

**SZENT ISTVÁN EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR
FOMI - JÁRMŰTECHNIKA TANSZÉK**

TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI DOLGOZAT

**TRAKTOR ÉS FÜGGESZTETT MUNKAGÉP
STABILITÁS VIZSGÁLATA**

Készítette: **TÓTH MÁRTON**
II. évf. hallgató

Témavezető(k): **DR. KISS PÉTER**
egyetemi tanár



**Gödöllő
2013**

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	3
1.1 Célkitűzés	4
2. Traktorok, függesztett munkagép csoportokkal és stabilitásukkal kapcsolatos szakirodalmi áttekintés.....	5
2.1 Traktorokkal szemben támasztott általános agrotechnikai követelmények	5
2.2 Univerzális traktorok	7
2.3 Traktor-munkagép kapcsolati elemei	10
2.4 Traktor pótsúlyozása.....	11
2.5 Függesztett vetőgépek és műtrágyaszóró agrotechnikai követelményei, szerkezeti felépítése.....	13
2.5.1 Vetőgépekkel szemben támasztott főbb követelmények.....	13
2.5.2 Gabonavető gépek.....	14
2.5.3 Szemenkénti vetőgépek.....	15
2.5.4 Műtrágyaszóró gépek.....	18
2.6 Traktor és személygépjármű stabilitása.....	20
2.6.1 Személygépjármű stabilitása.....	20
2.6.2 Traktor stabilitása.....	20
3. Traktor és az orrsúly súlypont-koordinátáinak a meghatározása	22
3.1 Orrsúly súlyponti koordináták meghatározása	22
3.1.1 Táskasúlyok súlypont-koordinátáinak számítása.....	24
3.1.2 Az orrsúly súlypontja és a mellső tengely közepe közötti távolság meghatározása	26
3.2 A vizsgált jármű és helyszín bemutatása.....	27
3.3 A méréshez használt mérőeszközök	28
3.4 Mérés ismertetése	29
3.5 A Traktor súlypont-koordináták meghatározása	31
3.5.1 Hosszirányú súlypont-koordináta meghatározása.....	31
3.5.2 Függőleges súlypont-koordináta meghatározása	32
3.5.3 Keresztirányú súlypont-koordináta meghatározása	34
3.6 Függesztett munkagépek súlypont-koordinátáinak az ismertetése.....	35
4. Stabilitás vizsgálat.....	37

4.1 Traktor és Amazone ZA-M 1500+S500, erőgép munkagép kapcsolat vizsgálata	37
4.2 Traktor és Amazone D9-40 Super, erőgép munkagép kapcsolat vizsgálata	39
4.2.1 Az egész gépcsoportra vonatkozó emelkedési határszög számítása	40
4.3 Traktor és Amazone ED 452-K, erőgép munkagép kapcsolat vizsgálata	42
5. Következtetések	44
John Deere független mellső hídrugózás, ILS rendszer	44
6. Összefoglalás.....	45
7. Irodalomjegyzék.....	47

1. Bevezetés

Napjainkra a vezető mezőgazdasági gépgyárak jó minőségű gépeket gyártanak. Traktorok az elmúlt évtizedek alatt a fokozatos fejlesztések során, hatalmas fejlődésen mentek keresztül. Nagy vonóerőre, hatékonyságra és ergonómiára tettek szert, emelkedet a technikai színvonaluk is. A traktorok teljesítményének növelésével párhuzamosan a függesztő szerkezetük emelőképességét is növelték a gyártók. Ennek okán a mai prémium kategóriás mezőgazdasági erőgépek a hátsó függesztő szerkezet nagy emelőképessége révén, a legnehezebb függesztett munkaeszközök talajtól való elemeléséhez és a munkaeszköz megtartására is alkalmasak. A traktor hidraulikus rendszere nagy erő kifejtésére képes. A nagyteljesítményű hátsó emelőműnek köszönhetően sokkal hatékonyabb munkavégzésre képesek a traktorok. Viszont ha a traktor nagy tömegű függesztett munkagépet emel, akkor fennáll a veszélye annak, hogy az erőgép elveszíti a stabilitását. A traktor stabilitásának elvesztésével bekövetkezhet vagyon vagy a személyi sérülés is. A stabilitás növelésére van megoldás az úgynevezett pótsúlyozás. Pótsúlyozás a traktor elején tömb vagy táska súlyokkal, valamint hátsó keréksúlyokkal történik. Továbbá három pont-emelőre függeszthető pótsúlyok, és a gumiabroncsok folyadékkal való feltöltése is lehetséges.

A traktor stabilitásával kapcsolatos tapasztalataimat, állításaimat alá tudom támasztani gyakorlattal. Családi gazdaságunkban növénytermesztés, kisebb részben vetőmagtermesztés folyik. A vetőmagtermesztés megköveteli a szaktudást és precizitást. Ennek okán minőségi és precíz mezőgazdasági munkagépekre és traktorra van szükség a gazdálkodáshoz. Itt tapasztaltam, hogy egy Fendt vario 310-es típusú traktor dolgozott függesztett Amazone 452 K szemenkénti vetőgéppel, amely az ideálisnál nehezebb volt a traktor számára. A traktor el tudta emelni a talajtól és meg is tudta tartani a vetőgépet, de menetközben elveszítette stabilitását. A stabilitás problémát úgy oldottuk meg: pótsúlyoztuk a traktort, és még pótsúlyozásként felszereltük az elejére a gyári homlokrakodót (1. ábra). Így már könnyedén boldogult a gép, hiszen rendelkezett a kellő stabilitással és tapadással a munkához.



1. ábra: Fendt Vario 310-es traktor, pótsúlyokkal, homlokrakodóval és Amazone 452 K vetőgéppel (Saját készítésű fotó)

A kutatómunkám a függesztett gépcsoportok stabilitás vizsgálatával foglalkozik. A méréshez egy John Deere 6600 típusú traktor használtam, melynek méréssel meghatároztam a súlypont koordinátáit. Több függesztett munkagéppel vizsgáltam. A munkagépek a növényápolás és a tápanyag kijuttatás teljes feladatát látják el, függesztett szántóföldi permetező és műtrágyaszóró gépek voltak. Valamint két függesztett vetőgépet egy gabona és szemenkénti munkagépet. A munkagépeknek a súlypont koordinátáit a magyarországi forgalmazójától kaptam a dolgozathoz.

A stabilitás problémák sok munka helyzetben fordulhatnak elő, ezért kell minden esetet megvizsgálni, nehogy baleset történjen a munkafolyamat közben. A kutatásom alatt csak hosszirányú stabilitás problémával foglalkoztam. Stabilitás probléma hosszirányban, vízszintes vagy lejtős talajon fordul elő. Hosszirányú stabilitás problémák fajtái:

- | | |
|------------------------------------|---|
| ➤ Orra esés | vízszintes talajon vagy lejtőn lefelé |
| ➤ Ágaskodás (kormányozhatatlanság) | vízszintes talajon vagy emelkedőn felfelé |
| ➤ Hátrabillenés (hátraborulás) | vízszintes talajon vagy emelkedőn felfelé |

1.1 Célkitűzés

Elsődleges célkitűzés, hogy az általam mért traktornak a John Deere 6600 meghatározzam a súlypont koordinátáit, mely koordináták segítségével ellenőrizhetem a traktor

és a függesztett munkagép hosszirányú stabilitását szállítási helyzetben. Továbbá a traktor elejére szerelhető pótsúlyok minimumának a meghatározása adott gépkapcsolatnál. Mellyel gazdaságosabbá tehető az adott munkafolyamat.

Másodlagos célkitűzés, hogy az általam levezetett mérésekből és számításokból egy olyan számítási folyamatot kidolgozni, amellyel bármilyen traktor és függesztett munkagép hosszirányú stabilitását lehet ellenőrizni.

2. Traktorok, függesztett munkagép csoportokkal és stabilitásukkal kapcsolatos szakirodalmi áttekintés

Magyarországon a kisebb gazdaságokban, a mezőgazdasági termeléssel foglalkozóknak olyan traktorra van szüksége, amellyel sok feladatot ellátnak a gazdaság körül. Legyen az a talajmunka, vetés, növényvédelem, anyagmozgatás. Ezeket a traktorokat úgynevezett univerzális traktoroknak nevezzük. Ezek a traktorok akár 150 kW feletti kategóriában is megtalálhatók. Ezekhez a traktorokhoz viszont megfelelő munkagépre van szükség, melyek általában a gazdaság méretei miatt függesztett gépekről beszélhetünk.

Szakirodalmi áttekintésem főbb részei:

- Mezőgazdasági traktorok
- Mezőgazdasági függesztett munkagépek
- Járművek stabilitása

2.1 Traktorokkal szemben támasztott általános agrotechnikai követelmények

A mezőgazdasági erőgépek célja a termelés technológiai műveleteinek a pontos és precíz végrehajtása. A termelés folyamán számolni kell specifikumokkal, melyek az alábbiak:

- A termőföld a termelés alapja, melynek legfőbb energiaforrása a Nap. Ezért gazdaságosan csak nagy területeken lehet termelni tömegtermékeket, mely a munkafolyamatok végzése közben nagy távolságú mozgásokat kíván.
- A termelés legfőbb alkotóeleme az élő anyag, amely megfelelő termelőképesség mellett jó terméshozamot biztosít, ha az igényeinek biztosítjuk a megfelelő ápolást, gondozást.

- A termelés közben végzett munkafolyamatok időnyjellegűek. Egy adott intervallumban, évszakban kell elvégezni. Az évszakon belül az időjárási, éghajlati és talajviszonyoktól függően, az arra alkalmas, de a megszabott időben kell elvégezni.
- A nagy területen végzett előállítás miatt, túlnyomóan nagy tömegű, terjedelmes anyagok mozgatását, koordinálását kell kivitelezni (pl. betakarítás, talajművelés).
- A mezőgazdasági munkafolyamatok időjárásfüggők.

A felsorolt körülmények befolyással vannak a mezőgazdasági gépek használatára és szerkezetére. [5.]

Két nagy csoportot különböztethetünk meg a mezőgazdasági termelés technológiai műveletei közül:

- helyhez nem kötött, mozgás közben végzendő mobil műveletek
- helyhez kötött stabil műveletek, úgynevezett álló munkák

Ez utóbbit nem tárgyalom, mert csak olyan helyeken használnak belsőégésű motoros aggregátor vagy traktort, ahol nem áll rendelkezésre villamos hálózat.

A legalapvetőbb mobil munkák a következők:

- talajművelés, talajvédelem, talajjavítás
- talajerő-visszapótlás
- vetőágy-előkészítés
- vetés, ültetés
- növényápolás, növényvédelem
- betakarítás
- vízkészletgazdálkodás
- anyagmozgatás
- termékkezelés, tárolás stb.

A felsorolt műveletek sokszínűsége miatt a mezőgazdasági gépek széles palettája alakult ki. A traktor a műveletek elvégzése közben ugyanazon a talajon mozog, melyen a munkagép. Ezért az erőgépet csak akkor lehet helyesen műszakilag kialakítani, ha előre tudjuk, hogy milyen műveleteket akarunk vele elvégezni és ahhoz mely műszaki paraméterek (sortáv, hasmagasság, vonóerő, sebesség, abroncsnyomás stb.) szükségesek.

Az eddigiek alapján megfogalmazhatunk néhány agrotechnikai követelményt:

- Talajmunkához nagy vonóerő és aránylag kis haladási sebesség szükséges.

- Szállításhoz, munkaterület megközelítéséhez nagy haladási sebesség szükséges.
- Ültetéshez kis haladási sebesség (mászósebesség) kell, nem feltétlenül igényel nagy vonóerőt.
- Kis talajnyomás szükséges, kis talaj szerkezet rombolás mellett.
- Szükség esetén megfelelő nagy legyen az átvihető teljesítmény a TLT-ről.
- Sorközművelés esetén a traktor méretei alkalmazkodjanak az igényekhez.
- Többféle (soros, párhuzamos) gépkapcsolás legyen lehetséges.
- A káros anyag kibocsátás megfeleljen az emissziós törvényeknek
- Ideális ergonómiai körülmények (por, permetszer, zaj, rezgés, időjárási hatások elleni védelem) biztosítása a gépkezelő számára.

