

DEBRECENI EGYETEM  
**Agrártudományi Centrum**  
Mezőgazdaságtudományi kar  
Géptani Tanszék

**INTERDISZCIPLINÁRIS AGRÁR ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYOK  
DOKTORI ISKOLA**

Doktori Iskola vezető:  
**Prof. Dr. Nagy János**  
MTA doktora

Témavezető:  
**Dr. Csizmazia Zoltán**  
kandidátus

**„DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI”**

**KÍSÉRLETI TERÜLETEK EGYENLETES TÁPANYAG  
KIJUTTATÁSÁNAK MŰSZAKI FELTÉTELEI**

Készítette:  
**Hagymássy Zoltán**  
doktorjelölt

**Debrecen**  
**2004**

## 1. BEVEZETÉS

Hazánkban sok mezőgazdasági kutatóintézetben, fajtanemesítő állomáson, egyetemi kutatóhelyen végeznek kisparcellás kísérleteket. A növénynemesítő és agrotechnikai kísérletek bővülésével a kutatók számára egyre több információ áll rendelkezésre. A parcellák számának növekedése, az egyre precízebb munkaminőségi igények megkövetelik a kísérletek gépesítését. A parcellagépeknek minden tekintetben többet kell tudniuk, mint a termelésben használt berendezéseknek. A precízebb munka, az igen magas beszerzési ár arra irányítja a figyelmet, hogy kellő körültekintéssel, rangjuknak megfelelően kezeljük ezt a kérdést.

Hazánkban a szántóföldi kisparcellás kísérletek gépesítéséről az 1970-es évektől kezdődően beszélhetünk (*KUNSÁGI, 1988*). Ezt követően rendkívül dinamikus fejlődés figyelhető meg. Míg korábban a mezőgazdasági termelésben használt gépeket alakították át parcellaművelésre, napjainkra ez a fejlesztő munka új irányt követ. A parcellagépek gyártása a mezőgazdasági gépgyártásnak egy önálló területévé vált.

A parcellák gépesítésének fontosságára utal, hogy 1964-ben Norvégiában létrejött egy nemzetközi szervezet a IAMFE (The International Association on Mechanization of Field Experiments) Szántóföldi Kísérletek Gépesítésének Nemzetközi Szövetsége. A szervezet célja, hogy a szántóföldi kísérletek gépesítéséhez segítséget nyújtson (*OYJORD, 2000*).

A kutatók egyöntetű véleménye szerint a kísérletek gyorsabbá, pontosabbá és biztonságosabbá tételének egyedüli megoldása és leghatékonyabb módszere a gépesítés (*BETZWAR, 1996; OYJORD, 1998*).

A vezető parcellagép gyártó vállalatok Európában a Wintersteiger, a Hege, a Fiona, az Egyesült Államokban az Almaco a termesztés egész folyamatához jó

technikai színvonalú parcella gépeket gyártanak. A gyártó cégek gépfejlesztésének egyik legmostohább területe a parcella-műtrágyaszóró gépek kutatása, tervezése, gyártása, vizsgálata, összehasonlítva a termesztéstechnológia többi elemének parcella gépeivel. Így nem meglepő, hogy e témában kevés publikáció található.

Míg betakarítási, vetési feladatokra a gyártók sok gépet kínálnak, addig tápanyag visszapótlási feladatokra kevés a parcellagép választék, pl. FIONA Probeparcel/1.5 vagy HEGE 34, melyek folyamatosan szóró típusok. Parcellánként különböző mennyiséget szóró a HEGE 33, amelyből Magyarországon még nem található.

A Debreceni Egyetem tulajdonát képező FIONA/1.5 parcella-műtrágyaszóró gépen tanulmányoztam azokat a problémákat, amelyek a berendezés használata során felmerültek.

A géppel folytatott vizsgálatok, a felmerült hiányosságok készítették arra, hogy a parcella-műtrágyaszórás gépesítésének problémáival foglalkozzak, és új műszaki megoldásokkal válaszoljak a parcella-műtrágyaszóró géppel szemben támasztott követelményekre.

A növényszám-, a vegyszeres-, valamint a tápanyagkísérleteknél az egymást követő parcellákra különböző mennyiségű és hatóanyag tartalmú műtrágyát kell kijuttatni. Ezt a legtöbb helyen kézi úton, előre kimért műtrágyával végzik. A kézi szórás munkaigényes, lassú, pontossága nem kielégítő. A kisparcellás vizsgálatokat végző kutatók szerint, ehhez az alig gépesített munkához egy jól használható, új gépre lenne szükség.

A kutatók az alábbi igényeket fogalmazták meg:

- A kísérleti parcella-műtrágyaszóró gép képes legyen parcellánként különböző mennyiségű műtrágyát kijuttatni anélkül, hogy közben megállna a parcellák között.

- A parcellára kijuttatott műtrágya mennyisége a kísérlet során előírt nagyságú legyen.
- A gép kisebb szórás egyenlőtlenséggel dolgozzon, mint a folyamatosan szóró parcella-műtrágyaszóró gépek.
- A műtrágyaszóró gép vonóerő igénye miatt, kistraktorral vagy parcella traktorral vontatható legyen.

A meglévő parcella-műtrágyaszóró gépek hiányosságai és a kutatói oldalról megfogalmazott igények miatt célul tűztem ki, hogy tervezek és megépítsek egy olyan parcella-műtrágyaszóró gépet, amely a fenti követelményeknek megfelel.

