kell akasztani vagy a komplett pótsúlytömb targonca segítségével fel kell szerelni. A felszerelést követően a pótsúly rendszer állításához nem kell újra az egész rendszert le és felszerelni.

16.1 T520 Egy tengelyes szállítókocsi pótsúlyozása

A 45. ábra az egytengelyes szállítókocsit a korábban alkalmazott pótsúly rendszerrel felszerelt állapotát és az általam tervezett és felszerelt pótsúly rendszerrel szemlélteti.

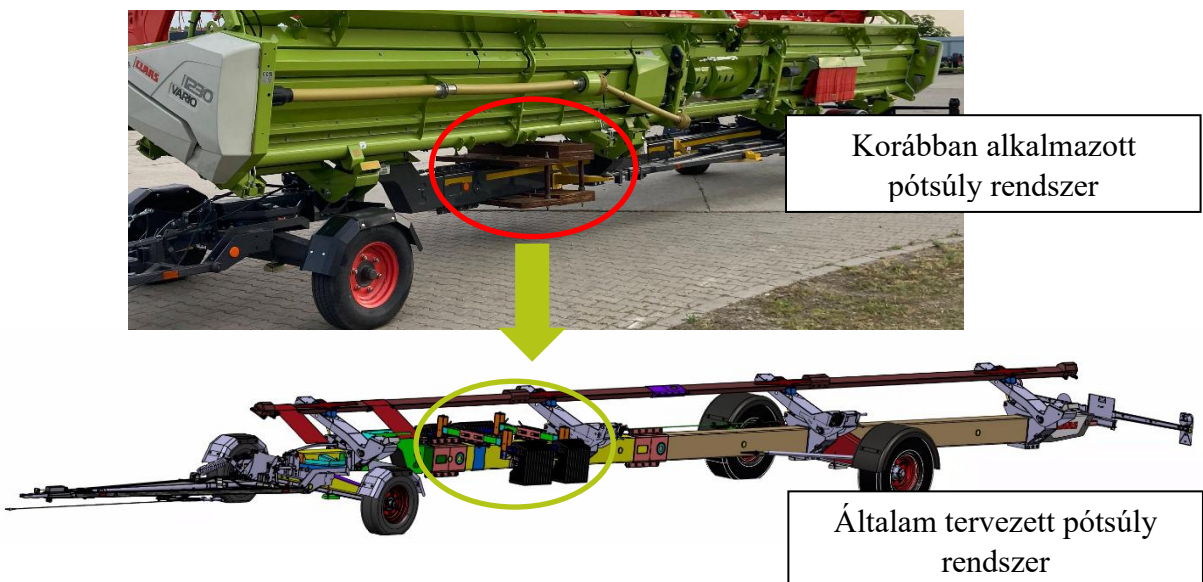
A T520-as típusú szállítókocsi pótsúlyozása során az össztömegnek 4000 kilogrammnak kell lennie, illetve a vonórúd terhelése nem haladhatja meg a 200 kilogrammot. Ennél a pótsúlyozásnál a szállítókocsi és vágóasztal tömege 3590 kilogramm, ami azt jelenti, hogy nagyságrendileg 410 kilogramm pótsúlyt kell felszerelni, ez a tömeg a szállítókocsi és vágóasztal típusától függően változhat.



45. ábra: Egytengelyes szállítókocsi pótsúly felszerelési példa
(Forrás: CLAAS dokumentáció, Saját készítés)

T521 Forgózsámolyos szállítókocsi pótsúlyozása

A forgózsámolyos szállítókocsikat 7000 kilogramm tömeggel tesztelik, az ábra egy olyan forgózsámolyos szállítókocsit szemléltet, amelyre egy CLAAS VARIO 1230-as típusú gabonavásóasztal van szerelve, ezáltal a szállítókocsi és vágóasztal tömege 6180 kilogramm. A pótsúlyozás során 820 kilogramm pótsúlyt kell felszerelni. A.46. ábra a korábban használt pótsúly rendszerrel és az általam tervezett rendszerrel felszerelt szállítókocsikat mutatja be.



46. ábra: Forgózsámolyos szállítókocsi pótsúly felszerelési példa
(Forrás: CLAAS dokumentáció, Saját készítés)

T523 Összkerék kormányzású szállítókocsi pótsúlyozása

Az összkerék kormányzású szállítókocsiknak a megengedett össztömegük 8000 kilogramm, ebben a felszerelési példában a szállítókocsi vágóasztallal való tömege 6800 kilogramm, ezek alapján 1200 kilogramm pótsúlyt kell felszerelni. A felszerelés során az 47. ábra is szemlélteti, hogy a szállítókocsi fő vázára két helyre szerelnek pótsúlyt.



47. ábra: Összkerék kormányzású szállítókocsi pótsúly felszerelési példa
(Forrás: CLAAS dokumentáció, Saját készítés)

Ezen példák alapján szerettem volna bemutatni, hogy az általam tervezett pótsúly rendszer teljes mértékben kiváltja a korábban használt pótsúly rendszert és ezek mellett a követelményjegyzékben szereplő pontoknak teljes mértékben megfelel.

1 Összefoglalás

Szakedolgozatom témáját CLAAS Hungária Kft. biztosította és a témám célja az volt, hogy tervezek egy olyan univerzális pótsúly rendszert, melyet a gyár teljes szállítókocsi palettáján felhasználható. A szállítókocsi tesztek során a kocsikat a megengedett teljes össztömegükön végzik el, ezt a tömeget a rájuk helyezett vágóasztalokkal nem érik el, ezért pótsúlyokat kell felszerelni.

Első sorban megvizsgáltam a CLAAS által gyártott szállítókocsi típusokat kitérve a típusok közötti eltérésekre és a pótsúly felszerelését nehezítő körülményekre. Ezek alapján elkészítettem a követelményjegyzéket.

Továbbá dolgozatomban megvizsgáltam milyen pótsúlyozásokat használnak a mezőgazdaságban, főként a mezőgazdasági erőgépeken, illetve pótkocsi tesztek során, azokat a pótsúly rendszereket hogyan lehetne felhasználni a szállítókocsik pótsúlyozására.

A pótsúly rendszert, úgy kellett megterveznem, hogy az olcsón, egyszerűen gyártható és könnyen oktatható legyen a fel és leszerelése.

Az általam tervezett pótsúly rendszerrel nagyságrendileg egy tonna pótsúlyt lehet felszerelni a szállítókocsikra, ezzel a rendszerrel a szállítókocsi hosszirányában 50mm lépcsőkkel összesen 350mm lehet állítani függőleges irányban fokozatmentesen összesen 115 millimétert lehet állítani. A pótsúly kritikus pontjait szilárdságtani számításokkal ellenőriztem és ennek megfelelően alakítottam ki.

A pótsúly rendszer tárolásáról is kellett gondoskodnom, ezért két darab tároló keretet terveztem, amely a tárolás mellett a súlytömb előkészítésére is alkalmas. Az 1. tároló keretben lehet tárolni a súlytömböket a tárolókeretben targoncával lehet bele tenni és a tároló keretben a súlytömböt megfelelő mennyiségű tömegre elő lehet készíteni. A 2. tároló keretben lehet tárolni a súlytartó karokat, az alapprögzítéseket, szerelősablont és az éppen nem használatos súlyokat.

2 Summary

The topic of my thesis was provided by CLAAS Hungária Kft., and the aim of it was to design a universal counterweight system that could be used on the factory's entire range of transport trailers. During transport trailers tests, the vehicles are tested at their maximum permissible total weight, which cannot be achieved with the cutterbars placed on them, so counterweights must be installed.

First, I examined the types of transport trailers manufactured by CLAAS, focusing on the differences between the types and the circumstances that make it difficult to install counterweights.

Furthermore, in my thesis, I examined what additional weights are used in agriculture, mainly on agricultural machinery and during trailer tests, and how these additional weight systems could be used to add weight to transport trailers.

I had to design the ballast system so that it would be inexpensive, easy to manufacture, and easy to learn how to install and remove.

With the counterweight system I designed, approximately one ton of counterweight can be installed on the transport trolleys. With this system, the transport machine can be adjusted in the longitudinal direction in 50 mm increments for a total of 350 mm, and in the vertical direction for a total of 115 mm. I checked the critical points of the counterweight with strength calculations and designed it accordingly.

I also had to take care of the storage of the counterweight system, so I designed two storage racks that are suitable for storing and preparing the weight blocks. The weight blocks can be stored in the first storage frame, which can be loaded with a forklift truck, and the weight block can be prepared to the appropriate weight in the storage frame. The second storage frame can be used to store the weight-bearing arms, the base fixings, the assembly template, and the weights that are not currently in use.

17 Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném megköszönni Demeter Dánielnek, hogy külső konzulensemként kiváló szaktudásával, tapasztalatával és türelmével támogatta dolgozatom létrejöttét.

Továbbá szeretném megköszönni Dr. Gurmai Lászlónak a termék validáció csoport vezetőjének, hogy szakdolgozatomat a CLAAS Hungária Kft.-nél készíthettem el.

Végezetül szeretném megköszönni a belső konzulensemnek, Dr. Kátai László tanszékvezetőnek, hogy munkájával segítette a szakdolgozatom megalkotását.

Irodalomjegyzék

- [1] AXIÁL KFT., (2016) CLAAS Hungária Kft., Letöltve: <https://www.axial.hu/cikkek/hirek/claas-hungaria-kft> (Utolsó letöltés: 09/10/2025)
- [2] CLAAS, C csigás vágóasztal, Letöltve: <https://www.claas.com/hu-hu/mezogazdasagi-gepek/kombajn/c-csigas-vagoasztal>, (Utolsó letöltés: 09/10/2025)
- [3] CLAAS, CLAAS orrsúlyok, Letöltve: <https://www.claas.com/hu-hu/szolgalatasok/alkatreszek-es-tartozekok/claas-original/orrsulyok> (Utolsó letöltés: 09/10/2025)
- [4] CLAAS History, Letöltve: <https://www.claas.com/en-rs/about-claas/history-light> (Utolsó letöltés: 09/10/2025)
- [5] CLAAS Hungária KFT., (2023) CLAAS Hungária KFT cégtörténet, Letöltve: <https://www.claahungaria.com/company/tortenete> (Utolsó letöltés: 28/06/2025)
- [6] CLAAS, ROVIO, Letöltve: <https://www.claas.com/hu-hu/mezogazdasagi-gepek/kombajn/rovio>, (Utolsó letöltés: 09/10/2025)
- [7] CLAAS, Traktorok, Letöltve: <https://www.claas.com/hu-hu/mezogazdasagi-gepek/traktorok/sorozat> (Utolsó letöltés: 09/10/2025)
- [8] Csizmadia B. M., Égert J., Fekete T., Gelencsér E., Kósa C. és Nándori E., Mechanika Mérnököknek - Szilárdságtan, Csizmadia B. M. és Nándori E., szerk., Budapest - Gödöllő - Győr: Nemzeti Tankönyvkiadó Rt., 1999..
- [9] Dr. Bártfai Zoltán – Dr. Bense László - -Kocsis István, Gépek üzemeltetése a mezőgazdaságban, Budapest: Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft., 2020
- [10] Dr. Bense László, Dr. Fogarasi Lajos, Dr. Fülöp István, Kocsis István, Dr. Szabó István, Mezőgazdasági munkagépek I. Budapest: Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft., 2018
- [11] Dr. Szendrő Péter, Gépelemek I. (Kötések), Gödöllő: AGRÁRTUDOMÁNYI EGYETEM Mezőgazdasági Gépészmérnöki Kar Mezőgazdasági Géptani Intézet, 1978
- [12] Erdő- Mező Online, (2017) A traktorok újszerű pótsúlyozása, Letöltve: <https://erdo-mezo.hu/index.php/hirek/olvas/a-traktorok-ujszeru-potsulyozasa#> (Utolsó letöltés: 09/10/2025).
- [13] IRTE TRANSPORT ENGINEER, (2024) Testing trailers, Letöltve: <https://www.transportengineer.org.uk/content/features/testing-trailers/> (Utolsó letöltés: 09/10/2025)

- [14] Nemzeti Jogszabálytár, (2025) 5/1990. (IV. 12.) KöHÉM rendelet a közúti járművek műszaki megvizsgálásáról, Letöltve: <https://njt.hu/jogszabaly/1990-5-20-5E> (Utolsó letöltés: 09/10/2025)
- [15] Nemzeti Jogszabálytár, (2025) 6/1990. (IV. 12.) KöHÉM rendelet a közúti járművek forgalomba helyezésének és forgalomban tartásának műszaki feltételeiről, Letöltve: <https://njt.hu/jogszabaly/1990-6-20-5E> (Utolsó letöltés: 09/10/2025)
- [16] Orosz György, (2008) Kukorica- betakarítás gépei, Letöltve: https://www.nive.hu/Downloads/Szakkepzesi_dokumentumok/Bemeneti_kompetencia_k_meresi_ertekelesi_eszkozrendszerenek_kialakitasa/20_2640_tartalomelem_006_mu_nkaanyag_100331.pdf (Utolsó letöltés: 09/10/2025)
- [17] Szendrő Péter, Mezőgazdasági gépszerkezettan, Budapest: Szaktudás Kiadó, 2000

Ábrajegyzék

1. ábra: Cégbejegyzés (1913)	2
2. ábra: CLAAS szabadalom	2
3. ábra: CLAAS Hungaria Kft. telephelye madártávlattól	3
4. ábra: CLAAS gabonaasztal, kukorica adapter és szállítókocsi	3
5. ábra: APS rendszerű arató- cséplőgép felépítése	4
6. ábra: Vágóasztal felépítése	5
7. ábra: Csótörő adapter felépítése	6
8. ábra: Összecsukható gabonaasztal és kukoricacsótörő adapter	7
9. ábra: CLAAS LEXION 5500 T521 típusú szállítókocsival	8
10. ábra: T520-as szállítókocsi kialakítása	10
11. ábra: T521 típusú szállítókocsi	10
12. ábra: T523 típusú szállítókocsi	12
13. ábra: Mellső pótsúlyozású traktor	14
14. ábra: Fronthidraulikára szerelhető pótsúly	14
15. ábra: Külső keréksúllyal szerelt traktor	15
16. ábra: Szállítókocsi súlyozása	16
17. ábra: Vágóasztal pótsúlyozása	16
18. ábra: Megmért és kiszerkesztett súlypont	17
19. ábra: Szállítókocsira ható erők	17
20. ábra: 1. Alaprögzítés	19
21. ábra: 2. Alaprögzítés	20
22. ábra: 3. Alaprögzítés	20
23. ábra: 4. Alaprögzítés	21
24. ábra: 1. Konceptió	22
25. ábra: 1. Konceptió szimmetrikusan felszerelve	22
26. ábra: 2. Konceptió	23
27. ábra: 3. Konceptió	24
28. ábra: 4. Konceptió	25
29. ábra: 5. Konceptió	25
30. ábra: Nyertes alaprögzítés	32
31. ábra: Nyertes Súlytartó	33
32. ábra: Felszerelt pótsúly	34
33. ábra: Műanyag csúszóbetétek	35
34. ábra: Felszerelt súlytartó	36
35. ábra: U profilú súlytartó mechanikai modellje	37
36. ábra: Menetesszár helye	42
37. ábra: Menetesszár mechanikai modellje	43
38. ábra: Keresztirányú tartó	47
39. ábra: Hegesztések típusai és helyei	47
40. ábra: Méretezett keresztmetszet	49
41. ábra: Tároló keretek	50
42. ábra: 1. Tároló keret a súlytömbökkel	51
43. ábra: Használaton kívül súlyok tárolása	52
44. ábra: Súlytömb szállítása	52
45. ábra: Egytengelyes szállítókocsi pótsúly felszerelési példa	54
46. ábra: Forgósámolyos szállítókocsi pótsúly felszerelési példa	54
47. ábra: Összkerék kormányzású szállítókocsi pótsúly felszerelési példa	55
48. ábra: Vágóasztal emelése első emelési pontoknál	63
49. ábra: Vágóasztal emelése hátsó emelési pontoknál	63