A traktoroknak az agrotechnikai követelményeken felül még sok más egyéb feltételt is teljesíteni kell, pl. esztétikai, formatervezési (design), műszaki, ergonómiai, ökonómiai elvárásokat is. Belátható, hogy régen ennyiféle különböző, sokszor egymásnak ellentmondó követelménynek nem lehetett, a technika hiánya miatt egyetlen vagy néhány traktortípussal kiszolgálni. Továbbá nem lehet egy traktor egyetlen (pl. teljesítmény) paraméterrel jellemezni. Viszont az is világos, hogy a jelenlegi traktorgyártó cégek gyártanak, olyan csúcskategóriás prémium traktorokat melyek megfelelnek egyszerre minden követelménynek. Ezek a traktorok az univerzális traktorok. [5.] [1.]

2.2 Univerzális traktorok

A magyar gazdaságokban a táblák mérete és táblák közti távolság miatt, legnagyobb számban az univerzális traktorok terjedtek el. Az elnevezést a sokoldalú felhasználhatóságról kapta. Sokoldalú felhasználhatóság azt tükrözi, hogy képes egy gazdaságba ellátni minden mezőgazdasági gépi munkát. Ezek a feladatok:

- talajmunka (szántás, tárcsázás, kombinátorozás, kultivátorozás)
- vetés
- növényvédelem (permetezés)
- tápanyag utánpótlás (műtrágyázás, trágyázás)
- sorközművelés
- zöldtakarmány betakarítás (kaszálás, rendképzés, bálázás)
- közúton való szállítás (pótkocsizás)
- anyagmozgatás (homlokrakodózás)

Kezdetben az univerzális traktorok kategóriába 20-50 kW közötti teljesítményű gépek tartoztak, ma már viszont beszélhetünk 150 kW teljesítmény feletti gépekről is. Továbbá a hatékonyság növelése érdekében, a piacon kapható 200 kW-os traktorok is közelítenek az univerzális gépekhez. Hiszen a munkagépgyártó cégek ezekhez a nagy teljesítményű traktorokhoz is gyártanak megfelelő méretű munkagépeket. Melyekkel növelhető a hatékonyság és a területteljesítmény. Napjainkra egy univerzális traktorral szemben támasztott követelmények, minden bizonnyal a takarékos és környezetkímélő motor, amely megfelelő teljesítménnyel rendelkezik, jó fordulékonyság a szántóföldön, könnyű adaptálhatóság a szállítási feladatoknál. Fontos a jól kezelhetőség, megfelelő kényelem, kiváló kilátás és világítás és ez mind akár éjjel is. Mindent összevetve napjainkban többet várunk el egy géptől, mint régebben. Szemléltetésként egy ma számító közepes nagyságú univerzális traktort mutatok be. [5.] [1.]



2. ábra: Közepes nagyságú univerzális traktor John Deere 7R [10.]

Az univerzális traktorok fontosabb műszaki jellemzői általánosságban:

- erőteljes hátsó függesztőszerkezet, akár 9,5 tonna emelőképeséssel
- teljesen integrált frontfüggesztés
- erőteljes és hatékony motorok, továbbá környezetkímélő
- korszerű nagy teljesítményű szabályozós hidraulikus rendszer
- első és hátsó TLT
- fokozatmentes hajtómű

- akár 40 km/h vagy 50 km/h végsebességű változatok
- pótkocsi vontató szerkezet, légfékrendszer, hidraulikus fékrendszer, elektromos kapcsolási lehetőségek,
- hátsó sárvédőn elhelyezett, külső TLT és 3 pont vezérlés
- akár 5 pár hátsó hidraulikacsatlakozó
- multicatlakozó homlokrakodóhoz
- szervokormány
- automatikusan működő differenciálzár
- tágas és csendes, kényelmes vezetőfülke, ergonómiailag korszerű (fűthető, légkondicionált, szellőztethető, jó kilátás, több kisebb tároló hely, mini hűtő, hangrendszer), megfelelően tájékoztató műszerek, kézreeső kezelőszervek, légrugós ülés, monitorok fogadására előkészített csatlakozó helyek.
- pneumatikus vagy hidraulikus komfort-kabinrugózás
- 360° -os munkalámpa készlet
- hidraulikus mellső híd rugózás

A traktorgyártó cégek a traktorokat családokba sorolják. Egy gyártónak akár 8-10 traktorcsalád is lehet melyeken belül több modell is megtalálható. Például: John Deere 7R szériájú traktorok közé 5 modell tartozik, Fendt 500 vario szériájú traktorok közé 4 modell tartozik. Továbbá szériákon belül vannak különböző felszereltségek, melyek külön rendelhetők, opcióként választhatók a modellekhez. Így a vevő igényeinek megfelelően szerelik fel az általa kiválasztott traktort. Ezért előfordulhat, hogy 60-80 féle típusváltozat is készül egy szérián belül. Valamint egy márkán belül 4-5 traktorcsalád is az univerzális traktorok közé sorolható. (pl. John Deere, Fendt, Claas stb.) Ezen okok miatt a munkagépgyártó cégek, a traktorok méretéhez és felszereltségéhez, továbbá a vevők igényeihez még szélesebb termékskálát alakítottak ki. " Ennek következtében az univerzális traktoroknál elképzelhető variációk száma ma már szinte áttekinthetetlen, ezért a **racióális gépkapcsolatok létrehozása** a **legkomolyabb szakmai feladatok** közé tartozik. " [5.] [1.] [10.]

2.3 Traktor-munkagép kapcsolati elemei

A vontatott és függesztett munkaeszközök csatlakoztatása a traktor hátsó részén történik. Továbbá azok a traktorok melyek fel vannak szerelve teljesen integrált frontfüggesztéssel, azoknál előre is lehet munkagépeket csatlakoztatni. Viszont csak olyan munkagépet lehet csatlakoztatni, mely a traktor mellső függesztésére (pl. frontkasza, mellső permetlé tartály, mellső magtartály kombinált vetőgépnél) van kialakítva. Mind elöl és hátul is több csatlakozási lehetőség található, melyek a következők:



- TLT (teljesítményt-leadó tengelycsonk)
- Vonóhorog (csak hátul)
- 3-pont függesztés
- Hidraulikus csatlakozók
- Hétpólusú csatlakozó: pótkocsi és vontatott munkagépek közlekedési kivilágításához
- Pneumatikus csatlakozó: sűrített levegő pl. pótkocsi légfék (csak hátul)

3. ábra: Mellső csatlakozási lehetőségek [13.]

Az említett csatlakozási lehetőségek közül részletesebben megvizsgáljuk a traktor 3-pont függesztését, ugyanis a függesztett és félig-függesztett munkagépeket oda csatlakoztatjuk fel. A traktor függesztő szerkezete az egybe van építve a traktor alvázával. Hiszen a függesztett munkagépek nem rendelkeznek járószerkezettel, így a munkagép teljes tömege erre a szerkezetre nehezedik szállítási helyzetben. A függesztett és félig-függesztett munkagépek közti különbség, hogy míg a függesztett gépen található kerék az csak mélységhatárolásra szolgál munkahelyzetben, addig a félig-függesztett munkagépen szállításkor megtámasztásra is szolgál. Továbbá a félig-függesztett munkagép csak két ponton csatlakozik a 3-pont függesztő szerkezethez, az alsó függesztő-karokon keresztül. A 3-pont függesztés szerkezete: A hidraulikus munkahengerek (emelőmű) az emelőkarok által a csavaros összekötő rudakon keresztül emeli az alsó függesztő-karokat. A felső függesztő-rúd biztosítja a harmadik ponton való kapcsolódást, mely a munkagép stabil csatlakozásáért felel. A függesztő-rúd két típusát ismerjük vagy csavarorsóval állítható a rúd hosszúsága vagy hidraulikusan. [5.] [1.] [2.] [10.]

A 3-pont függesztés részei:

1. Alsó függesztő-karok
2. Emelőkarok
3. Csavaros összekötő rudak
4. Felső függesztő-rúd
5. Hidraulikus munkahengerek



4. ábra Traktor hátsó 3-pont függesztő szerkezete (Saját készítésű fotó)

2.4 Traktor pótsúlyozása

A mezőgazdasági erőgépek pótsúlyozása nagyon fontos teendők közé tartozik. A traktor optimális súlyozása, a jó szántóföldi teljesítménynek a titka. Annak segítségével kiküszöbölhető a túlfogyasztás, a vonóerő veszteség és a túlzott gumikopás. A termelés folyamán végzett munkák alatt, szinte mindig eltérő pótsúlyozásra van szükség. Mert ami megfelel az egyik munkához az nem biztos, hogy a másikhoz jó. A jól felsúlyozott géppel nagyobb vonóerő és stabilitás érhető el. A pótsúlyozás mértékét meghatározó paraméterek:

- Talajfelszín laza, vagy kötött
- A munkaeszköz típusa függesztett, félig függesztett, vagy vontatott
- Haladási sebesség lassú, vagy gyors
- Traktor által leadott teljesítmény részterhelés, vagy teljes terhelés
- Gumiabroncs mérete

A pótsúlyozás meghatározásánál bizonyos szabályokat és biztonsági feltételeket figyelembe kell venni. Például a megengedett maximális tengelyterhelést és össztömeget ne lépje át a mellső és hátsó pótsúlyozás. Továbbá a pótsúlyozásnak a helyi szabályoknak meg kell felelnie, a pótsúlyok felszerelésére és a maximálisan megengedett mennyiségére vonatkozóan.[10.]

Már korábban említettem, hogy egy traktor pótsúlyozása többféle képen és helyen történhet meg. A traktor elejét, mellső pótsúlyok felszerelésével lehet lesúlyozni. Ez megtörténhet, egy tömb súllyal (pl. John Deere traktornál 900, 1150, 1500, 1800 kg tömegű tömbsúlyok), melyek általánosságban a mellső függesztő szerkezettel rendelkező traktorokra igaz. Továbbá több kisebb táskával (pl. John Deere traktornál 50 kg tömegű táskák), melyek emberi erővel is felszerelhetők. A traktor hátulját, hátsó pótsúlyok felszerelésével lehet lesúlyozni. Ez megtörténhet, a hátsó kerekek felnyírára szerelt pótsúlyokkal (pl. John Deere traktornál 75, 205, 645 kg tömegű súlyok). Továbbá ha nincs más lehetőség, akkor a gumibroncsok folyadékkal való feltöltése is megoldás, azonban ha alacsony a környezeti hőmérséklet, akkor fagyálló oldatot kell használni (Kalcium-klorid és víz keverékét tanácsolják az abroncsgyártó cégek). A folyadékkal való feltöltés, a traktor bármely gumibroncsán alkalmazható. Valamint az összes gumibroncsot fel lehet tölteni folyadékkal. A feltöltést a mellső és hátsó futómű gumibroncsain egyaránt lehet alkalmazni. Ezen kívül még speciális esetekben egy nagyobb pótsúlyozás érdekében a gyári homlokrakodót is fel lehet szerelni az adott erőgépre. [10.] [14.]

Az erőgép és munkaeszköz kapcsolata miatt, felszerelt pótsúlyokra, a megfelelő stabilitás és kormányozhatóság fenntartása miatt van szükség. A munkafolyamat elvégzése után a fölösleges pótsúlyokat célszerű leszerelni a traktorról. A nem megfelelő pótsúlyozás hatásai:

- Túl kevés pótsúly alkalmazása:
 - Túlzott kerékcsúszás
 - Teljesítményvesztés a talaj gyúrása miatt
 - Fokozott gumibroncs kopás
 - Üzemanyag-fogyasztás
 - Alacsonyabb termelékenység
- Túl sok pótsúlyozás alkalmazása:
 - Fokozott terhelés
 - Teljesítményvesztés a fölösleges teher hordozása miatt
 - A kerekek és hajtás túlterhelése
 - Talajtömörítés
 - Gumibroncs deformáció
 - Üzemanyag-vesztés
 - Alacsonyabb termelékenység

2.5 Függesztett vetőgépek és műtrágyaszóró agrotechnikai követelményei, szerkezeti felépítése

A vetőgépek feladata, a vetőmagok szükséges mélységre és tőtávra való juttatása a talajba. A vetőmagokat, a növények fejlődését elősegítő vetőágyba kell helyezni. A vetés fő jellemzői:

- Kivetett magmennyiség (kg/ha, db/ha, db/m)
- Sortáv (cm)
- Tőtáv (cm)
- Mélység (cm)

Többféle vetőgéptípust készítenek, mert az összes növény vetési követelményeit nem lehet egyféle vetőgéppel kiszolgálni. Ezeket három nagy csoportba soroljuk:

- Gabonavetőgépek vagy sorvetőgépek
- Szórvavető gépek
- Szemenkénti vetőgépek

A három csoporton belül mindegyik típusban készítenek mechanikus vagy pneumatikus változatot is. A gabonavető gépek általában univerzálisak, ami azt tükrözi, hogy gabonaféléken kívül azokat a növényeket is lehet vele vetni, amelyek vetése agronómiai gabonasortávra vagy annak többszörösére van elő írva. A szemenkénti vetőgépek nagyobb sortávú kapásnövények vetésére alkalmasak (kukorica, napraforgó, szója, cukorrépa). A szórvavető gépeket elsődlegesen az apró magvak, fűfélék vetésére alkalmazzák. [4.]