További követelményként fogalmaztam meg, hogy a berendezés a parcella teljes hosszában azonos mennyiséget szórjon, a parcella elején ezt a mennyiséget a legrövidebb úton érje el, és a parcella végén a mennyiség csökkenése a lehető legrövidebb útra korlátozódjon. Ez a probléma a legkorszerűbb szakaszosan szóró parcella-műtrágyaszóróknál sem megoldott.

Célom volt az is, hogy a berendezés egyszerű szerkezetű, rugalmasan használható és mérsékelt költségekkel előállítható legyen.

A tervező munkához szükséges elméleti alapok tisztázása céljából, a műtrágyaszóró gép fő részegységeinek fejlesztési lehetőségeit, működési jellemzőit, beállításait modellkísérletekkel, vizsgálatokkal akartam meghatározni.

Kutatási céljaim között szerepelt, hogy az elkészült kísérleti műtrágyaszóró gép minősítése céljából, különböző műtrágyákkal munkaminőségi vizsgálatokat végezzek.

## 2. ANYAG ÉS MÓDSZER

### 2.1. FIONA Probe Plot Fertiliser Drill/1.5 parcella-műtrágyaszóró gép átalakítása és vizsgálatai

A rendelkezésemre álló FIONA/1.5 parcella-műtrágyaszórót átalakítottam, a gép szórás egyenletességének javítása céljából.

A berendezés vázszerkezetét átalakítva a 12 adagolóelemből hajlékony csöveken keresztül a műtrágyát talajközelsébe juttattam (**1. ábra**). A hajlékony csövek végei a talajfelszíntől állítható magasságban és egy keresztlécen állítható osztással helyezkednek el. Ezzel a megoldással állítható sortávú sorműtrágyázásra tettem alkalmassá a gépet. Teljes felületű szórásnál a hajlékony csövek alá egy ferde állítható szögű és magasságú ütközőlemez helyezhető fel, mellyel keresztirányban az eddigieknél egyenletesebbé tehető a műtrágya kijuttatása.



**1. ábra. Az átalakított FIONA/1.5 parcella-műtrágyaszóró gépen a műtrágya talajfelszínre juttatása**

A FIONA/1.5 parcella-műtrágyaszóró gépen a következő méréseket végeztem el:

1. Vizsgáltam a tolóhengeres adagolószerkezeteknél az adagolóelem alatt elhelyezkedő nyelv helyzetének hatását a kijuttatott műtrágya mennyiségére

és az adagolás egyenlőtlensége. Az adagolás egyenlőtlenségi vizsgálatokat a műtrágyaszóró gépen beállítható 1-5 nyelvállások esetén, háromszoros ismétléssel végeztem el.

2. Az adagolás egyenlőtlenségi mérések szerint optimális 3-as nyelvállásnál vizsgáltam a ténylegesen kijuttatott műtrágya mennyiség és a gépen beállítható tolóhenger állásokhoz tartozó elméleti mennyiség közötti eltérések változásait.
3. Különböző ütközőlemez szögállásoknál mértem a keresztirányú szórás egyenlőtlenséget, az osztató-ütközőlemezt 0-90°-os tartományban, 5°-os lépésként állítottam be.

A vizsgálatok alapján megállapítottam, hogy a berendezés munkaminőségi jellemzői az átalakítás után javultak, de alapvető problémái megmaradtak; csak folyamatosan tudott szórást végezni, ugyanakkor kis adagmennyiségek esetén pontatlanul dolgozott. További hátránya volt, hogy traktorhoz nem lehetett kapcsolni.

## **2.2. Parcella műtrágyaszóró tervezésének szempontjai**

A fejlesztett FIONA/1.5 parcella-műtrágyaszóró gép vizsgálataiból megállapítható volt, hogy a berendezés munkaminőségi jellemzői a gép konstrukciója miatt tovább nem javíthatóak. Az igények teljesebb kielégítése céljából új technikai megoldásokat kerestem. Alapelvelem az volt, hogy a műtrágya szétosztó szerkezet a parcellára maradék nélkül, pontosan szórja ki a kísérlet során beállított műtrágya mennyiséget. Erre a feladatra egy egyszerű szerkezetű osztókúp alkalmas, amely a szemcséket egy fogazott talajkerék hajtású lapos szíjra teríti. A talajkerék hajtású fogazott lapos szíj a beállított parcellahossz megtétele után maradék nélkül kiüríti magából a rajta lévő műtrágyaszemcséket. A parcella keresztirányában a műtrágya elosztását - elképzelésem szerint - a parcella vetőgépeken jól bevált rotációs szétosztó biztosíthatja (**2. ábra**).



A tervező, fejlesztő munka következő lépéseként vizsgálatok alá vettem a tervezett gép fő részegységeit. A gravitációs osztókúp és a fogazott lapos szíjas szétosztó saját fejlesztésű egységek. A rotációs szétosztó Wintersteiger gyártmány. Konstruktív alapelv az volt, hogy a tervezett fő részegységek szórási jellemzőiről minden esetben, mérésekkel, modellkísérletekkel győződjek meg.

### **2.3. A gravitációs szétosztó vizsgálata**

A kúpos szétosztó egy egyszerű eszköz, de az egyenletes szétosztás az alábbiak függvénye:

1. Az adagolóhenger és az osztókúp szimmetria tengelyének egytengelyűsége. A kísérleti eszközön ezt két síkban lévő 3-3 csavarral lehet beállítani.
2. Az osztókúp vízszintesége. A berendezésen a gép hossz és keresztirányában egy-egy vízszintmérő van beépítve, melyekkel a parcellák szórása előtt a kúpot vízszintbe kell állítani.

