

SZAKDOLGOZAT

Sallai László
Mezőgazdasági és élelmiszeripari
gépészmérnök BSc

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Mezőgazdasági és élelmiszeripari gépészmérnök BSc
Erőgéptechnika specializáció

Vetőgép adapter tervezése

Belső konzulens:	Dr. Kiss Péter egyetemi tanár
Belső konzulens intézete/tanszéke:	Műszaki Intézet Járműtechnikai Tanszék
Külső konzulens:	Csányi Árpád Ügyvezető igazgató, Agrár-Kreatív kft.
Készítette:	Sallai László

Gödöllő

2024

MŰSZAKI INTÉZET
MEZŐGAZDASÁGI ÉS ÉLELMISZERIPARI GÉPÉSZMÉRNÖK ALAPSZAK
Erőgéptechnika specializáció

SZAKDOLGOZAT

feladatlap

Sallai László (LRQSS7)

részére

A szakdolgozat címe:

Vetőgép adapter tervezése

Feladatkiírás:

Foglalja össze és értékelje a vetési folyamatokkal, vetőgépekkel, és a vetés precíziós megoldásaival kapcsolatos szakirodalmat. Tervezen adaptert Agrion agm-pmd 6 vetőgéphez mely alkalmassá teszi precíziós felhasználásra. Végezze el a szükséges méretezéseket és számításokat, készítse el a berendezés műszaki rajzát.

Közreműködő tanszék: Járműtechnika Tanszék

Külső konzulens: Csányi Árpád, ügyvezető igazgató, Agrár-Kreatív kft.

Belső konzulens: Prof. Dr. Kiss Péter, egyetemi tanár, MATE, Műszaki Intézet, Járműtechnika Tanszék

Beadási határidő: 2024. november 5. (kedd) 12.00 óra

Gödöllő, 2024. június 15.

Jóváhagyom


Prof. Dr. Kiss Péter
tanszékvezető


Dr. Báttfai Zoltán
szakfelelős

Átvettem


Sallai László
hallgató

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

Gödöllő, 2024. 10. hó 07 nap



Agrár Kreatív Kft.
6144 Bugac, Rózsa u. 6.
Adószám: 27192962-2-03

(külső konzulens)

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés, célkitűzés	1
2. Szakirodalmi áttekintés	2
2.1 A vetés	2
2.1.1 A vetés fogalma	2
2.1.2 A vetési idő és a tenyészidő	2
2.1.3 Vetésforgó	3
2.1.4 Vetési mélység	4
2.2 Vetőmag	8
2.2.1 Vetőmag fogalma	8
2.2.2 Vetőmag tulajdonságai	8
2.2.3 Vetőmag előkészítésre vetésre	9
2.3 Kukorica	10
2.3.1 A kukorica jelentősége	10
2.3.2 Vetőmag előkészítése	11
2.3.3 Fajtaválasztás	11
2.3.4 Vetés	12
2.4 Vetőgép	13
2.4.2 Vetőgéppel szemben támasztott követelmények	13
2.4.3 Vetőgépek csoportosítása	14
2.4.4 Szemenként vetőgépek felépítése	15
2.4.5 Vetőgépek üzemeltetése	19
2.5 Precíziós megoldások	20
2.5.1 Precíziós megoldások a vetőgépeken	20
2.5.2 Intelligens vetőgépek funkciói	20
2.5.3 Eszközök a vetés pontosítására	21
3. Adapter tervezése Agrion vetőgép és Furrow Force magágylezáró egység összekapcsolásához	22
3.1 A tervezéshez használt eszközök	22
3.1.1 Agrion Agm-pdm 6 típusú vetőgép	22
3.1.2 Furrow Force magágylezáró egység	23
3.1.3 Mérőeszközök	24
3.1.4 Mérleg	24
3.1.5 Szoftver	25
3.1.6 Egyéb eszközök	25
3.2 Méretezés	26
3.2.1 Magasság meghatározása	26

3.2.2 Vetőkocsi méretezése	26
3.2.3 Furrow Force méretezése	26
3.2.4 Adapter méretezése.....	26
3.3 Modellezés	27
3.3.1 Vetőkocsi elem modellezése.....	27
3.3.2 A tartó megtervezése.....	27
3.4 Számítások.....	30
3.4.1 Ismert adatok összegyűjtése, kiszámolása	30
3.4.2 Statikai egyenletek kiszámolása.....	33
3.4.3 Hajlítófeszültség meghatározása	35
3.4.4 Nyíróerő értéke a csavarokon és a csapokon.....	39
3.4.5 Számítások kiértékelése	41
3.5 Anyagválasztás.....	42
3.5.1 Anyagok	42
3.5.2 Választott anyag	42
3.6 Műhelyrajz készítés	43
4 Összefoglalás	45
5. Summary	47
6 Irodalomjegyzék	49
Nyilatkozatok.....	53
Köszönetnyilvánítás	55

1. Bevezetés, célkitűzés

A vetés az egyik, ha nem a legfontosabb lépése a növénytermesztésnek. A művelet során kerül a talajba a vetőmag, amelyből később ki tud fejlődni az adott kultúra. A megfelelő csírázási feltételek a megfelelő vetési móddal és idővel tudjuk biztosítani. A növény fejlődése múlik a vetési mélységen, a sor- és tőtávolságon, a kellő tápanyag és víz jelenlétén. A művelet elvégzésére vetőgépeket alkalmazunk. A különböző növények különböző igényekkel rendelkeznek, tehát nem tudunk készíteni egy univerzálisat, amely minden kultúra vetésére alkalmas. A technológia fejlődésével megjelent a precíziós gazdálkodás fogalma, mely olyan információk gyűjtését és feldolgozását tette lehetővé, amelyeket előtte nem, vagy csak bonyolult módszerek alkalmazásával tudtunk elérni. A precíziós eszközök megjelennek a vetőgépeken is, amelyek adatgyűjtő, és korrigáló szerepet nyújtanak, így „tökéletesítve” a vetést. Egész életemet a mezőgazdaságban töltöttem, és mindig is érdekelték az ágazatban felmerülő fejlesztések.

A szakdolgozatom célja egy adapter tervezése, amely lehetővé tenne egy „Agrion” gyártmányú kukorica vetőgép és egy „Precision Planting” által gyártott „Furrow Force” nevű magágylezáró egység közötti kapcsolatot. Elsőként le kell modelleznem egy vetőkocsi vázszerkezetét, illetve a „Furrow Force” elemeit is. A modellek összeillesztése után terveznem kell egy modellt az elkészítendő adatterről. A modell megléte után szilárdsági számítást kell végezni, hogy meghatározhassam az anyagminőséget. A végén egy műszaki rajzot készítek, melyet átadhatok a cégnek, ami alapján azt le tudják gyártani.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1 A vetés

2.1.1 A vetés fogalma

Vetésnek nevezzük azt a műveletet, amikor a vetőmagot a megfelelő mélységben a talajba juttatjuk. Eszköze a vetőgép. (Pandey et al, 2023)

2.1.2 A vetési idő és a tenyészidő

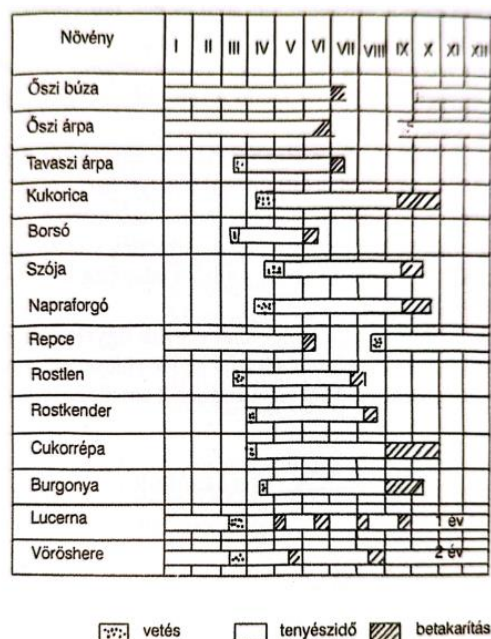
A növény azon időszakát, mely a vetéstől a betakarításig tart, tenyészidőnek nevezzük. A tenyészidőt befolyásolja a növény faja, illetve a termesztés célja. Erre jó példa a magnak, illetve a zöldtakarmánynak termesztett kukorica, mivel míg a magnak termesztett kukorica tenyészideje körülbelül 6 hónap, addig a zöldtakarmányé 3 hónap.

A tavaszi vetések idejét az adott növény csírázási hőigénye, fagyérzékenysége, vagy a kora tavaszi vetésű növények esetén a talaj nedvességtartalma is befolyásolja. Ebben az időszakban legkorábban vethető növény a mák. Tavasszal vetett növény továbbá például a kukorica vagy a napraforgó is.

A nyár elején vetett növényeket másod- vagy tarlóvetéseknek nevezzük. Ezek a növények vagy zöldtrágyának, szenázsnak, vagy valamilyen más célra szánt növények, például zöldségek (bab, cékla) szoktak lenni.

A nyár végi vetések augusztus második felében esedékesek. Olyan növényeket vetünk ilyenkor, amik a tél beálltaig megerősödnek és képesek túlélni a téli fagyokat, ilyen például a repce.

Az őszi vetések szeptemberben kezdődnek meg. Ezeknél a fő szempont, hogy a növények megerősödjenek a tél kezdete előtt, és azt át tudják vészelni. Az őszi kalászosok a bokrosodás után képesek a legkisebb kár elszenvedése mellett átvészelni a telet. (Páhoki, 2016a)



1. ábra: Fontosabb növények vetésideje, tenyész ideje, betakarítási ideje (Páhoki, 2016a)

2.1.3 Vetésforgó

Ahogy nem mindegy a vetés ideje, úgy az sem, hogy mi volt az adott területen az elővetemény, vagy az adott növény utóveteménye. Azt a rendszert, ahol ezek meg vannak határozva, vetésforgónak nevezünk. Ennek feladata egy olyan rendszer kialakítása, ami a legoptimálisabban tudja kiválogatni a megfelelő elő-, és utóveteményeket. (Borsos et al., 1994)

Év	Vetésforgó típusa			
	Gabonás	Kapás	Gabonás-kapás	Gabonás-takarmányos
1.	borsó	őszi búza	kukorica	őszi búza
2.	őszi búza	kukorica	napraforgó	lucerna 1. év
3.	borsó	kukorica	őszi búza	lucerna 2. év
4.	őszi búza	kukorica	őszi búza	lucerna 3. év
5.	borsó	őszi búza	cukorrépa	lucerna 4. év
6.	őszi búza	cukorrépa	silókukorica	fűves lucerna
7.	őszi búza	borsó	őszi búza	fűves lucerna
8.	kukorica	őszi búza	napraforgó	fűves lucerna

1. táblázat: Vetésforgó fajták (<http1>)

2.1.4 Vetési mélység

A csírázásnak vannak külső és belső feltételei. Belső feltételnek számítanak maga a vetőmag értékmérői (például ezermag-tömeg), míg külső lehet a vetési idő vagy a vetési mélység is. A helyes vetési mélység megválasztása kulcsfontosságú a csírázás szempontjából. A túl sekély vetés esetén a növény nem képes megkötni magát a talajban és a csekély termésátlag mellett egy kisebb szél, vagy bármely más környezeti jelenség hatására képes elszakadni a talajtól. A túl mély vetés esetén túl sok energiát kell befektetnie a növénynek a talajból való kijutásba és általában nem is szokott eredményes lenni, tehát nem képes termést hozni. Kedvezőbb esetben, ha ki is jut a talajból akkor is csak minimális termést képes hozni. A vetési mélység elsősorban a magnagyság alapján-határozható meg.

- A kis magvak (például lucerna, repce, fűfélék) 0-3 cm között,
- a közepes magvak (például kalászos gabonás) 3-6 cm között, míg,
- a nagy magvak (például kukorica, napraforgó) 6-10 cm között.

Ezeket a számokat befolyásolja a talaj kötöttsége, nedvességtartalma, hőmérséklete. (Wang et al, 2024)

2.1.5 Vetési módok

Azt, hogy a magvak a talajban egymáshoz képest hogyan helyezkednek el, a vetés módjának nevezzük. A vetési móddal tudjuk szabályozni, hogy a növénynek mekkora terület állhat rendelkezésére, valamint ennek a területnek az alakját. Az a cél, hogy olyan vetési módot alkalmazzunk, mellyel maximalizálni tudjuk a termésmennyiséget, illetve, hogy a gépi művelés megoldható legyen. Többféle módot különböztetünk meg. (Maknics et al, 2010)

Szórt vetés: A magokat a talaj felületén szórjuk szét többé-kevésbé egyenletesen. Ez a legrégebbi vetési módunk, amit már az első civilizációk létrejöttükor is alkalmaztak. Általában a fűmagvak vetésére szokták alkalmazni. Előnye, hogy a rendkívüli időjárási tényezők hatására (például nagy mennyiségű csapadék), amikor a vetőgépekkel nem lehet dolgozni, akkor még mindig van lehetőség egy műtrágyaszóró, vagy szórva vetőgép segítségével szórt vetést végezni.



2. ábra: Agribroker szórva vető berendezés (<http2>)

Hátránya, hogy nagyobb magmennyiségre van szükség a vetés egyenetlensége miatt, illetve a szél és a kártevők (főleg madarak) elhordják a vetőmagot. Őszi kalászosok esetén a sorba vetéshez ajánlott 3,5-5 milliós tőszám helyett számolhatunk 5,9-6,3 milliós tőszámmal is. Ki lehet számolni, hogy ez vetőmag mennyiségben is mennyivel többet jelent.

$$Q_v = \frac{Cs \cdot E}{10^6} \left[\frac{kg}{ha} \right] \quad (1)$$

ahol: Q_v : Vetőmagszükséglet [kg/ha]

Cs : Csíraszám [db/ha]

E : Ezermagtömeg [g/1000]

Ezzel a képlettel ki tudjuk számítani, ha feltételezzük a legnagyobb ajánlott számokat, hogy mennyi vetőmagot igényel. A búza ezermagtömege 20-55g között mozog, most számoljunk 40g tömegűvel.

$$Q_v = \frac{5 \cdot 10^6 \cdot 40g}{10^6} = 200 \text{ kg/ha} \quad (2)$$

$$Q_v = \frac{6,3 \cdot 10^6 \cdot 40g}{10^6} = 252 \text{ kg/ha} \quad (3)$$

A számítás is mutatja, hogy minimum 25% többletvetőmaggal számolhatunk szórva vetés esetén, amely több száz, vagy akár ezer hektárok esetén óriási többletmennyiség mellett többlet költséget is jelent, 1000 hektár esetén 52 tonnával kellene több vetőmag. (Harangozó, Kertész, 1986)

A sorba vetés a legelterjedtebb vetési mód. Jellemzője az egyenletes vetési mélység és állománysűrűség, ennek hála jóval kisebb vetőmagmennyiségre van szükség. Több változatot különböztetünk meg.

Egyszerű soros vetésnél a sorok egyenlő távolságra vannak egymástól. Ennek szintén több fajtáját különböztetjük meg:

- sűrű soros (6-8 cm sortávolság),
- gabona sortávolság (10,5-12-15,4cm),
- két-, illetve háromszoros sortávolság (24, illetve 36 cm),
- széles, kapás sortávolságú (40-76 cm).

Ikersoros vetésről beszélünk, amikor keskenyebb és szélesebb sorközök váltják egymást. Általában öntözött területeken szokták alkalmazni, ahol a szélesebb sorközt öntözőbarázdaként alkalmazzák.

Szalagos vetést olyan növényeknél alkalmazunk, amelyek magas tőszámmal rendelkeznek és nem lehet egy adott sorba vetni őket (például rostlen 30millió darab/ha), vagy ahol a művelés, ápolás, vagy a betakarítás ezt megköveteli. 4-6 cm széles szalagszerű sorokban helyezük el a vetőmagot.

Sávos vetést elsősorban lejtős területeken alkalmazzák talajvédelmi eljárásként. Eróziós károk csökkentésére szokás alkalmazni egyéves, évelő, sűrű soros, vagy kapás sortávolságú növények esetében. A sávok a vetőgép munkaszélességének egy-, vagy többszörösei szoktak lenni. Ezzel a módszerrel vetik például a vetőmagnak szánt hibrid kukorica anya- és apasorait.

A szemenkénti soros vetés a sorba vetés legtokéletesebb formája, mivel itt nem csak a sortávolság egyenletes, hanem a tőtávolság is. Ha egy adott területre a kívánt tőszámnak megfelelő mennyiségű vetőmagot vetünk, akkor beszélünk helyrevetésről. Ezt az eljárás nagy tőtávolságú növényeknél szokták alkalmazni, mint például kukorica, napraforgó, cukorrépa. Ennek ellenére egyre több gabona- és aprómag vetőgép jelenik meg a szemenkénti vetőgép elvén alapulva.