2.5.1 Vetőgépekkel szemben támasztott főbb követelmények

Valamennyi vetőgépre általánosan érvényesek a következők:

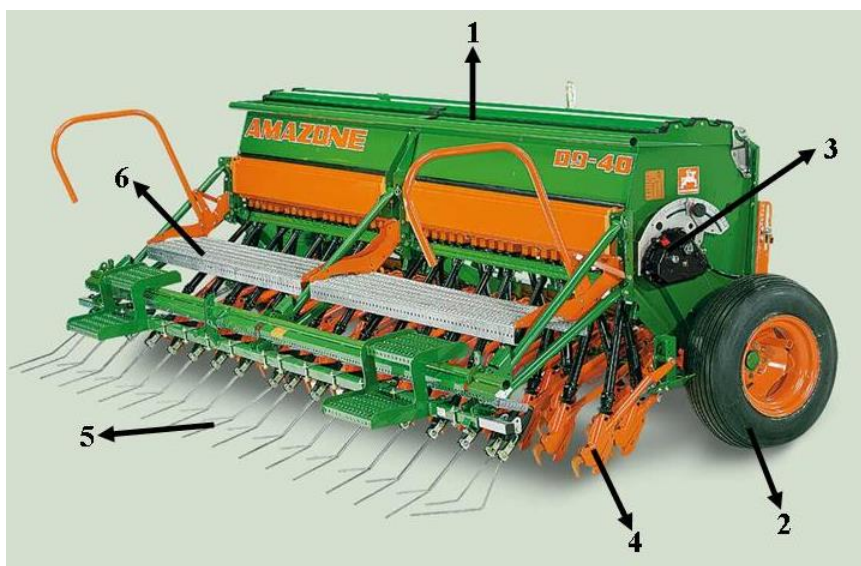
- Ne törje a szemeket a vetőgép
- Gyorsan változtatható legyen kivetendő magmennyiség
- A kiadagolás nem függhet a magládában lévő mennyiségtől
- Sík területen $\pm 3\%$, lejtőn $\pm 10\%$ között változhat a kivetett magmennyiség eltérése
- A középértéktől $\pm 5\%$ -kal térhet el az egyes csoroszlyák által kivetett magmennyiség
- Megfelelő legyen a gép mélységtartása
- Szemenkénti vetőgépeknél általános követelmény, hogy a vetőszerkezet celláinak több mint 80% -a egy magot vessen; az üres cellák aránya 6% alatt legyen

- A vetőszerkezet hajtása útarányos legyen, ami biztosítja, hogy az 1 folyóméter sorhosszra kiadagolt magmennyiség független a haladási sebességtől.

2.5.2 Gabonavető gépek

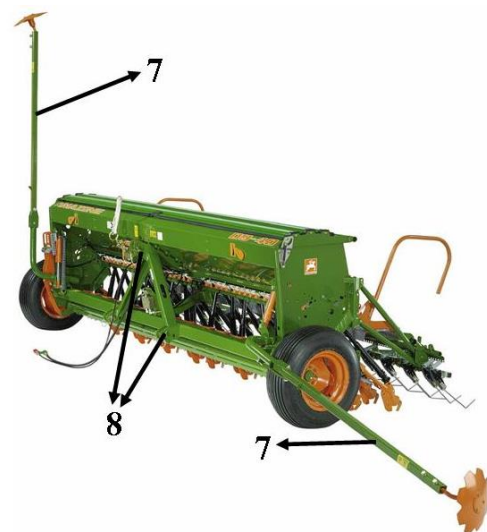
Kezdetben kizárólag mechanikus vetőgépeket használtak a magok talajba juttatására. Később alakultak ki a magokat levegővel továbbító pneumatikus vetőgépek. Ma a mezőgazdaságban mindkét típust használjuk. [4.] [7.]

A vetőgépek főbb szerkezeti csoportjai a következők:



5. ábra Gabonavetőgép főbb részei [7.]

1. Vetőmagtartály
2. Futómű abroncsozással
3. Hajtómű váltókarral
4. Csoroszlyák
5. Ferde magtakaró pálcák
6. Rakodórámpa
7. Nyomjelző
8. Hárompont kapcsoló berendezés
9. Nyomjelző váltószelep



6. ábra Gabonavetőgép [7.]

2.5.3 Szemenkénti vetőgépek

A fejezet elején ismertetem az általános követelményeket, melyeket a vetőgépekkel szemben támasztunk. Továbbá a szemenkénti vetőgépeknek a következő követelményeknek is eleget kell tenniük:

- A kivethető magmennyiség tág határok között állítható legyen, a beállított értéktől az eltérés ne haladja meg az $\pm 1\%$ -ot, a tőszám hektáronként 40000-120000 között állítható legyen.
- Fokozatmentesen vagy nagyszámú fokozatban 3-15 cm között állítható legyen a vetési mélység.
- A kivetett magok 90% -a beállított mélység ± 1 cm-re kerüljön.
- A kivetett magok 80%-a beállított tötávolságtól maximum 25%-kal térhet el.
- A celláknak több mint 80%-a egy magot vessen, az üres cellák aránya 5% alatt legyen.
- Az indító műtrágya 2 és 5 cm-re a vetési mélység alá és 5 cm-re a lehelyezett mag alá kerüljön.

A szemenkénti vetőgépek feladata a vetőmagok pontos vetése. (kukorica, napraforgó, szója vagy különféle vetőmagok) Ezek a magok gabonavetőgéppel nem vethetők el megfelelő pontossággal. A szemenkénti vetőgép vetőszerkezetére több változat is kialakult. Ezekről összegzést adhat a következő csoportosítás. [4.] [8.]

Mechanikus csoportosítás:

- peremcellás
- szalagos
- merítőkanalas
- szorítóujjas
- egyéb

Pneumatikus vetőszerkezet:

- szívó rendszerű
- nyomó rendszerű

A géptervezők és gyártók eredetileg arra törekedtek, hogy mindkét változat gépei megfelelőek legyenek mindenféle vetőmag vetésére, amelyet az adagolóelem cseréjével lehet megoldani. Sokévi tapasztalat viszont azt mutatta, hogy ez technikailag szinte megoldhatatlan, vagy nehéz kivitelezni, mert az elvetendő magok mérete és formája nagyon eltérő. Ezáltal ez a

probléma megnehezíti, hogy egyformán jól vessünk valamennyi fajta magot ugyanazzal a szerkezettel. Ennek okán a gyakorlat kialakította a maga csoportosítását, melyek szerint a szemenkénti vetőgépek az elvethető magvak szerint is kategorizálhatóak. [4.]

Ezek a csoportok:

- cukorrépa vető gépek
- kukoricavető gépek
- zöldségmagvető gépek

A szemenkénti vetőgépeknél szintén megkülönböztetünk egyedi vagy központi elosztású vetőszerkezeteket, mint ahogy a gabonavetőgépeknél. Viszont szerkezeti kialakításban a gabona és a szemenkénti vetőgépek adagoló szerkezetei között jelentős az eltérés. A vetőgépeknek három fő szerkezeti része van, melyek a vetőmaggal érintkeznek: a magtartály, a magelosztó vagy magadagoló szerkezet, és a csoroszlya. Ennek következtében a három fő rész egymáshoz képesti elrendezése alapján teszünk különbséget egyedi vagy központi vetőszerkezet között.

Szemenkénti vetőgépek mechanikus és pneumatikus kivitelben is kaphatók, mely két módszer között a verseny a mai napig sem dőlt el. Az alkalmazás során a munkaminőség mellett a gazdaságosságnak van jelentősége. A mechanikus szemenkénti vetőgépek előnye: gyors tőtáv állítás, pontos vetés, kis géptömeg, aránylag alacsony gépár. Viszont a vetőgépek csak kisebb munkasebességgel üzemeltethetők, ezért megegyező munkaszélesség esetén kisebb a területteljesítményük a pneumatikusokéhoz képest.

A pneumatikus szemenkénti vetőgépek nehezebbek, mint a mechanikusok. Nagyobb teljesítmény igényük van, bonyolultabb a szerkezete és nehezebb a tőtáv állítás is. Viszont mint említettem nagyobb munkasebességre képes, így nagyobb a területteljesítménye is.

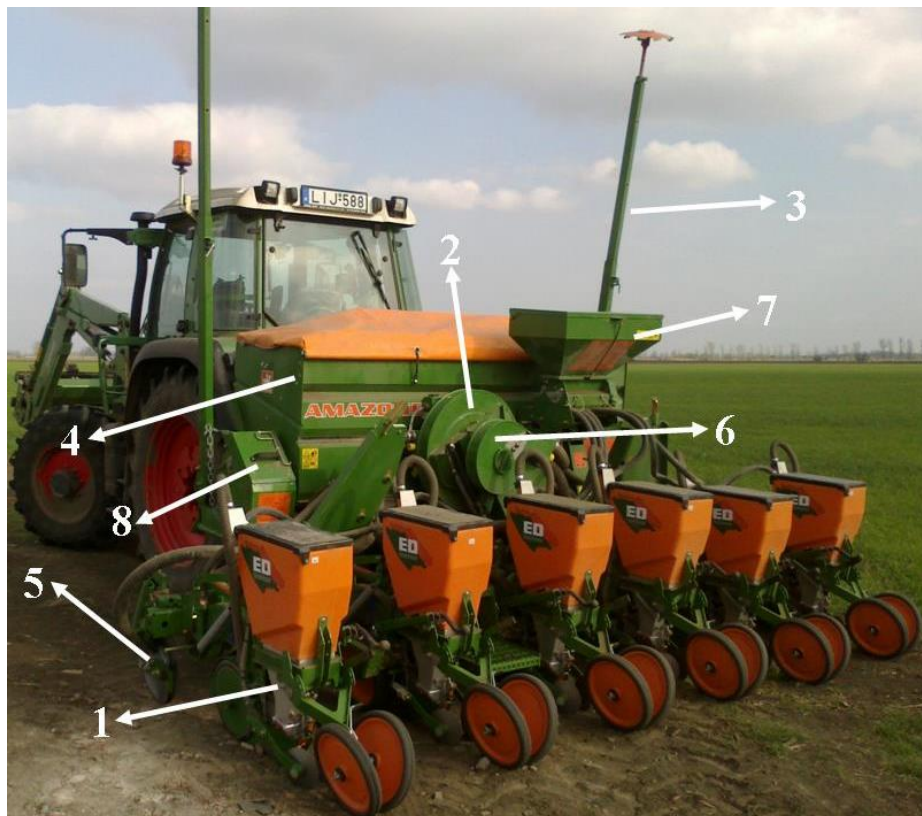
Szemenkénti vetőgépek közül a kisebb tömegű gépeket függesztett kivitelben készítik, még a nehezebb robusztusabbakat vontatott kivitelben. A vetőgépek többsége a vetőmagok vetése közben egyidejűleg műtrágya kijuttatására is alkalmas. Továbbá gyom- és rovarirtó vegyszerek kiszórására is. [4.]