Ezek a hatások lényegesen befolyásolják a szétosztás egyenletességét ezért vizsgálataimat, ebben az irányban folytattam tovább. A gravitációs osztókúp és az adagolóhenger közötti excentricitás és a szögeltérések vizsgálatához mérőpadot készítettem.

### **2.4. A rotációs szétosztó vizsgálata**

A rotációs szétosztó optimális fordulatszámának meghatározását, vetőmagvak esetében, *ZHIZHONG et al., 1994* elvégezte. Négy különböző műtrágyatípus szétosztása esetén vizsgálatokat végeztem az optimális fordulatszám meghatározására. A mérésekhez fejlesztett vizsgálópadot mutatja be a **3. ábra**.



**3. ábra. A rotációs szétosztó vizsgálata.**

### **2.5. Fogazott hevederes kísérleti modell készítése és vizsgálatai**

A kúpos jellegű kiosztó szerkezetek - mind az Oyjord-féle kúpos-cellás kiosztó mind a Hege-féle kúpos-szalagos kiosztó - problematikus pontja a parcella kezdetének és végének torzult szórásképe (*BETZWAR, 1987*). Az általam tervezett kísérleti parcella-műtrágyaszóró gép kiosztó szerkezetéül egy eddig még nem alkalmazott megoldást választottam, amellyel kiküszöbölhetem a kúpos kiosztó szerkezetek hibáit. Két oldalon fogazott lapos gumihevedert készítettem a szemcsék továbbítására. A két oldalon fogazott laposszíj egy új típusú kiosztó, ezért a tervezett műtrágyaszóróba való beépítés előtt, kisebb méretekkel egy kísérleti modellt készítettem. A kísérleti modellel méréseket végeztem a szerkezet alkalmasságának megállapítására.

A lapos heveder külső fogainak mérete lényeges az optimális műtrágya kijuttatás eléréséhez. A vizsgálatokhoz különböző fogosztású lapos szíjakat készítettem. A mérések során a keretszerkezetre szerelt, talajkerék hajtású modellt mérőtálcasor felett toltam el.

## 2.6. A kísérleti parcella-műtrágyaszóró gép munkaminőségi vizsgálatai

1. Adagolás egyenlőtlenégi vizsgálatokat végeztem 4 féle műtrágyával. A beállított műtrágya mennyiségek: 50 kg/ha; 150 kg/ha; 300 kg/ha.
2. A berendezés szórás egyenlőtlenességét egy 1,20 m széles parcella modellezésével vizsgáltam (**4. ábra**). A méréseket 4 féle műtrágyával, 150 kg/ha és 300 kg/ha adag kijuttatása esetén végeztem el.



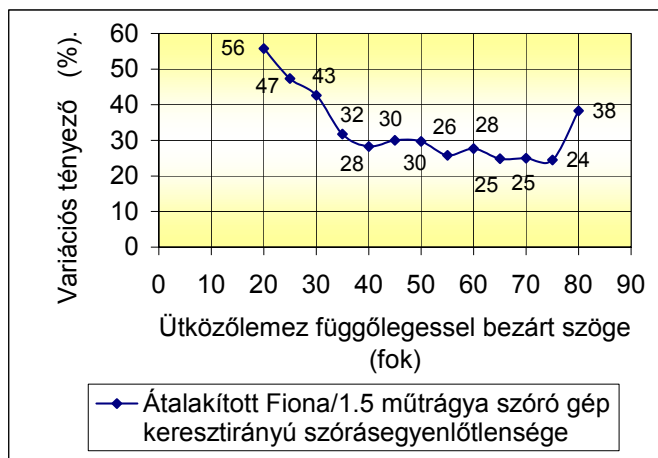
**4. ábra. Szórás egyenlőtlenesség vizsgálat teljes felületen elhelyezett mérő tálcákkal**

- 3 Vizsgáltam a kísérleti parcella-műtrágyaszóró gép szórás egyenlőtlenességét sorszórás esetén. A kivezető csövek osztását 15 cm-re állítottam be. A méréseket ebben az esetben is az előző pontban említett feltételek mellett végeztem el.
- 4 Vizsgáltam a parcella kezdetének és végének környezetében a szórás kép változását. A kúpos rendszerű kiosztó berendezések szórás képe a parcella elején és végén átlagosan 300-600 mm úthossz megtételéig torzult (*BETZWAR, 1992*). Az általam tervezett fogazott gumiszalagos kiosztó használatával elméletileg rövidebb szakaszon kialakul a parcella egészére jellemző szórás kép. Ennek igazolására méréseket végeztem. A parcella elején és végén 3 sorban és 8 oszlopban mérőtálcákat helyeztem el.