3. ábra: Kukorica vetés (<http9>)

Művelési utas vetést alkalmazunk a taposási károk enyhítése érdekében. A művelet lényege, hogy a traktor és a munkagép (például permetezőgép) nyomát vetetlenül hagyjuk, ezzel csökkentve a taposási kárt.



4. ábra: Művelőutas vetés (<http5>)

Fészkes vetést alkalmazunk olyan növényeknél, amelyek nagy tenyész terület igényűek. A magvak pontosan meghatározott sor- és tőtávolságra kerülnek előre kialakított fészkekbe. Egy fészkekbe több magot helyezünk. Ha a fészkek között a sor- és tőtávolság megegyezik, akkor beszélünk négyzetes-fészkes vetésről. Előnye, hogy géppel minden irányból művelhető. Ilyen vetési módokat alkalmazunk például tökfélék termesztésekor.

Kettős termesztésnél az első növény fejlődési időszakába beleesik a második növény fejlődési időszaka. Több módszere van ennek az eljárásnak.

- A rávetés azt jelenti, hogy a már kikelt növényre (például őszi búza) vetünk valamilyen más növényt (például lucerna).
- Alávetésnél két növényt két menetben, de egyszerre vetünk el (például tavaszi árpa és vöröshere). A két növény különböző időben érik be, így máskor van a betakarítása is, az első növény betakarítása után a fennmaradt növényt zöldtárgyaként, vagy takarmányként hasznosítjuk.
- Keverékvetésnél a vetéskor alkalmazott fajokat összekeverjük (például kukoricát és szóját) és a magkeveréket fogjuk elvetni.
- Köztes vetésnél kapás sortávolságú növények, vagy fás kultúrák sorközeibe helyeznek valamilyen más növényt (például gyümölcsös sorközeibe lucernát).

(Princz, 2010)

2.2 Vetőmag

2.2.1 Vetőmag fogalma

Növényeink tovább szaporítására alkalmas magot nevezzük vetőmagnak. (Cziráki, 2014)

2.2.2 Vetőmag tulajdonságai

A vetőmagok tulajdonságait tekintve meg tudunk különböztetni értékmérő tulajdonságokat (azonosság, fajtaérték, származási érték), illetve minőséget befolyásoló tényezőket (tisztaság, csírázóképeség, használati érték). Az értékmérő tulajdonságok inkább a kikelő növényre, mintsem a vetőmagra vonatkoznak. Ezek befolyásolják a termesztési értéket, míg a minőségi tényezők a vetőmagra vonatkoznak.

- **azonosság:** a vetőmag egy adott fajhoz és fajtához tartozik.
- **fajtaérték:** a fajta termőképességét írja le.
- **származási érték:** a termőhelyre utal (például makói hagyma).
- **tisztaság:** a vetőmag-mennyiség hány százaléka ép, amelyből később egészséges csíranövény fejlődhet. A vetőmag-mennyiséget 4 frakcióra lehet szétbontani.
 - fajtaazonos tiszta mag;
 - idegen fajtájú gazdasági magvak;
 - gyommagvak;
 - hulladék, növényi maradványok, egyéb anyagok.
- **csírázóképeség:** 100 darab egészséges csírázásra alkalmas magból kedvező körülmények között hány darab fog kicsírázni adott időre (csírázási %)
- **használati érték:** 100 kg vetőmagban mennyi a csírázóképes vetőmag.

$$\text{Kiszámítása: } H_e = \frac{T_{sz} \cdot C_{sz}}{100} [\%]$$

ahol: H_e : Használati érték [%]

T_{sz} : Tisztasági százalék [%]

C_{sz} : Csírázási százalék [%]

Ezekon kívül vannak a vetőmagoknak külső fizikai, illetve belső biológiai értékmérői is.

Fizikai tulajdonságok:

- **Ezermagtömeg:** 1000 darab mag tömegét írja le grammal kifejezve.
- **Hektoliter tömeg:** 1 hektoliternek megfelelő magmennyiség tömege (takarmányárpa esetén minimum 63 kg).
- **Osztályozottság:** a vetőmagmennyiség mennyire egyezik forma és méret szerint.
- **Teltség:** a vetőmag tartalék tápanyaga és a csírákezdemény mennyire tölti ki a maghéjat.

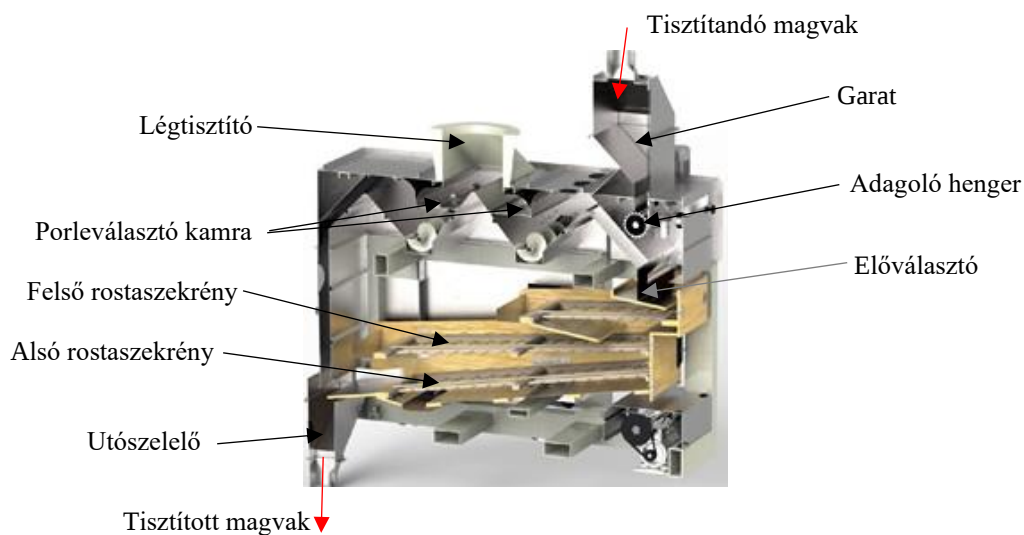
Biológiai tulajdonságok:

- Egészségi állapot: kártevőktől, sérülésektől, betegségektől mennyire mentes a vetőmag.
- Vetőmag kora: minél idősebb a mag, annál jobban romlik a csírázóképesége.
- Mag fénye: a fiatal mag fényes, az idősebb matt.
- Mag szaga: minden fajta magnak van egy jellegzetes szaga, ha ettől eltérő (például dohos, penészes, stb.) szaga van, akkor alkalmatlan vetésre.
- Nedvességtartalom: a mag nedvességtartalma, %-ban kifejezve. **(Benk, 2018)**

2.2.3 Vetőmag előkészítésre vetésre

A vetőmag előkészítését több eljárás keretein belül végezzük. Már akkor megkezdjük ezeket a folyamatokat, amikor még a növények nincsenek betakarítva. A vetőmagnak szánt növényektől idegenelni kell a más kultúrákból származó hajtásokat, illetve a gyomokat. A betakarítás után különböző folyamatokkal kezeljük a vetőmagot.

- Tisztítás: A vetőmagból eltávolítjuk a port, hulladékot, tört szemet és minden vetésre alkalmatlan tényezőt. Tisztításra szelelőt és rostát alkalmazunk. Szeleléssel el tudunk távolítani minden olyan hulladékot, amely kisebb fajsúlyú, mint a vetőmag. Rostálással szétválasztjuk a vetőmagnál kisebb és nagyobb szemeket, amelyek₇ vagy fennakadnak, vagy átesnek a rosta furatain.



5. ábra: Magtisztító gép felépítése(<http8>)

- Osztályozás: a vetőmagot osztályozhatjuk alak, gördülékenység, rugalmasság, fajsúly, felület és szín szerint.
- Csávázás: az eljárás során a kitisztított vetőmagot vegyszerekkel vonjuk be, melynek célja a kórokozók elpusztítása, illetve a mag és csírákezdemény védelme

a kórokozók és a kártevők ellen. A csávázószerek színesek szoktak lenni, így könnyen megkülönböztethető a csávázott és a csávázatlan vetőmag. A csávázást csávázógéppel szokták végezni.



5. ábra: Csávázatlan kukorica(bal)([http4](#)) és csávázott kukorica (jobb) ([http3](#))

- Drazsírozás: apró magvaknál szokták alkalmazni. A mag felületére drazsírozó anyagot visznek fel, amivel megnövelik annak felületét, így könnyítve a vethetőségét.
- Áztatás: nehezen csírázó magvak héját be lehet áztatni, hogy az megpuhuljon, így könnyítve a csírázást.
- Előcsíráztatás: késői, vagy hiányos vetés pótlásánál szokták alkalmazni, a vetőmagot kicsíráztatják vetés előtt, ezzel gyorsítva az érést.
- Gázosítás: a raktárban tárolt vetőmagot gázosíthatjuk a kártevők ellen. Ezt csak megfelelő végzettséggel és engedéllyel rendelkező személy, úgynevezett gázmester végezheti. (Úr,2006)

2.3 Kukorica

2.3.1 A kukorica jelentősége

Hazánkban egyike a legnagyobb termőterületen termelt növényeknek. A Központi Statisztikai Hivatal adatai alapján 2023-ban 5,1 millió hektár volt számontartva valamilyen mezőgazdasági területként ([http7](#)), amelyből 770 ezer hektárról kukoricát arattak, ezzel hazánk második legnagyobb állományával rendelkező kultúrája a búza után ([http6](#)). Az egyik legjelentősebb növényünk, mely megjelenik a takarmányozásban, az élelmiszer-előállításban, de még a műanyagiparban is. Jó minőségű vetőmagot vagyunk képesek előállítani, amelyet exportra is tudunk küldeni.

Hazánkban elsősorban takarmánynak termesztjük abrak, vagy erjesztett takarmány, szilázs formájában. Fontos zöldtakarmány tisztán és keveréktakarmány formájában egyaránt. Keményítőtartalma igen magas, így kiváló hizlaló takarmány. Fehérje-tartalma mind-össze 8%, ami jóval kevesebb a búzáénál (12%).

Víz	Fehérje	Zsír	Szénhidrát	Hamu
13 g	8,8g	4 g	73 g	1,2

2. táblázat: 100 grammnyi kukoricaszem átlagos vegyi összetétele (Páhoki, 2016b)

Ipari és élelmiszeripari felhasználása egyaránt sokoldalú. Az élelmiszeriparban fontos eleme a cukor, az olaj, a szesz és a keményítő gyártásnak. Egyre nagyobb mennyiségben termelnek csemegekukoricát annak nyers, és egyéb (például pattogatott) formáinak felhasználására. Kenyérgyártáshoz alkalmaznak kukoricalisztet. Ipari felhasználásban fontos szerepe van az etanol és a műanyag gyártásban. Magas keményítőtartalma miatt bioetanol gyártására tökéletes, mivel a keményítőt át lehet alakítani alkohollá. A csutkájából furfurolt tudnak kivonni, amit kőolajiparban tudnak alkalmazni telítetlen szénhidrogének szétválasztására, illetve műanyag gyártásban is alkalmazni szokták. (Páhoki, 2016b)

2.3.2 Vetőmag előkészítése

Magyarországon kizárólag hibrid kukoricákat termelnek, ami azt jelenti, hogy egyéni előkészítésre már nincs, vagy minimálisan van szükség. Ezek a vetőmagok egyszeri vetésre vannak kitalálva, tehát tovább szaporítani nem érdemes, mivel termés kiesést fog okozni. (Borsos et al., 1994)

2.3.3 Fajtaválasztás

A vetés előtt ki kell választani a megfelelő fajtát. A választást megegyeszerúsítik a vetőmag kereskedők, akik minden fontos információt leírnak a fajtákról. Figyelembe kell venni a fajta felhasználási területét, agrotechnikai jellemzőit, illetve a termőterületet, mivel ez alapján tudjuk kiválasztani a megfelelő fajtát. A választandó fajtáról érdemes tudni a vonal-számot, illetve az előállítási módot. A vonalak számát betűjellel látják el:

- SC: kétvonalas hibrid;
- TC: háromvonalas hibrid;
- DC: négyvonalas hibrid;
- MC: többvonalas hibrid;
- MSC, MTC: módosított két-, illetve háromvonalas hibrid.

Minél kevesebb a vonalszám, annál nagyobb a termőképesség, illetve a művelési igény. Ezeknek a magoknak az ezermagtömege kicsi, viszont drágák.

Fontos jellemzője minden fajta esetében a tenyészidő hossza. Magyarország hőösszegei zónákra van osztva, ami fontos tényező a választásban. A tenyészidőt szokták jelölni a FAO-számmal, de a hőösszeg használata pontosabb tud lenni. A FAO szám nem napokban jelöl, csupán minden számhoz rendelnek egy napszámot. Magyarországon 200 és 600 FAO-szám közötti fajták találhatók. **(Páhoki, 2016b)**

FAO szám	érési csoport	tenyészidő napokban	átlaghőmérséklet-igény [$^{\circ}\text{C}$]	Várható érés ideje
200-299	igen korai	130-140	14,5-15,5	augusztus utolsó harmada-szeptember első harmada
300-399	korai	140-150	16,5-17,5	szeptember második harmada-második fele
400-499	középkorai	150-160	19,5	szeptember második fele-október eleje
500-599	középérésű	160-170	20,5	október első harmada-második harmada

3. táblázat: FAO-számokhoz tartozó értékek (<http10>)

2.3.4 Vetés

A kukoricát szemenként vetéssel szoktuk vetni. A vetési idő meghatározása nagyon fontos a termésmennyiség függvényében. A kukorica vetési ideje valamikor április közepe és május közepe között esedékes. Minimum 10 °C hőmérsékletű talajba vethető, azonban ezt befolyásolja a fajta hőigénye is. A vetési idő pontos meghatározása következtében a növény jobban viseli a szárazságot, betegségeket, májusi fagyokat, jobban hat a vegyszerek hatása, időben betakarítható lesz. A vetési mélység talajtól függően 5 és 8 cm között változik. A hektáronkénti tőszám 50-80000 db között mozog. **(Surányi, 1957)**

A kukorica vetésekor a vetési sűrűség és a sortávolság megválasztása is nagy jelentőséggel bír. A vetőgépek segítségével pontosan meghatározható a magok közötti távolság, amely általában 20-33 cm a sorokban, míg a sorok között 70-76 cm körüli. A pontos tőtávolság és a sortávolság optimalizálása azért fontos, hogy a növények elegendő helyet kapjanak a gyökérzet és a szár kifejlődéséhez, valamint a napfény és a tápanyagok

egyenletes eloszlásához. A túl sűrű vetés esetén a növények versengenek a vízért, a tápanyagokért és a fényért, ami kisebb és gyengébb termést eredményezhet.

Az öntözött területeken átlagosan 25%-kal növelhető a hektáronkénti tőszám. Tehát öntözött területen sokkal nagyobb állományt tudunk megtermelni mind szemes, mind szilázs kukoricák esetében.

A szemes és szilázs kukorica között a legnagyobb különbség a tőszám. A szilázs kukorica tőszáma 20-25%-kal magasabb, mint a szemesé. A tőszámot nagy mértékben befolyásolja a fajta is. Fontos szempont a terület formája is, mivel ez befolyásolja a vetőmagok eloszlását.

Befolyásolják az állománysűrűséget még a terület éghajlatviszonyai is, főleg a csapadék mennyisége és annak eloszlása.

A talajviszonyok szintén fontos tényezőt alkotnak, főleg a tápanyag-ellátottság és a vízgazdálkodás terén. Egy jó vízgazdálkodással rendelkező területen 5-10ezerral nagyobb tőszámmal termesztethető a kukorica, mivel a növény maga eléggé vízigényes. Megfelelő tápanyag-tartalom mellett nagyobb állománnyal számolhatunk, ha ez nincs meg, termés kiesésre számíthatunk. (Borsos et al., 1994)

2.4 Vetőgép

2.4.1 Vetőgép feladata

A vetőgép feladata a vetőmag talajba juttatása, a növénynek megfelelő mélységre, sor-, és tőtávolságra. Előírás továbbá a különböző méretű magok kijuttatására való kompatibilitás is, azonban, mivel sokféle fajt különböztetünk meg, így ezt egy adott vetőgéppel képtelenség kivitelezni. A megoldás lehet a vetőelem cseréje, illetve más fajta vetőgép alkalmazása.