A géptípusok nagyobb része egyedi vetőszerkezetű. Az egyedi vetőszerkezettel rendelkező szemenkénti vetőgépek fő részei a következők:

- Magtartály
- Vetőszerkezet
- Csoroszlya
- Egyéb részek (sorlazító, sortakaró)

- Járó- és függesztőszerkezet
- Hajtószerkezet
- Egyéb szerelvények (műtrágyaszóró, granulátum szóró)
- Gépkeret, jároszerkezet
- Nyomjelző

Melyek megegyeznek a központi vetőszerkezetű gépeken is, de a magtartály, a vetőszerkezet és a csoroszlya külön részeket alkot.



7. ábra Szemenkénti vetőgép főbb részei (Saját készítésű fotó)

1. Vetőkocsi
2. Szívólevegő- ventilátor
3. Nyomjelző
4. Műtrágya-tároló tartály (opciós felszerelés)
5. Műtrágya csoroszlya (opciós felszerelés)
6. Sűrített- levegő-ventilátor (opciós felszerelés)
7. Granulátum-tároló tartály (opciós felszerelés)
8. Beállító-hajtómű



8. ábra Szemenkénti vetőgép részei és a vetőkocsi főbb részei (Saját készítésű fotó)

- 1) Vetőmagtartály
- 2) Vetési mélység beállítása
- 3) Vetőház
- 4) Vetőcsoroszlya
- 5) Mellső támkerék
- 6) V tömörítőkerék
- 7) Hajtókerék
- 8) A ventillátor-hajtás kardántengelye

2.5.4 Műtrágyaszóró gépek

A műtrágyaszóró gépek tervezésekor számos követelményt figyelembe veszünk, melyek termesztési, gazdaságossági és környezetvédelmi szempontokból fontos. A modern termesztéstechnológiák megkövetelik, hogy kevés mennyiségű műtrágyát megfelelő adaghűséggel, nagy munkaszélességgel és egyenletes eloszlásban szórjunk ki. Továbbá a műveletet többnyire úgy kell végrehajtani, hogy a talajt kultúrnövény borítja. A gazdaságosság eléréséhez olcsó kis energiaigényű gépekre van szükség. A környezetvédelem kismértékű

talajtaposást, pontos kijuttatást és egyenletes eloszlást követel. [4.] [9.] A műtrágyaszóró gépek főbb szerkezeti részei:

- Tartály és vázszerkezet
- Boltozódásgátló szerkezet
- Adagolószerkezet
- Szórószerkezet



9. ábra Műtrágyaszóró főbb részei [11.]

1. Gépváz
2. Tartály
3. Szórótárcsák
4. Szóráshatároló (opcionális felszerelés)
5. Kardántengely

2.6 Traktor és személygépjármű stabilitása

A járműtechnikában kimagasló jelentőséggel bíró kérdés a stabilitás. A stabilitás vizsgálat folyamán értékelhetjük a jármű tömegeloszlását, a súlypont elhelyezkedését, a billenési határhelyzetet, továbbá az adhéziós súly értékének alakulását mind statikus és dinamikus viszonyok között. Stabilitás vizsgálatkor különbséget kell tennünk a traktorok, illetve a személy- és tehergépkocsik között. Mert a felépítmény, a futómű és a jármű funkcionális feladatai nem hasonlók. [1.]

2.6.1 Személygépjármű stabilitása

A személygépjármű és a traktor stabilitásvizsgálata több vonatkoztatásban eltér egymástól, melynek a fő okai, hogy a személygépjárműnek alacsony a súlypontja, rugózott a futóműve és nagy a sebessége. Ebből adódóan nagy a tehetetlenségi nyomatéka is.

A gépjármű hosszirányú stabilitás vizsgálatához fontos ismerni a tengelynyomások és azok változásának értékeit, továbbá a jármű hajtásmódját (első-, hátsó- vagy összkerekhajtású). Megállapítható a gépjármű tapadással kifejthető vonóereje, a maximális fékhatása, a dinamikus súlypontáthelyeződése, valamint a tengelyek szilárdságtani méretezése és a gumiabroncsok terhelése. Megkülönböztetünk statikus tengelyterhelést mely álló, nyugalomban lévő járműre, illetve dinamikus tengelyterhelést, mely ellenállásoktól függő mozgásban lévő járműre vonatkozik.

A gépjármű keresztirányú stabilitás vizsgálatakor, a kanyarban haladó járműre ható centrifugális erőt vesszük figyelembe. [1.]

2.6.2 Traktor stabilitása

A traktoroknál is szintén megkülönböztetünk hossz- és keresztirányú stabilitást. Érdemes a vizsgálatokat először statikus, majd dinamikus viszonyokra is elvégezni. Mind a kettő, a statikus és a dinamikus stabilitás meghatározása is fontos a traktortechnikában, a vonóerő kifejtés és a biztonság szempontjából.

Az erőgép hosszirányú stabilitása addig megfelelő, míg az első kerekek bizonyos nyomással nehezednek a talajra. A traktorok hosszirányú stabilitását álló és üzemi helyzetben is részletesen meg kell vizsgálni. Ha az első tengelyen lévő tengelyterhelés csökken, akkor a traktor stabilitása is csökken. Valamint ha az első tengely terhelése nullára csökken, akkor billenési határeset következik be. [1.] [3.]

A hosszirányú stabilitás vizsgálatának leggyakoribb este, amikor az erőgép a hátsó hárompont-függesztő szerkezetével m tömegű munkagépet emel. A traktor felbillenésének veszélye csökkenthető, ha traktor elején elhelyezhető pótsúlytartóra, pótsúlyokat szerelünk fel. A pótsúlyozás mind a biztonság és mind a kifejthető vonóerőt is növeli. A hosszirányú stabilitást érdemes a fő funkcióknak alkalmas üzemállapotban is megvizsgálni. A vizsgálat célja megállapítani azt a legnagyobb lejtési szöget, melynél az erőgép billenési határhelyzetbe kerül. Ezt más néven a traktor dinamikai hosszirányú stabilitása kritikus szögének nevezzük. A traktor hosszirányú stabilitása függ: a súlypont hátsó tengelytől mért távolságától, a súlypont magasságától, a vonóerő-bekötés magasságától. továbbá a tapadási tényezőtől. A hosszirányú súlypont koordináta csak a traktor elejére szerelt pótsúlyokkal módosítható.

A keresztirányú stabilitás vizsgálatának leggyakoribb esetei, amikor a traktor rétegvonal mentén halad, lejtőre van állítva, felfelé kanyarodik, de hasonló a helyzet mikor sík úton kanyarodik is. A lejtőn a rétegvonal irányában történő haladáskor, fennáll a veszélye a borulásnak. Még síkfelületen a kanyarodásból származóan a centrifugális erő hozza létre a billentő nyomatékot.

Tehát a traktorok a nagy súlypontmagasság miatt hossz- és keresztirányban egyformán borulékonyak. Ezek következtében a balesetveszély megelőzésére, régebbi és a fülkenélküli traktorok borulókerettel vannak szerelve, míg a mai modern traktorok borulásbiztos fülkekonstrukcióval vannak ellátva. [1.] [3.]

A dolgozatomban, csak a hosszirányú stabilitásproblémákkal foglalkoztam, mert a hosszirányú stabilitást lehet befolyásolni a traktor pótsúlyozásával.



10. ábra Stabil traktor és függesztett munkagép kapcsolat (saját készítésű fotó)

3. Traktor és az orrsúly súlypont-koordinátáinak a meghatározása

Méréseimet egy John Deere 6600 típusú traktoron végeztem. A súlypont- koordináták kiszámításához méréseket kellett elvégezni az adott erőgépen. Mérések során a traktor tengelynyomásait mértem, továbbá a számomra szükséges geometriai adatokat rögzítettem. A mérést követően a mért adatokkal kiszámoltam a súlypont koordináták értékeit.

3.1 Orrsúly súlyponti koordináták meghatározása

A traktor orrsúlya megegyező öntvény lemezekből alkot egy tömböt. A súlypont koordináták meghatározásához több módszert is lehet alkalmazni (koordinátaméréssel, mérés klasszikus mérőeszközökkel, korszerű mérnöki módszerek), melyek közül a számomra a legjobban kivitelezhető és egyben a legköltséghatékonyabbat választottam. Korszerű mérnöki módszer alkalmazása: Elsőnek az orrsúly 2D geometriájának digitalizálását végeztem el. Melynek folyamata: A mérni kívánt lemezt leszereltem a pótsúlytartóról és a megfelelő méretű rajzlapon fektettem, majd vékony alkoholos filccel körberajzoltam (12. ábra, 13 ábra). Ezt követően megkaptam az orrsúly 2D-és geometriáját.

Későbbi digitális korrekciók miatt adott méretű x , és y irányú referencia vonalakat vettem fel a rajzlapon. Ezt követően digitális beolvasó segítségével beolvastam a lapot, így megkaptam az orrsúly 2D-és modelljét. A digitális 2D modellt AutoCAD 2007 program segítségével dolgoztam fel. Elsőként a 2D-és modellt rajzi eszközök segítségével, ami azt tükrözi, hogy megfelelő korrekció alkalmazása után körbe rajzoljuk a 2D-és modellt.

A kapott vázlatot a program moduljai segítségével lemezként definiáltam. Mely azért lehetséges, hiszen a táskasúlyok öntvényből készülnek. Ennek okán feltételezhető, hogy homogén az egész test. Miután definiáltam lemezként az alkatrészt, a rajzsík null pontjába illesztettem. Ezek után a program segítségével lekérdeztem a lemez súlypontját. Az így kapott adatok már felhasználhatók további számításhoz.

Továbbá észrevettem, hogy a két külső lemez különbözik a többlettől. Így a külső táskasúlyokat is külön modelleztem. Ezen kívül a táska fogantyúját és a táskákon lévő furatokat is figyelembe vettem a számítás folyamán.



11. ábra Orrsúly leszerelése a pótsúlytartóról (Saját készítésű fotó)



12. ábra Körberajzolt belső táskasúly (Saját készítésű fotó)



13. ábra Körberajzolt külső táskasúly (Saját készítésű fotó)

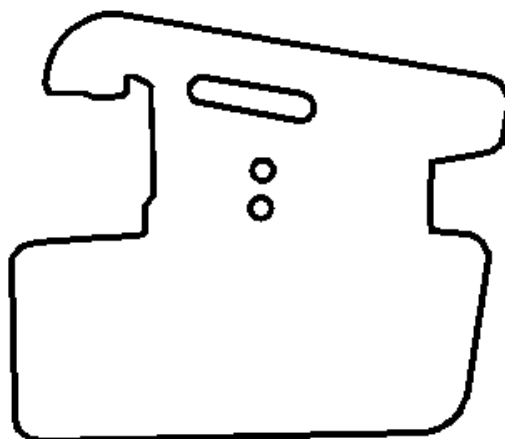
3.1.1 Táskasúlyok súlypont-koordinátáinak számítása

Külső lemez geometriai adatai:

$$T_k = 210811,7 \text{ mm}^2$$

$$S_{kx} = 285,6 \text{ mm}$$

$$S_{ky} = 223,2 \text{ mm}$$



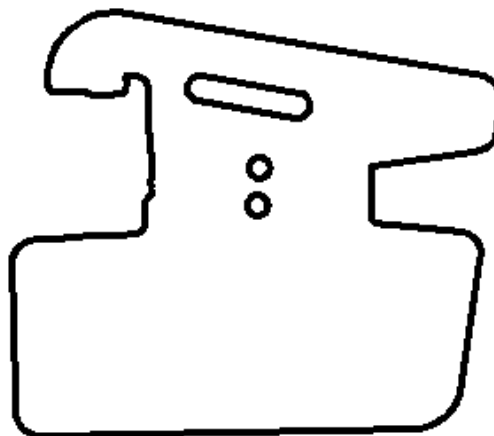
14. ábra Digitális 2D modell a külső lemezről

Belső lemez geometriai adatai:

$$T_b = 206424,9 \text{ mm}^2$$

$$S_{bx} = 281,5 \text{ mm}$$

$$S_{by} = 222,0 \text{ mm}$$



15. ábra Digitális 2D modell a belső lemezről

A fogantyút és a két futatott is lemezként definiáltam. Ezt követően számítással meghatároztam a súlypontját mindkét lemeznek.