50. ábra: Vágóasztal súlypont szerkesztése	64
51. ábra: Vágóasztal súlypontja	65
52. ábra: Adapter emelése.....	65
53. ábra: Az első alaprögzítés fel szerelése.....	72
54. ábra: Második alaprögzítés felszerelése.....	73
55. ábra: Keresztirányú tartók fel szerelése	74
56. ábra: Függőleges tartók felszerelése.....	74
57. ábra: T520 Súlytömb felszerelése	75
58. ábra: T521- T523 súlytömbök felszerelése.....	76
59. ábra: Keresztirányú állítás	77
60. ábra: Hosszirányú állítás.....	77
61. ábra: Függőleges állítás.....	78
62. ábra: T520 Súlytömb tárolása.....	79
63. ábra: T521- T523 Súlytömbök tárolása.....	80
64. ábra: Súlytartó karok tárolása.....	81
65. ábra: Alaprögzítés tárolása.....	82

Táblázatjegyzék

1. Táblázat: T520 típusú szállítókocsik specifikációi	9
2. Táblázat: 521 típusú szállítókocsi specifikációi.....	11
3. Táblázat: 523 típusú szállítókocsi specifikációi.....	11
4. Táblázat: Alaprögzítés súlyozás.....	27
5. Táblázat: Alaprögzítés kiválasztása	28
6. Táblázat: Súlytartó súlyozása	29
7. Táblázat: Súlytartó koncepció kiválasztás	30
8. Táblázat: Alaprögzítés kiválasztásának eredménye.....	31
9. Táblázat: Súlytartó koncepció kiválasztásának eredménye	31
10. Táblázat: Követelményjegyzék	68

18 Mellékletek

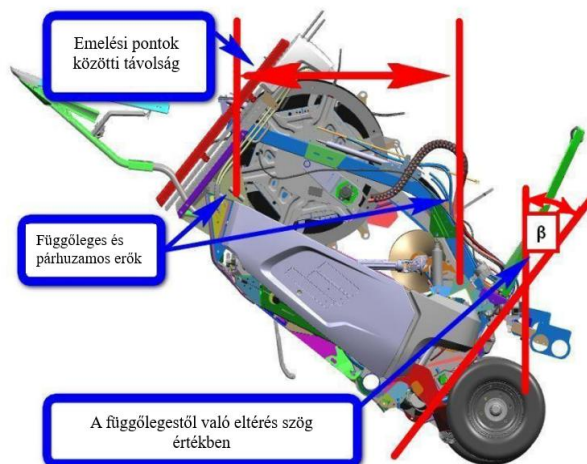
18.1 1. sz. melléklet

Az 1. sz. mellékletben mutatom be azokat a súlypontmérési elveket és módszereket, amelyeket a gyakorlatban használnak.

Vágóasztalok súlypontjai

Első mérés

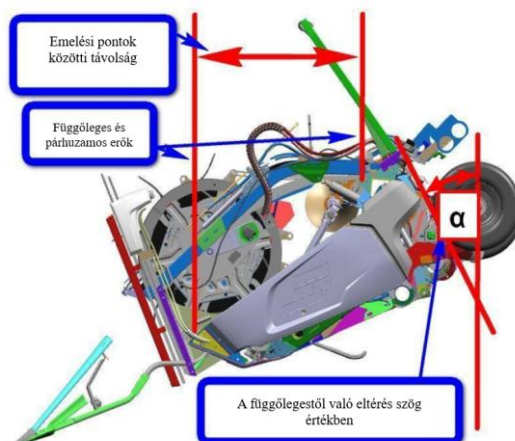
A vágóasztal négy sarkára emelési pontot kell felszerelni. Emelés során mérni kell az emelési pontoknál lévő tömegeket. A 48. ábrán jelölt β szöget, azaz a függőlegestől eltérő szöget kell megmérni.



48. ábra: Vágóasztal emelése első emelési pontoknál
(Forrás: CLAAS sajátdokumentációja)

Második mérés

A vágóasztalt a hátsó emelési pontoknál emelik meg, az emelés során dokumentálják az emelési pontokon lévő tömegeket. Az emelés után a 49. ábrán látható α szöget mérik meg.



49. ábra: Vágóasztal emelése hátsó emelési pontoknál
(Forrás: CLAAS sajátdokumentációja)

Mérési eredmények kiértékelése

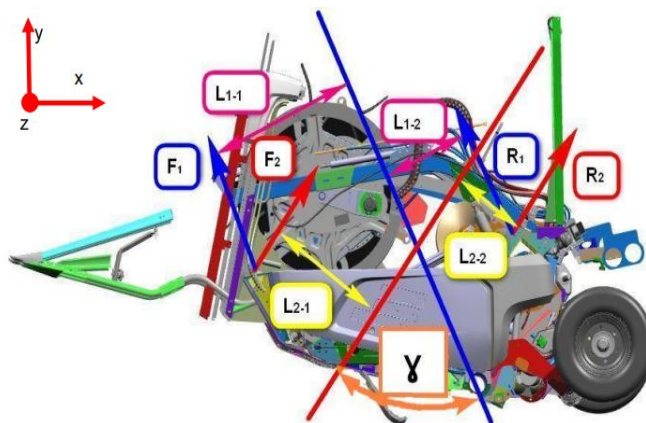
Súlypont helyét 3D szoftver használatával szerkesztik ki. A 43. ábrán a kiszerkesztett súlypont látható a súlypont helye a kék és piros vonalak metszéspontja.

Az ábrán látható jelölések:

- F_1 - Első emelési pont, az első mérésnél
- R_1 - Hátsó emelési pont, az első mérésnél
- F_2 - Első emelési pont, a második mérésnél

- R₂- Hátsó emelési pont, a második mérésnél

Az F₁ és R₁ ábrázolását az első mérés során dokumentált β szög felhasználásával tudják elvégezni. Az F₂ és R₂ a második mérés során dokumentált α szög felhasználásával tudják ábrázolni.



50. ábra: Vágóasztal súlypont szerkesztése
(Forrás: CLAAS saját dokumentációja)

L₁₋₁ távolság az F₁ erő vektor és vele párhuzamos kék vonal közötti távolság, ezt az értéket a következő képlettel lehet kiszámítani:

$$L_{1-1} = L_1 \times \left(\frac{R_1}{F_1 + R_1} \right) \text{ [mm]} \quad (15.1)$$

ahol:

- R₁- Hátsó emelési ponton ébredő erő, az első mérés során [N]
- F₁- Első emelési ponton ébredő erő, az első mérésnél [N]
- L₁- F₁ és R₁ közötti távolság [mm]

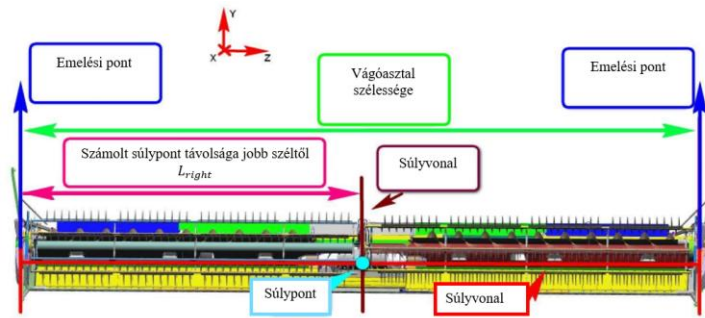
L₂₋₁ távolság az F₂ erő vektor és vele párhuzamos piros vonal közötti távolság, ezt az értéket a következő képlettel lehetséges kiszámítani:

$$L_{2-1} = L_2 \times \left(\frac{R_2}{F_2 + R_2} \right) \text{ [mm]} \quad (15.2)$$

, ahol:

- R₂- Hátsó emelési ponton ébredő erő, az első mérés során [N]
- F₂- Első emelési ponton ébredő erő, az első mérésnél [N]
- L₂- F₂ és R₂ közötti távolság [mm]

A 51. ábrán egy gabonavágóasztal kiszerkesztett súlypontja látható, a súlypont helyét kék jelölő ponttal van jelölve.



51. ábra: Vágóasztal súlypontja
(Forrás: CLAAS sajátdokumentációja)

A vágóasztal menetiránya szerinti jobb oldaltól mérve a súlypont távolságát L_{right} -tal jelölik, ezt a távolságot az alábbi képlettel lehet kiszámítani:

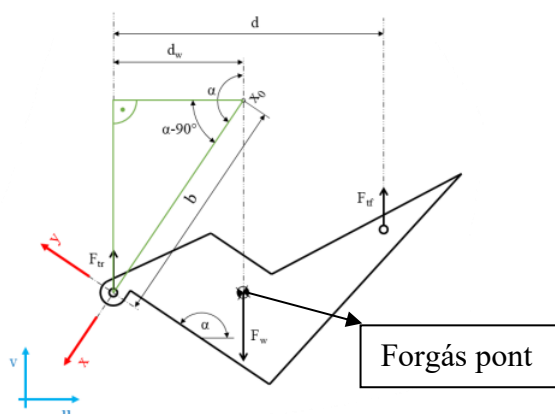
$$L_{right} = L_{width} \times \left(\frac{F_{left}}{F_{left} + F_{right}} \right) [mm] \quad (15.3)$$

, ahol:

- L_{width} - Vágóasztal szélessége [mm]
- F_{left} - Baloldalon mért erők nagysága [N]
- F_{right} - Jobboldalon mért erők nagysága [N]

Kukorica csőtörő adapter

A kukorica csőtörő adapter súlypontjának meghatározásához, az adaptert felemelik és emelés során mérik az emelési pintoknál lévő tömeg nagyságát, a 52. ábrán látható módon.



52. ábra: Adapter emelése
(Forrás: CLAAS sajátdokumentációja)

Emelés után megméri az α_2 -vel jelölt szöget, ez a szög későbbi számításokhoz szükséges lesz.

A súlypont meghatározásához az egyenes egyenletét használják fel $y = \tan(\alpha) \cdot (x - x_0)$.

d_w -vel jelölik a súlypont távolságát a forgásponttól és forgáspontra nyomaték súlyi egyenletet kell felírni.

$$\sum M_{\text{forgás pont}} = 0 = F_{\text{tf}} \cdot d - F_{\text{w}} \cdot d_{\text{w}} \quad (15.4)$$

$$d_{\text{w}} = \frac{F_{\text{tf}} \cdot d}{F_{\text{w}}} \quad (15.5)$$

, ahol:

- d_{w} - Súlypont távolsága forgás ponttól [mm]
- F_{tf} - első emelési ponton lévő súlyerő [N]
- F_{w} - Súlyponton ható súlyerő [N]
- d - két emelési pont közötti távolság [mm]

v irányba írjuk fel az erők egyensúlyi egyenletét

$$\sum F_{\text{v}} = 0 = F_{\text{tr}} + F_{\text{tf}} - F_{\text{w}} \quad (15.6)$$

$$F_{\text{w}} = F_{\text{tr}} + F_{\text{tf}} \quad (15.7)$$

ahol:

- F_{w} - Súlyponton ható súlyerő [N]
- F_{tr} - Hátsó emelési ponton lévő súlyerő [N]
- F_{tf} - Első emelési ponton lévő súlyerő [N]

A d_{w} meghatározásához helyettesítsük be az F_{w} -t.

$$d_{\text{w}} = \frac{F_{\text{tf}} \cdot d}{F_{\text{tr}} + F_{\text{tf}}} \quad (15.8)$$

A b és d_{w} oldal közötti szög 90 fokkal kisebb, mint a mért alfa szög. A derékszögű háromszögre felírt trigonometrikus egyenlet:

$$b = \frac{d_{\text{w}}}{\cos \cos(\alpha - 90^\circ)} \quad (15.9)$$

Helyettesítsük be b-t x_0 helyére:

$$y = \tan(\alpha) \cdot \left(x + \frac{d_w}{\cos(\alpha - 90^\circ)} \right) \quad (15.10)$$

Az előbb kapott egyenes egyenletét helyezzük egyenlet rendszerbe

$$y = \tan(\alpha_1) \cdot (x - x_{0,1}) \quad (15.11)$$

$$y = \tan(\alpha_2) \cdot (x - x_{0,2}) \quad (15.12)$$

Tegyük a két egyenletet egymással egyenlővé:

$$\tan(\alpha_1) \cdot (x - x_{0,1}) = \tan(\alpha_2) \cdot (x - x_{0,2}) \quad (15.13)$$

$$x = \frac{\tan(\alpha_1) \cdot x_{0,1} - \tan(\alpha_2) \cdot x_{0,2}}{\tan(\alpha_1) - \tan(\alpha_2)} \quad (15.14)$$

x_0 helyére helyettesítsünk be

$$x = \frac{\tan(\alpha_2) \cdot \frac{d_{w2}}{\cos(\alpha_2 - 90^\circ)} - \tan(\alpha_1) \cdot \frac{d_{w1}}{\cos(\alpha_1 - 90^\circ)}}{\tan(\alpha_1) - \tan(\alpha_2)} \quad (15.15)$$

18.2 2. sz. melléklet Fel- és leszerelés részletes bemutatása

Ez a melléklet tartalmazza a követelményjegyzéket.