(Bártfai et al, 2020)

2.4.2 Vetőgéppel szemben támasztott követelmények

- A vetőgép nem törheti, roppanthatja meg a vetőmagot, nem lehet több 1-2%-nál.
- A vetési norma gyors, tág határok között legyen állítható.
- Az adagolt mennyiséget nem befolyásolhatja a magtartályban lévő magmennyiség.
- A kivetett magmennyiség a beállítottól nem térhet el sík terepen $\pm 3\%$ – ot, lejtőn $\pm 10\%$ – ot.
- Az egyes csoroszlyák által vetett mennyiség nem térhet el $\pm 5\%$ – al a beállított mennyiségtől.
- A mélységtartásnak ki kell elégítenie a növény biológiai szükségleteit, például a gabonavetőgépek esetén tartania kell a beállított mélység $\pm 2\text{cm}$ – es eltérését.

- A kiadagolt magmennyiségnek függetlennek kell lennie a haladási sebességtől.

(Bártfai et al, 2020)

2.4.3 Vetőgépek csoportosítása

A sokféle fajhoz különböző vetőgépekre van szükség. Alapvetően három nagy csoportra lehet bontani a vetőgépeket:

- sorvető-, vagy gabonavetőgépek;
- szemenkénti vetőgépek;
- szórva vetőgépek.

A sorvető-, vagy gabonavetőgépek, ahogy a nevük is mutatja, alapvetően a gabonafélék vetésére lettek tervezve, viszont egy olyan univerzális vetőgépcsáladról beszélünk, amely képes minden más olyan faj vetőmagjának a vetésére is, melynek agronómiai követelményei közel azonosak a gabonákéval. Például vetőelem csere esetén olyan aprómagvak vetésére is alkalmassá lehet tenni, mint a repce.

A szemenként vetőgépek alapvetően olyan növények vetésére alkalmasak, amelyeket nagyobb sortávolságban kell vetni, ezek az úgynevezett kapásnövények (például kukorica, napraforgó, cukorrépa).

Szórva vetőgépek alapvetően aprómagvak vetésére alkalmasak, amelyeket nagyobb tőszámban kell vetni. Ezeket lehet alkalmazni gabonák vetésére is, de pontatlansága miatt nagyon gazdaságtalan lenne ilyen célra használni. Fűfélék vetésére szokás alkalmazni.

A nagyobb csoportokat több szempont szerint további alcsoportokra lehet bontani. Ilyen alcsoport lehet a vetőszerkezet meghajtásának módja. Itt is háromfélét lehet megkülönböztetni.

A mechanikus vetőszerkezet esetén a hajtás a járókerékről lánc-, vagy fogaskerék-hajtás segítségével továbbítja a meghajtást. Gabonavetőgépek esetén szoktak alkalmazni fogaskerék hajtóműveket, úgynevezett Norton-szekrényt, amely fokozatváltással teszi lehetővé a vetési norma biztosítását. Lánc-hajtás esetén cserekerékkel, vagy a kerékpárok váltójához hasonló láncáttemelés elvén működő szerkezettel biztosítja a vetési normát. Az ilyen vetőszerkezetek gravitáció úton juttatják el a magot a talajba.

Pneumatikus rendszerek esetén a vetőszerkezet működése szinte teljes mértékben megegyezik a mechanikus szerkezetekkel, de a mag kiadagolását nem gravitációs úton érik el, hanem szívó, vagy nyomó légárammal.

Az elektromos meghajtás szinte teljesen megegyezik, valamely előző hajtással, de a járókerék helyett egy villanymotor biztosítja a vetőelem meghajtását. Precíziós

megoldásoknál szokták alkalmazni, mivel helymeghatározással folyamatos vetéskorrekciót vagyunk képesek végezni, ezzel pontosítva a vetés egyenletességét.

A szemenként vetőgépek esetén is lehet készíteni egy csoportosítást a vetett növények szerint. Mivel ezeknél a vetőgépeknél nagyon fontos a pontosság, így egy vetőszerkezet nem is alkalmas minden növény vetésére a magok mérete és alakjának különbözősége miatt. Ezek alapján a következőket különböztethetjük meg:

- kukorica vetőgép;
- cukorrépa vetőgép;
- zöldségmag vetőgép.

(Murray et al, 2006)

2.4.4 Szemenként vetőgépek felépítése

A szemenként vetőgépek főbb részei:

- magtartály,
- vetőszerkezet,
- csoroszllya,
- egyéb részek (sorlazító, rögeltoló, sortakaró),
- járó-, és függesztőszerkezet,
- hajtószerkezet,
- egyéb szerelvények (műtrágyaszóró),
- gépkeret,
- nyomjelző.

A magtartály, kialakítását tekintve lehet központi vagy egyedi. A központi esetén egy nagy tartályról beszélünk, amelyből ellátjuk az összes vetőszerkezetet maggal, míg az egyedi azt jelenti, hogy minden vetőkocsi tartalmaz egy külön tartályt.

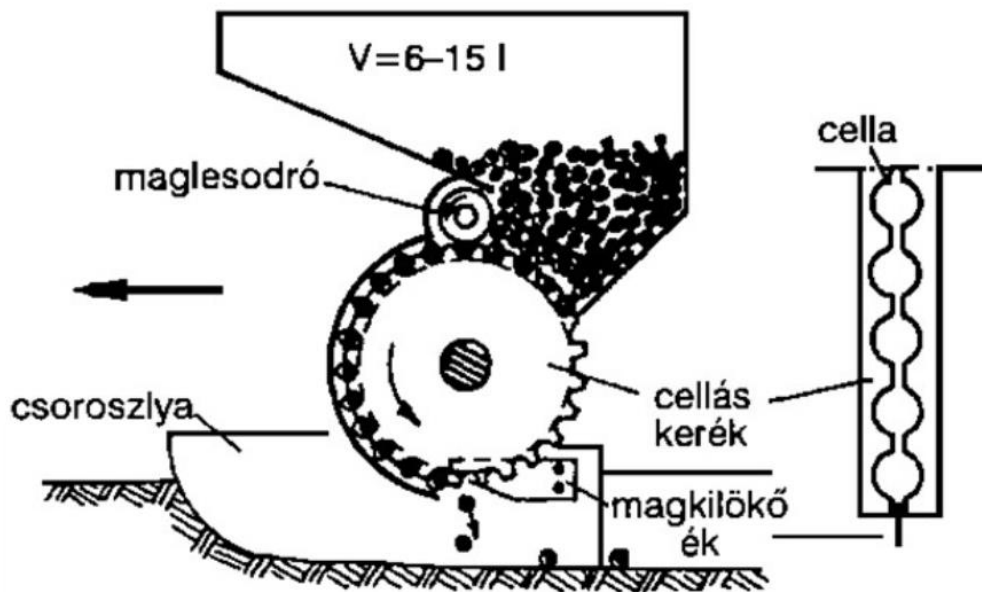
A vetőszerkezetekből többet is meg tudunk különböztetni. Vannak olyan szerkezetek, amelyeket ma már nem is gyártanak, de mai napig alkalmazva vannak a megmaradt vetőgépek által. Kukoricavetéshez a leginkább preferált mechanikus vetőszerkezet a peremcellás.

A peremcellás vetőszerkezet a leggyakrabban alkalmazott mechanikus szerkezet. Egy alumíniumból, vagy műanyagból készült tárcsa szolgál vetőelemként, amelynek a peremén a magméretnek megfelelő cellák helyezkednek el. A tárcsa közvetlenül a tartály alatt helyezkedik el, így gravitációs úton történik a magok cellába jutása. A tárcsa fél fordulata alatt a magtartálytól eljut a mag a vetőárokig, ahol ismét a gravitáció hatására az a talajra esik.

A megfelelő vetési norma megadására ki kell választani a megfelelő vetőtárcsát. A magméretnek megfelelően több méretű cella, tőszám szerint több cellaszámú tárcsa áll rendelkezésre.

Ha megfelelő méretű tárcsát választunk, akkor a cellákba csak egy mag fog férni, így a maglesodró nem fogja azt megsérteni. Ez a vetőszerkezet inkább gömbölyded magok vetésére alkalmas, mert például napraforgó vetése esetén előfordulhat, hogy a maglesodró a magot beleszorítja.

(Bense et al. 2014)

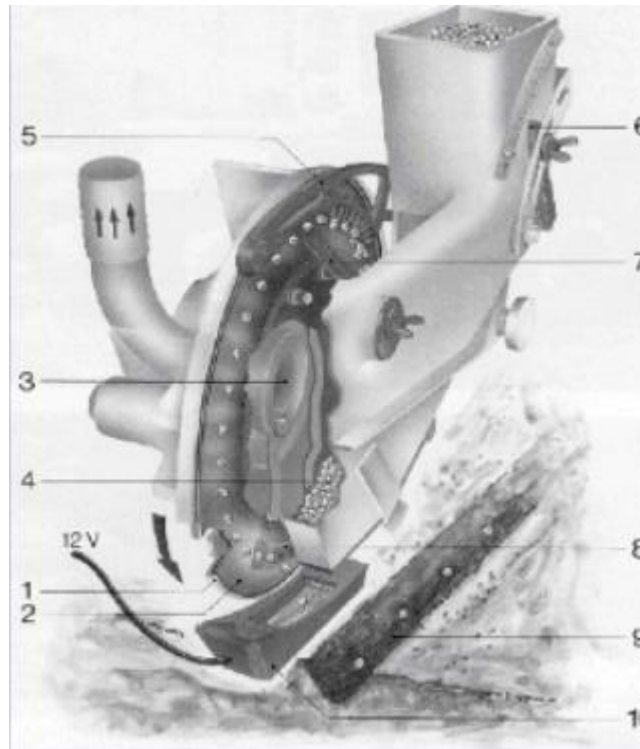


7. ábra: Peremcellás vetőszerkezet (<http11>)

Kukorica vetőgépek esetén alkalmazunk még pneumatikus rendszereket is:

A szívó levegős vetőszerkezet alapkoncepciója az, hogy bármilyen mag kivethető legyen, tehát a mechanikus megoldásokkal ellentétben itt vetőmag mérettől függetlenül tud üzemelni az elvártanak megfelelően. Vetőelemként egy perforált tárcsa van alkalmazva, amely a tartály és egy vákuumkamra között helyezkedik el. A tartályban légköri nyomás uralkodik, míg a tárcsa másik felén vákuum van, így az a tárcsa furataira szívja a magokat. A magároknál valamilyen segédeszközt alkalmaznak, amely eltávolítja a magot a tárcsáról. Ezek lehetnek valamilyen magkilökő eszközök, például vannak olyan megoldások, ahol magában az öntvényben van benne a kilökő, viszont ennél megvan a rizikója annak, hogy megsérti a magot. Ilyen megoldások esetén az elterjedtebb megoldás, hogy valamilyen vékony lemezt alkalmaznak, amely képes sérülés nélkül leemelni a magot a tárcsáról. A legjobb megoldás az, hogy megszüntetjük valamilyen módon a vákuumot.

(Dogra, Singh; 2020)

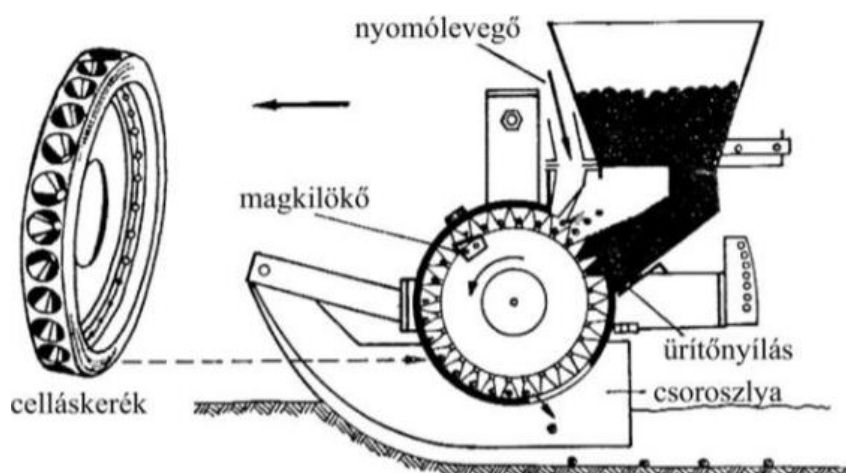


8. ábra: Szívólevegős vetőszerkezet (<http13>)

1.) szívóház, 2.) furatos vetőtárcsa, 3.) szívócső, 4.) vetőmag kamra, 5.) fogazott felső maglesodró, 6.) lesodró beállító, 7.) alsó maglesodró, 8.) magleválasztó, 9.) vetőbarázda, 10.) fotocellás magérzékelő

Nyomólevegős rendszer esetén is a két tér közötti nyomáskülönbséget használjuk ki. A vetőszerkezet magtartály felőli oldalán túlnyomás uralkodik, mivel ott fújja be a levegőt a ventilátor, míg a tárcsa túlsó oldalán légköri nyomás van. A mag, ahogy beérkezik a tárcsához, a légnyomás hatására nekifeszül a szerkezet falának. A kilökés helyénél egy kilökő ék segít elszakadni a magnak a tárcsától. Előnye ennek a rendszernek az, hogy amikor a mag kiesik a vetőszerkezetből, a nyomás alatt álló levegő lényegében „bele lövi” a magot a talajba, így az nem tud elgurulni.

(Bense et al. 2014)



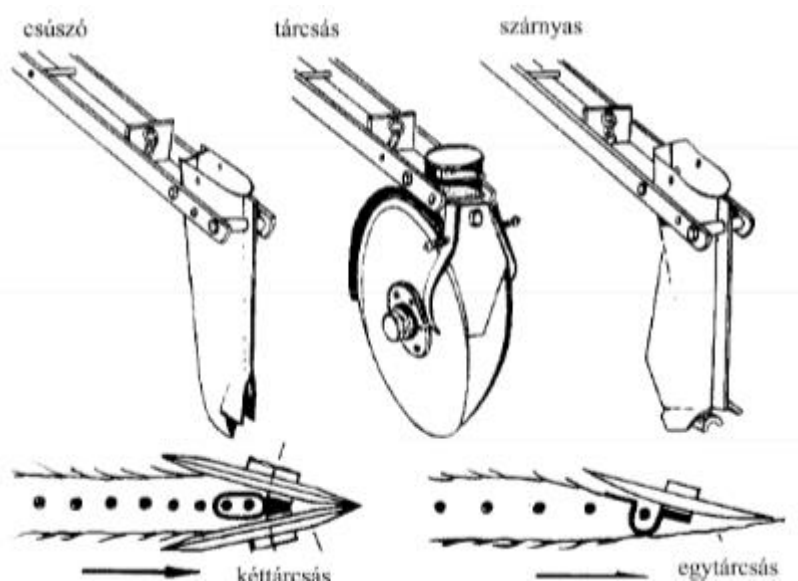
9. ábra: Pneumatikus kúpcellás vetőszerkezet (<http12>)

A csoroszlya feladata a magágy elkészítése, illetve annak lezárása. Kivitelétől függően megkülönböztetünk csúszó, tárcsás és szárnyas csoroszlyát.

A csúszó csoroszlya a legegyszerűbb felépítésű a háromfajta közül. Gereblyeszerű munkát végez, így összeszedi a talajon található gyomokat, szármaradványokat. Gyakran berakódhat, ezért sűrűn kell tisztítani. Előnye az egyszerű felépítése.

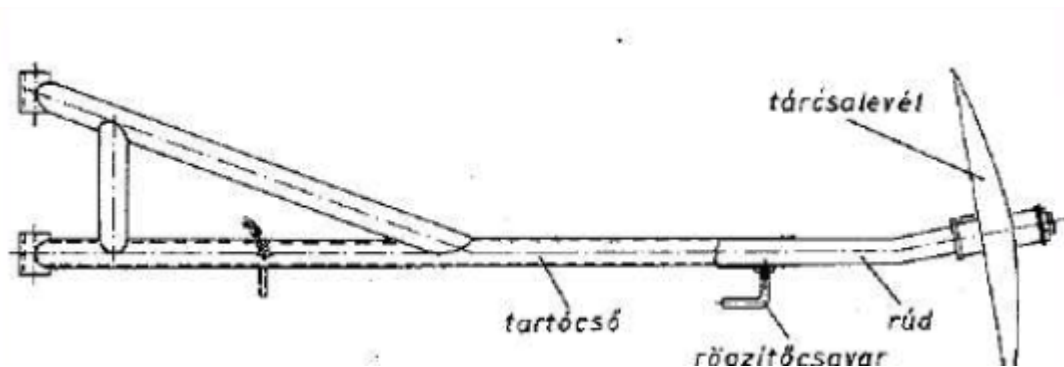
A tárcsás csoroszlyák egy-, vagy kéttárcsás kivitelben érhetők el. Előnye, hogy jobb mélységtartást biztosítanak, illetve nagyobb vetési sebességet tesznek lehetővé. Hátránya, hogy bonyolultabb a felépítése, de rendes karbantartás mellett ez a leghatékonyabb csoroszlya fajta.