Fogantyú geometriai adatai:

$$T_{fog} = 4156,9 \text{ mm}^2$$

$$S_{fogx} = 276,3 \text{ mm}$$

$$S_{fogy} = 395,8 \text{ mm}$$

Felső furat geometriai adatai:

$$T_{felső} = 458,7 \text{ mm}^2$$

$$S_{felsőx} = 289,1 \text{ mm}$$

$$S_{felsőy} = 313,0 \text{ mm}$$

Alsó furat geometriai adatai: $T_{alsó}=458,7 \text{ mm}^2$
 $S_{alsóx}=286,7 \text{ mm}$
 $S_{alsóy}=269,4 \text{ mm}$

Külső lemez x irányú súlypont koordináta számolása:

x irányú súlypont koordináta egyenlet:

$$X_s = \frac{\sum x_i \cdot A_i}{\sum A_i}$$

Behelyettesítés az egyenletbe:

$$X_{ks} = \frac{T_k \cdot S_{kx} - T_{fog} \cdot S_{fogx} - T_{felső} \cdot S_{felsőx} - T_{alsó} \cdot S_{alsóx}}{T_k - T_{fog} - T_{felső} - T_{alsó}}$$

$$X_{ks} = \frac{210811,7 \cdot 285,6 - 4156,9 \cdot 276,3 - 458,7 \cdot 289,1 - 458,7 \cdot 286,7}{210811,7 - 4156,9 - 458,7 - 458,7}$$

$$X_{ks} = 285,8 \text{ mm}$$

Külső lemez y irányú súlypont koordináta számolása:

y irányú súlypont koordináta egyenlet:

$$Y_s = \frac{\sum y_i \cdot A_i}{\sum A_i}$$

Behelyettesítés az egyenletbe:

$$Y_{ks} = \frac{T_k \cdot S_{ky} - T_{fog} \cdot S_{fogy} - T_{felső} \cdot S_{felsőy} - T_{alsó} \cdot S_{alsóy}}{T_k - T_{fog} - T_{felső} - T_{alsó}}$$

$$Y_{ks} = \frac{210811,7 \cdot 223,2 - 4156,9 \cdot 395,8 - 458,7 \cdot 313,0 - 458,7 \cdot 269,4}{210811,7 - 4156,9 - 458,7 - 458,7}$$

$$Y_{ks} = 219,4 \text{ mm}$$

Belső lemez x irányú súlypont koordináta számolása:

x irányú súlypont koordináta egyenlet:

$$X_s = \frac{\sum x_i \cdot A_i}{\sum A_i}$$

Behelyettesítés az egyenletbe:

$$X_{bs} = \frac{T_b \cdot S_{bx} - T_{fog} \cdot S_{fogx} - T_{felső} \cdot S_{felsőx} - T_{alsó} \cdot S_{alsóx}}{T_b - T_{fog} - T_{felső} - T_{alsó}}$$

$$X_{bs} = \frac{206424,9 \cdot 281,5 - 4156,9 \cdot 276,3 - 458,7 \cdot 289,1 - 458,7 \cdot 286,7}{206424,9 - 4156,9 - 458,7 - 458,7}$$

$$X_{bs} = 281,6 \text{ mm}$$

Belső lemez y irányú súlypont koordináta számolása:

y irányú súlypont koordináta egyenlet:

$$Y_s = \frac{\sum y_i \cdot A_i}{\sum A_i}$$

Behelyettesítés az egyenletbe:

$$Y_{bs} = \frac{T_b \cdot S_{by} - T_{fog} \cdot S_{fogy} - T_{felső} \cdot S_{felsőy} - T_{alsó} \cdot S_{alsóy}}{T_b - T_{fog} - T_{felső} - T_{alsó}}$$

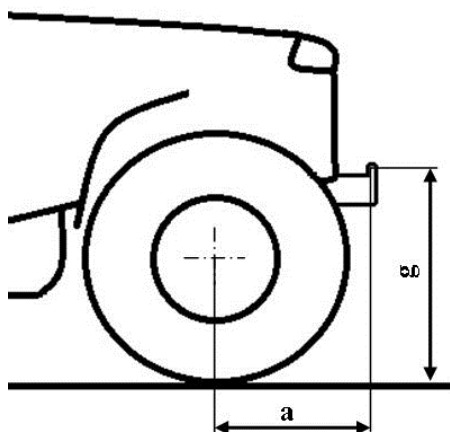
$$Y_{bs} = \frac{206424,9 \cdot 222,0 - 4156,9 \cdot 395,8 - 458,7 \cdot 313,0 - 458,7 \cdot 269,4}{206424,9 - 4156,9 - 458,7 - 458,7}$$

$$Y_{bs} = 218,0 \text{ mm}$$

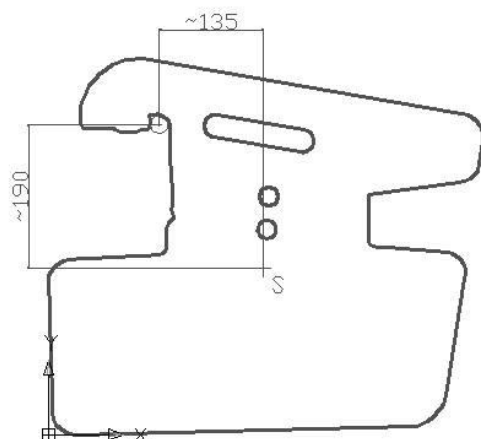
A kapott eredmények áttekintése után, arra a következtetésre jutottam, hogy a külső és belső lemez súlypont-koordinátái között kismértékű az eltérés, a traktor méreteihez képest. A traktor pótsúlytartóján elhelyezett táskasúlyok közül, csak a két szélső táska geometriája egyezik a külső lemez geometriájával. A többi táska mind a belső lemez geometriájával egyezik meg. Ennek következtében a továbbiakban csak a belső lemez súlypont-koordinátaival számolok.

3.1.2 Az orrsúly súlypontja és a mellső tengely közepe közötti távolság meghatározása

A pótsúlytartó és a traktor mellső tengely közepe közötti távolságot, a mérés során rögzítetem. Az táskasúly súlypontja és a felszerelési pont közötti x és y irányú távolságot, számítógépes AutoCAD programmal határoztam meg.



16. ábra Pótsúlytartó és a tengely közepe közötti távolságok
(Saját készítésű ábra)



17. ábra Felszerelési pont és a súlypont közötti távolságok
(Saját készítésű ábra)

Rögzített adatok:

$$a = 720 \text{ mm}$$

$$g = 985 \text{ mm}$$

Programmal meghatározott adatok:

$$x = 135 \text{ mm}$$

$$y = 190 \text{ mm}$$

3.2 A vizsgált jármű és helyszín bemutatása



18. ábra Vizsgált jármű John Deere 6600 (Saját készítésű fotó)

A vizsgálat járművet a Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kara biztosította számomra. A vizsgált jármű egy John Deere 6600 típusú univerzális traktor. A traktor műszaki adatait, John Deere 6600 EU típusbizonyítványából kerestem ki, mely bizonyítványt a Kite Zrt biztosított.

A traktor főbb műszaki adatai:

- Teljesítmény: 81 kW
- Megengedett össztömeg: 8200 kg
- Megengedett mellsőtengely-terhelés: 3200kg
- Megengedett hátsótengely-terhelés: 6500 kg

A szükséges méréseket a Szent István Egyetem Járműtechnika Tanszék, laboratóriumában végeztem. Továbbá a laboratórium mögött kialakított beton téren és a tanszéki mérésekre épített lejtőn.



19. ábra Mérés a tanszéki laboratóriumban (saját készítésű fotó)

3.3 A méréshez használt mérőeszközök

A traktor tengelyterheléseit négy talpmérleg segítségével mértem meg, mely a Gödöllői FVM Mezőgazdasági Gépesítési Intézet biztosított számomra. A talpmérlegek maximális terhelhetősége 9950 kg és az eredményeket digitális kijelzőn jeleníti meg.



20. ábra Talpmérlegek (Saját készítésű fotó)

A traktor geometriai adatainak a rögzítéséhez és az orrsúly leszereléséhez az alábbi eszközöket, mérőeszközöket használtam: jelölő eszköz, jegyzőkönyv, jelölő pálca, vízmérték, mérőszalag, villáskulcs, tolómérő.

3.4 Mérés ismertetése

A traktor súlypontját három koordinátával lehet meghatározni: hosszirányú, keresztirányú és függőleges irányú súlypont koordináták. Mielőtt bármilyen méréshez hozzá kezdtem volna, első lépésként kalibráltam a mérőműszereket és előkészítettem a jegyzőkönyvet. Valamint a mérés előtt leszereltem a traktor pótsúlytartójáról, a pótsúlyokat.

Elsőnek síkfelületre (laboratórium padlója) helyeztem a négy talpmérleget. Ezekre rá állt a traktor, így a talpmérlegekről le tudtam olvasni a tengelyterheléseket, amelyeket rögzítettem a jegyzőkönyvben. A traktor tengelyterhelés adataira, a hosszirányú súlypont-koordináta és a keresztirányú súlypont-koordináta számításánál van szükségem. A második lépés a függőleges súlypont-koordináta számításához szükséges tengelyterhelés mérése volt, melyet a mérésekre kialakított lejtőn végeztem el. A mérést szintén a traktor pótsúlyai nélkül végeztem. A lejtőre felhajtott traktor hátsó kerekei, a lejtő alján, a síkfelületre fektetett talpmérlegeken állt. Ezt követően leolvastam a talpmérlegről a tengelyterheléseket. Ha nem áll rendelkezésünkre lejtő, akkor a költségesebb és a veszélyesebb módszert kell alkalmazni, melynek során szükség van talp-, vagy hídmérlegre a hátsó kerekek alá, de a lejtő helyett egy darut kell alkalmazni. Mivel a mezőgazdasági erőgépek relatívan nagy tömeggel rendelkeznek, ezért nagyteherbírású darura van szükség, amely elemeli a mellső tengelyt a talajfelszíntől. Ezzel a módszerrel szintén mérhető, a két tengely közötti függőleges távolság, valamint a tengelyterhelések értéke. Illetve ha nem áll rendelkezésünkre talp vagy hídmérleg, akkor a darukötélhez kapcsolt dinamóméterrel is megmérhetjük a mellső tengelyterhelést. Viszont akkor a nyomatéki egyenletet a hátsó kerék középpontjára kell felírni.



21. ábra Tengelyterhelések mérése síkfelületen és lejtőn (Saját készítésű fotó)

A tengelyterhelések mérése után a traktor geometriai adatait kell rögzíteni. Elsőnek a lejtőn álló traktor, két tengelyvonal között lévő függőleges távolságát rögzítettem. Ezek után a

traktor, átállt a lejtőről a síkterepre. Második lépésként a többi geometriai adatot is rögzítettem, melyek a következők:

- Traktor tengelytávja
- Traktor mellső kerekének statikus sugara
- Traktor hátsó kerekének statikus sugara
- Traktor hátsó tengelyének nyomtávja

A további mérés elvégzése a traktoron, a stabilitás vizsgálatához kellett. A mérés alatt, az alábbi adatokat rögzítettem:

- A pótsúlytartó és a mellső tengely közepe közötti távolság
- A pótsúlytartó és a talaj közötti távolság
- A hátsó függesztőkar csatlakozási pontjának közepe és a hátsó tengely közepe közötti távolság, mindezt a függesztőkar alsó végállásában
- A hátsó függesztőkar csatlakozási pontjának közepe és a talajfelszín közötti távolság, mindezt a függesztőkar alsó végállásában
- A hátsó függesztőkar csatlakozási pontjának közepe és a hátsó tengely közepe közötti távolság, mindezt a függesztőkar felső végállásában
- A hátsó függesztőkar csatlakozási pontjának közepe és a talajfelszín közötti távolság, mindezt a függesztőkar felső végállásában