### 3. EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

#### 3.1. A FIONA/1.5 parcella-műtrágyaszóró gép átalakítása és vizsgálata során elért eredmények és következtetések

1. Tolóhengeres adagolószerkezet esetén az adagolónyelv helyzete jelentősen befolyásolja a kijuttatott műtrágyamennyiséget és a keresztirányú szórás egyenlőtlenséget egyaránt. A beállító táblázat szerinti mennyiség kijuttatása az 5-ös adagolónyelv beállításánál a legpontosabb, míg a keresztirányú szórás egyenlőtlenség a 3-as és 4-es adagolónyelv állásnál az optimális.
2. Mérésekkel megállapítottam, hogy a műtrágyaszóró adagolás egyenlőtlensége ( $e$ ) a szabványban előírt  $e=5\%$  alatt van.
3. Megállapítottam a 30 különféle adagolókar állásnál a beállított és a ténylegesen kijuttatott műtrágyamennyiség közötti eltérést. Átlagos műtrágya mennyiség esetén (137-366 kg/ha) az eltérés átlag 20%. Kis adagmennyiség esetén (58-125 kg/ha) az eltérés nagyobb, átlagosan 30-55%. Kis mennyiségű műtrágya kijuttatása esetén (125 kg/ha alatti adag) a műtrágya mennyiség pontossága bizonytalan. A beállított műtrágya mennyiséget minden esetben leforgatási próbával szükséges ellenőrizni.
4. Teljes felületre szórás esetén laboratóriumi mérésekkel vizsgáltam a szórási jellemzőket különböző ütközőlemez állásoknál **(5. ábra)**. A helyesen beállított oszlató-ütköző lemez a keresztirányú szórás egyenlőtlenséget  $CV=56\%$ -ról,  $CV=24-26\%$ -ra csökkentette.



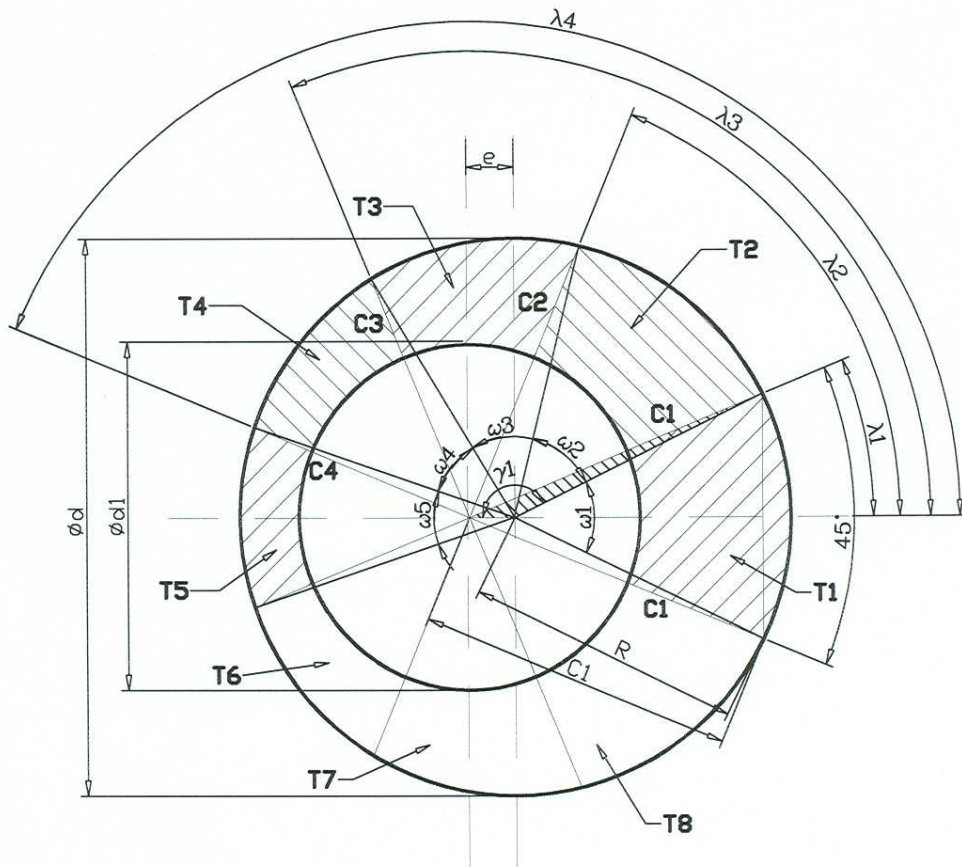
**5. ábra. A FIONA/1.5 átalakított parcella-műtrágyaszóró gép keresztirányú szórás egyenlőtlensége különböző ütközőlemez szögállások esetén**

### 3.2. Az osztókúp vizsgálatának eredményei

A részegységek vizsgálata során jutottam arra a felismerésre, hogy sokkal gyorsabban és megbízhatóbban történhetne a tervező munka, ha létezne egy elméleti módszer az osztókúp két problémájának elemzésére. Az osztókúp és a beöntő tölcser egytengelyűségének vizsgálatához és az osztókúp vízszintességének hatásvizsgálatához egy-egy elméleti módszert fejlesztettem ki. Mindkét eljárás egy-egy számítógépes matematikai program, amellyel modellezni lehet az egytengelyűség vagy a szöghelyzet hibájának hatását az osztókúp szétszórás egyenlőtlenségére.

#### 3.2.1. Az egytengelyűségi modellvizsgálat eredménye

Bizonyítható, hogy az osztókúp és az adagoló henger excentricitásából eredő szétszórás egyenlőtlenséget modellező közelítő elméleti eljárás a valóságos viszonyok leírására alkalmas. A modell kidolgozásánál feltételeztem, hogy az adagolóhengerből kilépő szemcsemennyiségek úgy aránylanak egymáshoz, mint az adagolóhenger és az osztókúp között lévő körcikksegmentek területei (**6. ábra**). A matematikai levezetéseket a dolgozat tartalmazza. Laboratóriumi mérésekkel bizonyítottam a matematikai modell helyességét.