A szárnyas csoroszlya az alján lévő szárnyakról kapta a nevét. A szárnyak a talajba hatoláskor kibővítik a magárkot, így azok nem egy vonalban, hanem egy 5-8 cm-es sávban kerülnek a talajba. A kibővített magárok előnye, hogy elszórtabban tudnak elhelyezkedni a magok, így nagyobb lesz az életterük, amely jobb életkörülményeket, és nagyobb termésátlagot képes produkálni. **(Rádics, 2008)**



10. ábra: Csoroszlya fajták (<http14>)

A nyomjelző lényegében egy olyan csoroszlya, amelynek nem a magárok kialakítása a feladata, hanem a csatlakozó sorok jelzése. Általában egy tárcsás csoroszlya szokott lenni. Szerepe a GPS rendszerek használata esetében jelentéktelen, mivel ilyenkor már egy monitoron láthatjuk a csatlakozó sorok helyét. **(Molnár, 2016)**



11. ábra: Nyomjelző (http15)

2.4.5 Vetőgépek üzemeltetése

A vetés megkezdése előtt fel kell készíteni a vetőgépet. Elsőként ki kell választani az adott vetőmagnak legmegfelelőbb vetőtárcsát, amelyet be kell helyezni a vetőszerkezetbe. Ez egy minimális bontással megtehető, mivel általában úgy szokták elkészíteni ezeket a vetőgépeket, hogy van egy szerelőablak pont a tárcsánál, így az gyorsan kezelhető. Ezek után rutin karbantartási feladatokat kell ellátni: csapágyakat zsírozni, illetve a rosszakat cserélni, hajtások olajsintjét ellenőrizni, kopóalkatrészeket (pl csoroszllya) ellenőrizni, rosszakat cserélni. Gumikerék nyomását ellenőrizni kell, ha mechanikus hajtással rendelkezik, mivel onnan kapja a vetőszerkezet a meghajtást, így a nem megfelelő nyomás vetési egyenetlenséget okozhat.

Szívó levegős rendszerek esetén deflektort kell felszerelni, mivel a csávázott magokról lepergő csávázószer a levegővel együtt a szabadba távozna. Nyomó rendszerek esetén nem szükséges, mivel a csávázószer a maggal együtt a talajba távozik.

A vetés végeztével fel kell készíteni a vetőgépet a téli tárolásra. Kezdeként le kell engedni belőle a megmaradt vetőmagot, mivel a téli párás levegő hatására az képes kicsírázni és korrodálni a gépet. A hajtásokat, csapágyakat, láncokat kenőanyaggal kell ellátni a korrózió ellen. Az elektronikus berendezéseket védeni kell a napsütéstől és a csapadéktól.

(Bártfai et al., 2020)

2.5 Precíziós megoldások

2.5.1 Precíziós megoldások a vetőgépeken

Az utóbbi években egyre nagyobb figyelmet élveznek a különféle precíziós megoldások, egyre több gépre jelennek meg újabb eszközök, amelyek a műveletek precizitásán és hatékonyságán növelnek. Ebből a tendenciából a vetőgépek sem maradtak ki, bár a gabonavetőgépek közel nem rendelkeznek még annyi és olyan pontos eszközökkel, mint szemenkénti társaik, de ez nem azt jelenti, hogy nincsen, jelenleg is rengetegen foglalkoznak ezzel a problémával. A szemenkénti vetőgépeknél a legnagyobb újítást a vetőszerkezetben tudták produkálni, mivel annak ellenére voltak képesek elérni sokkal nagyobb hatékonyságot, hogy az alapelven és a felépítésen lényegében nem változtattak. Ugyanúgy megtartották mind a mechanikus, mind a pneumatikus struktúrákat, csak azokat dolgozták át többé-kevésbé. Az egyik legjelentősebb változást a vetőelem meghajtása jelenti, mivel ezt már nem a járókerékről biztosítják, hanem egy villanymotor segítségével, amely folyamatos vetésmennyiség-korrigálást képes végezni az egész folyamat alatt. Az egyik nagy problémát az jelenti, hogy a magok nem helyezkednek el szabályosan a vetőtárcsán, így azok nem tudnak teljesen egyenletes vetést biztosítani. Erre a problémára mai napig keresik a megoldást. (Zhu et al., 2024)

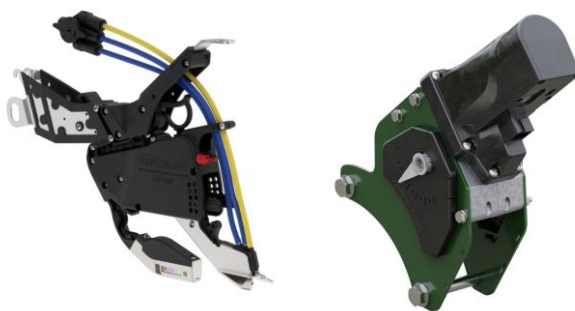
2.5.2 Intelligens vetőgépek funkciói

- A vetési folyamat minél jobb, részletesebb nyomon követése.
- Folyamatos vetésellenőrzés, korrigálás.
- Talajnyomás vezérlése.
- Szakaszvezérlés, kanyarkompenzáció.
- A munkafolyamat dokumentálása.
- Beavatkozási lehetőségek valós idő alapján.
- Vetés: valósan kivetett tőszám, helyes vetés, sebesség, fajta.
- Mikro granulátum szórás: kijuttatott mennyiség figyelemmel kísérése.
- Automatikus talajnyomás-szabályozó rendszer.

(Sallai, 2016)

2.5.3 Eszközök a vetés pontosítására

A precíziós eszközök gyártásában az egyik élenjáró az amerikai „Precision Planting” nevű cég, amely kifejlesztett egy talajnedvesség által vezérelt vetésmélység szabályozó rendszert kukoricához, napraforgóhoz, illetve minden precíziós vetésű soros növények számára. Három részből áll: a traktor fülkéjében található monitorból, az erre a célra kifejlesztett szoftverből és az érzékelő egységből, a „SmartDepth”, a másik a „SmartFirmer”, amely egy olyan eszköz, amely méri a talaj nedvességtartalmát, illetve a vetési mélységet. A működése lényegében annyiból áll, hogy a „SmartFirmer” talajnedvességet mér, majd azt továbbküldi a „SmartDepth” -nek, amely kiértékel és korrigálja a vetési mélységet, illetve az információkat továbbítja a fülkében lévő monitornak, így a kezelőnek.



12. ábra: SmartFirmer(bal) (<http16>) és SmartDepth(jobb) (<http17>)

A „FurrowForce” egy olyan barázdázó egység, amely szenzorok segítségével méri a tömörítőkerékre ható talajnyomás mértékét és információt biztosít a kezelőnek a traktor fülkéjében található monitoron. Ez egy kétlépcsős lezáró egység. Első lépésben két tárcsa alulról felfelé zárja le a barázdát, ennek az a lényege, hogy kiszorítsa a légbuborékokat a talajból, így javítva a mag-talaj kapcsolódást. A második lépésben a tömörítőkerék állítja be a megfelelő talaj tömörültséget. (Sallai, 2016)



13. ábra: FurrowForce (<http18>)

3. Adapter tervezése Agrion vetőgép és Furrow Force magágylezáró egység összekapcsolásához.

3.1 A tervezéshez használt eszközök

3.1.1 Agrion Agm-pdm 6 típusú vetőgép

A vetőgép egy török gyártmányú vetőgép, amelyet az Agrion nevű cég készített. A vetőgép 6 soros pneumatikus szívó rendszerű vetőgép egyedi adagolású magtartályokkal. Külön rendelkezik egy granulátum adagolóval is. A vetőgép hidraulikusan nyitható nyomjelzővel, illetve összecusukható vázzal rendelkezik, mellyel szállítási és munkaszélesség között lehet állítani a szélességét. A méretezéshez szükséges volt egy vetőkocsi szétszerelése, így azt leszereltük a vetőgépről és szétszedtem. A kocsit 2 csavarkengyellel volt felfogatva a vetőgépen, ezeket le kellett szedni, ezen kívül a vetőtengely egy bilincsel volt rögzítve, amelyek leszerelése után le tudtuk csúsztatni a kocsit a vázról. Ezen kívül a levegőcsövet, illetve a vetésellenőrző szenzornak volt egy kábele, amelyet el kellett távolítani. A kocsi szétszedésénél szükséges volt annak az elemnek a mérete, amelyre az eredeti magágylezáró egysége volt szerelve, így minden olyan elemet le kellett szerelni, amely az takarta. Kezdeként a magágylezáró egyéget szereltem le, ez két rögzítőcsavarral volt ellátva, amelyből az egyik egyben a leszorító rugót is rögzítette. Ez után le kellett szerelni a mélységállító kereket az elülső vázelemeket, illetve az egyik oldali nyitócsoroszlyát. Mivel szimmetrikus az elem kialakítása, így elég volt az egyik oldalt lebontani.



14.ábra: A vetőkocsi felszerelve(bal) és szétszedett állapotban (jobb)

3.1.2 Furrow Force magágylezáró egység

A Furrow Force egy amerikai gyártmányú precíziós magágylezáró egység, amelyet a Precision Planting nevű cég gyárt. Lényege a kétlépcsős magágylezárás. Az első lépés során egy tárcsás csoroszlya pár lazítja fel és takarja be a vetőárkot alulról felfelé terítve be, ennek az az előnye, hogy sokkal nagyobb mértékben tudja betakarni a vetőmagot és a légréseket jobban ki tudja szorítani, amelyek ronthatják a csírázókéességét a növénynek. A második lépésben egy tömörítő kerék pár megy végig amelyek a fellazított árkot elegyengetik és letömörítik, így elérve azt, hogy a vetőmag-talaj kapcsolat a legideálisabb mértéket érhesse el. A cégtől én egyben kaptam meg az egységet, kivéve a tárcsát, illetve az ahhoz szükséges csavarokat és csapágtyakat. Első feladatként összeszereltem a kapott alkatrészekből az összkép érdekében. Az összeszerelést követően beállítottam egy adott munkamagasságot, amely alapján meg tudtam mérni a test magasságát, amelyből meg tudtam határozni az adapter elhelyezkedésének a helyét a vetőgépen. A magasság meghatározása után méretet kellett vennem a csatlakozópontokról annak érdekében, hogy el tudjam készíteni az adaptert.



15.ábra: Furrow Force összeszerelve

3.1.3 Mérőeszközök

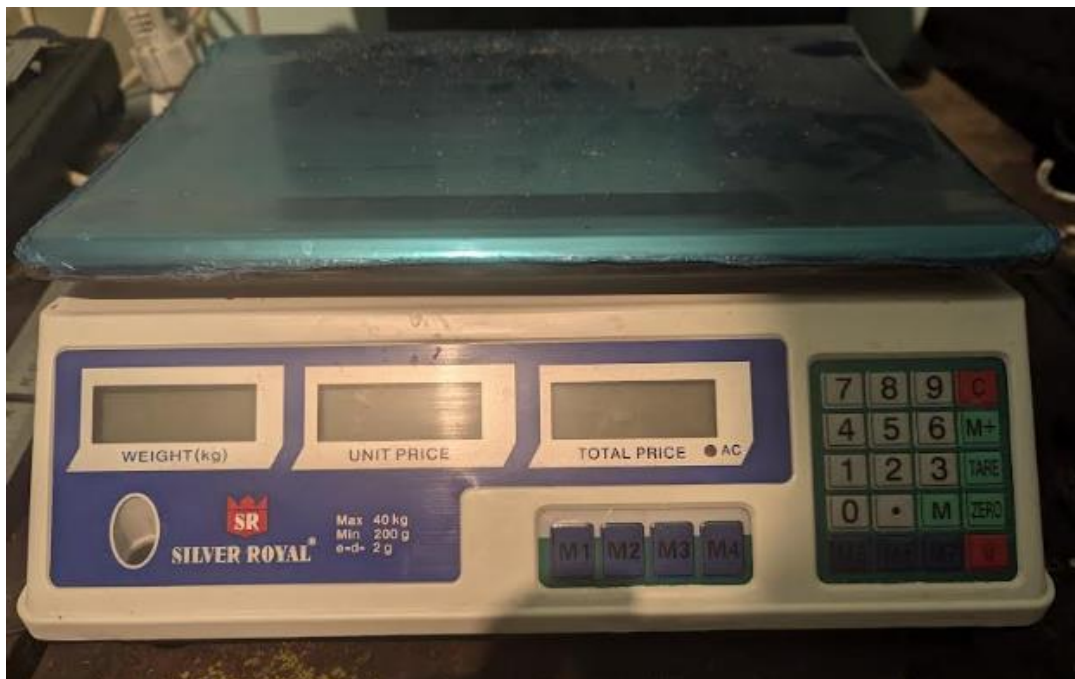
A méretek levételéhez alkalmaztam egy Mitutoyo tolómérőt, pontossága 0,5mm. Az eszközt a furatok, az anyag falvastagságának, illetve a felcsatoló pontok közötti távolság le mérésére használtam. A fő méreteket egy vonalzó segítségével tudtam megmérni, kivéve azokon a helyeken ahol az túl vastag volt, ezeken a helyeken főként mérőszalagot alkalmaztam. A felfogatási pontokon nagyon sok olyan hely volt, amely valamilyen szögben el volt tolva, ezek mérésére egy Extol digitális tolómérőt alkalmaztam, amelynek pontosságát magam ellenőriztem egy manuális szögmérőt alkalmazva etalon eszközként.



16.ábra: Mérőszerszámok, tolómérő(bal), szögmérő (középső), vonalzó(jobb),
mérőszalag (felső)

3.1.4 Mérleg

A számítások elvégzéséhez szükséges volt tudnom a Furrow Force tömegét, ezt nem kaptam meg, ezért egy mérlegen kellett lemérni. A mérleg egy közönséges piaci mérleg volt, mivel a feladat nem igényel 10^{-2} pontosságú adatokat. A mérleg bár tudott 10^{-2} pontosságú mérést is produkálni, azonban az esetleges pontatlanságok elkerülése végett felfelé kerekítettem a végeredményeket. A mérést stabil felületen végeztem.



17.ábra: Silver Royal MR-1500 mérleg

3.1.5 Szoftver

A tervezés során végig a Siemens által készített Solid Edge nevű 3D CAD programot alkalmaztam. A Solid Edge egy CAD (számítógéppel támogatott tervező) program, amely alkalmas volt a 3D modellek, illetve a műhelyrajzok elkészítéséhez. Elsőnek megterveztem a vetőkocsi vázának fő elemét, amely méretei alapján később el tudtam készíteni az adapter 3D modelljét. A szilárdsági számítások, illetve az anyagválasztás kapcsán folyamatosan alkalmaztam a program különböző eszközeit, főleg a fizikai tulajdonságok lekérdezése kapcsán. A modell elkészítése után a beépített műhelyrajz készítőben csináltam meg a rajzokat is.

3.1.6 Egyéb eszközök

A szerelések során különböző szerszámokat alkalmaztam. A vetőkocsi szétszedéséhez szükségem volt 10, 13, 17, 19, 22 és 24 mm kulcsnyílású villás-, csillag-, illetve dugókulcsra. A nyitócsoroszlya levételéhez szükségem volt egy Seeger-fogóra, mivel azt 2 gyűrű is biztosította, illetve egy hosszú szárú kulcsra, mivel az nagyobb nyomatékkal volt lehúzva. Az összerakásnál figyelembe vettem az egyes helyeken való pontos nyomatékkal való lehúzásokat is, amelyet nyomatékkulccsal végeztem el. A leszerelt alkatrészeket dobozokba, illetve ládába helyeztem, illetve telefonkamerával fényképekkel dokumentáltam a szerelés minden elemét, hogy a későbbi összeszereléskor ne történjen semmi probléma.

3.2 Méretezés

3.2.1 Magasság meghatározása

Az első lépés az volt, hogy meg kellett határozni a tartónak legmegfelelőbb magasságot. Elsőnek a felállított vetőkocsin megmértem a csoroszlya, illetve a lezáró egység felfogatásának legalsó pontja közötti távolságot, majd lemértem a Furrow Force munkamagasságát is. A két méret nagyjából megegyezett, így a tartót legcélszerűbb a felfogási pontok közül is a legalsókra megtervezni.

3.2.2 Vetőkocsi méretezése

Mivel az első lépés során meghatároztuk a magasságot, illetve az adapter képzelt helyét, így a vázszerkezet fő elemének méretezése elégségesnek minősül. A legfontosabb itt is az, hogy a felfogatások méretei legyenek pontosak, mivel a többi rész felfogatása, illetve az egyéb eszközök, például a mélységátároló kitámasztója, a csoroszlya felfogatásának pontjai, illetve a vázra való felfogatásának módja a feladat szempontjából irreleváns, ezért ezeknek a méretezését elhanyagolhatónak tekintettem. Elsőként készítettem egy szabadkézi ábrát, amin jól látható módon fel tudtam írni a szükséges méreteket. Először a hosszúságokat mértem le, majd a közbe zárt szögeket. Voltak olyan méretek, amelyeket nem tudtam meghatározni, ezek főként lekerekítések voltak, ezeket arányosság tekintetében próbáltam meghatározni.