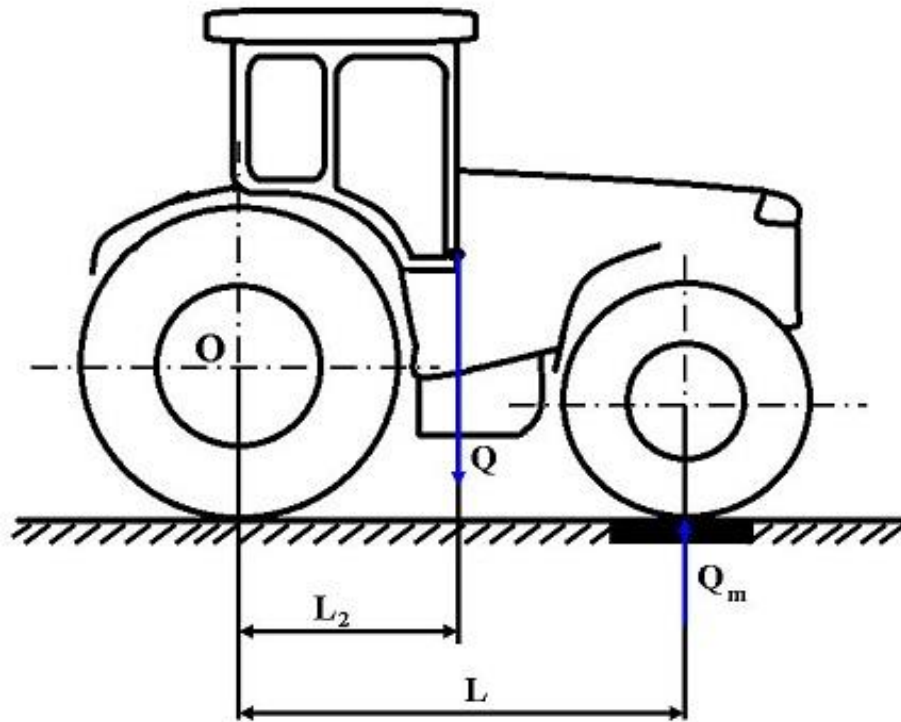
22. ábra Geometriai adatok levetítése és jelölése (Saját készítésű fotó)

A geometriai adatok rögzítéséhez jelölő pálcát és jelölő eszközt alkalmaztam. Jelölő eszközként fehér kréta, jelölő pálcaként egyenes hosszú pálca vagy vízmérték használható. A

traktor geometriai adatait levetítettem a pálca segítségével a betonozott talajra (22. ábra), amelyeket megjelöltem a krétával (22. ábra). Ezt követően könnyedén egy mérőszalag segítségével lemértem a szükséges távolságokat.

3.5 A Traktor súlypont-koordináták meghatározása

3.5.1 Hosszirányú súlypont-koordináta meghatározása



23. ábra Hosszirányú súlypont-koordináta meghatározása (Saját készítésű ábra)

Mért adatok:

- Traktor össztömege: $m_{össz} = 4970 \text{ kg}$
- Traktor mellső tengelyére eső tömege: $m_{első} = 1950 \text{ kg}$
- Traktor tengelytávja: $L = 2700 \text{ mm} = 2,7 \text{ m}$

- Q és Q_m meghatározása:

$$Q = m_{össz} \cdot g = (1480 + 990 + 960 + 1540) \cdot 9,81 = 48755,7 \text{ N}$$

$$Q_m = m_{első} \cdot g = (960 + 990) \cdot 9,81 = 19129,5 \text{ N}$$

- Nyomatéki egyenlet felírása az **O** pontra:

$$\sum M_{iO} = 0 = -L_2 \cdot Q + L \cdot Q_m$$

- Egyenlet rendezése:

$$L_2 \cdot Q = L \cdot Q_m$$

$$L_2 = \frac{L \cdot Q_m}{Q}$$

- Behelyettesítés az egyenletbe:

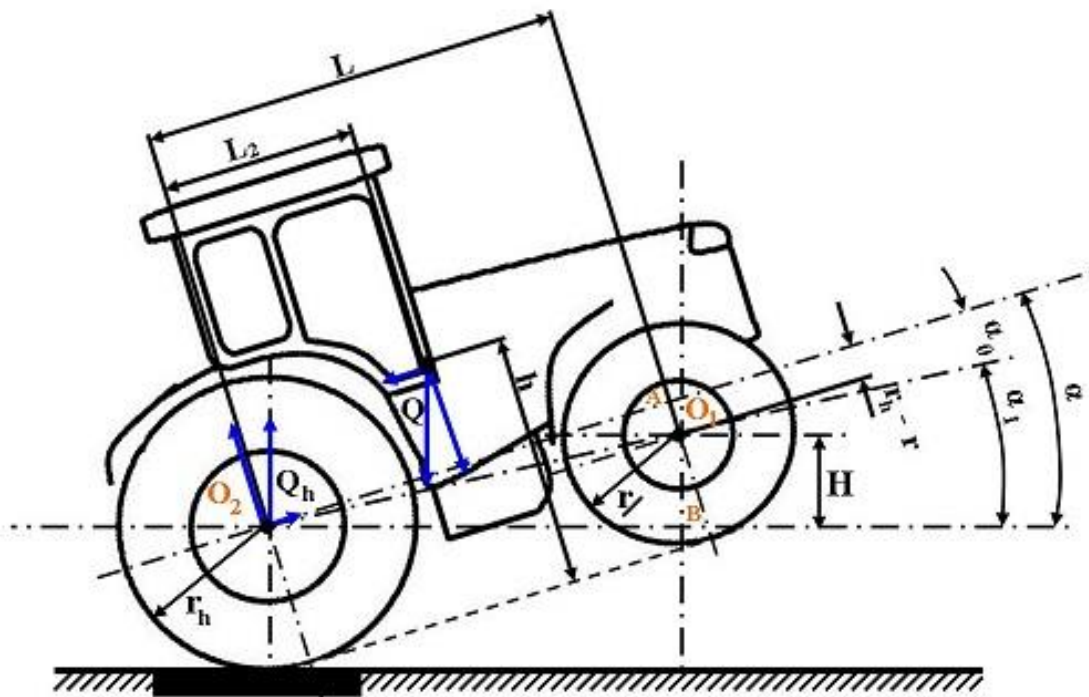
$$L_2 = \frac{2,7 \cdot 19129,5}{48755,7}$$

$$L_2 = 1,06m = \mathbf{1060mm}$$

Számított értékek:

- Traktor súlya: $Q = 48755,7 \text{ N}$
- Traktor mellső tengelynyomása: $Q_m = 19129,5 \text{ N}$
- Traktor hosszirányú súlypont-koordinátája: $L_2 = 1060 \text{ mm}$

3.5.2 Függőleges súlypont-koordináta meghatározása



24. ábra Függőleges súlypont-koordináta meghatározása (Saját készítésű ábra)

Mért adatok (a lejtőn álló traktorra vonatkoznak):

- Traktor hátsó tengelyére eső tömeg: $m_{hátsó} = 3020 \text{ kg}$
- Traktor mellső kerekének statikus sugara: $r = 585 \text{ mm} = 0,585 \text{ m}$
- Traktor két tengelye között lévő függőleges távolság:
 $H = 425 \text{ mm} = 0,425 \text{ m}$

- Traktor hátsó kerekének statikus sugara: $r_h = 825 \text{ mm} = 0,825 \text{ m}$

- Q_h meghatározása:

$$Q_h = m_{\text{hátsó}} \cdot g = (1480 + 1540) \cdot 9,81 = 29626,2 \text{ N}$$

- Felemelési szög meghatározása:

$$\alpha = \alpha_0 + \alpha_1$$

- A felemelési szög tagjait, a traktor geometriai méreteiből számoltam ki.

A α_0 $\mathbf{O_1O_2A}$ derékszögű háromszögből:

$$\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{r_h - r}{L}$$

A α_1 $\mathbf{O_1O_2B}$ derékszögű háromszögből:

$$\sin \alpha_1 = \frac{H \cdot \cos \alpha_0}{L}$$

- Egyenletek rendezése, egyenletek behelyettesítése:

$$\alpha_0 = \operatorname{arctg} \frac{r_h - r}{L}$$

$$\alpha_0 = \operatorname{arctg} \frac{0,825 - 0,585}{2,7} = 5,08^\circ$$

$$\alpha_1 = \operatorname{arsin} \frac{H \cdot \cos \alpha_0}{L}$$

$$\alpha_1 = \operatorname{arcsin} \frac{0,425 \cdot \cos 5,08}{2,7} = 9,02^\circ$$

$$\alpha = 5,08 + 9,02 = 14,09^\circ$$

- A nyomatéki egyenlet felírása az $\mathbf{O_1}$ pontra:

$$\sum M_{O_1} = 0 = (L - L_2) \cdot Q_y + (h - r) \cdot Q_x - L \cdot Q_{hy} - (r_h - r) \cdot Q_{hx}$$

$$\sum M_{O_1} = 0$$

Ahol:

$$Q_y = Q \cdot \cos \alpha = 48755,7 \cdot \cos 14,09 = 47289 \text{ N}$$

$$Q_x = Q \cdot \sin \alpha = 48755,7 \cdot \sin 14,09 = 11869 \text{ N}$$

$$Q_{hy} = Q_h \cdot \cos \alpha = 31490,1 \cdot \cos 14,09 = 30543 \text{ N}$$

$$Q_{hx} = Q_h \cdot \sin \alpha = 31490,1 \cdot \sin 14,09 = 7666 \text{ N}$$

- Egyenlet rendezése:

$$h = \frac{L \cdot Q_{hy} + (r_h - r) \cdot Q_{hx} - (L - L_2) \cdot Q_y + r \cdot Q_x}{Q_x}$$

- Behelyettesítés az egyenletbe:

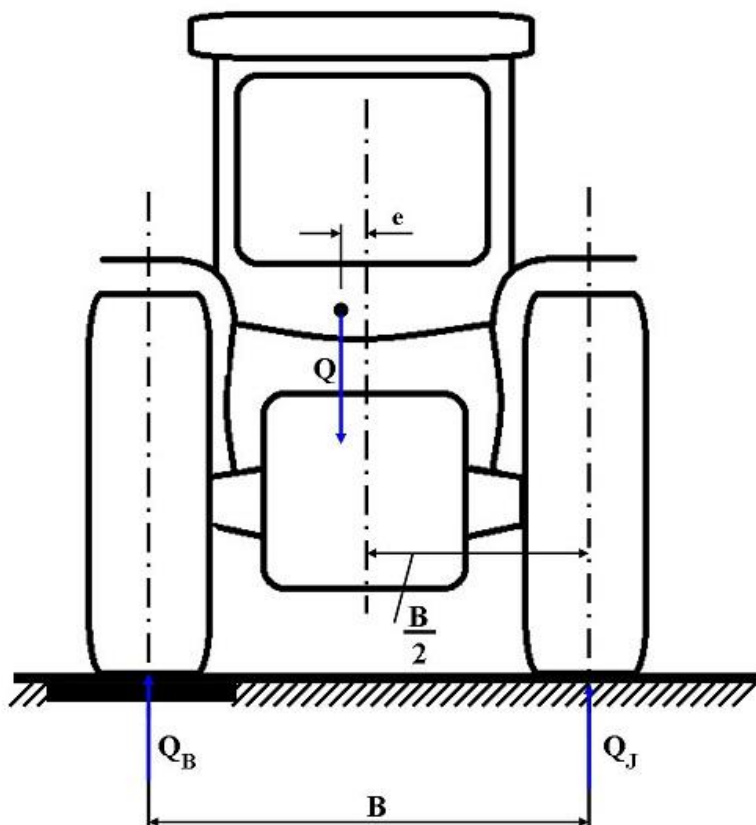
$$h = \frac{2,7 \cdot 30543 + (0,825 - 0,585) \cdot 7666 - (2,7 - 1,06) \cdot 47289 + 0,585 \cdot 11869}{11869}$$

$$h = 1,15 \text{ m} = \mathbf{1150 \text{ mm}}$$

Számított értékek:

- Traktor hátsó tengelynyomása: $Q_h = 29626,2 \text{ N}$
- Felemelési szög: $\alpha = 14,09^\circ$
- Traktor függőleges súlypont-koordinátája: $h = 1,15 \text{ m} = 1150 \text{ mm}$

3.5.3 Keresztirányú súlypont-koordináta meghatározása



25. ábra Keresztirányú súlypont-koordináta meghatározása

(Saját készítésű ábra)

Mért adatok:

- Traktor baloldali tengelyterhelésének tömege: $m_B = 2500 \text{ kg}$
- Traktor jobboldali tengelyterhelésének tömege: $m_J = 2470 \text{ kg}$
- Traktor hátsó tengely nyomtávja: $B = 1720 \text{ mm} = 1,72 \text{ m}$