10. Táblázat: Követelményjegyzék

(Forrás: Saját készítés)

Megnevezés	Követelmény leírása	Szint
Funkcióval kapcsolatos követelmény	- A rendszer legyen alkalmas a szállítókocsik maximális tömegének elérésére	Kötelező
Időtartamra vonatkozó követelmény	- A felszerelési idő maximum 4 óra legyen - A rendszernek bármikor megismételhetőnek kell lennie	Kötelező
Költségre vonatkozó követelmény	- Az üzemeltetés költsége lehető legminimálisabb legyen	Opció
Időjárásállóság	- Időjárási körülményeket tartósan viselje el - Festés, felületkezelés	Kötelező
Járulékos terhelések	- A rendszer berendezéseinek a járatás során tartósan el kell tudniuk viselni a vontatásból adódó járulékos terheléseket, normál üzemi körülmények mellett.	Kötelező
Élettartam	- A rendszer meghatározott élettartama: 5000 üzemóra	Kötelező
Napi üzemóra	- A rendszer napi üzemórája 8 óra	Kötelező
Napi indítások száma	- A rendszer egy nap alatt történő indítási száma: 1-25	Kötelező
Súlyok	- Minél kisebb költségből gyártható legyen - Kompatibilisek legyenek a szállítókocsi típusokkal - Emberierővel mozgathatóak legyenek maximum 25 kg - Éles sarkok, vágást okozó élek ne legyen rajtuk - Szerelési hely követelményeket figyelembe kell venni, kézi szerszámokkal szerelhető legyen	Kötelező

Megnevezés	Követelmény leírása	Szint
Súlypont	<ul style="list-style-type: none"> - Súlypont helye a föld és a szállítókocsi zártszelvény közötti távolság felső 1/3-án legyen 	Kötelező
Tartókarok	<ul style="list-style-type: none"> - Kompatibilisek legyenek különböző szállítókocsi típusok között - Tegyék lehetővé az 1 illetve 2 oldalas alkalmazhatóságot - Megfelelő rögzítést és terhelést biztosít a súlyoknak 	Kötelező
Elhelyezés	<ul style="list-style-type: none"> - Mindegyik szállítókocsival kompatibilisnek kell lennie, felszerelhető legyen az első tengely mögé és a túlnyúlásokra 	Kötelező
Tárolás	<ul style="list-style-type: none"> - Helytakarékosan lehessen tárolni 	Kötelező
Tároló keret	<ul style="list-style-type: none"> - Egymásra pakolható - Daruval, targoncával mozgathatóak - Képes az összes különböző súly fogadására - Súlyelosztása egyenletes legyen 	Kötelező
Tartó rögzítése	<ul style="list-style-type: none"> - Univerzálisan alkalmazható a kocsi típusok között - Moduláris, több kisebb részegységből többszörözhetően összeszerelhető - Figyelembe veszi a járművön megtalálható kinyúló részeket (Fék, kormányrendszer) 	Kötelező
Pótsúly rögzítése	<ul style="list-style-type: none"> - Univerzális, ne legyen arra szükség, hogy a különböző szállítókocsi típusokra külön-külön keljen rögzítést gyártani. - Egy ember elvégezheti - Könnyen oldható 	Kötelező

Megnevezés	Követelmény leírása	Szint
Karbantartás	- A karbantartás igénye minimális legyen - Zsírzás, kenés minimális mértékben	Opció
Gyártási technológia	- A CLAAS-nál alkalmazott gyártási technológiák használata - Lézervágás, élhajlítás, hegesztés, kis mértékben fogácsolás, esztergálás	Opció
Kezelési útmutató	- Fel- és leszerelés oktatható legyen - Karbantartás oktatható legyen	Kötelező

18.3 3. sz. melléklet Fel- és leszerelés részletes bemutatása

Pótsúly rendszer fel- és leszerelési útmutatója a különböző típusú szállítókocsikra

Általános felszerelési leírás

A pótsúlyok felhelyezése előtt a szállítókocsit a ráhelyezett vágóasztallal meg kell mérni, az 520-as kocsi mérését 3 darab mérleggel kell elvégezni egy-egy mérleg a kerekei alá helyezendő míg a harmadik mérleg a vonórúd alá és az a mérleg 200 kilogrammnál nagyobb tömeget nem érhet el. A T521 és T523 szállítókocsik mérlegelésénél a kerekek alá kell mérlegeket helyezni.

Mérlegelést követően a szállítókocsit lekell venni a mérlegekről a vágóasztalt a szállítókocsin kell hagyni és pótsúlyokat fel kell szerelni.

A felszerelés előtt az aktuálisan felszerelendő szállítókocsi és vágóasztal 3D modelljében ellenőrizni kell a felszerelendő pótsúlyok számát és helyét, ez egy becsült adat lesz, amely alapján a pótsúlyok felhelyezését el lehet kezdeni, majd a felhelyezést követően a szállítókocsival vissza kell állni a mérlegre, ahol a tengelyterhelések alapján be kell állítani a pótsúlytartót, ennek beállításának menete a 6. lépéstől látható.

Felszereléshez szükséges szerszámok:

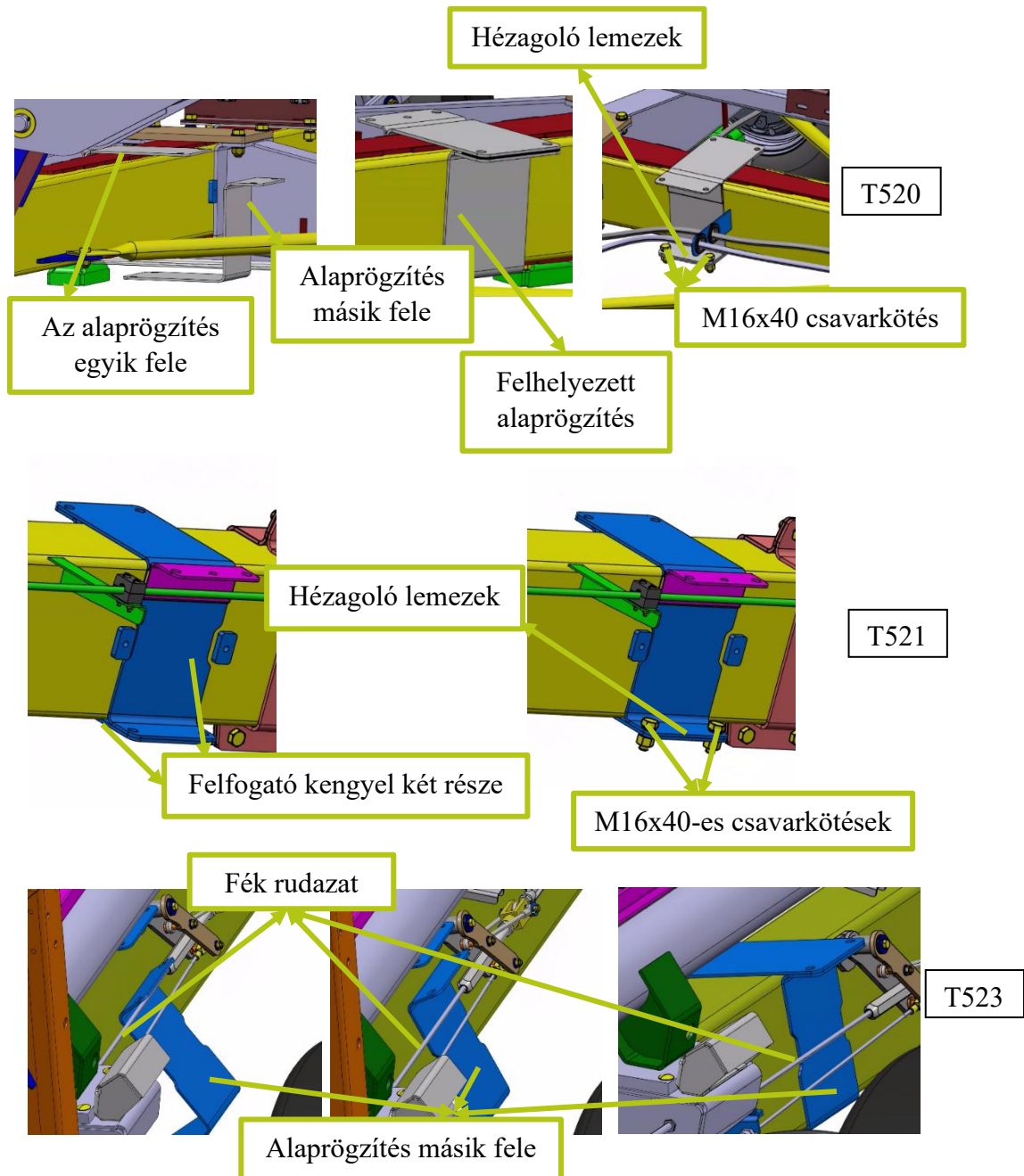
- 1db Szerelő sablon,
- 1db Targonca,
- 2db 24-es villáskulcs,
- 1db 16-os villáskulcs

- 2db 30-as villáskulcs,
- 1db nyomatékkulcs (47 - 197 Nm),
- 1db 1/2 -es 16-os dugókulcs és hozzátartozó közepes toldószárra és hajtókarrá van szükség.

A dokumentum további részében az egytengelyes szállítókocsira T520-ként, a forgózsámolyos szállítókocsira T521 és az összkerék kormányzású szállítókocsira T523-as ként fogok hivatkozni. Az ábrák mellett minden esetben jelzem pontosan, mely típusokra igaz az adott ábra.

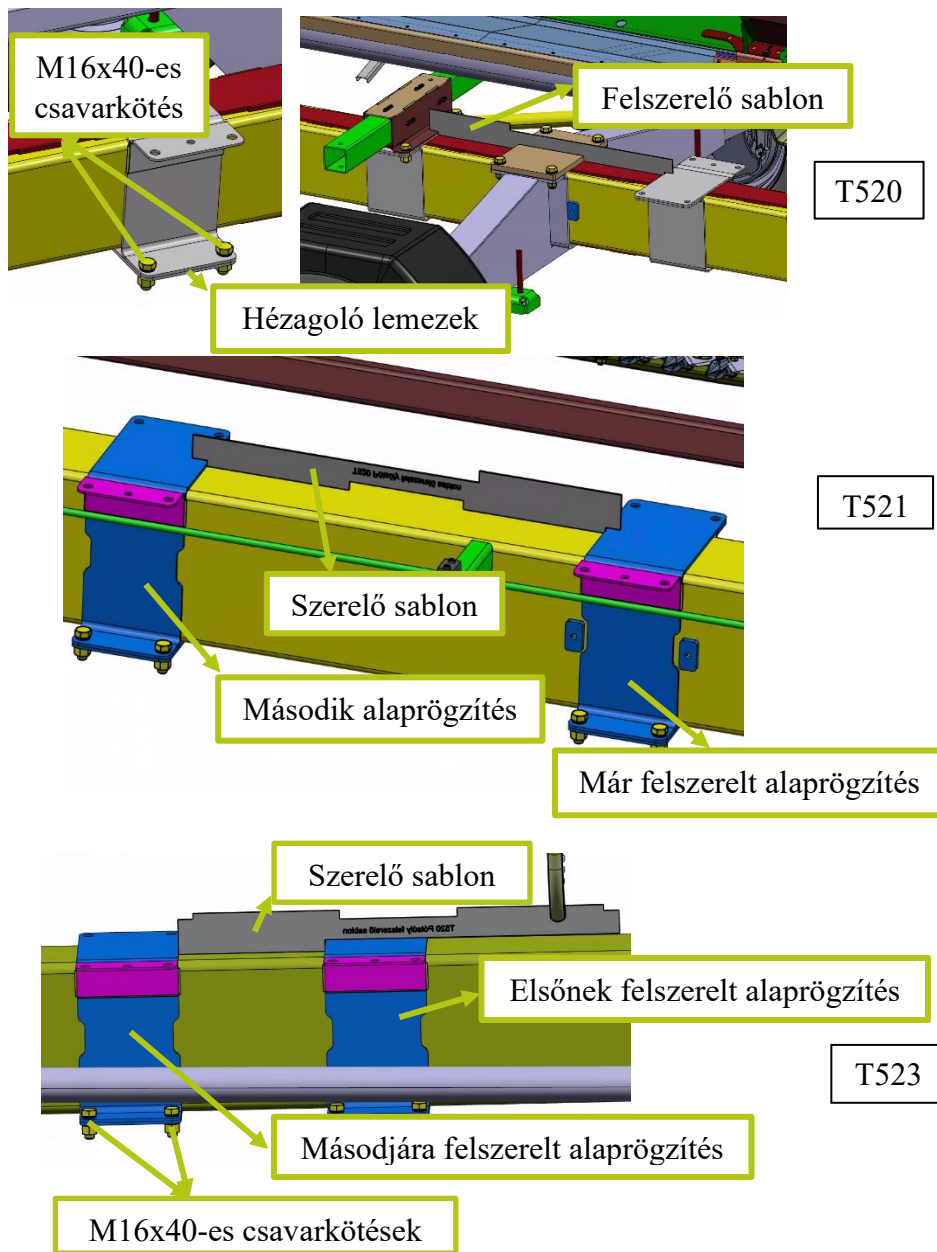
Felszerelés lépései:

1. Lépés: A felszerelést az egyik alaprögzítéssel kell kezdeni, az alaprögzítések két félből állnak, melyeket a fő vázra két oldalról kell felszerelni és első sorban két darab M16 x 40-es csavar kötéssel kézzel érintőleg rögzíteni kell, ezt a 53. ábra szemlélteti. Szükség esetén a két érintkező felület közé 1mm vastag hézagoló lemezeket kell berakni, majd a csavarkötéseket 197Nm- rel meg kell húzni.



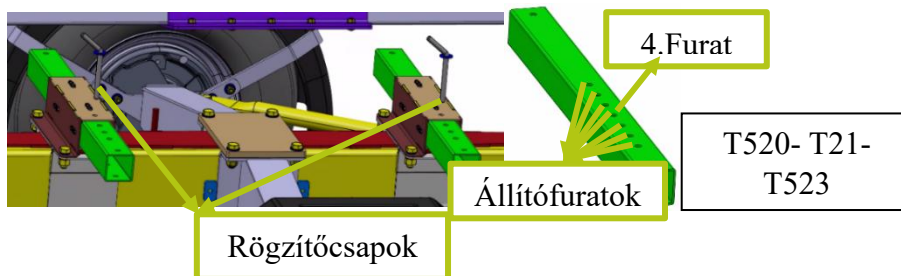
53. ábra: Az első alaprögzítés fel szerelése
(Forrás: Saját készítés)

2. Lépés: A felszerelést a másik alaprögzítéssel kell folytatni a két alaprögzítés közötti távolságot a felszerelő sablon segítségével kell beállítani, ezt a 54. ábra mutatja be.



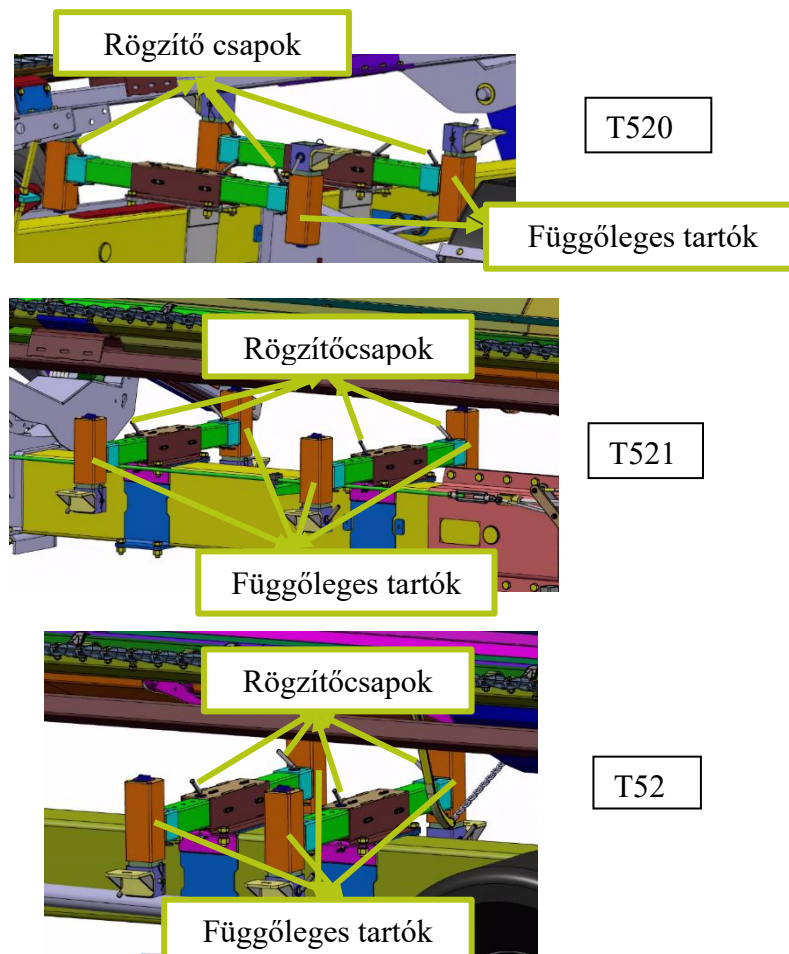
54. ábra: Második alaprögzítés felszerelése
(Forrás saját készítés)

3. Lépés: Keresztirányú tartók felszerelése során M16 x 40-es csavarkötéssel kell rögzíteni és 197 Nm kell meghúzni. A felszerelés menetét a 55. ábra szemlélteti. A felszerelés során figyelni kell arra, hogy a keresztirányú tartót alaphelyzetben a 4. furatba rögzítőcsapokkal kell rögzíteni, majd a teljes súlytartó felszerelését követően kell pontosan beállítani.