3.2.3 Furrow Force méretezése

A méretezéshez itt is elég volt azt az elemet leméretezni, amely majd az adapterre képes lesz majd felfeküdni. Ez egy komplexebb geometriai alakzat volt, amelyen a modellezés során is folyamatosan ellenőrző jelleggel méréseket végeztem. A méretéből adódóan könnyen tudtam folyamatosan méretezni mivel az egész nem nagyobb egy 100x30x60 méretű téglatesttől, tömege pedig nagyjából 2kg lehet.

3.2.4 Adapter méretezése

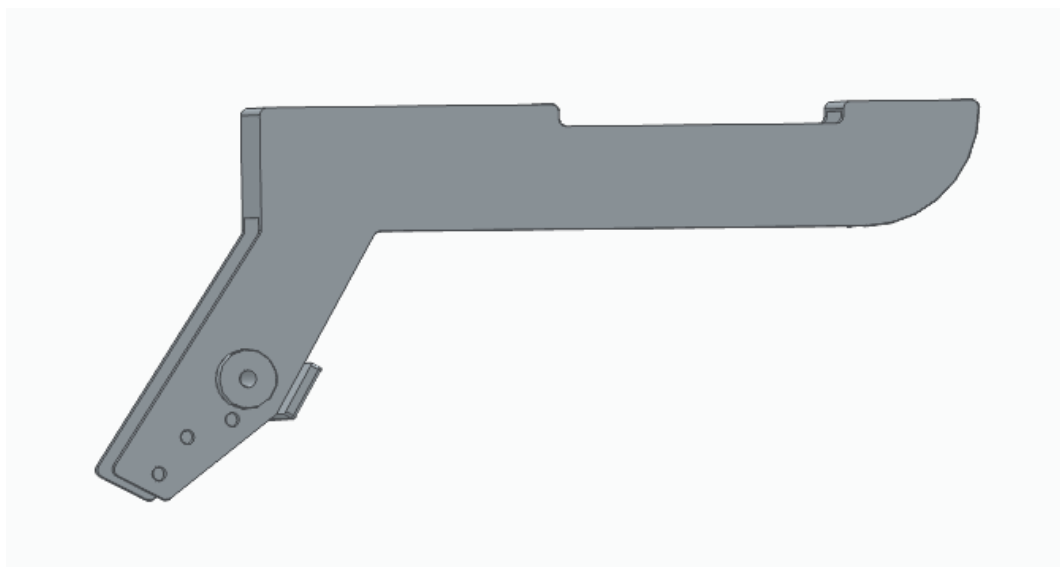
A feladat megkönnyítése végett kaptam egy adaptert, amely Kuhn Maxima 1, illetve 2 típusú vetőgépekkel kompatibilis, ez alapján meg tudtam csinálni könnyedén a Furrow Force felfogatásának geometriai kialakítását.

3.3 Modellezés

Annak érdekében, hogy le lehessen gyártani az adaptert kell egy műhelyrajz, vagy egy/és egy modell. A méretezés eredményeit a Solid Edge segítségével 3D formában értékeltem ki, illetve ezek alapján készítettem el az adapter modelljét is.

3.3.1 Vetőkocsi elem modellezése

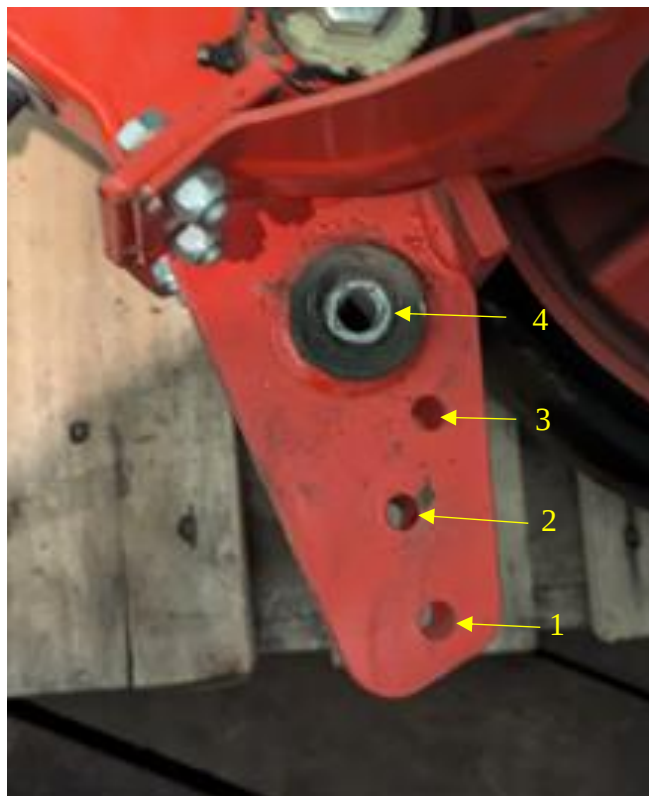
Elsőként a vetőkocsi elemét modelleztem le az elkészített rajz alapján. Ahogy a rajzon itt is csak a főelemet készítettem el, illetve ennek is csak a fő méreteit készítettem el. A legfontosabb szempont az volt, hogy a felfogató méretei megegyezzenek, mivel ez alapján fogom elkészíteni a tartón is a felfogatót.



18. ábra: A vetőkocsi tartóelemének modellje

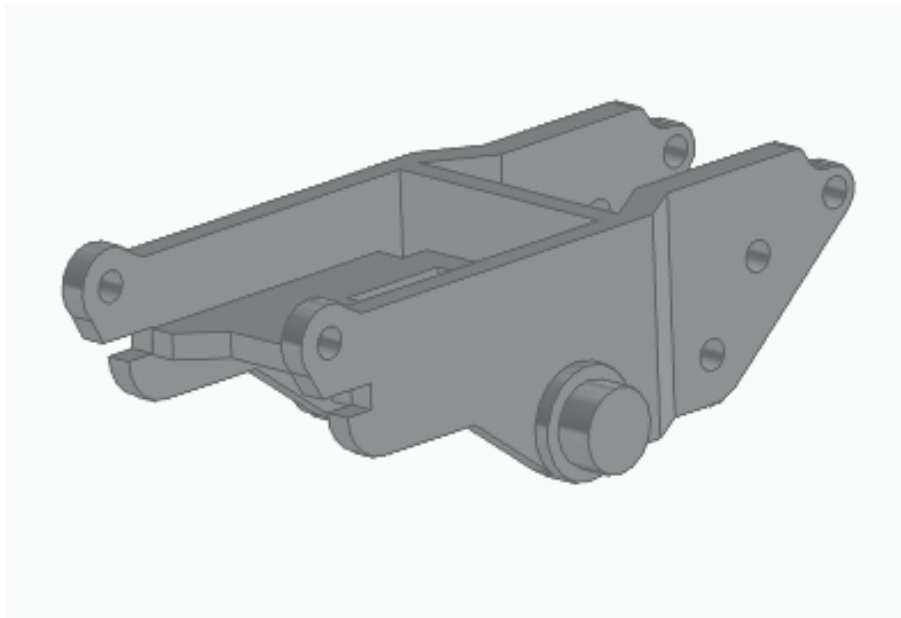
3.3.2 A tartó megtervezése

Az alapkonceptió szerint 4 csavarral kellene felfogatni a tartót, viszont ahogy az 19.ábrán is látszik nincs 2 olyan furat amelyek kombinációjával biztonságosan, vagy egyszerűen megoldani. A négyes számú furat a kiemelés miatt megbonyolítaná a tartó kialakítását, ezzel akár nem kívánt anyagfáradást, illetve a bonyolult kialakítás miatt többlet anyagot és ezzel együtt többletköltséget jelentene, ha arra helyeznénk a felfogatót. Az egyes és a hármas számú furat ideális választás volna, viszont a hármas olyan közel van négyes számú furat kiemelésének pereméhez, hogy annyira vékony lenne a tartó falvastagsága, hogy képes lenne az eltörni, mivel ott érné a legnagyobb hajlítónyomaték és szinte biztosan eltörne. Az esetleges törések elkerülése érdekében tehermentesítésnek a kettes számú furathoz is csavart kell helyezni. 6 csavarral fogjuk felfogatni a vetőgépre a tartót.



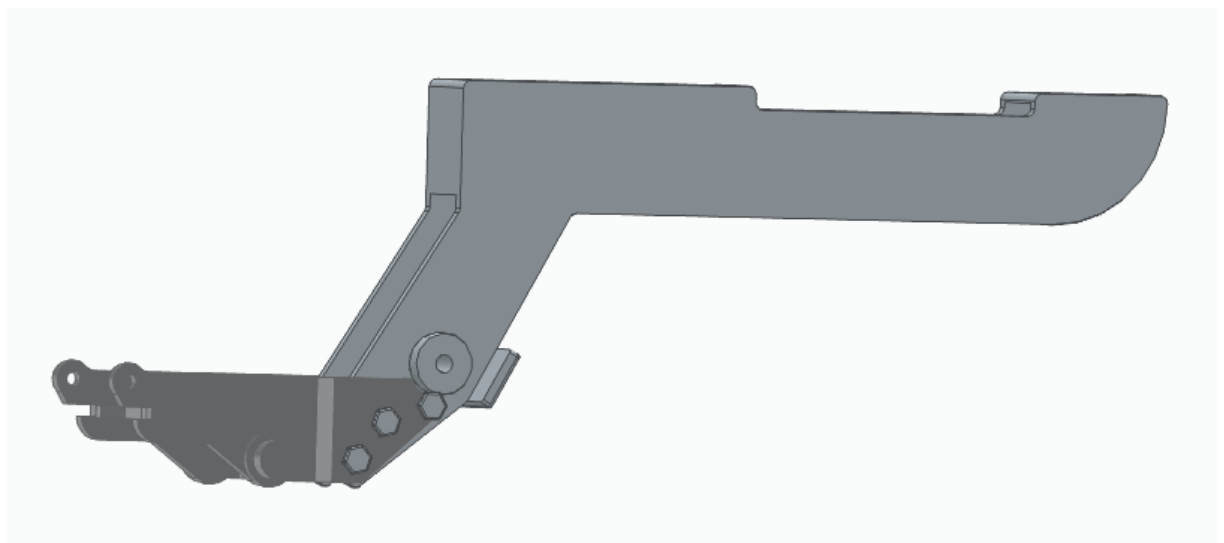
19. ábra: A lezáró felfogatásának furatai

Elsőnek készítettem egy alapmodellt, amely a kapott adapter oldalából, illetve a felfogatásból áll. Ezen már majdnem teljesen kirajzolódik az adapter teljes mérete. Az alap elkészítése után elkészítettem azt az elemet, amely felületen fog felfeküdni a vetőkocsra is az adapter. Harmadik lépésben a hajlításokat készítettem el, amelyekkel összekötöttem a két elemet, illetve a felesleges részeket töröltem az első elemről. Ezek után merevítés és összekötési funkcióként két lemezzel összekötöttem a két részét az adapternek. A modell alapjainak elkészítése után megcsináltam a csapokat, amelyre a Furrow Force fog felfeküdni, illetve a 8 furatot. A végén elkészítettem az élettöréseket, illetve a lekerekítéseket.



20. ábra: Az adapter modellje

A tartó elkészítése után összeillesztettem azt, mert így láttam azt, hogy a tartó furatai megfelelő helyen vannak-e. A modell megfelel az elvártnak, így ki kell számítani azt, hogy mekkora feszültséget kell elviselnie a tartónak és ez alapján korrigálni a méreteken, illetve kiválasztani az anyagot.



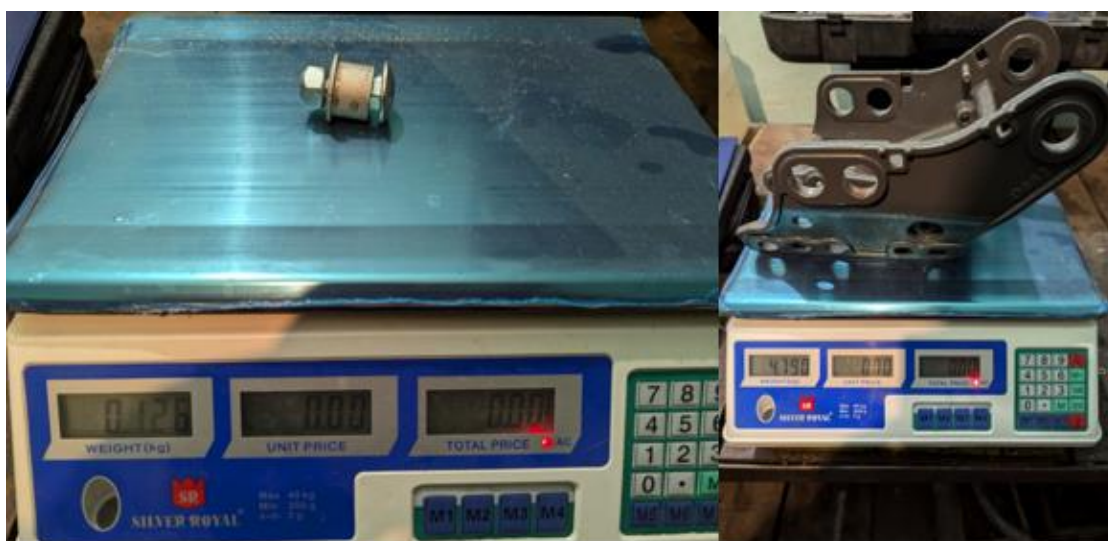
21. ábra: A tartó és a főelem egybeépítve

3.4 Számítások

Ahhoz, hogy számításokat tudjunk végezni, meg kell határoznunk a terhelések irányát, illetve azoknak nagyságát. Készíteni kell egy statikai modellt, amelyen el tudjuk végezni a számításokat. Mivel nem rendelkezünk konkrét adatokkal, így csak becsléseket tudunk végezni. Az ismert adatokat össze kell gyűjteni.

3.4.1 Ismert adatok összegyűjtése, kiszámolása

Ahhoz, hogy becslést tudjunk végezni érdemes meghatározni a Furrow Force tömegét, ezt meg tudjuk tenni a mérleg használatával. Túl nagy mérete miatt részegységekre szétszerelve lehetett csak megmérni.



a)

b)



c)

d)



e)

f)

22. ábra: Az alkatrészek mérése

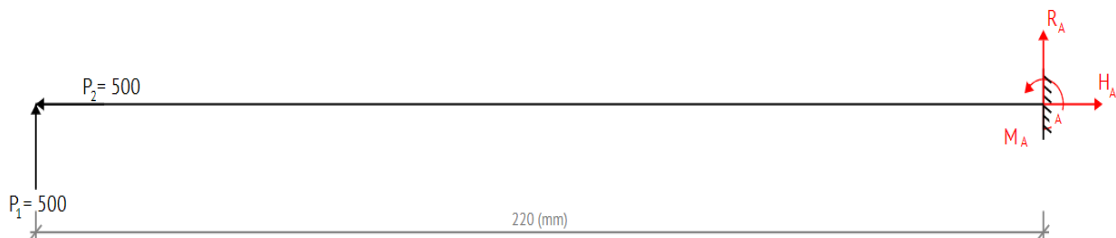
Betűjel	darabszám	mért tömeg	összes tömeg	mértéke.
a)	4	0,126	0,504	kg
b)	1	4,790	4,790	kg
c)	1	7,292	7,292	kg
d)	1	1,842	1,842	kg
e)	1	0,342	0,342	kg
f)	2	3,008	6,016	kg
Σ			20,786	kg

4. táblázat: A mérések kiértékelése

A mérés eredménye szerint 20,786 kg lett a teljes Furrow Force tömege, én ezt kerekítettem 21 kg-ra a mérési pontatlanságok és az egyszerűbb számítás miatt.

Meg kell határoznunk, hogy hol lesz a legnagyobb a hajlító nyomaték értéke, illetve milyen távolságra van a terheléstől illetve a felfogatástól. Egyértelműen valamelyik felfogatásnál lesz a legnagyobb. Az alsó furaton nem lehet, mivel az áll a legközelebb a terheléshez, tehát nem terhelheti akkora hajlítónyomaték. Ez alapján kézenfekvő volna, hogy a leghátsó furatra nehezedik a legnagyobb nyomaték az erőkar miatt, viszont a középső csavart pont emiatt helyeztük bele. A középső csavar tehermentesíti a hátsó csavart, így azon fog a legnagyobb nyomaték keletkezni. Tekintsünk a tartóra úgy mint egy befogott tartó és ez alapján végezzünk el egy nyomatéki egyenletet.