- Q_B és Q_J meghatározása:

$$Q_B = m_B \cdot g = (960 + 1540) \cdot 9,81 = 24525 \text{ N}$$

$$Q_J = m_J \cdot g = (990 + 1480) \cdot 9,81 = 24231 \text{ N}$$

- A nyomatéki egyenlet felírása a jobboldali kerék talppontjára:

$$\sum M_{ij} = 0 = \left(\frac{B}{2} \pm e\right) \cdot Q - B \cdot Q_B$$

- Ha $Q_B > Q_J$, akkor az e pozitív.
- Egyenlet rendezése:

$$e = \frac{B \cdot Q_B - \frac{B \cdot Q}{2}}{Q}$$

- Behelyettesítés az egyenletbe:

$$e = \frac{1,72 \cdot 24525 - \frac{1,72 \cdot 48755,7}{2}}{48755,7}$$

$$e = 0,0052m = \mathbf{5,2mm}$$

Számított értékek:

- Traktor baloldali tengelynyomása: $Q_B = 24525 \text{ N}$
- Traktor jobboldali tengelynyomása: $Q_J = 24231 \text{ N}$
- Traktor keresztirányú súlypont-koordinátája: $e = 0,0052 \text{ m} = 5,2 \text{ mm}$

3.6 Függesztett munkagépek súlypont-koordinátáinak az ismertetése

A traktor stabilitásvizsgálatát Amazone típusú függesztett munkagépekkel végeztem. Mely munkagépeknek a súlypont koordinátáit és a műszaki adatait, a gépek kezelési útmutatójából kerestem ki. A kezelési útmutatókat az AMAZONEN-WERKE KFT biztosította számomra. Viszont a munkagépek súlypontjának csak a hosszirányú koordinátáját ismerjük. A függőleges súlypont koordinátát, azt közelítéssel határoztam meg. Három függesztett munkagéppel vizsgáltam a stabilitást, melyek az alábbiak:

- Amazone ZA-M 1500+S500 típusú műtrágyaszóró
- Amazone D9-40 Super típusú gabonavetőgép
- Amazone ED 452-K típusú szemenkénti vetőgép

A Vizsgálat folyamán csak egy munkagépnél volt szükséges közelítéssel meghatározni a függőleges súlypont-koordinátát, mely az Amazone D9-40 Super gabonavetőgép volt.



26. ábra Amazone gabonavetőgép [12.]



27. ábra Amazone ED 452-K (Saját készítésű fotó)



28. ábra Amazone műtrágyaszóró [6.]

4. Stabilitás vizsgálat

A stabilitás vizsgálat első lépéseként, a traktor munkagép kapcsolatát elemeztem. A vizsgálatot a munkagép kezelési útmutatója által előírt szabályok szerint végeztem el. Ezek után elvégeztem az egész gépkapcsolatra vonatkozó emelkedési határszög számítását. Az erőgép munkagép kapcsolat vizsgálatát szállítási helyzetben végeztem.

4.1 Traktor és Amazone ZA-M 1500+S500, erőgép munkagép kapcsolat vizsgálata

1. Minimális mellső pótsúly értékének számítása (m_{orr}):

- Függesztett munkagép összsúlya: $Q_g = 22876,9 \text{ N}$
- Traktor mellső tengelynyomása: $Q_m = 19129,5 \text{ N}$
- Traktor súlya: $Q = 48755,7 \text{ N}$
- Traktor tengelytávja: $L = 2700 \text{ mm} = 2,7 \text{ m}$
- Traktor mellső tengely közepe és a pótsúly súlypontjának a távolsága: $a = 855 \text{ mm} = 0,855 \text{ m}$
- Traktor hátsó tengely közepe és a függesztőkar csatlakozási pontjának közepe közötti távolság: $b = 790 \text{ mm} = 0,79 \text{ m}$
- Függesztett munkagép súlypontjának és a függesztőkar csatlakozási pontjának közepe közötti távolság: $c = 620 \text{ mm} = 0,62 \text{ m}$

$$Q_{orr} = \frac{Q_g \cdot (b + c) - Q_m \cdot L + 0,2 \cdot Q \cdot L}{a + L}$$

$$Q_{orr} = \frac{22876,9 \cdot (0,79 + 0,62) - 19129,5 \cdot 2,7 + 0,2 \cdot 48755,7 \cdot 2,7}{0,855 + 2,7}$$

$$Q_{orr} = 1950,7 \text{ N}$$

$$m_{orr} = \frac{Q_{orr}}{g} = \frac{1950,7}{9,81} = 198,9 \text{ kg}$$

A számítások után megállapítható, hogy a traktor mellső pótsúlytartójára legalább 4db táskasúly felszerelése ajánlott a megfelelő kormányozhatóság érdekében. A táskasúlyok tömege: 50 kg/db.

2. Traktor tényleges mellső tengelyterhelésének számítása (m_{mt}):

➤ Pótsúly súlya: $Q_{orr} = 200 \cdot 9,81 = 1962 \text{ N}$

$$Q_{mt} = \frac{Q_{orr} \cdot (a + L) + Q_m \cdot L - Q_g \cdot (b + c)}{L}$$
$$Q_{mt} = \frac{1962 \cdot (0,855 + 2,7) + 19129,5 \cdot 2,7 - 22876,9 \cdot (0,79 + 0,62)}{2,7}$$

$$Q_{mt} = 9765,9 \text{ N}$$

$$m_{mt} = \frac{Q_{mt}}{g} = \frac{9765,9}{9,81} = 995,5 \text{ kg} < 3200 \text{ kg}$$

3. Traktor és munkagép tényleges össztömegének számítása (m_t):

$$Q_t = Q_{orr} + Q + Q_g$$

$$Q_t = 1962 + 48755,7 + 22876,9$$

$$Q_t = 73564,6 \text{ N}$$

$$m_t = \frac{Q_t}{g} = \frac{73564,6}{9,81} = 7501,9 \text{ kg} < 8200 \text{ kg}$$

4. Traktor tényleges hátsó tengelyterhelésének számítása (m_{ht}):

$$Q_{ht} = Q_t - Q_{mt}$$

$$Q_{ht} = 73564,6 - 9765,9$$

$$Q_{ht} = 63828,7 \text{ N}$$

$$m_{ht} = \frac{Q_{ht}}{g} = \frac{63828,7}{9,81} = 6506,5 \text{ kg} > 6500 \text{ kg}$$

A számítások után megállapítható, hogy a traktor a felszerelt munkagéppel már nem felel meg, az EU típusbizonyítványban szerepelt maximális hátsó tengelyterhelés kritériumának. Ennek következtében az erőgép munkagép kapcsolat nem megfelelő.

4.2 Traktor és Amazone D9-40 Super, erőgép munkagép kapcsolat vizsgálata

1. Minimális mellső pótsúly értékének számítása (m_{orr}):

- Függesztett munkagép összsúlya: $Q_g = 18737,1 \text{ N}$
- Traktor mellső tengelynyomása: $Q_m = 19129,5 \text{ N}$
- Traktor súlya: $Q = 48755,7 \text{ N}$
- Traktor tengelytávja: $L = 2700 \text{ mm} = 2,7 \text{ m}$
- Traktor mellső tengely közepe és a pótsúly súlypontjának a távolsága: $a = 855 \text{ mm} = 0,855 \text{ m}$
- Traktor hátsó tengely közepe és a függesztőkar csatlakozási pontjának közepe közötti távolság: $b = 790 \text{ mm} = 0,79 \text{ m}$
- Függesztett munkagép súlypontjának és a függesztőkar csatlakozási pontjának közepe közötti távolság: $c = 565 \text{ mm} = 0,565 \text{ m}$

$$Q_{orr} = \frac{Q_g \cdot (b + c) - Q_m \cdot L + 0,2 \cdot Q \cdot L}{a + L}$$

$$Q_{orr} = \frac{18737,1 \cdot (0,79 + 0,565) - 19129,5 \cdot 2,7 + 0,2 \cdot 48755,7 \cdot 2,7}{0,855 + 2,7}$$

$$Q_{orr} = 18,9 \text{ N}$$

$$m_{orr} = \frac{Q_{orr}}{g} = \frac{18,9}{9,81} = 1,9 \text{ kg}$$

A számítások után megállapítható, hogy a traktor mellső pótsúlytartójára legalább 2db táskasúly felszerelése ajánlott a megfelelő kormányozhatóság érdekében. A táskasúlyok tömege 50 kg/db, valamint csak párban szerelhetők fel.

2. Traktor tényleges mellső tengelyterhelésének számítása (m_{mt}):

- Pótsúly súlya: $Q_{orr} = 100 \cdot 9,81 = 981 \text{ N}$

$$Q_{mt} = \frac{Q_{orr} \cdot (a + L) + Q_m \cdot L - Q_g \cdot (b + c)}{L}$$

$$Q_{mt} = \frac{981 \cdot (0,855 + 2,7) + 19129,5 \cdot 2,7 - 18737,1 \cdot (0,79 + 0,565)}{2,7}$$

$$Q_{mt} = 11017,9 \text{ N}$$

$$m_{mt} = \frac{Q_{mt}}{g} = \frac{11017,9}{9,81} = 1123,1 \text{ kg} < 3200 \text{ kg}$$

3. Traktor és munkagép tényleges össztömegének számítása (m_t):

$$Q_t = Q_{orr} + Q + Q_g$$

$$Q_t = 981 + 48755,7 + 18737,1$$

$$Q_t = 68473,8 \text{ N}$$

$$m_t = \frac{Q_t}{g} = \frac{68473,8}{9,81} = 6980 \text{ kg} < 8200 \text{ kg}$$

4. Traktor tényleges hátsó tengelyterhelésének számítása (m_{ht}):

$$Q_{ht} = Q_t - Q_{mt}$$

$$Q_{ht} = 68473,8 - 11017,9$$

$$Q_{ht} = 57455,9 \text{ N}$$

$$m_{ht} = \frac{Q_{ht}}{g} = \frac{57455,9}{9,81} = 5856,9 \text{ kg} < 6500 \text{ kg}$$

A számítások után megállapítható, hogy a traktor a felszerelt munkagéppel megfelel, az EU típusbizonyítványban szerepelt maximális össztömeg és tengelyterhelés kritériumának. Ennek következtében az erőgép munkagép kapcsolat megfelelő.

4.2.1 Az egész gépcsoportra vonatkozó emelkedési határszög számítása

1. A pótsúlyozott traktor módosított súlypont-koordináták számítása:

- Traktor súlypontja és a mellső tengely közepe közötti távolság:

$$L_1 = 1,64 \text{ m}$$

- Traktor függőleges súlypont-koordinátája: $h = 1,15 \text{ m}$

- Traktor Súlya: $Q = 48755,7 \text{ N}$

- Traktorra szerelt pótsúlyok súlya: $Q_{orr} = 981 \text{ N}$

- Traktor mellső tengely közepe és a pótsúly súlypontjának a távolsága:

$$a = 855 \text{ mm} = 0,855 \text{ m}$$

- Felszerelt pótsúly súlypontjának és a talaj felszíne közötti távolság:

$$h_{orr} = 795 \text{ mm} = 0,795 \text{ m}$$

$$l_{mm} = \frac{-Q \cdot L_1 + Q_{orr} \cdot a}{Q + Q_{orr}}$$

$$l_{mm} = \frac{-48755,7 \cdot 1,64 + 981 \cdot 0,855}{48755,7 + 981}$$

$$l_{mm} = -1,59 \text{ m}$$

Módosított traktor hosszirányú súlypont-koordináta átszámítása:

$$L + l_{mm} = 2,7 - 1,59 = \mathbf{1,11 \text{ m} = l_m}$$

$$h_m = \frac{Q \cdot h + Q_{orr} \cdot h_{orr}}{Q + Q_{orr}}$$

$$h_m = \frac{48755,7 \cdot 1,15 + 981 \cdot 0,795}{48755,7 + 981}$$

$$h_m = \mathbf{1,14 \text{ m}}$$

2. Egész gépcsoportra vonatkozó tényleges súlypont-koordináták számítása:

- Traktor hátsó tengely közepe és a függesztőkar csatlakozási pontjának közepe közötti távolság: $b = 790 \text{ mm} = 0,79 \text{ m}$
- Függesztett munkagép súlypontjának és a függesztőkar csatlakozási pontjának közepe közötti távolság: $c = 565 \text{ mm} = 0,565 \text{ m}$
- Függesztett munkagép súlypontja és a talajfelszín közötti távolság: $h_g = 1679 \text{ mm} = 1,679 \text{ m}$
- Pótsúlyozott traktor súlya: $Q_m = Q + Q_{orr} = 48755,7 + 981 = 49736,7 \text{ N}$
- Függesztett munkagép összsúlya: $Q_g = 18737,1 \text{ N}$