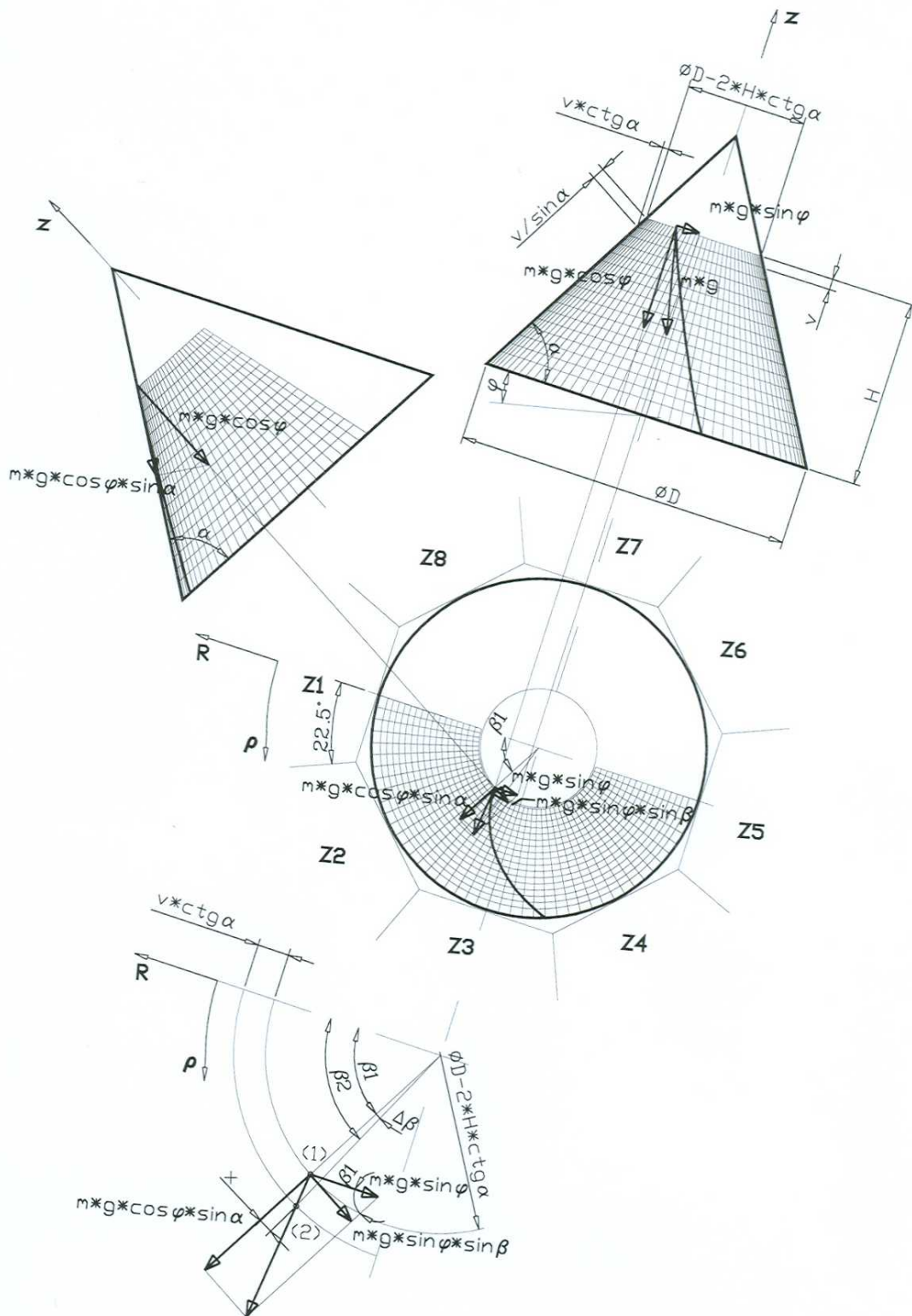


**6. ábra. Az adagolóhenger ( $\varnothing d$ ) és az osztókúp ( $\varnothing d_1$ ) között lévő körcikkszegmensek területei (T1...T8)**

Megállapítottam, hogy 0,25-0,5 mm excentricitás okozta szétosztási egyenetlenség mérésekkel már kimutatható, és arányos az elméletileg meghatározott variációs tényezővel.

### **3.2.2. A szöghelyzet hibát modellező program eredménye**

Az osztókúp szöghelyzet hibájából keletkező szétosztási egyenetlenséget modellező számítógépes program, közelítő eljárásnak tekinthető. A modell lényege, hogy megvizsgálom a szemcse pályáját az adagolóhengerből való kilépéstől az osztókúp aljáig. A matematikai levezetést a dolgozat tartalmazza. A kúp ferdesége miatt a pálya görbült lesz. A modellen a kúp palástra egy hálót teríték (7. ábra), és tetszőleges osztásban minden osztásközkhöz kiszámítom a szemcsére ható erőket, és a szemcse elmozdulását. Amennyiben elég sűrűre választom a háló osztását, úgy jó közelítéssel megkapom a teljes pályagörbét.