55. ábra: Keresztirányú tartók fel szerelése
(Forrás saját készítés)

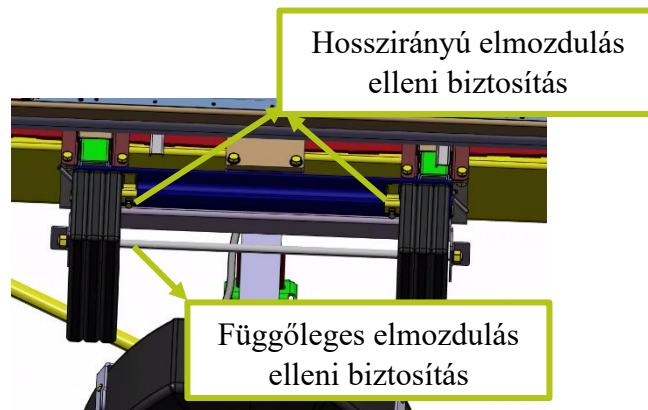
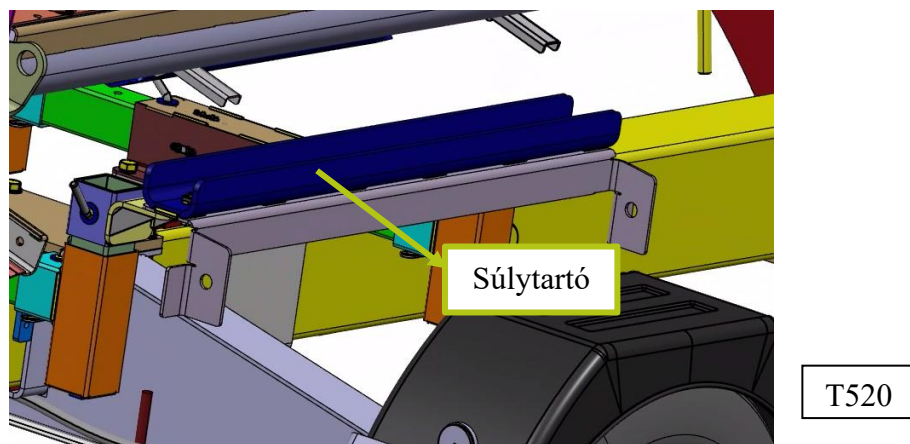
4. Lépés: A függőleges tartók felszerelését a 56. ábra mutatja be. Felszerelés során a keresztirányú tartóra kell felszerelni a függőleges tartókat és ezeket rögzítő csapokkal kell rögzíteni.



56. ábra: Függőleges tartók felszerelése
(Forrás: Saját készítés)

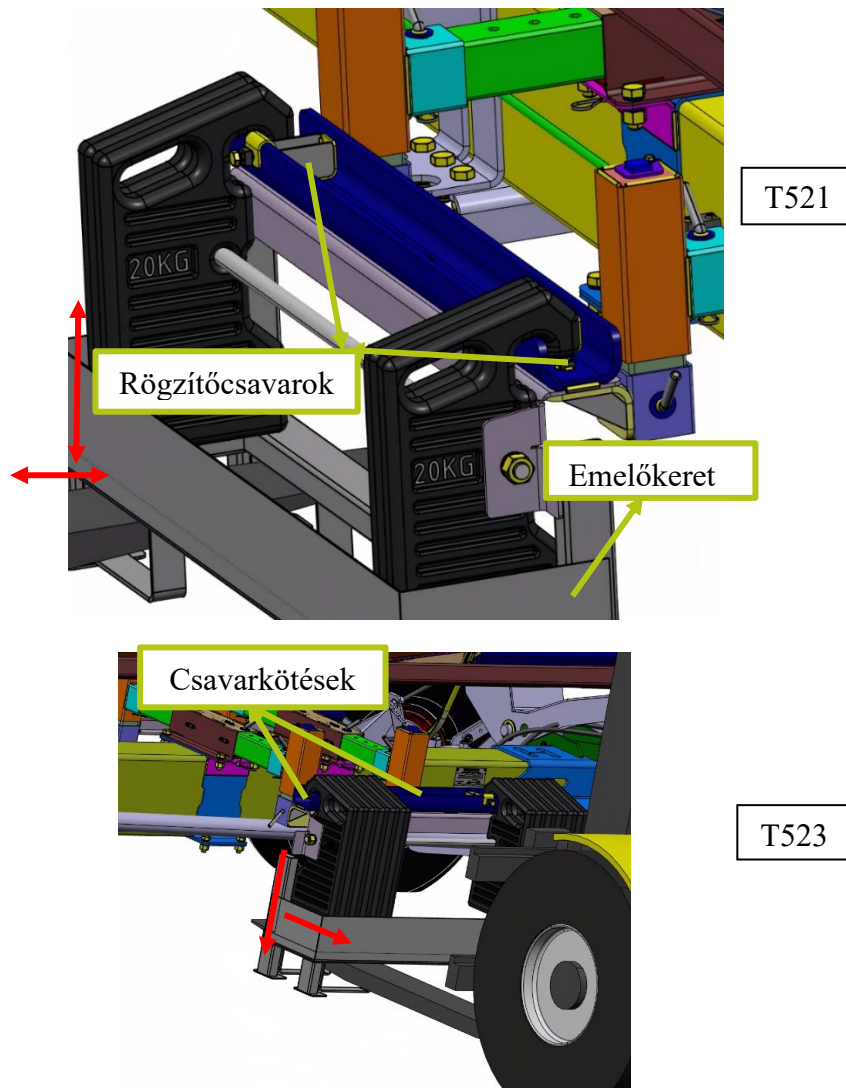
5. Lépés: A következő lépés a súlyok felszerelése, mivel a T520–ra való súlyfelszerelés eltér a többihez képest, ezért ezt a részt két részre bontom az 5.1 lépés a T520 pótsúly felszerelése míg az 5.2 lépés a T521 és T523-as szállítókoscsi pótsúly felszerelése látható.

5.1 Lépés: T520 egytengelyű szállítókoscsira a pótsúlyokat és az U profilú súlytartót kézzel kell felszerelni, mivel egyben a súlytömb az emelő kerettel és targoncával nem fér oda. 57. ábra szemlélteti. Az U profilú tartót alulról két darab M10 x 40- es csavarkötéssel kell rögzíteni, majd a súlytartóra kézzel kell fel akasztani a pótsúlyokat. A megfelelő mennyiségű pótsúly felhelyezése után azokat függőleges irányú elmozdulás ellen rögzíteni kell.



57. ábra: T520 Súlytömb felszerelése
(Forrás: Saját készítés)

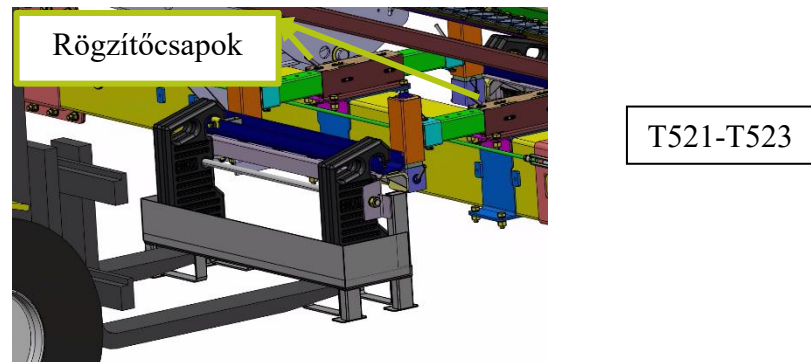
5.2 Lépés: A T521 és T523-as szállítókocsi típusokra való súlytömb felszerelést, targonca és emelőkeret segítségével el lehet végezni, amelynek előnye az, hogy nem egyesével kell a súlyokat felpakolni. Targoncával a súlytömböt a súlytartóhoz kell szállítani és a függőleges tartókra kell felhelyezni, ezt követően két darab M10 x 40-es csavarkötéssel rögzíteni kell. A súlytömb felszerelését az 58. ábra szemlélteti. A felszerelés után az emelőkeretet le kell engedni és hátrafelé ki kell húzni a súlytömb alól, ezeket az irányokat az ábrán piros nyilakkal jelöltem.



58. ábra: T521- T523 súlytömbök felszerelése
(Forrás: Saját készítés)

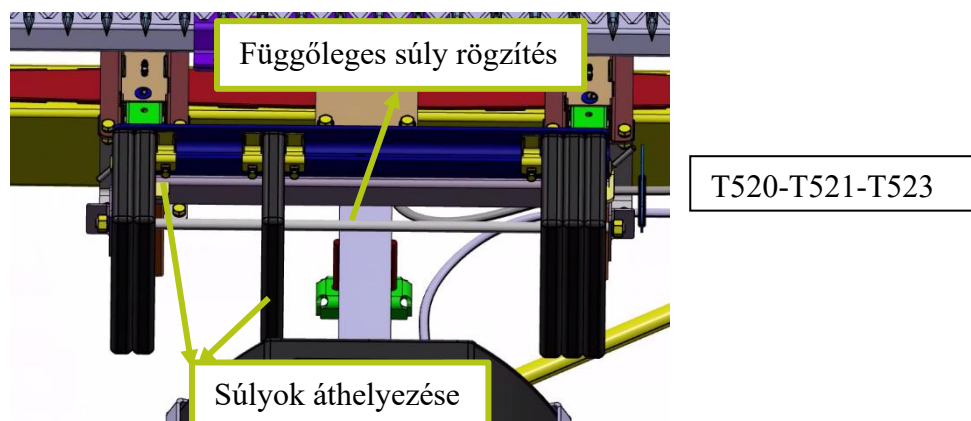
6. Lépés: A felszerelt súlytartók beállítása következik, a szállítókocsit vissza kell rakni a mérlegekre és az állítás során végig maradjon a mérlegen. A súlytartót a szállítókocsi keresztirányában targonca segítségével lehet állítani. A rögzítőcsapok kiszerezését követően targonca segítségével lehet keresztirányba tolni a mérlegen ellenőrizzük a

tengely terhelések értékét a megfelelő beállítást követően elmozdulás ellen rögzítőcsapokkal rögzítjük. A 59. ábra szemlélteti a keresztirányú állítást.



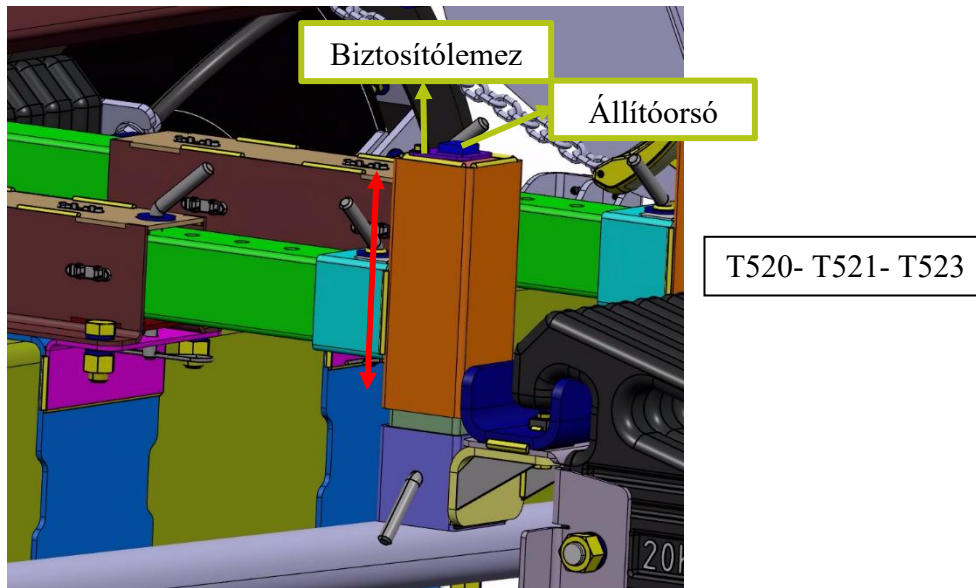
59. ábra: Keresztirányú állítás
(Forrás: Saját készítés)

7. Lépés: A szállítókocsi hosszirányában a súlytartón lévő súlyok áthelyezésével lehetséges az állítás, először a súlyok függőleges irányában található rögzítőt kell kiszerelni, majd ezt követően kézzel helyezzük arrébb a pótsúlyokat szükség esetén tegyünk fel vagy vegyünk le pótsúlyokat. A hosszirányú állítást 60. ábra mutatja be.



60. ábra: Hosszirányú állítás
(Forrás: Saját készítés)

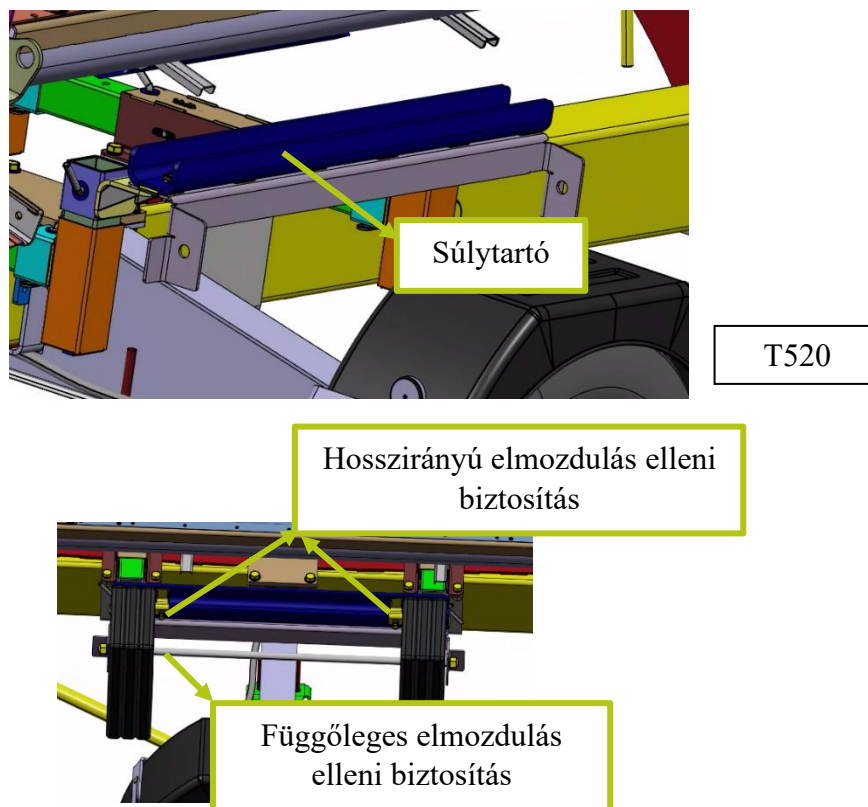
8. Lépés: Függőleges irányú állítás esetén a függőleges tartó tetején található biztosító lemez leszerelését követően az állító orsót 24-es villáskulccsal állítani tudjuk, a beállítást követően elmozdulás ellen biztosítsuk le. A függőleges állítást a 61. ábra mutatja be, illetve az ábrán piros nyilall jelöltem az állítási irányokat.