$$l_t = \frac{Q_m \cdot l_m - Q_g \cdot (b + c)}{Q_m + Q_g}$$

$$l_t = \frac{49736,7 \cdot 1,11 - 18737,1 \cdot (0,79 + 0,565)}{49736,7 + 18737,1}$$

$$l_t = \mathbf{0,43 \text{ m}}$$

$$h_t = \frac{Q_m \cdot h_m + Q_g \cdot h_g}{Q + Q_g}$$

$$h_t = \frac{49736,7 \cdot 1,14 + 18737,1 \cdot 1,679}{49736,7 + 18737,1}$$

$$h_t = \mathbf{1,29 \text{ m}}$$

3. Egész gépcsoportra vonatkozó emelkedési határszög számítása:

$$\tan \alpha_t = \frac{l_t}{h_t}$$

$$\alpha_t = \arctan \frac{l_t}{h_t}$$

$$\alpha_t = \arctan \frac{0,43}{1,29}$$

$$\alpha_t = \mathbf{18,43^\circ}$$

A gépkapcsolatra az emelkedési határszög értéke: **18,43 °**

4.3 Traktor és Amazone ED 452-K, erőgép munkagép kapcsolat vizsgálata

1. Minimális mellső pótsúly értékének számítása (m_{orr}):

- Függesztett munkagép összsúlya: $Q_g = 25594,3 N$
- Traktor mellső tengelynyomása: $Q_m = 19129,5 N$
- Traktor súlya: $Q = 48755,7 N$
- Traktor tengelytávja: $L = 2700 mm = 2,7 m$
- Traktor mellső tengely közepe és a pótsúly súlypontjának a távolsága:
 $a = 855 mm = 0,855 m$
- Traktor hátsó tengely közepe és a függesztőkar csatlakozási pontjának közepe közötti távolság: $b = 790 mm = 0,79 m$
- Függesztett munkagép súlypontjának és a függesztőkar csatlakozási pontjának közepe közötti távolság: $c = 866 mm = 0,866 m$

$$Q_{orr} = \frac{Q_g \cdot (b + c) - Q_m \cdot L + 0,2 \cdot Q \cdot L}{a + L}$$

$$Q_{orr} = \frac{25594,3 \cdot (0,79 + 0,866) - 19129,5 \cdot 2,7 + 0,2 \cdot 48755,7 \cdot 2,7}{0,855 + 2,7}$$

$$Q_{orr} = 4799,6 N$$

$$m_{orr} = \frac{Q_{orr}}{g} = \frac{4799,6}{9,81} = 489,3 \text{ kg}$$

A számítások után megállapítható, hogy a traktor mellső pótsúlytartójára legalább 10db táskasúly felszerelése ajánlott a megfelelő kormányozhatóság érdekében. A táskasúlyok tömege: 50 kg/db.

2. Traktor tényleges mellső tengelyterhelésének számítása (m_{mt}):

➤ Pótsúly súlya: $Q_{orr} = 500 \cdot 9,81 = 4905 \text{ N}$

$$Q_{mt} = \frac{Q_{orr} \cdot (a + L) + Q_m \cdot L - Q_g \cdot (b + c)}{L}$$

$$Q_{mt} = \frac{4905 \cdot (0,855 + 2,7) + 19129,5 \cdot 2,7 - 25594,3 \cdot (0,79 + 0,866)}{2,7}$$

$$Q_{mt} = 9889,9 \text{ N}$$

$$m_{mt} = \frac{Q_{mt}}{g} = \frac{9889,9}{9,81} = 1008,1 \text{ kg} < 3200 \text{ kg}$$

3. Traktor és munkagép tényleges össztömegének számítása (m_t):

$$Q_t = Q_{orr} + Q + Q_g$$

$$Q_t = 4905 + 48755,7 + 25594,3$$

$$Q_t = 79255 \text{ N}$$

$$m_t = \frac{Q_t}{g} = \frac{79255}{9,81} = 8079,0 \text{ kg} < 8200 \text{ kg}$$

4. Traktor tényleges hátsó tengelyterhelésének számítása (m_{ht}):

$$Q_{ht} = Q_t - Q_{mt}$$

$$Q_{ht} = 79255 - 9889,9$$

$$Q_{ht} = 69365,1 \text{ N}$$

$$m_{ht} = \frac{Q_{ht}}{g} = \frac{69365,1}{9,81} = 7070,9 \text{ kg} > 6500 \text{ kg}$$

A számítások után megállapítható, hogy a traktor a felszerelt munkagéppel már nem felel meg, az EU típusbizonyítványban szerepelt maximális hátsó tengelyterhelés kritériumának. Ennek következtében az erőgép munkagép kapcsolat nem megfelelő.

5. Következtetések

Azok a mezőgazdasági termeléssel foglalkozó gazdák, akik új függesztett munkagép vagy traktor vásárlását tervezik, érdemes elvégezniük a dolgozatomban leírt számítási folyamatokat.

Ugyanis a meglévő munkagépekhez célszerű egy olyan erőgépet választani, ami optimálisan végzi a termelési folyamatokat. Továbbá, ha már meglévő traktorunkhoz választunk munkagépet, akkor is javasolt a számítások elvégzése, hogy minél hatékonyabb legyen az új gépkapcsolatunk.

A számítás és vizsgálat elvégzése fontos lépés, mivel realizálható, hogy egyáltalán létrejöhet-e a kapcsolat, és ha igen akkor megfelel-e a biztonsági előírásoknak. Helytelen traktor és függesztett munkagép kapcsolat esetén fennáll annak a kockázata, hogy hamarabb tönkre mennek a gép alkatrészei vagy maga a gép, továbbá nem hatékonyan végzi feladatát. A dolgozatban leírt számítási folyamat elvégzésével kiküszöbölhetőek az esetleges hibás erőgép munkagép kapcsolatok.

Abban az esetben, ha új traktort vásárolunk célravezető olyat választanuk, mely független mellső hídrugózással van szerelve.

John Deere független mellső hídrugózás, ILS rendszer

A John Deere erőgépeken opcionálisan választható az ILS felfüggesztés. A független mellső kerék felfüggesztés pozitív hatással van a stabilitásra. Az ILS rendszerrel szerelt traktorok mellső hídja egy kettős-keresztlengőkaros felfüggesztésből és hidro-pneumatikus rugózásból áll. A mellső kerekek egymástól függetlenül érintkeznek a talajjal, így állandó a talaj és a kerék közötti kapcsolat. A kerekek között elektro-hidraulikus vezérlésű differenciálmű tart kapcsolatot.

A traktor vezérlése szögszenzorok segítségével folyamatosan méri a lengőkarok csuklópontjainál az elfordulás irányát és szögsebességét. A vezérlés munkahengerek és hidroakkumulátorok segítségével irányítja, korrigálja a kerekeket, a hajtást pedig kardántengelyen keresztül juttatja el a kerekekhez.

Az ILS rendszer hatására nő a stabilitás, hiszen a traktor mellső kerekei állandóan érintkeznek a talajjal.



29. ábra ILS rendszer *John Deere* (Saját készítésű fotó)

6. Összefoglalás

Az optimális erő- és munkagép kapcsolat létrehozása agrotechnikai, energetikai és biztonsági szempontok miatt is fontos feladat és gyakran nehéz döntés elé állítja a gazdálkodókat. Jelenleg számos traktor és munkagép kapható, a kedvező gépkapcsolás megválasztása komoly szakmai tudást és döntést igényel a mezőgazdasági szakemberektől.

TDK dolgozatomban a traktor és függesztett munkagép stabilitás vizsgálatával foglalkoztam. Az irodalom feldolgozásban bemutattam az univerzális traktorok tulajdonságait, agrotechnikai követelményeit. Elemeztem a hosszirányú stabilitási problémákat, azok megoldásait, a pótsúlyozás kivitelezéseinek a feltételét és a munkagépek csatlakoztatási lehetőségeit. Továbbá a függesztett munkagépek agrotechnikai követelményeit, szerkezeti felépítésüket is áttekintettem és értékeltem.

Méréseimet az egyetem által biztosított John Deere 6600 típusú traktoron végeztem el. A traktor stabilitásvizsgálatát Amazone típusú függesztett munkagépekkel végeztem.

A mérési eredményekből meghatároztam a traktor súlypontjának, valamint a traktor elejére elhelyezhető pótsúlyok súlypontjának koordinátáit. A függesztett munkagépek súlypont koordinátáit a helyi forgalmazó biztosította számomra.

A mérésekkel és a számításokkal az volt a célom, hogy a traktor-munkagép kapcsolat stabilitását ellenőrizzem.

A mérési eredmények felhasználásával olyan számítási folyamat dolgozható ki, amellyel értékelni lehet az adott traktor-munkagép stabilitását. Továbbá realizálható, hogy egyáltalán létrejöhet-e a kapcsolat, és ha igen akkor megfelel-e a biztonsági előírásoknak.

7. Irodalomjegyzék

- [1.]Laib Lajos, Traktorok- Autók, Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 1998
- [2.]M. Csizmadia Béla, Modellalkotás, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2003
- [3.]Rázsó Imre, Mezőgazdasági traktorok elmélete és szerkesztési irányelvei, Tankönyvkiadó, Budapest,1964
- [4.]Szendrő Péter, Mezőgazdasági gépszerkezettan, Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 2000
- [5.]Szente Márk, Mezőgazdasági traktorok elmélete és szerkezete, FVM Mezőgazdasági Gépesítési Intézet (MGI), Gödöllő, 2004
- [6.]<http://info.amazone.de/frontend.aspx>
- [7.]http://info.amazone.de/frontend.aspx?sprache=10&langid_system=6&ninfos=48&path=99*88-94*13
- [8.]http://info.amazone.de/frontend.aspx?sprache=10&langid_system=6&ninfos=48&path=99*88-94*18
- [9.]http://info.amazone.de/frontend.aspx?sprache=10&langid_system=6&ninfos=48&path=99*88-94*6
- [10.]<http://johndeeredistributor.hu/Mezogazdasagi-gepek/Termek/Traktorok/7R-sorozat>
- [11.][http://mediathek.amazone.de/scripts/CUWP CGI.EXE?directArg=search&catalogName=amaint03&queryForm=simple_wb_web2006&replyPage=withBasket2006&sorting=field\[{AF4B2E02-5F6A-11D2-8F20-0000C0E166DC}\]&sortDirection=Descending&resultformat=thumbnail_wb2006&thumbnailConstraint=150&prop=field%5BKategorien%5D&qVal=duengetechnik&prop=field%5BStat%5D&qVal=oeffentlich&junc=outerand&prop=field%5BNotizen%5D&qVal=za-m&junc=or&prop=field%5BDatensatzname%5D&qVal=za-m](http://mediathek.amazone.de/scripts/CUWP CGI.EXE?directArg=search&catalogName=amaint03&queryForm=simple_wb_web2006&replyPage=withBasket2006&sorting=field[{AF4B2E02-5F6A-11D2-8F20-0000C0E166DC}]&sortDirection=Descending&resultformat=thumbnail_wb2006&thumbnailConstraint=150&prop=field%5BKategorien%5D&qVal=duengetechnik&prop=field%5BStat%5D&qVal=oeffentlich&junc=outerand&prop=field%5BNotizen%5D&qVal=za-m&junc=or&prop=field%5BDatensatzname%5D&qVal=za-m)
- [12.]http://www.agroinform.com/files/aprohirdetes/2010/03/13/agroinform_20100313184927_Gyerekek_002.jpg
- [13.]<http://www.fendt.com/agritechnica2013/de/highlights.html?goto=FendtSpotlight>
- [14.]http://www.fendt.com/choose_country.asp