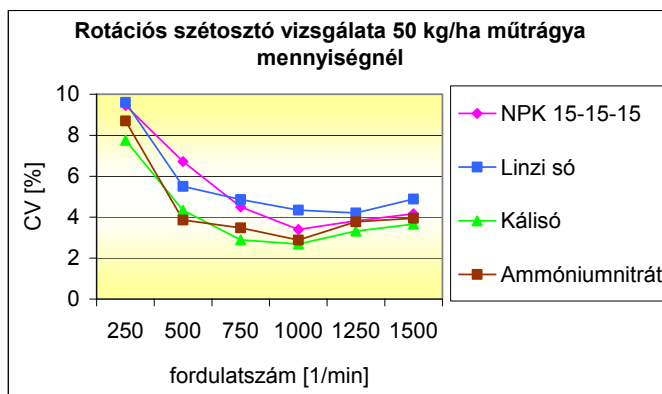
**7. ábra. A vízszinteshez képest szögben álló osztókúpon mozgó műtrágya szemcse elmozdulásának modellezése**

Az osztókúp aljára érő szemcsék helyzetéből számítható a szétosztás egyenetlensége különböző geometriai adatok esetén. Méréseim alapján megállapítható, hogy a közelítő elméleti módszer mind tendenciájában, mind

nagyságában képes modellezni a szöghelyzet hibából eredő eltéréseket. Mind az elméleti modell, mind a mérések azt bizonyítják, hogy már 2-3°-os szög eltérés is jelentős változás idéz elő a szétosztás egyenetlenségében.

### 3.3. A rotációs szétosztó vizsgálatának eredményei

1. Mérésekkel bizonyítottam, hogy a jól beállított rotációs szétosztó pontos eszköz a műtrágyák kijuttatására.



8. ábra. A rotációs szétosztó vizsgálatának eredményei.

2. Méréseim szerint az 1000 l/min-es fordulatszám a vizsgált műtrágyák esetén a legkedvezőbb szétosztást biztosította (8. ábra). A szétosztás egyenetlenségét rontja, ha a rotációs szétosztó garatába egyenetlen adagokban kerülnek a szemcsék, vagy ha féloldalas a bekerülő szemcsefolyam.

### 3.4. A fogazott hevederes modellkísérlet eredményei

1. A fogazott gumivályúban lévő műtrágya biztonságosan halad a kiömlő nyílás felé. A belső fogazás biztosítja a szalag csúszásmentes továbbítását, míg a külső fogazás a szemcsék elmozdulását akadályozza meg.
2. A fogparaméterek vizsgálata során megállapítottam, hogy a heveder külső fogosztása jelentősen befolyásolja a hosszirányú szórás egyenlőtlenségét. A vizsgált műtrágyáknál a fogosztás optimális értéke 3-4 mm.

### 3.5. A fejlesztett kísérleti parcella-műtrágyaszóró gép bemutatása

A fő részegységek vizsgálataiból szerzett tapasztalatok, és a berendezéssel szemben megfogalmazott igények alapján új parcella-műtrágyaszóró gépet terveztem és építettem.

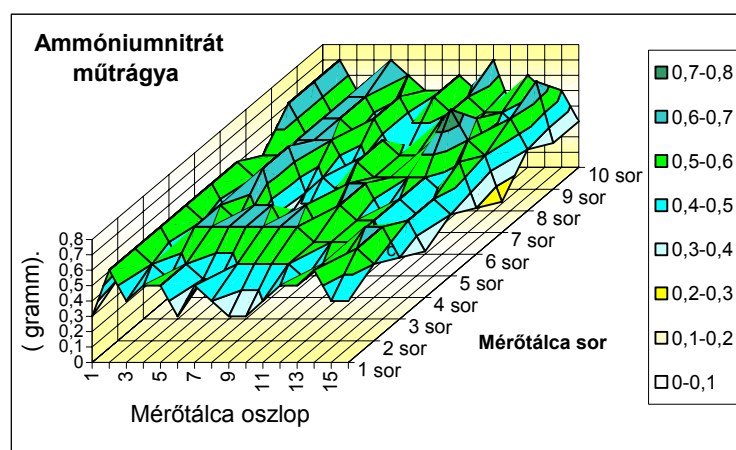


**9. ábra. A tervezett és fejlesztett kísérleti parcella-műtrágyaszóró gép**

A fejlesztett kisparcellás műtrágyaszóró gép vontatható kistraktossal, ilyenkor a gépkezelő a traktor és a szórógép között kialakított ülésen ül (**9. ábra**). A műtrágyaszóró tolható kézzel, vagy üzemeltethető parcella traktossal. A berendezés alpműtrágyázási vagy fejtrágyázási feladatok ellátására egyaránt alkalmas. Munkaszélessége 1,5 m-ig fokozatmentesen állítható, a parcellahossz fokozatokban és fokozatmentesen is szabályozható. A gép tároló ládáiban lévő számozott dobozokban lehet előkészíteni az előre pontosan lemért mennyiségű és összetételű műtrágyát.