A tartót nyírásra és hajlításra kell méretezni, csavarásra felesleges, mivel csavarodást esetleg a talajegyenetlenség tudna okozni, de az annyira elenyésző értékű, hogy felesleges vele foglalkozni. Első lépésben fel kell mérnünk, hogy milyen és mekkora terhelések fogják érni az tartót. Munka közben lesz egy olyan erő, amely y tengely mentén fogja felfelé nyomni a tartót, ennek az erőnek a nagysága függ a talajnyomástól, ennek az erőnek lesz jelentős szerepe a hajlítás szempontjából. Lesz egy erő, amely x tengelyel ellentétes irányba fog mutatni, ennek nagysága függeni fog a haladási sebességtől, a talaj kötöttségétől és a talajnyomástól egyaránt, ezzel az erővel kell majd a nyírásnál számolni. Meg kell határoznunk, hogy mekkora távolságra lesz befogási pont és az erő komponensek, ezt a Solid Edgeben készített modellben méretezéssel könnyedén meg tudjuk mérni.



23. ábra: a tartó statikus modellje

3.4.2 Statikai egyenletek kiszámolása

Mivel nem tudunk konkrét adatokat, ezért csak saccolni tudjuk, hogy mekkora erők terhelhetik a tartót. A mérés alapján a Furrow Force $m \approx 21\text{kg}$ tömegű, amelyből ki tudjuk számolni, hogy ez mekkora súllyal terheli a tartót. A tartó súlyának kiszámításához meg kell szorozni a tartó tömegét a gravitációs gyorsulással.

Adatok:

$$m=21\text{kg}$$

$$g= 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$F=?$$

$$F=m \cdot g \text{ [N]} \quad (4)$$

$$F=21 \text{ kg} \cdot 9,81\text{m/s}^2 \quad (5)$$

$$F=206,01\text{N} \quad (6)$$

Tehát nyugalmi állapotban kerekítve 206N erőt fejt ki a tartóra a lezáróegység, ez az érték munka közben jóval nagyobb, mivel a talajon való járás közben azt nyomja felfelé a talaj. Konkrét érték híján számoljuk ennek az erőnek 2,5 szerezésével, ami körülbelül 500 N. Erre az értékre azért van szükség, mert dinamikus terhelésről van szó, tehát állandóan változó értékű, viszont az 500N elég nagy érték ebben a szituációban ahhoz, hogy ez ne okozhasson problémát. Az x irányú erőt is számolhatjuk 500N-nak, mivel a tartónak húznia kell a tartó teljes tömege mellett a talaj által kifejtett erővel is számolni kell. A támadáspont és a felfogás közti távolság 190mm, ezek alapján össze is tudjuk gyűjteni az adatokat.

$$F_x=500\text{N}, F_y=500\text{N}, l= 190\text{mm}= 0,19\text{m}$$

Elsőként a fel kell írni az egyensúlyi egyenleteket, amelyek alapján meg tudjuk határozni a tartóra ható erők, nyomatékok nagyságát.

$$\sum F_i=0 \quad \sum F_{ix}=0 \quad \sum F_{iy}=0 \quad \sum M_i=0 \quad (7)$$

Elsőként fel kell írni egy nyomatéki egyenletet a befogási pontra. Figyelembe kell venni, hogy a befogott tartó esetén nem csak egy ellentétes értelmű erő, hanem egy ugyanakkora, de ellentétes értelmű nyomaték is keletkezik, ezért azt is bele kell számolni az egyenletbe.

$$\sum \mathbf{M}_i = 0 = -lF_y + M_a \quad (8)$$

ahol:

M_i : összes nyomaték

l : az erő és a befogási pont közti távolság

F_y : tartót terhelő y irányú erő

M_a : befogás által kifejtett nyomaték

Helyettesítsük be az ismert adatokat az egyenletbe:

$$\sum \mathbf{M}_i = 0 = -0,19 \cdot 500 + M_a \quad (9)$$

Ami alapján,

$$M_a = 0,19 \cdot 500 = 95 \text{ Nm} \quad (10)$$

Ez alapján meghatározható, hogy a függőleges irányú erő a tartóra $-M_a$ nagyságú, tehát -95 Nm nagyságú nyomatékot fejt ki a tartóra. Továbbá:

$$\sum \mathbf{F}_{ix} = 0 \text{ alapján} \quad F_x - F_{ax} = 0 \rightarrow F_{ax} = F_x \rightarrow F_{ax} = 500 \text{ N} \quad (11)$$

$$\sum \mathbf{F}_{iy} = 0 \text{ alapján} \quad F_y + F_{ay} = 0 \rightarrow F_{ay} = -F_y \rightarrow F_{ay} = -500 \text{ N} \quad (12)$$

Érdemes meghatározni az erőkomponensek eredőjét is.

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} \quad (13)$$

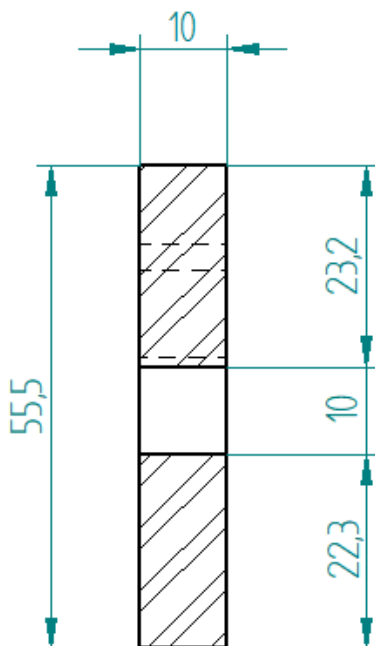
$$F = \sqrt{500^2 + 500^2} \quad (14)$$

$$F = 707,1 \text{ N} \quad (15)$$

Az adatok alapján meg tudjuk határozni a hajlító, illetve nyíró feszültségeket.

3.4.3 Hajlítófeszültség meghatározása

Elsőként határozzuk meg a szerkezetre ható legnagyobb hajlítófeszültséget. Ez az érték egyértelműen a befogási pont keresztmetszete mentén fog keletkezni, így erre kell méretezni a tartót. Ahhoz, hogy meg tudjuk határozni a keresztmetszetre ható hajlítófeszültséget meg kell határozni a középponthoz viszonyított súlypont helyzetét, illetve a keresztmetszet másodrendű nyomatékát. A másodrendű nyomaték meghatározásához szükségünk van a keresztmetszet formájára, ha elvágnánk a keresztmetszete mentén a tartót akkor egy téglalap alakú keresztmetszetet látnánk, tehát e szerint kell számolnunk.



24. ábra: A keresztmetszet rajza

A keresztmetszetem látszik, hogy 3 részre lehet bontani, 3 téglalapra, ebből egy a furat keresztmetszete lenne, tehát az ki kell vonni az egész keresztmetszet másodrendű nyomatékát. A számításhoz ismernünk kell a hosszúságait a testnek.

Adatok:

a= 55,5 mm b= 10mm c= 23,2mm d=10mm e= 22,3 mm

A számoláshoz ismernünk kell a téglalap keresztmetszetek másodrendű nyomatékát.

$$I_y = \frac{b^3 \cdot a}{12} \quad (16)$$

A képlet alapján a következőképpen tudjuk kiszámolni a másodrendű nyomatékot.

$$I_y = \frac{b^3 \cdot a}{12} - \frac{b^3 \cdot d}{12} \quad (17)$$

$$I_y = \frac{10^3 \cdot 55,5}{12} - \frac{10^3 \cdot 10}{12} \quad (18)$$

$$I_y = 3791,667 \text{ mm}^4 = 3,791667 \cdot 10^{-9} \text{ m}^4 \quad (19)$$

Meg kell határozni az ismert adatok alapján a keresztmetszet x-y koordináta rendszertől számított koordinátáit. Az egyszerűbb számítás érdekében érdemes felvenni egy koordináta-rendszert a keresztmetszet egyik sarkához, ezt nevezzük x'-y' koordináta-rendszernek. A súlypont meghatározásához két adatra van szükség, a keresztmetszet területére és a tengelyek menti statikai nyomatékokra. A terület kiszámolásához két rész területére van szükség, a teljes keresztmetszetére és a furatéra.

$$A_e = a \cdot b = 55,5 \cdot 10 = 555 \text{ mm}^2 \quad (20)$$

$$A_f = b \cdot d = 10 \cdot 10 = 100 \text{ mm}^2 \quad (21)$$

$$A = A_e - A_f = 555 - 100 = 455 \text{ mm}^2 \quad (22)$$

A statikai nyomatékot a következő képlettel tudjuk meghatározni.

$$S_{x'} = b \cdot a \cdot 0,5 \cdot a - b \cdot d \cdot \left(e + \frac{d}{2}\right) \quad (23)$$

$$S_{x'} = 10 \cdot 55,5 \cdot 0,5 \cdot 55,5 - 10 \cdot 10 \cdot \left(22,3 + \frac{10}{2}\right) \quad (24)$$

$$S_{x'} = 12571,25 \text{ mm}^3 \quad (25)$$

$$S_{y'} = b \cdot a \cdot 0,5 \cdot b - b \cdot d \cdot \frac{b}{2} \quad (26)$$

$$S_{y'} = 10 \cdot 55,5 \cdot 0,5 \cdot 10 - 10 \cdot 10 \cdot \frac{10}{2} \quad (27)$$

$$S_{y'} = 2275 \text{ mm}^3 \quad (28)$$

Az adatok alapján meg tudjuk határozni a súlypont x' és y' tengelytől való távolságát.

$$X'_s = \frac{S_{y'}}{A} = \frac{2275}{455} = 5 \text{ mm} \quad (29)$$

$$Y'_s = \frac{S_{x'}}{A} = \frac{12571,25}{455} = 27,63 \text{ mm} \quad (30)$$

Ahhoz, hogy meghatározzuk a súlypont x - y tengelytől való távolságát, ki kell számolnunk az x - y és x' - y' tengelyek közötti távolságot.

$$X_{x'} = \frac{b}{2} = \frac{10}{2} = 5 \text{ mm} \quad (31)$$

$$Y_{y'} = \frac{a}{2} = \frac{55,5}{2} = 27,75 \text{ mm} \quad (32)$$

Súlypont koordinátáinak meghatározása:

$$X_s = X'_s - X_{x'} = 5 - 5 = 0 \text{ mm} \quad (33)$$

$$Y_s = Y'_s - Y_{y'} = 27,63 - 27,75 = -0,12 \text{ mm} \quad (34)$$

A hajlítónyomatékot ki kell számolni a két végpontra és abból készíteni kell egy ábrát a feszültségeloszlásról.

$$y_{\max} = 5 \text{ mm} = 0,005 \text{ m} \quad (35)$$

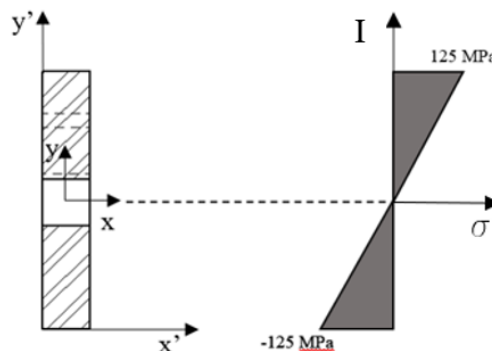
$$\sigma_{\max} = \frac{M_h}{I_y} \cdot y_{\max} = \frac{95}{3,791667 \cdot 10^{-9}} \cdot 0,005$$

$$\sigma_{\max} = 125\,274\,714,3 \text{ N/m}^2 = 125,27 \text{ N/mm}^2 = 125,27 \text{ MPa} \quad (36)$$

$$y_{\min} = -5 \text{ mm} = -0,005 \text{ m} \quad (37)$$

$$\sigma_{\min} = \frac{M_h}{I_y} \cdot y_{\min} = \frac{95}{3,791667 \cdot 10^{-9}} \cdot (-0,005) =$$

$$\sigma_{\min} = -125\,274\,714,3 \text{ N/m}^2 = -125,27 \text{ N/mm}^2 = -125,27 \text{ MPa} \quad (38)$$



25. ábra: Feszültség eloszlás

Érdemes ellenőrzés gyanánt ugyan úgy számítást végezni a másik két furat keresztmetszetére egyaránt.

Első furat adatai:

$$a=68\text{mm} \quad b=10\text{mm} \quad c=10\text{mm} \quad d=10\text{mm} \quad e=48\text{mm}$$

$$I_y = \frac{b^3 \cdot a}{12} - \frac{b^3 \cdot d}{12} \quad (39)$$

$$I_y = \frac{10^3 \cdot 68}{12} - \frac{10^3 \cdot 10}{12} \quad (40)$$

$$I_y = 4833,333 \text{ mm}^4 = 4,833 \cdot 10^{-9} \text{ m}^4 \quad (41)$$

$$M_h = 500 \cdot 0,17 = 85 \text{ Nm} \quad (42)$$

$$\sigma_{max} = \frac{M_h}{I_y} \cdot y_{max} = \frac{85}{4,833 \cdot 10^{-9}} \cdot 0,005 \quad (43)$$

$$\sigma_{max} = 7,794 \text{ MPa}$$

Harmadik furat adatai

$$a=18,5\text{mm} \quad b=10\text{mm} \quad c=3\text{mm} \quad d=10\text{mm} \quad e=5,5\text{mm}$$

$$I_y = \frac{b^3 \cdot a}{12} - \frac{b^3 \cdot d}{12} \quad (44)$$

$$I_y = \frac{10^3 \cdot 18,5}{12} - \frac{10^3 \cdot 10}{12} \quad (45)$$

$$I_y = 708,333 \text{ mm}^4 = 7,083 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4 \quad (46)$$

$$M_h = 500 \cdot 0,22 = 110 \text{ Nm} \quad (47)$$

$$\sigma_{max} = \frac{M_h}{I_y} \cdot y_{max} = \frac{110}{7,083 \cdot 10^{-8}} \cdot 0,005 \quad (48)$$

$$\sigma_{max} = 7,765 \text{ MPa}$$

3.4.4 Nyíróerő értéke a csavarokon és a csapokon

Mivel a felfogatási pontok nem egy vonalban helyezkednek el, minden furatpárra külön-külön ki kell számolni a nyíróerőt. A számolásokat végezzük a terheléshez legközelebbi furattal kezdve. Első lépésként meg kell mérni, hogy a furatra mekkora nyomaték hat. Ehhez szükségünk van a furatok terheléstől lévő távolságára. Ezeket az adatokat a Solid Edge-ben készített modellben meg tudjuk mérni.

Adatok: $l_1=170\text{mm}$, $l_2=190\text{mm}$, $l_3=221\text{ mm}$, $F= 707,1\text{ N}$ $y_1=-36\text{ mm}$, $y_2=-11\text{mm}$ $y_3=0\text{ mm}$

Mivel a furatokon nem egyenletesen fog eloszlani a terhelés, ezért a következő képlettel kell kiszámolni a nyíróerők értékét.

$$\tau_i = \frac{F \cdot r_i}{I_p} \quad (49)$$

Ahol: τ_i : adott furatra ható nyíróerő,

F : eredő erő nagysága,

r_i : adott furat távolsága a terhelő erőtől,

I_p : poláris tehetetlenségi nyomaték.