61. ábra: Függőleges állítás
(Forrás: Saját készítés)

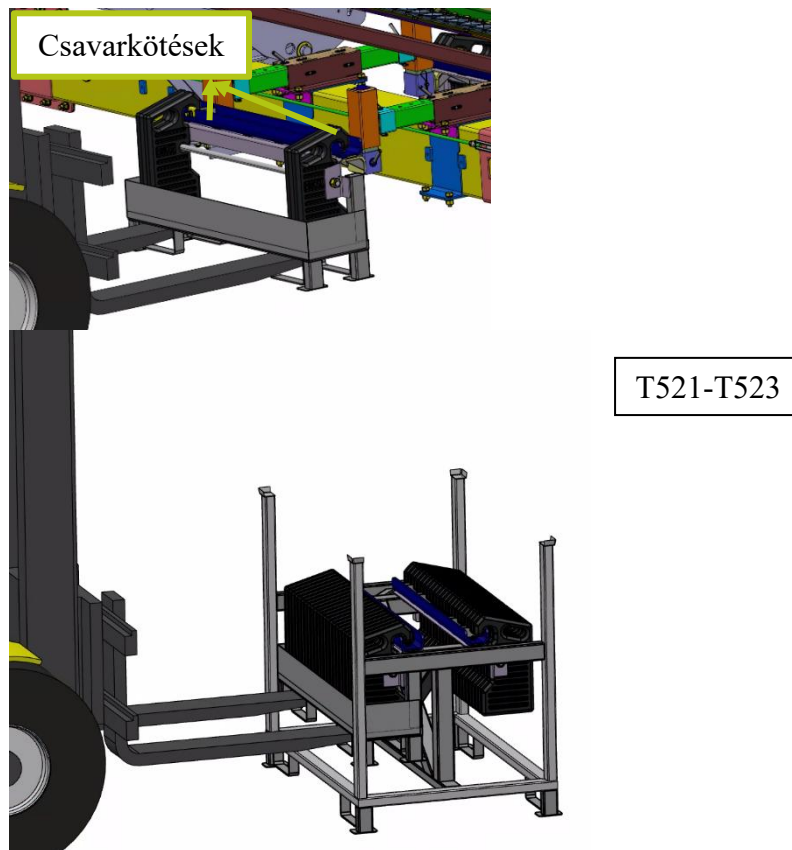
Leszerelés:

1. Lépés: A pótsúly rendszer leszerelését a súlytömbökkel kell kezdeni. mivel a T520-as kocsisúlytömb leszerelése különbözik a többi típusútól, ezért ezt a leszerelést két részre bontottam 1.1 lépés tartalmazza a T520 leszerelését és az 1.2 lépés tartalmazza T521-T523-as kocsisúlytömb típusokról való leszerelést.
 - 1.1 Lépés: A T520-as kocsisúlytömb leszerelés során ki kell szerelni a függőleges biztosítást, majd kézzel levenni a pótsúlyokat, illetve az Uprofilú súlytartót a két darab M10 x 40-es csavarkötés oldását követően. A leszerelt U profilú tartót az 1. Tároló keretbe kell rögzíteni és azokat a súlyokat, amelyek rajta voltak a szállító kocsin oda kell felszerelni. Az 62. ábra súlytömb leszerelését szemlélteti.



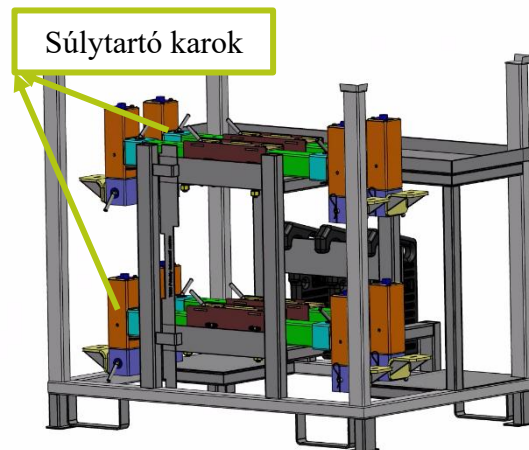
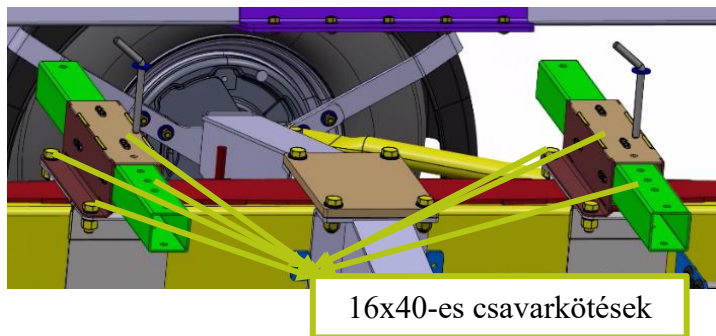
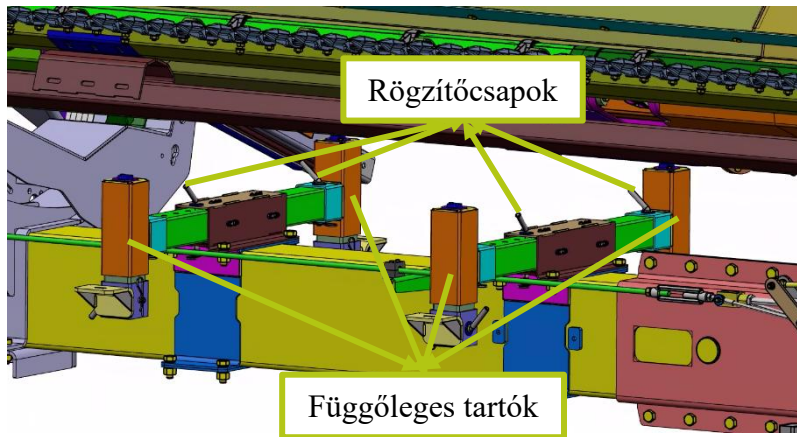
62. ábra: T520 Súlytömb tárolása
(Forrás: Saját készítés)

1.2 Lépés: A T521 és T523-as kocsiknál a súlytömböket targonca és emelőkeret segítségével le lehet szerelni a súlytartó karokról a leszerlés során a két darab M10x40-es csavarkötést kell kioldani. Targoncával a tároló kerethez kell szállítani. A 63. ábra súlytömb leemelését és tárolókeretbe helyezését mutatja be.



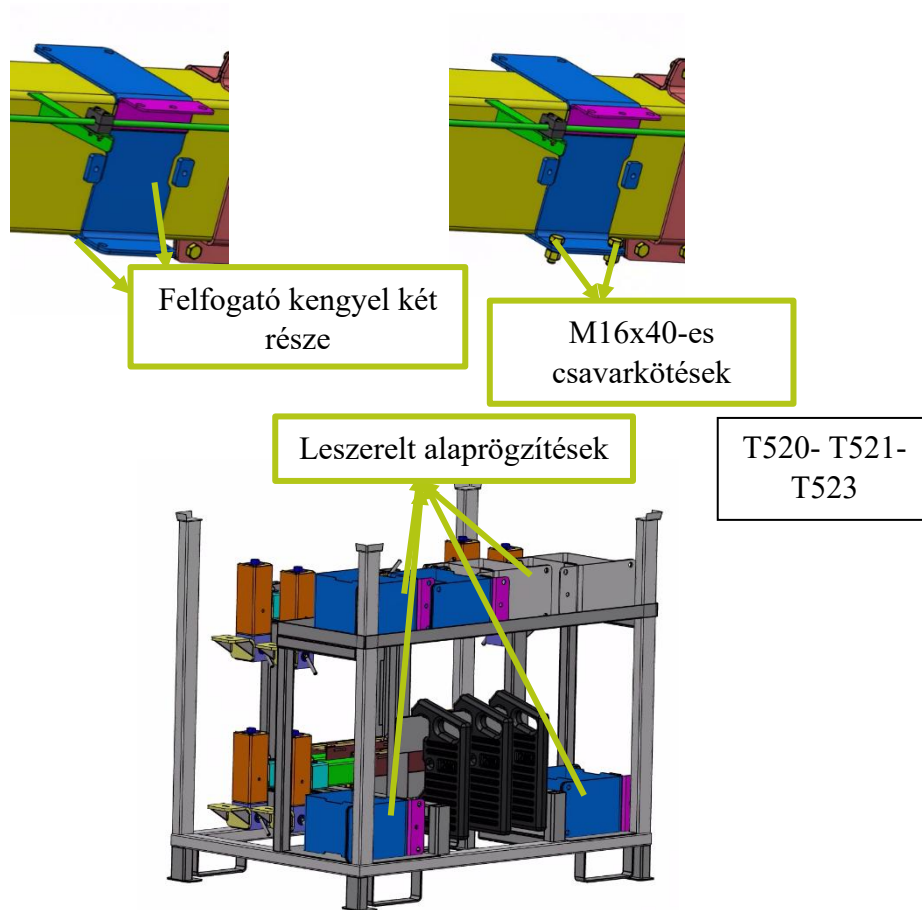
63. ábra: T521- T523 Súlytömbök tárolása
(Forrás: Saját készítés)

2. Lépés: A keresztirányú tartókról a függőleges tartókat le kell szerelni és a keresztirányú tartókat négy darab M16 x 40-es csavarkötések oldását követően lehet szerelni és vissza lehet rakni a 2. tároló keretbe. A tároló keretbe helyezés után a függőleges tartókat is vissza kell rakni a keresztirányú tartókra, ezeket a rögzítőcsapokkal rögzíteni kell. A 64. ábra bemutatja, hogy a tartókat hogyan kell leszerelni, illetve azokat hogyan kell a tároló keretbe helyezni.



64. ábra: Súlytartó karok tárolása
(Forrás: Saját készítés)

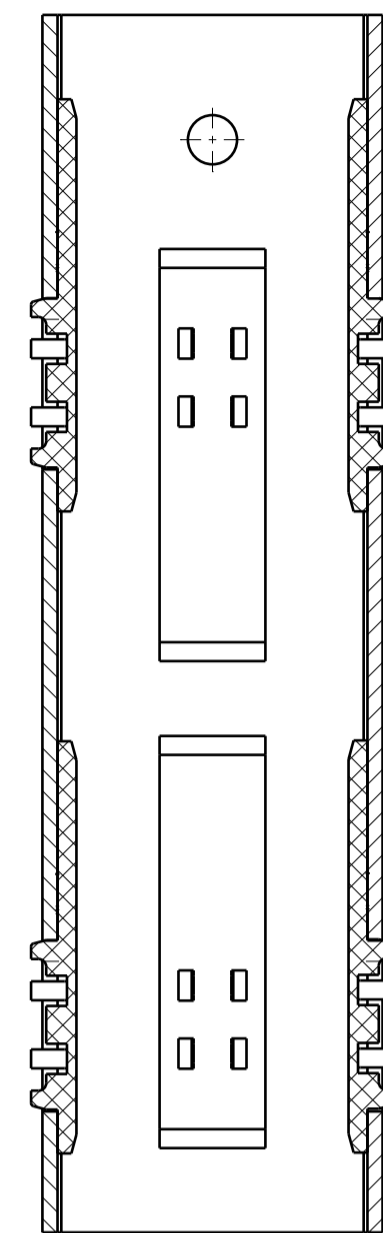
3. Lépés: Az alaprögzítéseknél lévő csavar kötések kioldását követően a kengyeleket is le lehet szerelni a fő vázról. A leszerelt kengyelekbe a csavarokat vissza kell rakni és a tároló keretbe kell rakni. A 65. ábra szemlélteti hogy a tároló keretbe hová kell helyezni az alaprögzítéseket.



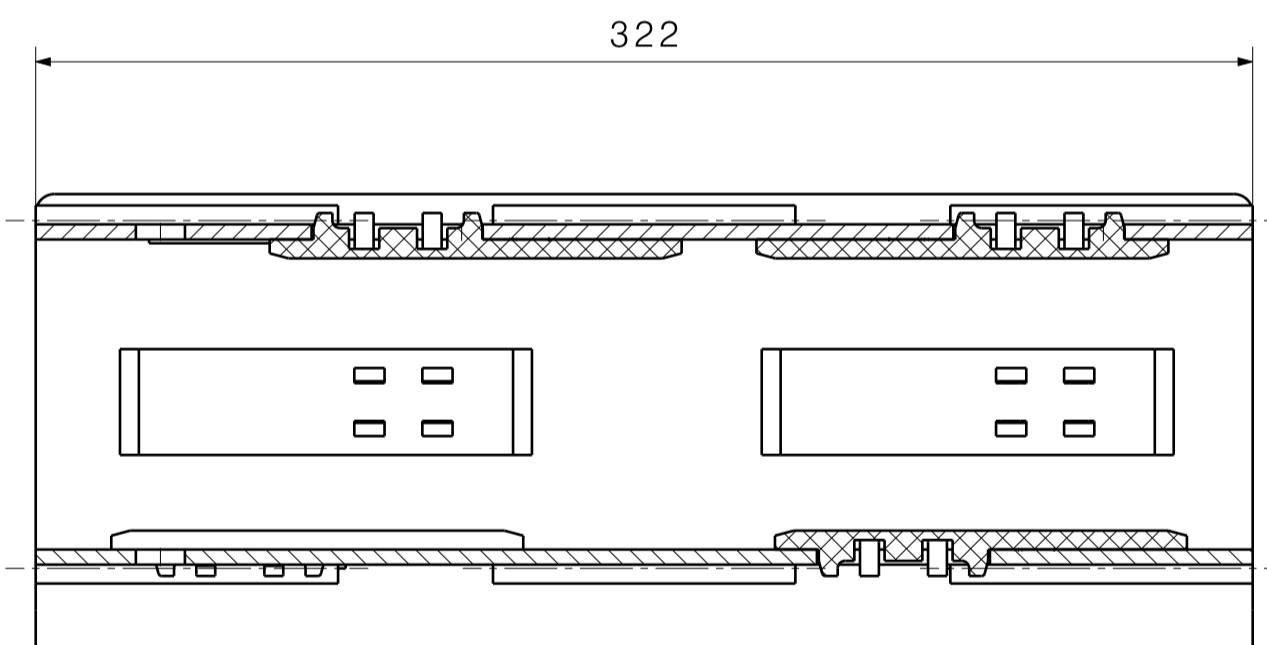
65. ábra: Alaprögzítés tárolása
(Forrás: Saját készítés)