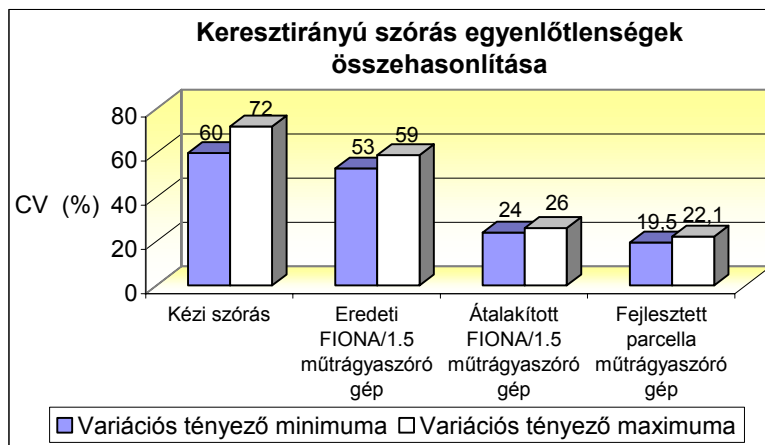
### 3.6. A munkaminőségi vizsgálatok eredményei

1. Kísérleti mérésekkel megállapítottam, hogy a fejlesztett parcella-műtrágyaszóró gép adagolás egyenlőtlensége (e) 0,26-0,56% között változott és nagyságrendekkel kisebb a szabványban megengedett értéknél (5%). A műtrágyaszóró gép végighaladva a parcellán, maradék nélkül kijuttatja a területre a parcella elején a gépbe töltött műtrágya mennyiségét. Megállapítható, hogy a fejlesztett műtrágyaszóró adagolás egyenlőtlensége kisebb, mint a vizsgált FIONA/1.5 folyamatos szóró parcellagépé.
2. A vizsgálatok egy teljes parcella szakaszon történtek, ezért a kapott eredmények lehetőséget adtak arra, hogy új megoldást alkalmazzak az adatok elemzésében. A 160 db mérőtálca eredményeit felhasználva 3 dimenziós ábrán mutatom be az egyes területelemekhez tartozó műtrágya mennyiségét. Az ábrán nyomon követhető, hogy a vizsgált terület egyes részein mennyi a kijuttatott műtrágya mennyisége. Példaként az ammóniumnitrát műtrágya teljes felületre szórását ábrázoltam a **10. ábrán** 300 kg/ha műtrágyamennyiség kijuttatása esetén. Vizsgálataim alapján kijelenthető, hogy a fejlesztett műtrágyaszóró keresztirányú szórás egyenlőtlensége (CV=19,5-22,1%) kedvezőbb mint a vizsgált FIONA/1.5 (CV=24-26%) folyamatosan szóró parcella-műtrágyaszóró gépé (**11. ábra**).



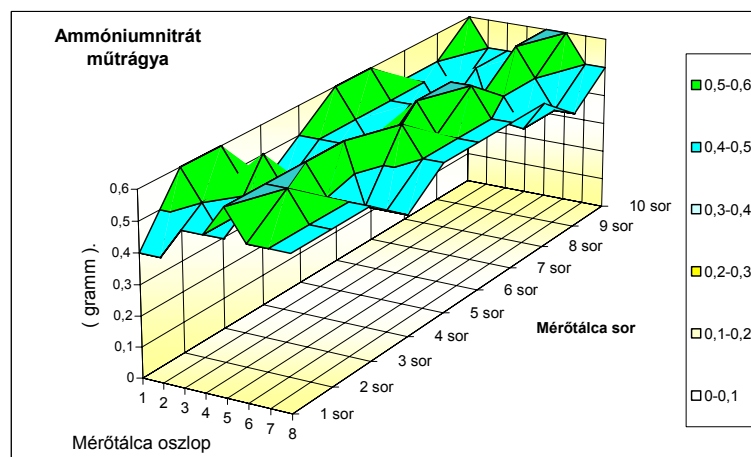
**10. ábra. Teljes felületre szórás esetén készült szóráskép.**

**A kijuttatott műtrágya mennyisége: 300 kg/ha**



**11. ábra. A kézi szórás a FIONA/1.5 műtrágyaszóró gép és a fejlesztett kísérleti parcella-műtrágyaszóró gép keresztirányú szórás egyenlőtlenségeinek összehasonlítása**

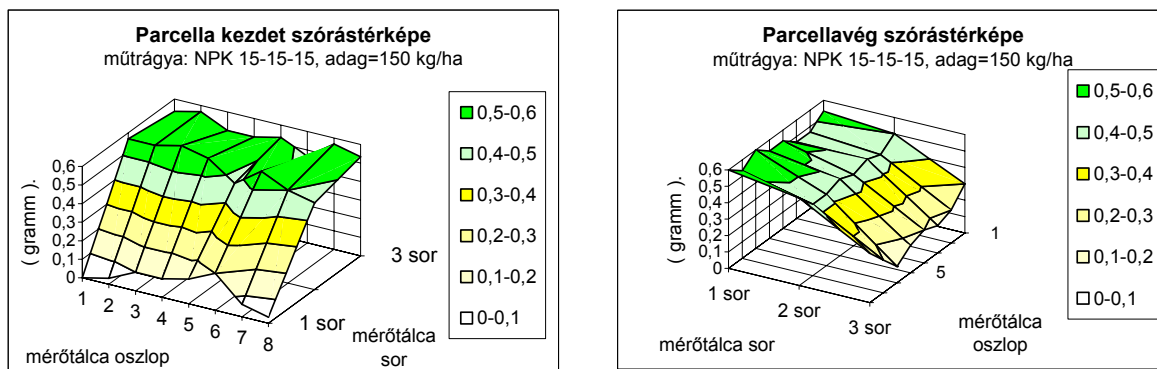
- Mérésekkel megállapítottam, hogy a kézi szórás egyenlőtlensége (CV=60-72%) lényegesen rosszabb, mint a gépi szórásé (CV=19-26%) (11. ábra).
- Mérésekkel bizonyítottam, hogy sorszórás esetén (12. ábra) a fejlesztett parcella-műtrágyaszóró gép szórás egyenlőtlensége kisebb, mint a teljes parcellafelületre szórás esetén (CV=8,6-11,6%).