Ezekből az adatokból csak az eredő erő nagysága ismert, tehát a többi értékét meg kell határoznunk. Kezdjük a poláris tehetetlenségi nyomatékkal, ezt úgy tudjuk meghatározni ha kiszámítjuk az egyes furatok poláris tehetetlenségi nyomatékát és azokat összeadjuk. Tehát:

$$I_p = \sum_{i=1}^3 (x_i^2 + y_i^2) \quad (50)$$

Egyszerűbb számítás kedvéért számoljuk ki külön egyesével a furatokra:

$$r_1^2 = x_1^2 + y_1^2 = 170^2 + (-36)^2 = 30196\text{ mm}^2 \quad (51)$$

$$r_2^2 = x_2^2 + y_2^2 = 190^2 + (-11)^2 = 36221\text{ mm}^2 \quad (52)$$

$$r_3^2 = x_3^2 + y_3^2 = 221^2 + 0^2 = 48841\text{ mm}^2 \quad (53)$$

Ezeket összeadva megkaphatjuk a poláris tehetetlenségi nyomatékot.

$$I_p = 30196 + 36221 + 48841 = 115258\text{ mm}^2 \quad (54)$$

Ki kell számítani a csavarok távolságát is, ezt Pitagorasz-tétel használatával lehet megtenni.

$$r_1 = \sqrt{x_1^2 + y_1^2} = \sqrt{170^2 + (-36)^2} = 173,77\text{ mm} \quad (55)$$

$$r_2 = \sqrt{x_2^2 + y_2^2} = \sqrt{190^2 + (-11)^2} = 190,32\text{mm} \quad (56)$$

$$r_3 = \sqrt{x_3^2 + y_3^2} = \sqrt{221^2 + 0^2} = 221\text{ mm} \quad (57)$$

Ezek alapján az egyes furatokra ható nyíróerők:

$$\tau_1 = \frac{F \cdot r_1}{I_p} = \frac{707,1 \cdot 173,77}{115258} = 1,07 \text{ MPa} \quad (58)$$

$$\tau_2 = \frac{F \cdot r_2}{I_p} = \frac{707,1 \cdot 190,32}{115258} = 1,17 \text{ MPa} \quad (59)$$

$$\tau_3 = \frac{F \cdot r_3}{I_p} = \frac{707,1 \cdot 221}{115258} = 1,36 \text{ MPa} \quad (60)$$

A Furrow Force felfogatása 2db 26mm átmérőjű csapból, illetve 1 M10 csavarból áll, a csavar hossza 110 mm, a csapé 12mm. Elsőnek számoljunk a csavarral. Ez a csavar fogja megtartani az egész szerkezetet, ezért erre minden ismert erő hatni fog. A csavar a támadáspontban található, így nyomaték nem hat rá, ezért a következő képlet alkalmazható rá.

$$\tau = \frac{F}{A} \quad (61)$$

Elsőnek határozzuk meg a keresztmetszetét. A számításban a „hasznos” keresztmetszetre van szükségünk, ez a csavar segítségével a magátmérővel számított keresztmetszet lesz. Az M10 csavar magátmérője 8,16mm.

(62)

$$A = \frac{8,16^2 \cdot \pi}{4} = 52,3 \text{ mm}^2 \quad (63)$$

A rendelkezésre álló adatokból ki tudjuk számolni a nyíró feszültséget.

$$\tau = \frac{707,1}{52,3} = 13,52 \text{ MPa} \quad (64)$$

A csapok csak támasztási célt szolgálnak és nem képesek x irányú erő felvételére, így a felvett erő $F_y = 500 \text{ N}$. Határozzuk meg a keresztmetszet nagyságát.

$$A = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \quad (65)$$

$$A = \frac{26^2 \cdot \pi}{4} = 530,93 \text{ mm}^2 \quad (66)$$

$$\tau = \frac{500}{530,93} = 0,94 \text{ MPa} \quad (67)$$

3.4.5 Számítások kiértékelése

Érdemes egybegyűjteni a kapott eredményeket, azért hogy az alapján könnyebb lehessen az anyagválasztás

Vizsgált érték	Értéke
σ_{max}	125,27 MPa
σ_{min}	-125,27 MPa
τ_1	1,07 MPa
τ_1	1,17 MPa
τ_1	1,36 MPa
τ_{csavar}	13,52 MPa
τ_{csap}	0,94 MPa

5. táblázat: Számítások végeredményei

Az ismert eredmények alapján a szerkezet 125,11 MPa hajlítófeszültségnek van. Az anyagválasztáshoz választanunk kell egy biztonsági tényezőt, amely alapján számíthatunk egy értéket amit a tartónak még biztonságosan el kell tudnia viselni. Biztonsági tényezőt 2 és 5 között érdemes választani, mivel 2 alatt nem lehet feltétlen biztonságos a szerkezet, 5 felett pedig feleslegesen lenne túltervezve a szerkezet. Ezek alapján az általam választott biztonsági tényező legyen $n=2,5$, ez a szerkezet nem fog elviselni akkor terhelést, amely indokolna nagyobb biztonsági tartalékot. Ezek alapján ki kell számolnunk, hogy mekkora az a feszültség, amelyre a tartót akarjuk méretezni.

$$\sigma_{nmax} = \sigma_{max} \cdot n \quad (68)$$

$$\sigma_{nmax} = 125,27 \cdot 2,5 \quad (69)$$

$$\sigma_{nmax} = 313,175 \text{ MPa} \quad (70)$$

Ez alapján:

$$\sigma_{nmin} = -313,175 \text{ MPa} \quad (71)$$

Nyírófeszültség a csavarokra:

$$\tau_{nm} = \tau_m \cdot n \quad (72)$$

$$\tau_{n1} = \tau_m \cdot n = 1,07 \cdot 2,5 = 2,675 \text{ MPa} \quad (73)$$

$$\tau_{n2} = \tau_m \cdot n = 1,17 \cdot 2,5 = 2,925 \text{ MPa} \quad (74)$$

$$\tau_{n3} = \tau_m \cdot n = 1,36 \cdot 2,5 = 3,4 \text{ MPa} \quad (75)$$

$$\tau_{ncsavar} = \tau_m \cdot n = 13,52 \cdot 2,5 = 33,8 \text{ MPa} \quad (76)$$

$$\tau_{ncsap} = \tau_m \cdot n = 0,94 \cdot 2,5 = 2,35 \text{ MPa} \quad (77)$$

3.5 Anyagválasztás

3.5.1 Anyagok

S235: Alacsony széntartalmú szerkezeti acél. Az egyik legszélesebb körben használt anyag, könnyen beszerezhető. Folyáshatára 235 MPa. Könnyen megmunkálható, könnyen vágható, illetve alakítható, így ideális választás általános ipari felhasználásokra. Kiválóan hegeszthető, mivel az alacsony széntartalma miatt minimalizálható a hegesztés okozta repedésveszélyt. Mivel széleskörben alkalmazzák az ára is alacsony. A vasaruhaz.hu oldalon az egységára 550 Ft/kg (**http19**). Ez az acél ideális volna, ha nem a biztonsági tényezővel számított értéket vesszük figyelembe

S275: Közepes szilárdságú szerkezeti acél, széntartalma ennek is alacsony. Széleskörben alkalmazzák ezt is, így ezt is könnyen be lehet szerezni. Folyáshatára 275 Mpa. Kiválóan hegeszthető, tehát itt is minimalizálható a hegesztés közben felmerülő repedések veszélye. Jól megmunkálható. Ha nem vesszük figyelembe a biztonsági tényezővel számolt feszültséget akkor ideális választás.

S355: Nagy szilárdságú szerkezeti acél, amelyet építőipari és ipari környezetben széles körben alkalmaznak. Folyáshatára 355 MPa. Jól hegeszthető alacsony széntartalmának köszönhetően. Jól megmunkálható, azonban nagy szilárdsága miatt nagyobb energiaigényű a megmunkálása. Egységára jóval magasabb, mint a S235-nek, viszont ez sem drága, a vasaruhaz.hu oldalon mindössze 1365 Ft/kg az egységára (**http20**), a timarvasker.hu oldalon 677 Ft/kg (**http21**).

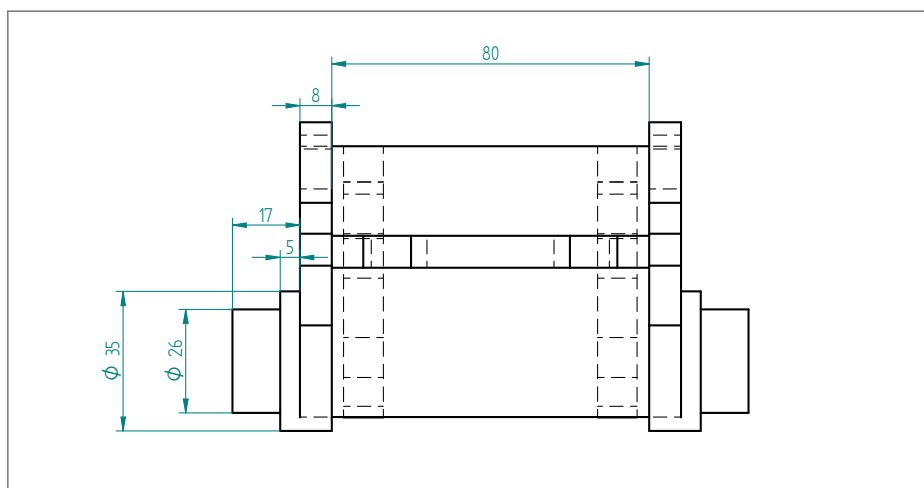
S690QL: Nagyszilárdságú, hőkezelt szerkezeti acél. Folyáshatára 690 MPa. Jól hegeszthető, viszont nagy szilárdsága miatt lehetséges, hogy előkészítést igényel, például előmelegítést. Nehéz megmunkálni a nagy szilárdsága miatt. Egységára a victorsteel.net oldalon (**http22**), ha a jelenlegi amerikai dollár árfolyamot átszámítjuk (2024.11.09) akkor nagyjából 310 Ft. Ilyen nagy szilárdságú anyagra általános rendeltetésű eszközöknél nem szokott szükséges lenni általában, ezért a beszerzése sem feltétlen olyan egyszerű, mint az előző anyagoké.

3.5.2 Választott anyag

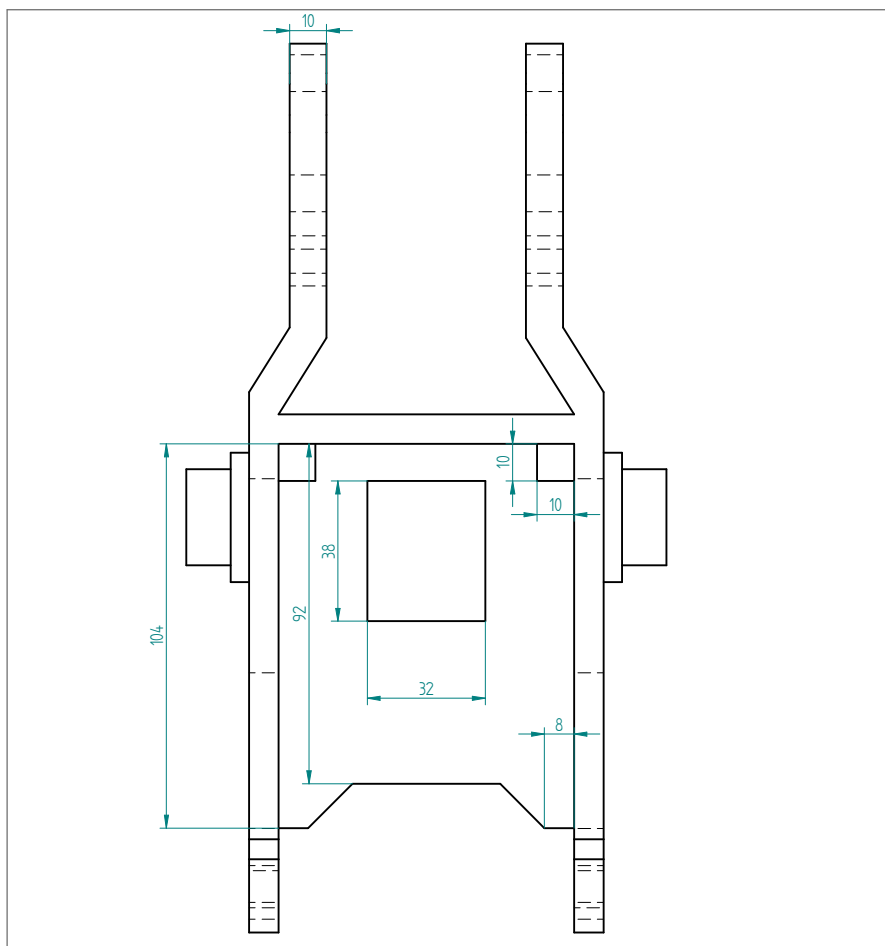
A jelen anyagok közül a legideálisabb választás az S355, mivel nagy szilárdsága miatt képes elviselni az a fajta terhelést is, amelyet a biztonsági tényezővel számolt feszültség nyújtana.

3.6 Műhelyrajz készítés

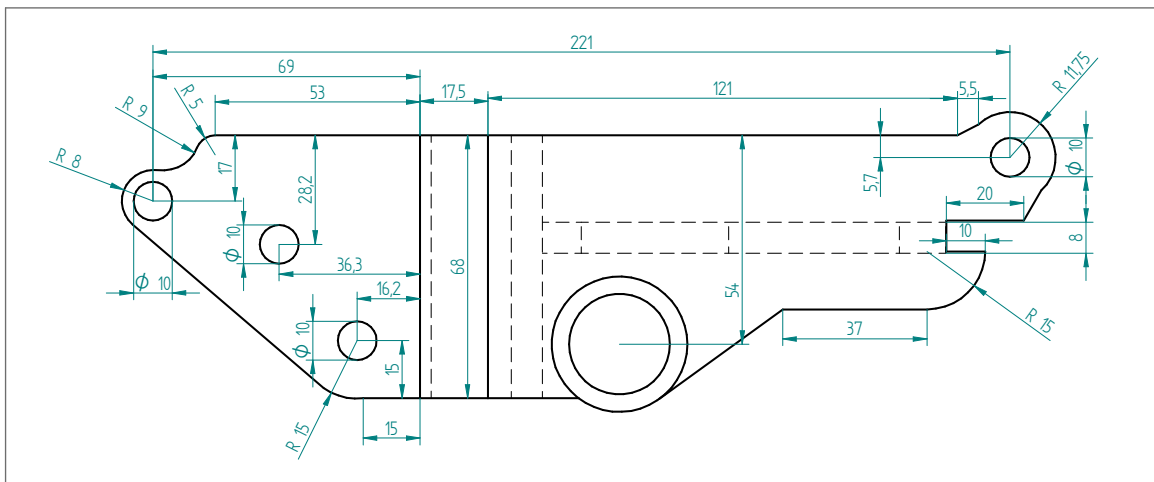
Ahhoz, hogy elkészíthető legyen a tartó, el kell készíteni egy műhelyrajzot.



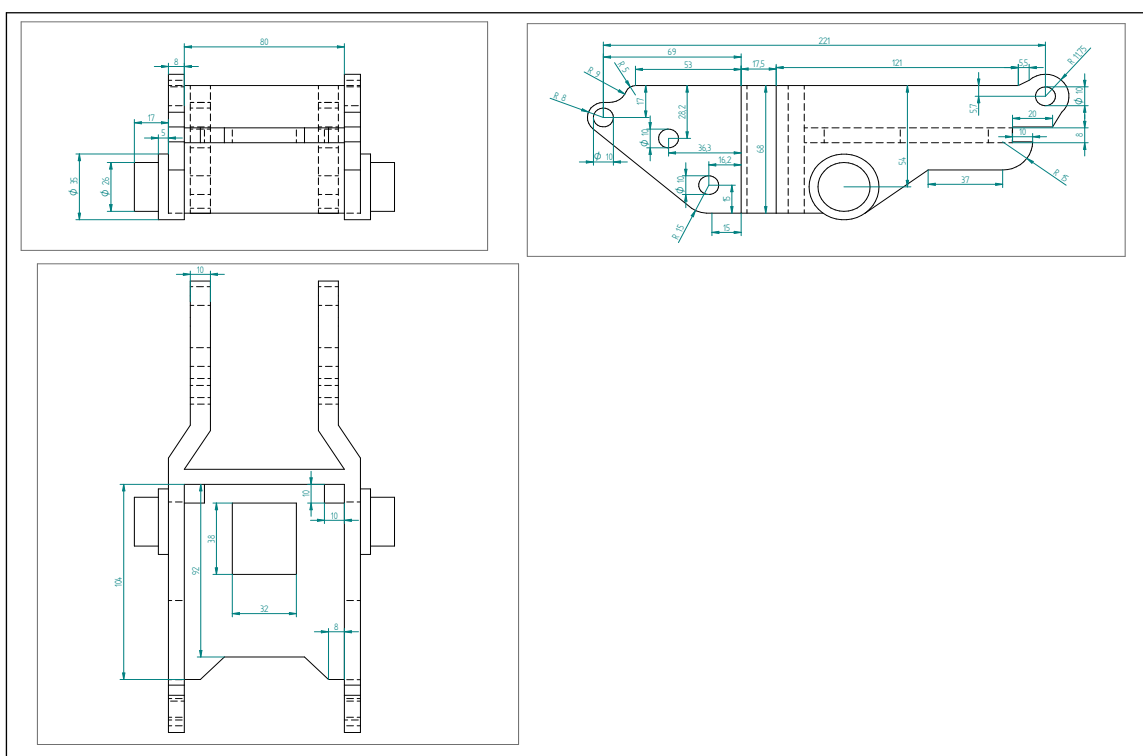
26. ábra: Az adapter műszaki rajzának előnézete



27. ábra: A tartó műszaki rajzának felülnézete



28. ábra: A tartó műhelyrajzának bal oldali nézete



29. ábra: A műhelyrajz egyben

4 Összefoglalás

A szakirodalom feldolgozás során áttekintettem a vetés, a vetőmagok, a kukorica, a vetőgépek, illetve a precíziós vetésről szükséges információkat. A vetésnél figyelembe vettem a vetési mélység, a vetési módok, a vetésidő, illetve a vetésforgók fontosságát. A vetőmagoknál átnéztem, hogy milyen előkészítést igényelnek a vetés előtt álló magok, illetve, hogy azokat milyen kritériumok szerint kell osztályozni. A kukorica esetében annak vetés technológiájáról, illetve általános tulajdonságairól írtam. A vetőgépeknél számba vettem annak rendeltetését, általános felépítésüket. Egyenként írtam minden fő részéről, illetve a szemenként vetőgépek vetőszerkezetekről, mind mechanikusról, mind pneumatikusról. A precíziós megoldásoknál áttanulmányoztam a precíziós eszközökkel szemben támasztott követelményeket, illetve a Precision Planting által készített eszközök közül háromról írtam bemutatást, illetve működési elvet.