#	Qty	Partnumber	DescriptionEN	AS	Additional Text
1	1	003186269 0	HOLDER WD	P	
2	9	000766829 0	SLIDE BAR	S	

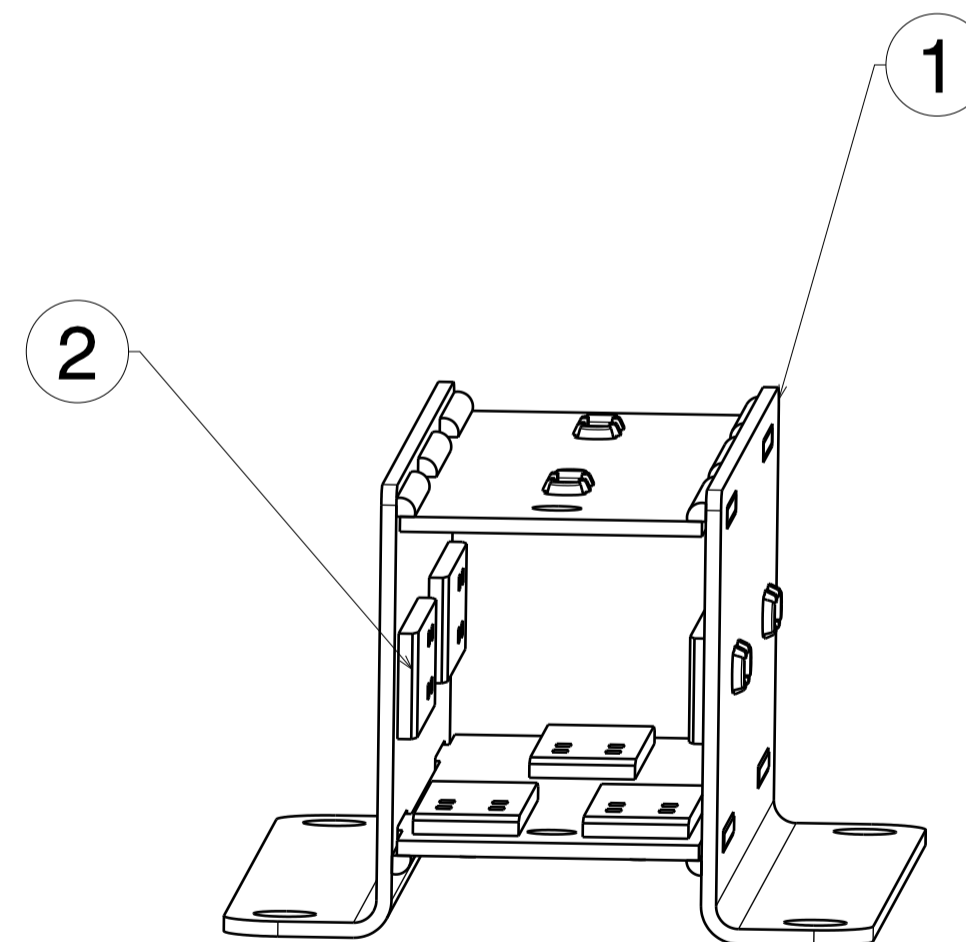
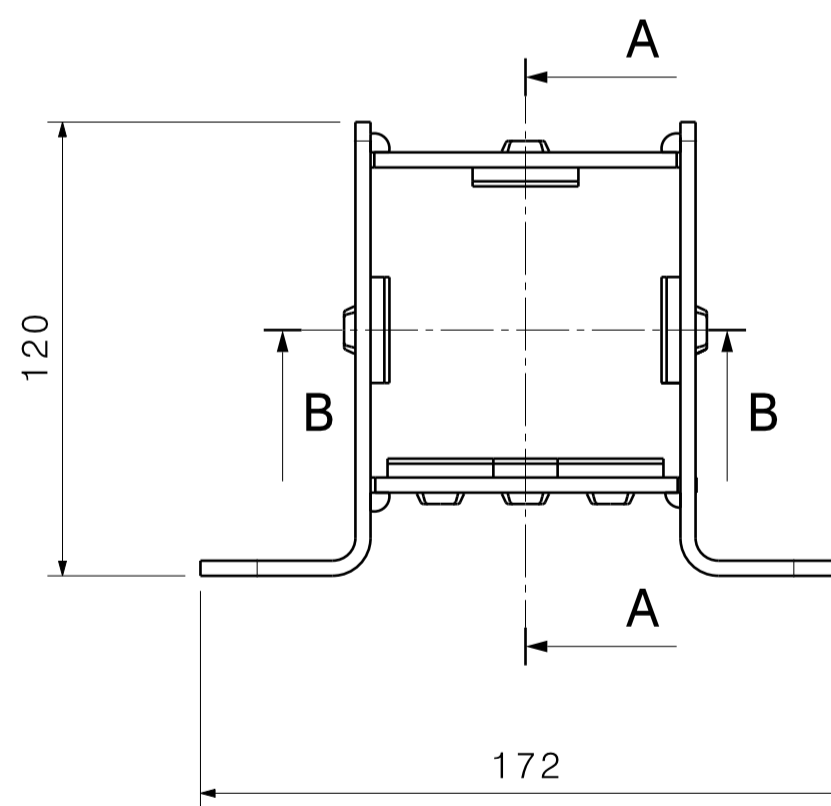
Section view B-B
Scale: 1:2



Section view A-A
Scale: 1:2



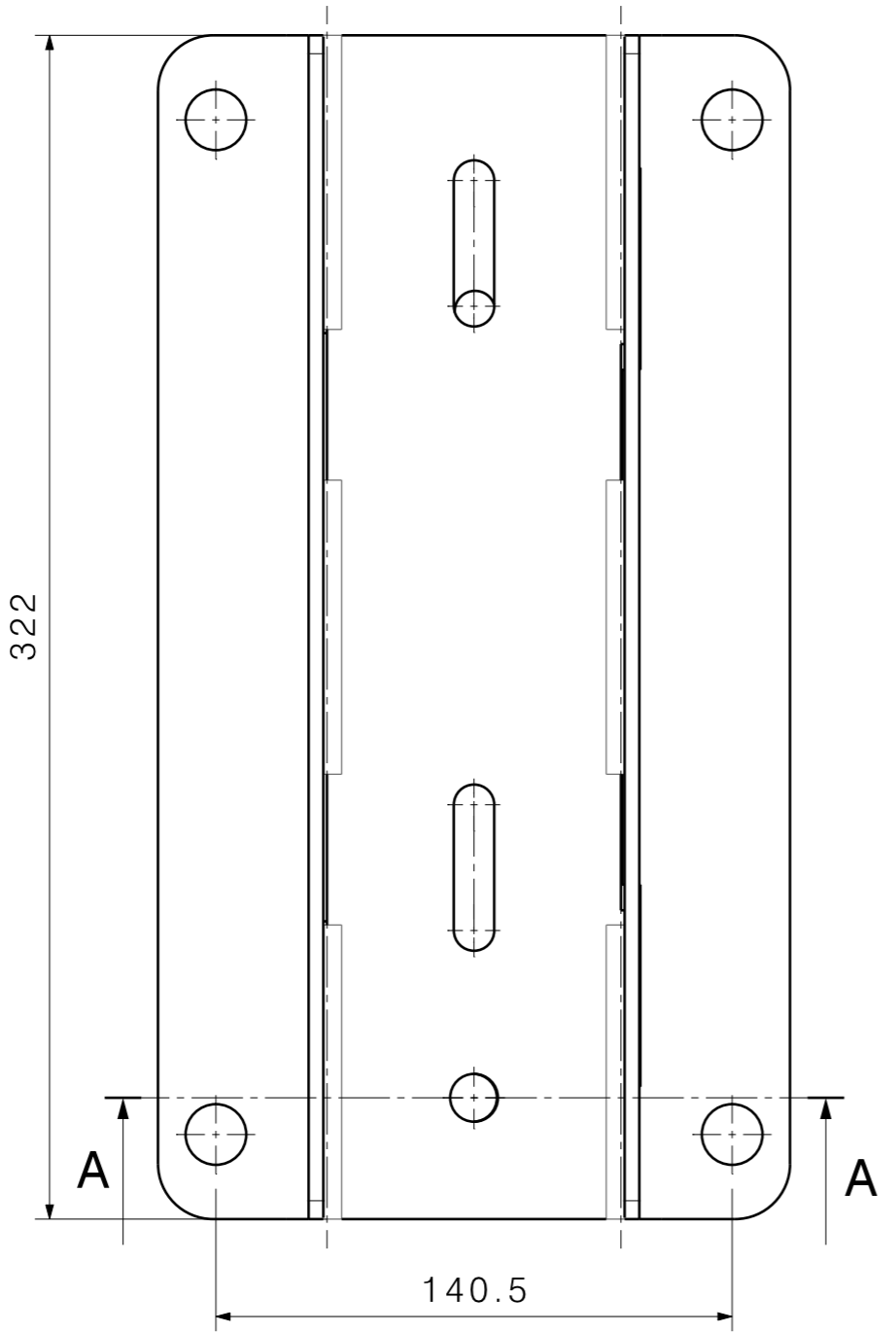
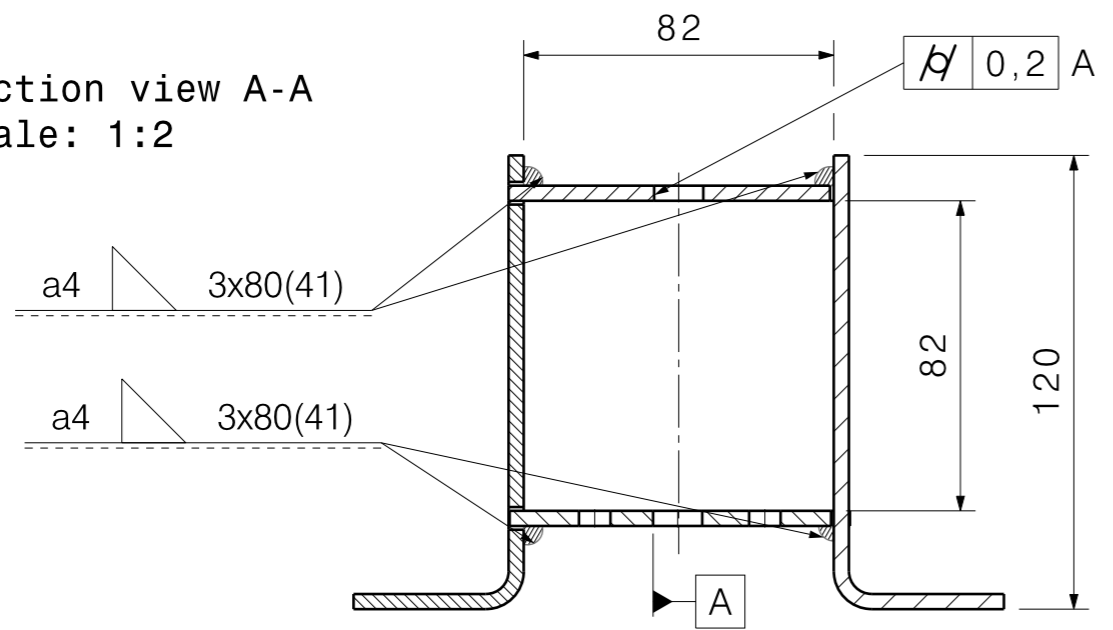
Isometric view
Scale: 1:2



CH - L	CHANGE	INITIAL RELEASE:			REL. - NO.	DATE	USER-ID
GENERAL TOLERANCES		DATE	USER-ID	DIMENSION STANDARD:		SURFACE AREA[m ²]:	
ISO	QUALITY CLASS	DRAWN	30.10.25	E017280			FINAL WEIGHT[kg]: 5.761
		CHECKED	30.10.25	DEMETE1	MATERIAL STANDARD:		VOLUME[dm ³]:
2768 mK		CHD.F.MANU			MATERIAL:		CCRAAS
TOLERANCES ISO 8015		REGI./SECU.					FOR INFORMATION ONLY
PROJECTION	SHEET/SHEETS	PART NAME		BLANK NO.:			
	1/1	HOLDER AM					
FORMAT	SCALE			PART NO.:			
A2	1:2			003187645.0			

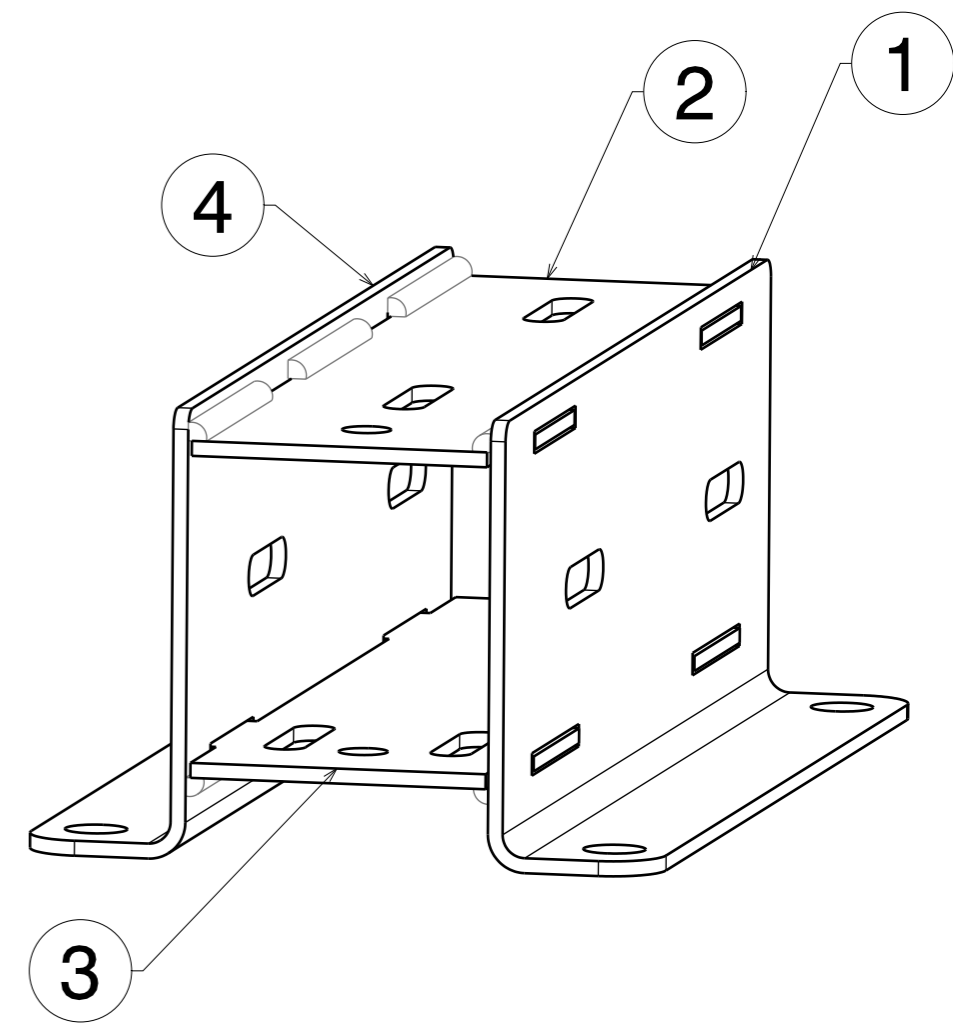
THE REPRODUCTION, DISTRIBUTION AND UTILIZATION OF THIS DOCUMENT AS WELL AS THE COMMUNICATION OF ITS CONTENTS TO OTHERS, WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF THE DESIGNER, IS PROHIBITED. ALL RIGHTS ARE RESERVED IN THE EVENT OF THE GRANT OF A PATENT, UTILITY MODEL OR DESIGN. CLAAS KGaA HARSEWINKEL/MESSE.

Section view A-A
Scale: 1:2





#	Qty	Partnumber	DescriptionEN	AS	Additional Text
1	1	003188083 0	SHEET LH	S	
2	1	003186264 0	SHEET TP	S	
3	1	003186259 0	SHEET BO	S	
4	1	003188641 0	SHEET RH	S	

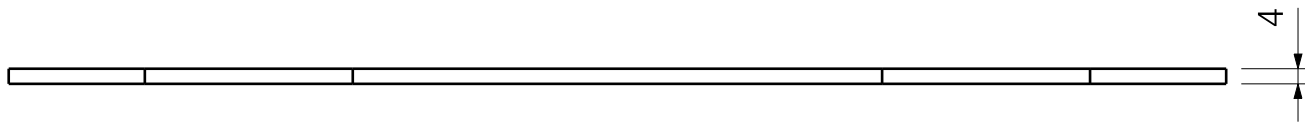
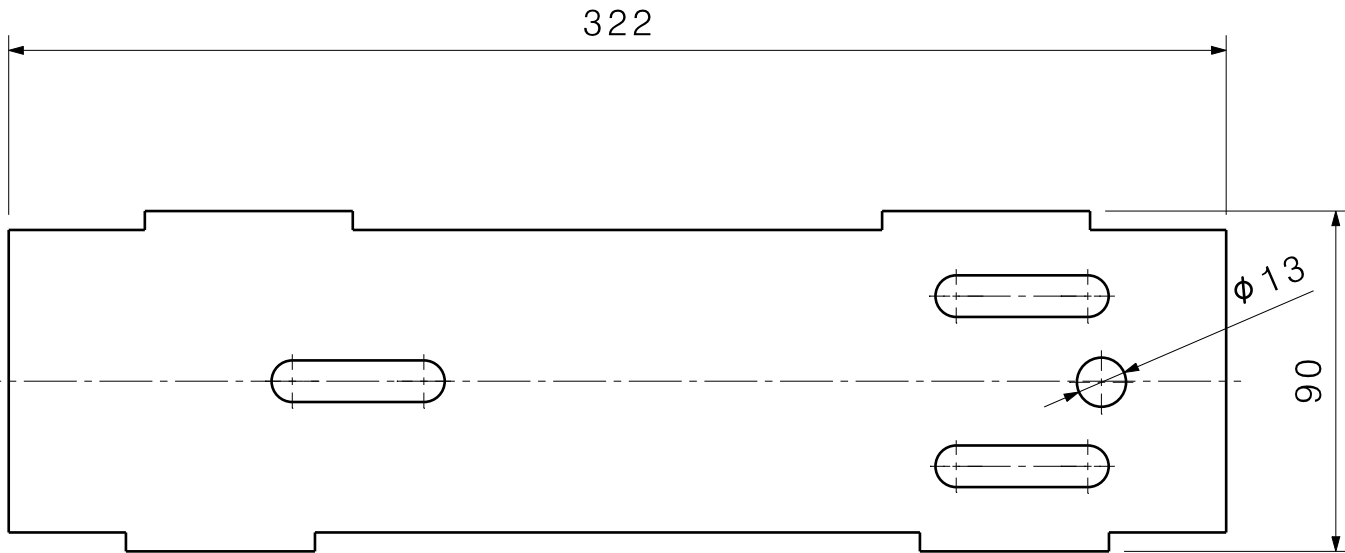
Isometric view
Scale: 1:2



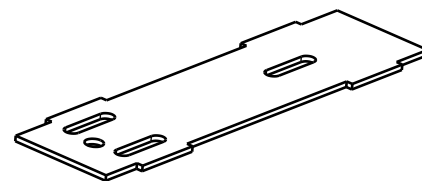
THE REPRODUCTION, DISTRIBUTION AND UTILIZATION OF THIS DOCUMENT AS WELL AS THE COMMUNICATION OF ITS CONTENTS TO OTHERS WITHOUT EXPRESS AUTHORIZATION IS PROHIBITED. OFFENDERS WILL BE HELD LIABLE FOR THE PAYMENT OF DAMAGES. ALL RIGHTS RESERVED IN THE EVENT OF THE GRANT OF A PATENT MODEL OR DESIGN.
 CLAAS KGaA HARSEWINKEL/WESTF.

CH-L	CHANGE	INITIAL RELEASE:			60003204	REL.-NO.	DATE	USER-ID
GENERAL TOLERANCES		DATE	USER-ID	DIMENSION STANDARD:	SURFACE AREA[m ²]:			
ISO	QUALITY CLASS	DRAWN	03.11.25	E017280	FINAL WEIGHT[kg]: 4.668			
		CHECKED	03.11.25	DEMETE1	MATERIAL STANDARD:		VOLUME[dm ³]:	
13920	AE	CHD.F.MANU			MATERIAL:		 FOR INFORMATION ONLY	
2768	mK	REGI./SECU.					BLANK NO.:	
TOLERANCES ISO 8015		PROJECTION		SHEET/SHEETS	PART NAME		PART NO.:	
				1/1	HOLDER WD		003186269.0	
FORMAT		SCALE						
A3		1:2						

THE REPRODUCTION, DISTRIBUTION AND UTILIZATION OF THIS DOCUMENT AS WELL AS THE COMMUNICATION OF ITS CONTENTS TO OTHERS WITHOUT EXPRESS AUTHORIZATION IS PROHIBITED. OFFENDERS WILL BE HELD LIABLE FOR THE PAYMENT OF DAMAGES. ALL RIGHTS RESERVED IN THE EVENT OF THE GRANT OF A PATENT, UTILITY MODEL OR DESIGN. CLAAS KGaA HARSEWINKEL/WESTF.

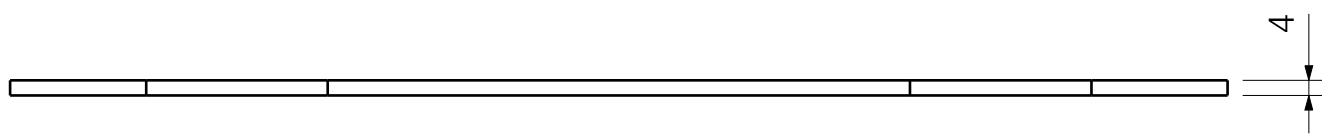
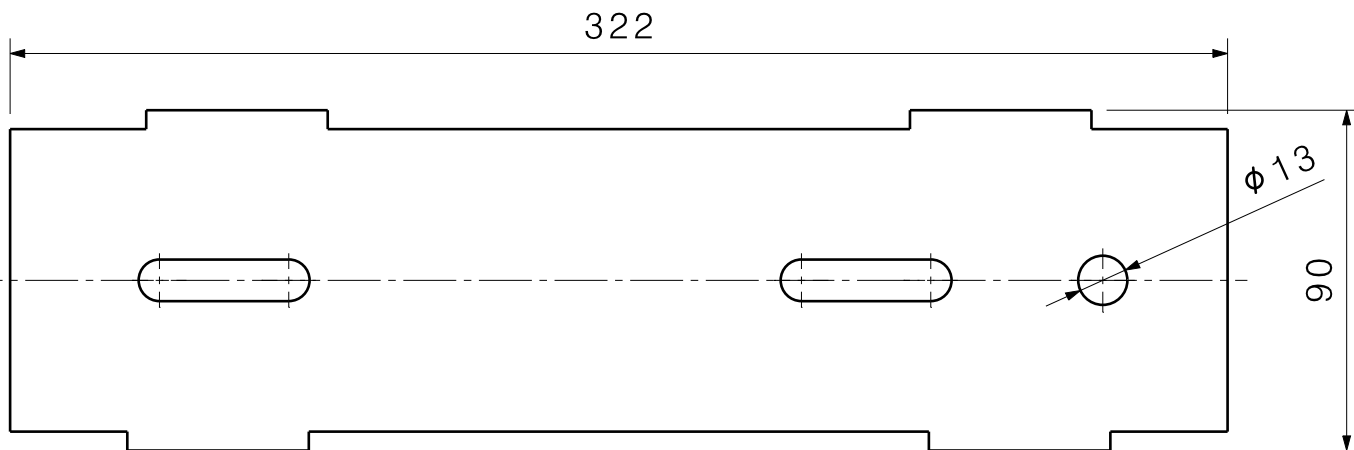


Isometric view
Scale: 1:5

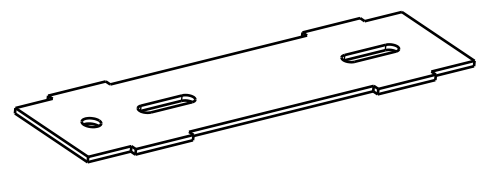


drawing has incomplete dimensioning and is valid only in conjunction with the 3D data record

CH - L	CHANGE	INITIAL RELEASE:	60003204	REL. - NO.	DATE	USER - ID
GENERAL TOLERANCES		DATE	USER - ID	DIMENSION STANDARD:		SURFACE AREA[m ²]: 0.055
ISO	QUALITY CLASS	DRAWN	20.10.25	E017280		FINAL WEIGHT[kg]: 0.781
		CHECKED	28.10.25	DEMETE1	MATERIAL STANDARD: EN10149-2/CN020001	VOLUME[dm ³]: 0.101
9013	231	CHD.F.MANU			MATERIAL: S355MC	CLAAS FOR INFORMATION ONLY
2768	L	REGI./SECU.				
TOLERANCES ISO 8015						BLANK NO.:
PROJECTION	SHEET/SHEETS	PART NAME				PART NO.:
	1/1	<h2 style="margin: 0;">SHEET B0</h2>				<h1 style="margin: 0;">003186259.0</h1>
FORMAT	SCALE					
A4	1:2					



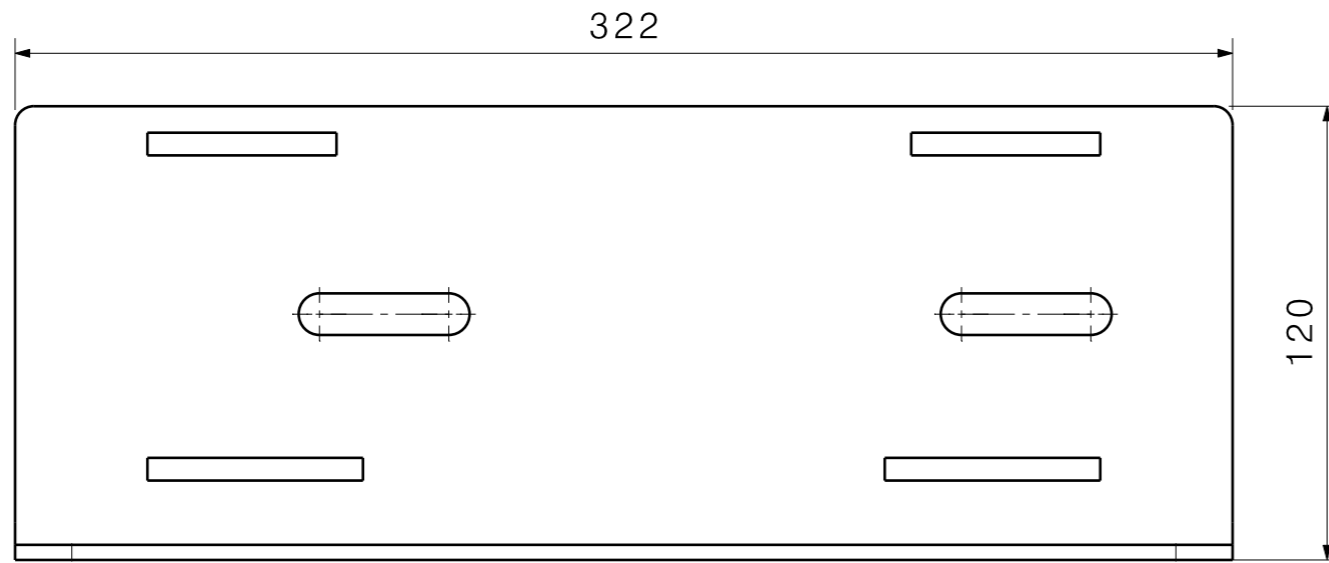
Isometric view
Scale: 1:5



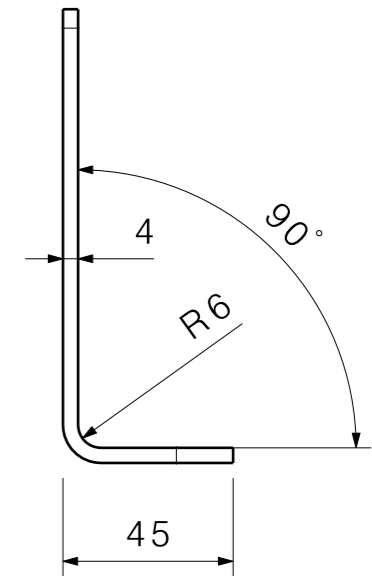
drawing has incomplete dimensioning and is valid only in conjunction with the 3D data record

THE REPRODUCTION, DISTRIBUTION AND UTILIZATION OF THIS DOCUMENT AS WELL AS THE COMMUNICATION OF ITS CONTENTS TO OTHERS WITHOUT EXPRESS AUTHORIZATION IS PROHIBITED. OFFENDERS WILL BE HELD LIABLE FOR THE PAYMENT OF DAMAGES. ALL RIGHTS RESERVED IN THE EVENT OF THE GRANT OF A PATENT, UTILITY MODEL OR DESIGN. CLAAS KGaA HARSEWINKEL/WESTF.

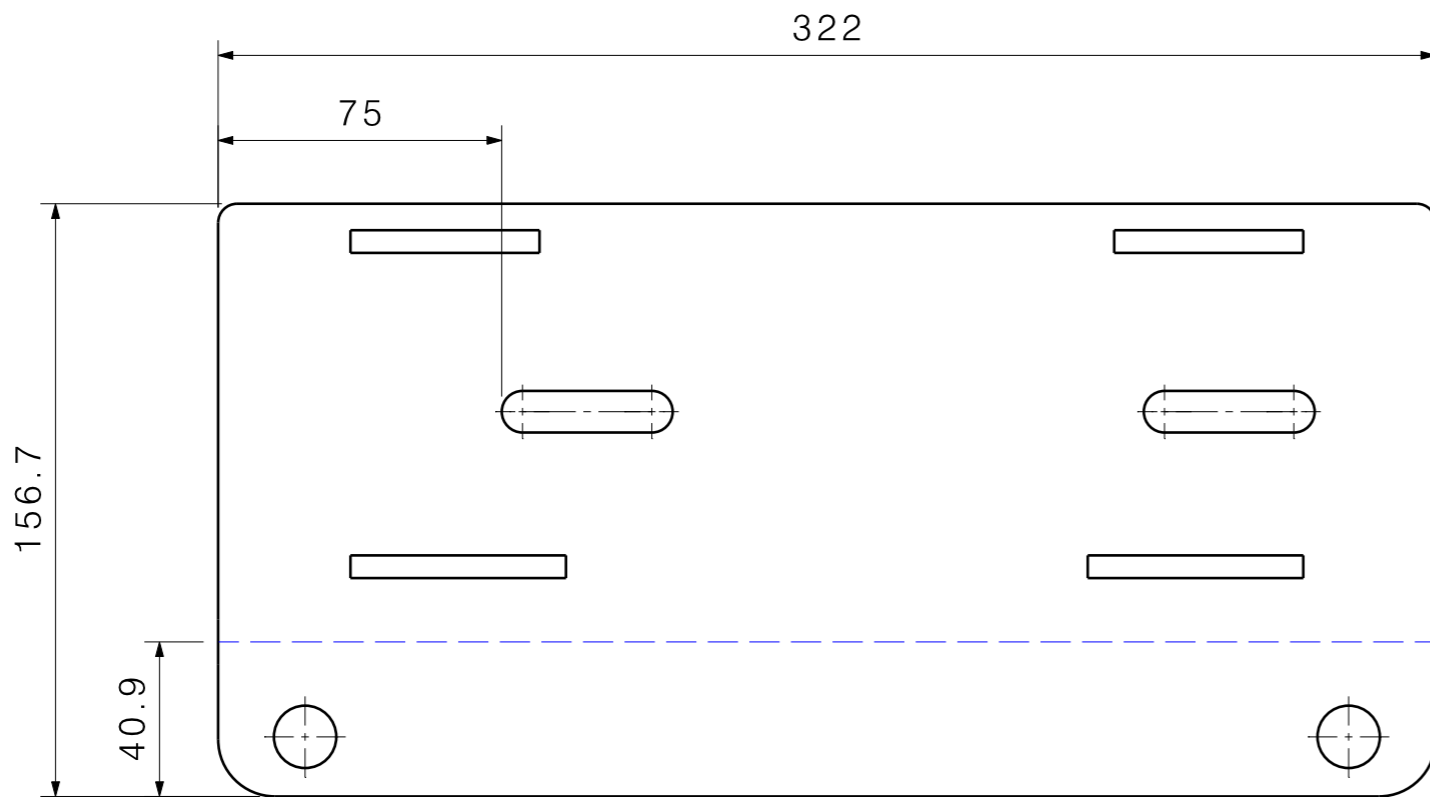
CH-L	CHANGE	INITIAL RELEASE:			60003204	REL.-NO.	DATE	USER-ID
GENERAL TOLERANCES			DATE	USER-ID	DIMENSION STANDARD:	SURFACE AREA[m ²]: 0.056		
ISO	QUALITY CLASS	DRAWN	20.10.25	E017280		FINAL WEIGHT[kg]: 0.794		
		CHECKED	30.10.25	DEMETE1	MATERIAL STANDARD: EN10149-2/CN020001	VOLUME[dm ³]: 0.103		
9013	231	CHD.F.MANU			MATERIAL: S355MC	 FOR INFORMATION ONLY		
2768	L	REGI./SECU.						
TOLERANCES ISO 8015						BLANK NO.:		
PROJECTION	SHEET/SHEETS	PART NAME						
	1/1	SHEET TP			PART NO.:			
FORMAT	SCALE				003186264.0			
A4	1:2							