A tervezés első lépése az volt, hogy kimentem megtekinteni a vetőgépet, hogy hogyan tudnám ráhelyezni az adaptert. Az kialakítását túl bonyolultnak tekintettem ahhoz, hogy egy méretezéssel biztos mérést tudjak végezni, ezért a megkértem a gazdát, hogy egy vetőkocsit elhozassak magammal. A vetőkocsit leszereltük és magammal hoztam. Először megmértem a vetőkocsi munkamagasságát, majd ugyan így a Furrow Force munkamagasságát is. A vetőkocsit szétszereltem, mivel rengeteg olyan méret volt, amelyet nem tudtam volna megmérni. A kellő szerelést követően lemértem a vetőkocsi vázának fő tartóelemének méreteit. Leméreteztem egy Kuhn Maxima vetőgépre gyártott adapter méreteit is, itt azok a méretek voltak fontosok, amelyek a Furrow Force felfogatására szolgálnak.

Ezeknek a méreteknek az ismeretében készítettem két 3D modellt a Solid Edge nevű programban. Az első modellt a vetőkocsi fő eleméről készítettem, míg a másodikat a tervezett adatterről.

A készített modell alapján ki kellett számítanom a tartóra ható feszültségeket. Ennek első lépése az volt, hogy fel rajzoltam a tartó statikai modelljét, amely alapján számolni tudtam hajlítónyomatékot. Mivel nem állt rendelkezésemre konkrét adat, ezért egy mérlegen lemértem a Furrow Force alkatrészeinek tömegét, amelyből aztán képes voltam meghatározni a tartóra ható erőket. Ezek alapján képes voltam hajlító nyomatékot számolni, amely a hajlítófeszültség számításához elengedhetetlen volt. A hajlítófeszültség meghatározásához szükségem volt a hajlítónyomatékon kívül arra, hogy hol éri a tartót a legnagyobb hajlítófeszültség és annak a helyzetnek a keresztmetszeti adataira. Amint ez megvolt ki kellett számolni, hogy mekkora ennek a keresztmetszetnek a másodrendű nyomatéka, illetve a legnagyobb hajlítás értékének a helyét. A számolás

után ellenőriztem a feszültséget a másik két furatra is. Nyírófeszültség számítása is szükséges a csavarokra, mivel az alapján tudtam eldönteni, hogy milyen csavarral kellene összefogatni a vetőkocsit és az adaptert. A számítás végén kiértékeltem a kapott eredményeket és egy biztonsági tényezővel kiszámítottam azt az értéket amelyre anyagot akarok majd választani.

Az anyagválasztásnál olyan anyagokat próbáltam figyelembe venni, amelyek mellett, hogy a célnak megfelelőek lennének, viszonylag könnyen elérhetőek és olcsók legyenek. A végén készítettem egy műszaki rajzot ami alapján elkészíthető az adapter.

Ennek az adapternek egy adott funkciója van, a Furrow Force és egy Agrion vetőgép összekapcsolása. Az Agrion kialakítása nagyon hasonlít, vagy talán meg is egyezik a Gaspardo, illetve az Özdöken által gyártott hasonló vetőgépek kialakításra, így lehetséges, hogy ezekkel a vetőgépekkel is kompatibilis, ha nem akkor viszont minimális átalakítást igényel csak a szerkezet.

5. Summary

During the review of the literature, I examined the necessary information regarding sowing, seeds, corn, sowing machines, and precision sowing. In terms of sowing, I considered the importance of sowing depth, sowing methods, sowing timing, and crop rotation. For the seeds, I reviewed the preparations required for seeds before sowing and the criteria by which they should be classified. Regarding corn, I wrote about its sowing technology and general characteristics. For sowing machines, I took into account their purpose and general structure. I described each main component individually, as well as the sowing mechanisms of precision sowing machines, including both mechanical and pneumatic types. In terms of precision solutions, I studied the requirements for precision equipment and presented three devices created by Precision Planting, explaining their functionality and operating principles.

The first step in the design process was to go out and inspect the seeder to see how I could attach the adapter to it. I found the construction too complex to achieve accurate measurements with a single sizing, so I asked the farmer for permission to bring one of the seed carriages with me. We dismantled the seed carriage, and I took it with me. First, I measured the working height of the seed carriage and then did the same for the Furrow Force's working height. I disassembled the seed carriage because there were many dimensions that could not be measured otherwise. After the necessary disassembly, I measured the main supporting elements of the seed carriage frame. I also took measurements of an adapter made for a Kuhn Maxima seeder, focusing on dimensions relevant for mounting the Furrow Force.

With the knowledge of these dimensions, I created two 3D models using the Solid Edge program. The first model was made of the main element of the seed carriage, while the second one was of the designed adapter.

Based on the created model, I had to calculate the stresses acting on the bracket. The first step in this process was to draw the static model of the bracket, which allowed me to calculate the bending moment. Since I did not have specific data, I measured the mass of the Furrow Force components using a scale, from which I was able to determine the forces acting on the bracket. With this information, I was able to calculate the bending moment, which was essential for calculating the bending stress. To determine the bending stress, I needed not only the bending moment but also the location where the bracket experiences the greatest bending stress, along with the cross-sectional data for that location. Once I had this, I calculated the second moment of area of this cross-section, as well as the position of the maximum bending value. After the calculations,

I also checked the stresses for the other two holes. Shear stress calculations were also necessary for the bolts, as this helped me decide which type of bolts should be used to fasten the seed carriage and the adapter together. At the end of the calculations, I evaluated the results and, using a safety factor, calculated the material value from which I would choose the material.

In the material selection, I tried to consider materials that, in addition to being suitable for the purpose, would also be relatively easy to obtain and inexpensive.

In the end, I created a technical drawing based on which the adapter can be made.

This adapter has a specific function: to connect the Furrow Force with an Agrion seeder. The design of the Agrion is very similar to, or perhaps identical to, the design of similar seeders manufactured by Gaspardo and Özdöken. Therefore, it is possible that this adapter is also compatible with these seeders. If not, however, the structure would only require minimal modifications.

6 Irodalomjegyzék

1. Dr. Bense László et al. (2014): Mezőgazdasági munkagépek I.; 56-83. o
2. Páhoki Piroska (2016a): Mezőgazdasági Ismeretek I.; 190-200 o
3. Páhoki Piroska (2016b): Mezőgazdasági Ismeretek II.; 62-78 o
4. Maknics Zoltán et al. (2010): Mezőgazdasági alapismeretek; 192-196 o
5. Dr Harangozó László, Dr Kertész János (1986): Az őszi kalászosok gépi szórva vetése; 16-18 o
6. Surányi János (1957): A kukorica és termesztése; 118-119 o
7. Dr. Bártfai Zoltán et al. (2020): Gépek üzemeltetése a mezőgazdaságban; 168-180. o
8. Orosz György: Vetés, ültetés, gépeinek megismerése, működésük; 3-18 o
https://www.nive.hu/Downloads/Szakkepzesi_dokumentumok/Bemeneti_kompetencia_k_meresi_ertekelesi_eszkozrendszerenek_kialakitasa/20_2205_007_101130.pdf
letöltés dátuma: 2024.10.15
9. Dr Borsos János et al. (1994): Szántóföldi növénytermesztéstan; 92-95 o
<https://mek.oszk.hu/01200/01216/01216.pdf>
Letöltés dátuma: 2024.10.15
10. Dr. Benk Ákos (2018): Mezőgazdasági alapismeretek; 28-31 o
https://eta.bibl.u-szeged.hu/522/1/EFOP343_AP2MGK_jegyzet_Benk_%C3%81kos_Mez%C5%91gazdas%C3%A1gi_Alapismeretek_20180918.pdf
Letöltés dátuma: 2024.10.15
11. Dr. Molnár Tamás (2016): Vetés, ültetés gépesítése III.; 18o
<https://docplayer.hu/19188447-Vetes-ultetes-gepesitese-iii-eloadas-anyag.html>
Letöltés dátuma: 2024.10.20.
12. Rádics János (2008): A VETÉS ÉS ÜLTETÉS GÉPEI; 29-32 o
<https://docplayer.hu/11746820-A-vetes-es-ultetes-gepei.html>
Letöltés dátuma: 2024.10.16
13. Dr. Sallai László (2016): Precíziós megoldások vetésnél; 5-8 o
<https://eta.bibl.u-szeged.hu/5361/7/Prec%C3%ADzi%C3%B3s%20gazd%C3%A1llkod%C3%A1s%20g%C3%A9pei-vet%C3%A9s.pdf>
Letöltés dátuma: 2024.10.20
14. Úr Sándor (2006): Mezőgazdasági alapismeretek; 70 o
<https://mek.oszk.hu/24400/24467/24467.pdf>
Letöltés dátuma: 2024.10.15

15. Riya Pandey et al. (2023): Planting Techniques: Sowing, Spacing and Soil Considerations; 49 o
https://www.researchgate.net/publication/376379598_Planting_Techniques_Sowing_Spacing_and_Soil_Considerations
Letöltés dátuma: 2024.10.20
16. Song Wang et al. (2024): Sowing Depth Monitoring System for High-Speed Precision Planters Based on Multi-Sensor Data Fusion; 1-2 o
https://www.researchgate.net/publication/384478929_Sowing_Depth_Monitoring_System_for_High-Speed_Precision_Planters_Based_on_Multi-Sensor_Data_Fusion
Letöltés dátuma: 2024.10.20
17. Huajiang Zhu et al. (2024): Design and Testing of Soybean Double-Row Seed-Metering Device with Double-Beveled Seed Guide Groove; 1-2 o
https://www.researchgate.net/publication/384034373_Design_and_Testing_of_Soybean_Double-Row_Seed-Metering_Device_with_Double-Beveled_Seed_Guide_Groove
Letöltés dátuma: 2024.10.20
18. J.R.Murray et al. (2006): Planters and their Components; 26-30 o
<https://www.aciar.gov.au/sites/default/files/legacy/node/714/Part%201%20MN121.pdf>
Letöltés dátuma: 2024.10.20
19. Dr. Ritu Dogra, Dr. K. K. Singht (2020): Farm Machinery and Equipment I; 35-40 o
<https://agrimoon.com/wp-content/uploads/Farm-Machinery-and-Equipment-I.pdf>
Letöltés dátuma: 2024.10.20
20. Dr. Princz Zoltán (2010): Növényápolási és szaporítási alapvetés; 35-40 o
https://www.nive.hu/Downloads/Szakkepzesi_dokumentumok/Bemeneti_kompetencia_k_meresi_ertekelesi_eszkozrendszerenek_kialakitasa/20_2203_010_101130.pdf
Letöltés dátuma: 2024.10.20
21. Cziráki László (2010): Vetés és növényeszaporítás; 15 o
<http://kolping-nkicsurgo.hu/down/mggdism/vetnovszap.pdf>
Letöltés dátuma: 2024.10.20
22. [http1 https://slideplayer.hu/slide/11456821/](https://slideplayer.hu/slide/11456821/)
Letöltés dátuma: 2024.10.20

23. http2

http://technika.gmgi.hu/uploads/termek_914/szorva_veto_adapterek_zolditeshez_16_02.pdf

Letöltés dátuma: 2024.10.20

24. http3 <https://agromag.hu/termek/kukorica-csavazoszer/>

Letöltés dátuma: 2024.10.20

25. http4

https://www.google.hu/search?q=kukorica+vet%C5%91mag&sca_esv=f3c510255100d4e3&udm=2&biw=1366&bih=599&sxsrf=ADLYWIJSnI0rMhUfHD0B8-D7mNkxfvkaJw%3A1729632299504&ei=KxgYZ823HuCnwPAP1KDnoQI&oq=kukorica+ve&gs_lp=EgNpbWciC2t1a29yaWNhIHZlKgIIATIFEAAyGAQyBRAAGIAEMgUQABiABDIFEAAyGAQyBRAAGIAEMgUQABiABDIFEAAyGAQyBRAAGIAEMgUQABiABDIFEAAyGARI05UOUIX3DVjKig5wAXgAkAEAmAGMAaABmwOqAQMzLjG4AQPIAQD4AQGYAgWgAq8DwgIKEAAyGAQYQxiKBZgDAIgGAZIHazQuMaAHyxQ&scient=img#vhid=FH1c8d-c9n5gbM&vssid=mosaic

Letöltés dátuma: 2024.10.20

26. http5 <https://www.agrarunio.hu/hirek/gepesites/6796-ennel-egyszerubben-nem-lehet-muveloutakat-kialakitani>

Letöltés dátuma: 2024.10.20

27. http6 https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0012.html

28. Letöltés dátuma: 2024.10.20

29. http7 https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0008.html

Letöltés dátuma: 2024.10.20

30. http8 <https://www.tiszavetomag.com/gabonatisztito-gepek.html>

Letöltés dátuma: 2024.10.20

31. http9 <https://magyarmezogazdasag.hu/2020/07/30/majusi-fagy-utan-3-csovet-iger-kukorica/>

Letöltés dátuma: 2024.10.20

32. http10 <https://www.primag.hu/blog/szakmai-cikkek/mi-is-az-a-fao-szam->

Letöltés dátuma: 2024.10.20

33. http11 <https://slideplayer.hu/slide/2331797/>

34. Letöltés dátuma: 2024.10.20

35. http12 <https://docplayer.hu/138408881-Gep-es-eszkozvalasztas-beszerzes-vetes-ultetes-gepei.html>
Letöltés dátuma: 2024.10.20
36. http13 <https://docplayer.hu/138408881-Gep-es-eszkozvalasztas-beszerzes-vetes-ultetes-gepei.html>
Letöltés dátuma: 2024.10.20
37. http14 <https://docplayer.hu/11746820-A-vetes-es-ultetes-gepei.html>
Letöltés dátuma: 2024.10.20
38. http15 <https://docplayer.hu/19188447-Vetes-ultetes-gepesitse-iii-eloadas-anyag.html>
Letöltés dátuma: 2024.10.20
39. http16 <https://www.precisionplanting.com/products/planters/smartfirmer>
Letöltés dátuma: 2024.10.20
40. http17 <https://www.precisionplanting.com/products/planters/smartdepth>
Letöltés dátuma: 2024.10.20
41. http18 <https://www.precisionplanting.com/products/planters/furrowforce>
Letöltés dátuma: 2024.10.20
42. http19 <https://vasaruhaz.hu/acellemez-s235-hh-310002000-1444>
43. Letöltés dátuma: 2024.11.03
44. http20 <https://vasaruhaz.hu/accel-zartszelveny-s35580405-szal-6m-11121?keyword=s355>
Letöltés dátuma: 2024.11.03
45. http21 <https://timarvasker.hu/koraccel-atm.-20-mm-korvas-s355/t>
Letöltés dátuma: 2024.11.03
46. http22 <https://www.victorsteel.net/en10025-6-dillimax-s690ql-high-yield-steel-plate.html>
Letöltés dátuma: 2024.11.03

Nyilatkozatok

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Sallai László
A Hallgató Neptun kódja: LRQSS7
A dolgozat címe: Vetőgép adapter tervezése
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Műszaki Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Járműtechnikai 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.

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 MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumba. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és nem titkosított dolgozat a védést követően nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumban.

Kelt: 2024 év 11 hó 09 nap


Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Sallai László (név) (hallgató Neptun azonosítója: LRQSS7) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom¹.

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

Kelt: 2024 év 11 hó 09 nap



belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.

Köszönetnyilvánítás

Szeretném megköszönni Dr. Kiss Péter tanár úrnak a segítséget a szakdolgozatom elkészítésében az igen hasznos észrevételeivel, illetve ötleteivel, segítségével!

Hálásan megköszönöm Börcsök Andrásnak a felajánlott témát, illetve az Akrea munkatársainak a segítséget!

Nagy segítségemre volt Dósa Csaba, Dósa Martin Csaba, illetve Dósa Miksa Csaba vetőgép felajánlása, illetve a leszerelésben tanúsított segítségük, ez úton is szeretném ezt megköszönni!

Szeretném megköszönni Gémes Ferenc közreműködését a dolgozatom sikerességének biztosítása okán!