Unfolded view
Scale: 1:2

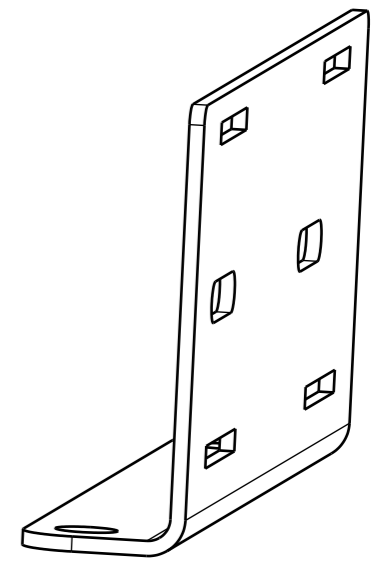


Isometric view
Scale: 1:2



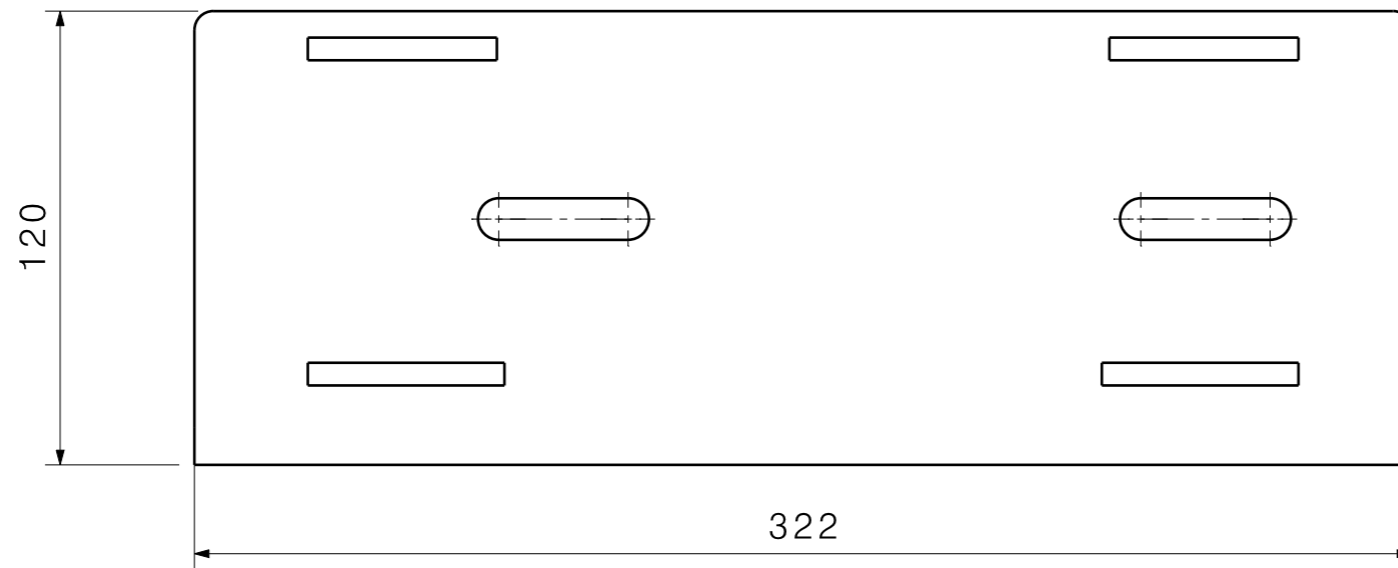
- - - - - BL upward
- - - - - BL downward

Drawing has reduced blank dimensioning and is only complete in conjunction with the electronic data record.
 Based on the original dimensioning, the general tolerances according to DIN 6930-m apply to the CAD contour.
 Deductions according to DIN 6935 apply for the cold bending of steel.

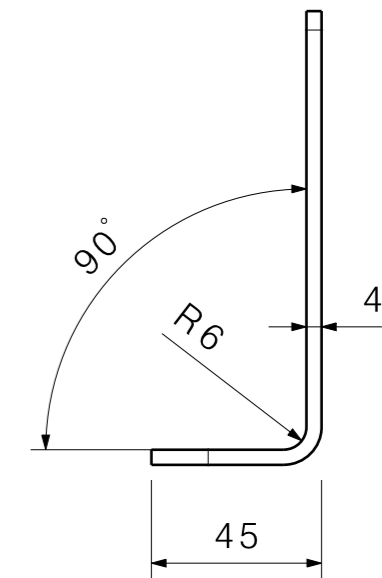
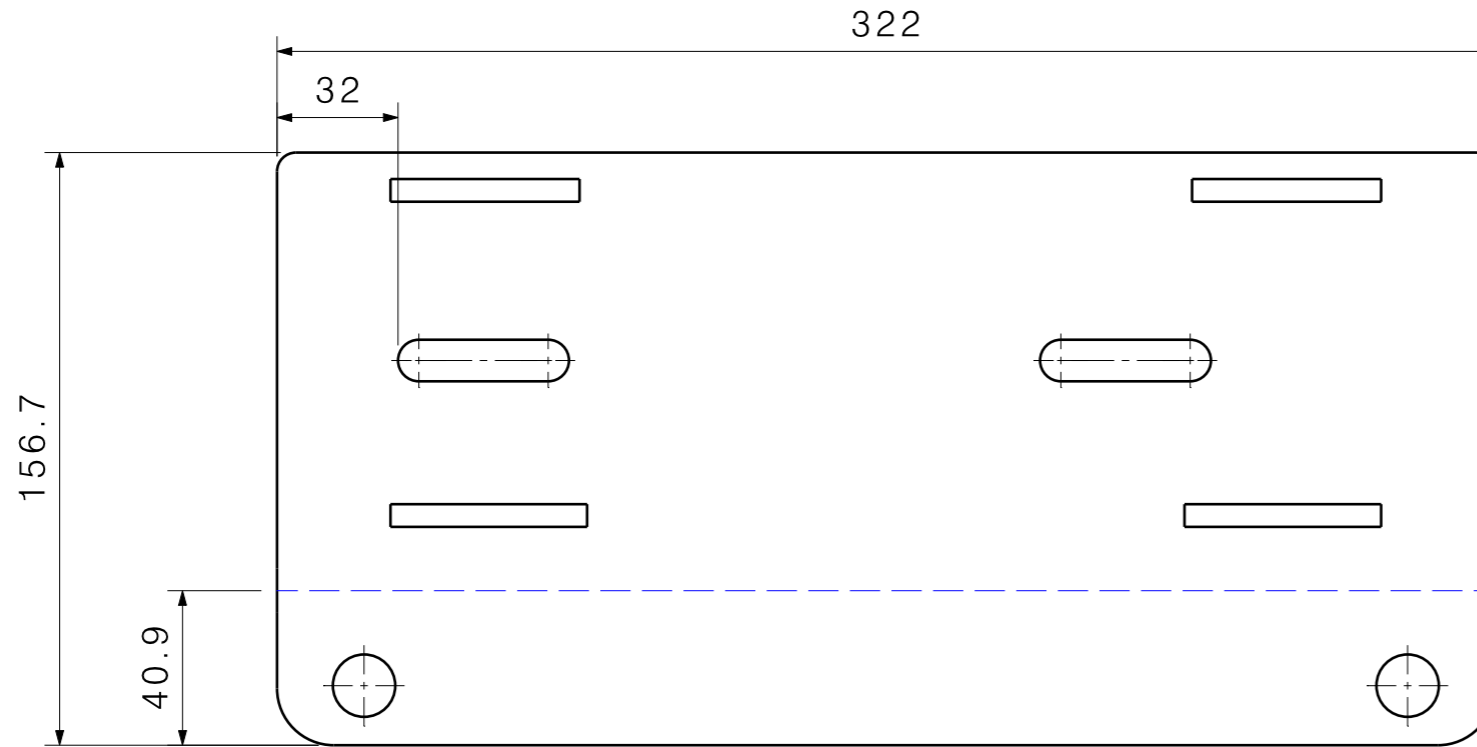


THE REPRODUCTION, DISTRIBUTION AND UTILIZATION OF THIS DOCUMENT AS WELL AS THE COMMUNICATION OF ITS CONTENTS TO OTHERS WITHOUT EXPRESS AUTHORIZATION IS PROHIBITED. DAMAGES, ALL RIGHTS RESERVED IN THE EVENT OF THE GRANT OF A PATENT UTILITY MODEL OR DESIGN. CLAAS KGaA HARSEWINKEL/WESTF.

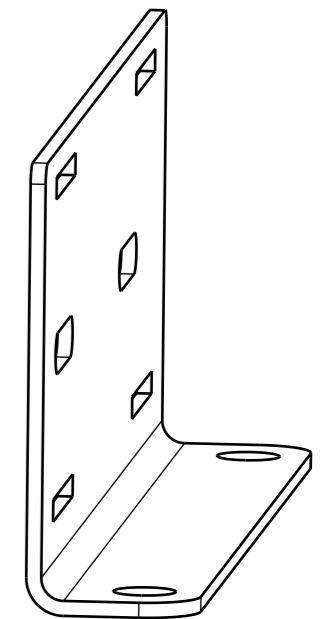
CH-L	CHANGE	INITIAL RELEASE:			60003204	REL.-NO.	DATE	USER-ID
GENERAL TOLERANCES		DATE	USER-ID	DIMENSION STANDARD:		SURFACE AREA[m ²]: 0.103		
ISO	QUALITY CLASS	DRAWN	20.10.25	E017280	MATERIAL STANDARD:		FINAL WEIGHT[kg]: 1.485	
9013	231	CHECKED	30.10.25	DEMETE1	EN10149-2/CN020001		VOLUME[dm ³]: 0.192	
6930	m	CHD.F.MANU			MATERIAL:			
2768	mK	REGI./SECU.			S355MC			
TOLERANCES ISO 8015		PART NAME			SHEET LH		BLANK NO.:	
PROJECTION	SHEET/SHEETS	SCALE			PART NO.:		003188083.0	
	1/1	A3			1:2			



Unfolded view
Scale: 1:2



Isometric view
Scale: 1:2



THE REPRODUCTION, DISTRIBUTION AND UTILIZATION OF THIS DOCUMENT AS WELL AS THE COMMUNICATION OF ITS CONTENTS TO OTHERS WITHOUT EXPRESS AUTHORIZATION IS PROHIBITED. DAMAGES WILL BE HELD LIABLE FOR THE PAYMENT OF DAMAGES. ALL RIGHTS RESERVED IN THE EVENT OF THE GRANT OF A PATENT/UTILITY MODEL OR DESIGN. CLAAS KGaA HARSEWINKEL/WESTF.

- - - - - BL upward
 - - - - - BL downward

Drawing has reduced blank dimensioning and is only complete in conjunction with the electronic data record.
 Based on the original dimensioning, the general tolerances according to DIN 6930-m apply to the CAD contour.
 Deductions according to DIN 6935 apply for the cold bending of steel.

CH-L	CHANGE	INITIAL RELEASE:			60003204	REL.-NO.	DATE	USER-ID
GENERAL TOLERANCES		DATE	USER-ID	DIMENSION STANDARD:		SURFACE AREA[m ²]: 0.103		
ISO	QUALITY CLASS	DRAWN	20.10.25	E017280	MATERIAL STANDARD:		FINAL WEIGHT[kg]: 1.487	
9013	231	CHECKED	30.10.25	DEMETE1	EN10149-2/CN020001		VOLUME[dm ³]: 0.192	
6930	m	CHD.F.MANU			MATERIAL:			
2768	mK	REGI./SECU.			S355MC			
TOLERANCES ISO 8015		PART NAME			SHEET RH		BLANK NO.:	
PROJECTION	SHEET/SHEETS	SCALE			PART NO.:		003188641.0	
	1/1	A3 1:1						

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

III. Hallgatói Követelményrendszer

III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

6.13. sz. függeléke: A MATE egységes szakdolgozat / diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója

4.2. sz. melléklete: Nyilatkozat a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről (módosítva: 2025. október 16.)

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Nagy Sándor
A Hallgató Neptun kódja: LZ7BQI
A dolgozat címe: Univerzális pótsúlyozási rendszer tervezése szállítókoszokra
A megjelenés éve: 2025
A konzulens intézetének neve: Műszaki Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Gépszerkeztani Tanszék

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. Továbbá kijelentem, hogy a dolgozat elkészítése során alkalmazott mesterséges intelligencia-eszközök (pl. szöveggenerálás, nyelvi javítás, fordítás, adatelemzés) használata nem helyettesítette a saját kutatási és alkotói munkámat, azok alkalmazását a források között vagy a módszertani részben feltüntettem, és a szakmai-etikai elvárásoknak megfelelően jártam el.

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

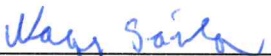
A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

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

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

Kelt: 2025 év 11 hó 03 nap


Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Nagy Sándor (név) (hallgató Neptun azonosítója: LZ7BQI) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom¹.

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

Kelt: 2025 év 11 hó 03 nap


belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

III. Hallgatói Követelményrendszer

III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

**6.13. sz. függeléke: A MATE egységes szakdolgozat /
diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója**

7. sz. melléklete: Műszaki Intézet külső konzulensi nyilatkozat

KÜLSŐ KONZULENSI NYILATKOZAT

Nagy Sándor (név) (hallgató Neptun azonosítója: LZ7BQI)

külső konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a hallgató az előre egyeztetett konzultációkon rendszeresen megjelent.

Kelt: 2025 év 11 hó 03 nap


külső konzulens

Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

1. Általános adatok

Hallgató neve:	Nagy Sándor
Neptun-kódja:	LZ7BQI
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	<input checked="" type="checkbox"/> BSc/BA <input type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb:
Tantárgy neve/kódja*:	Szakdolgozat készítés 2. MUSZK 337N
A munka címe:	Univerzális pótsúlyozási rendszer tervezése szállítókocsikra

* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)

A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

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

B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

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

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

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

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

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

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

	verziója, elérhetősége		bejegyzésének sorszáma

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

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

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

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

.....

.....

.....

.....

4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:

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

Kelt: Gödöllő, 2025. 11 hó 03 nap

Wagy Sándor

Hallgató aláírása

Hódi Katalin

Konzulens/Témavezető aláírása