**12. ábra. Sorszórás esetén készült szóráskép. Kijuttatott műtrágya mennyiség: 150 kg/ha.**

- A parcella elején a teljes szóráskép kialakulása folyamatosan megy végbe a fejlesztett műtrágyaszóró gépen, átlagosan 20-40 cm út megtétele közben (13. ábra). A kúpos rendszerű gépeken ez az úthossz 30-60 cm, a változások nem folyamatosak és általában tartalmaznak egy szakaszt, ahol a kijuttatott

műtrágya átlagosan másfélszerese a parcella egészére jellemző mennyiségnek (BETZWAR, 1992). A parcella végének környezetében hasonló vagy rövidebb szakasz megtétele után fejeződik be a szórás a fejlesztett gép használatakor. Vizsgálataim alapján megállapítottam, hogy a parcella elején és végén a fejlesztett műtrágyaszóró kedvezőbb szórási jellemzőkkel rendelkezik, mint az Oyjord-féle kúpos-cellás és Hege-féle kúpos-szalagos gépek.



**13. ábra. A parcella kezdetének és végének szórásképe**

## **4. ÚJ ÉS ÚJSZERŰ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK**

### **A FIONA/1.5 parcella-műtrágyaszóró gép átalakítása és vizsgálata alapján**

1. Kimutattam, hogy a tolóhengeres adagoló szerkezet milyen feltételek mellett és beállítási tartományban alkalmas egyedi parcellák műtrágyázására.
2. A műtrágya keresztirányú terítésének egyenletesebbé tételére oszlató lemezt alkalmaztam. Meghatároztam a lemez szögének hatását a szórás egyenlőtlenségre és kimutattam optimális beállítását (65-75°).

### **Az osztókúp fejlesztése és vizsgálata során elért eredmények**

1. Kidolgoztam egy elméleti módszert, amellyel modellezhető az osztókúp és a beöntő tölcser egytengelyűségi hibájának hatása a szétosztás egyenletességére.
2. Készítettem egy számítógépes közelítő modellt, mellyel szimulálható az osztókúp szöghelyzet hibájának hatása a szétosztás egyenletességére.  
A két közelítő modellel szerzett ismeretek birtokában az osztókúp optimális méretei, beállításai meghatározhatóak.
3. Kimutattam, hogy már kis méretű excentricitás (0,25-0,5 mm) és néhány fokos (2-3°) szögeltérés is jelentősen növeli a szétosztás egyenletlenségét.

### **A rotációs szétosztó vizsgálatának eredménye**

1. Kimutattam a rotációs szétosztó fordulatszáma és szétosztási egyenlőtlensége közötti összefüggést műtrágyák kijuttatása esetén. Meghatároztam optimális beállítását ( $n=1000 \pm 150$  1/min) (CV=2,6-4,3%).

## **A fogazott hevederes kijuttató fejlesztésének és vizsgálatának eredménye**

1. Kifejlesztettem egy fogazott hevederes műtrágya kijuttató egységet. Bizonyítottam, hogy szoros összefüggés van a hosszirányú eloszlás és a heveder fogparaméterei között és meghatároztam optimális értékét (fogosztás = 3-4 mm).

## **A kísérleti parcella-műtrágyaszóró fejlesztésének és vizsgálatának eredményei**

1. Kifejlesztettem egy új típusú parcella-műtrágyaszóró gépet.
2. Kimutattam, hogy a szakaszos működési elv pontosabb ( $e_{\text{szakaszos}}=0,28-0,42\%$ ) és egyenletesebb ( $CV_{\text{szakaszos}}=19,5-22,1\%$ ) műtrágya kijuttatást biztosít, mint a folyamatos működési elvű géptípus ( $e_{\text{folyamatos}}=4,8-7,6\%$ ); ( $CV_{\text{folyamatos}}=24-26\%$ ) vagy a kézi szórás ( $CV_{\text{kézi szórás}}=60-72\%$ ).
3. Bizonyítottam, hogy a fejlesztett hevederes szóró szerkezettel a parcella elején és végén rövidebb útszakaszra korlátozódik a szórás kép torzulása a kúpos rendszerű parcella gépekkel összehasonlítva.

## **5. A GYAKORLATBAN FELHASZNÁLHATÓ EREDMÉNYEK**

### **Javaslatok a FIONA/1.5 parcella-műtrágyaszóró gép átalakított változatának használatához**

Ha kisebb engedményeket tehetünk a kijuttatott műtrágyamennyiség pontossága terén és az egymást követő parcellákra nem kell különböző műtrágyamennyiséget kijuttatni, használatát javaslom a következő kiegészítésekkel:

1. A beállított adagmennyiséget minden esetben leforgatási próbával ellenőrizni szükséges, ugyanis a géphez mellékelt beállító tábla még arányaiban sem megbízható. 100 kg/ha műtrágya mennyiség alatt a kijuttatás pontossága még így is bizonytalan.
2. A keresztirányú szórás egyenletesség a felhelyezett oszlató-ütköző lemez hatására kielégítő pontosságú.
3. Állítható sortávú sorszórás valósítható meg a berendezéssel a felhelyezett kijuttató csöveknek köszönhetően.
4. A berendezés csak kézzel tolható, mozgatása nehéz fizikai munkával jár, ezért csak kis számú parcella kezelésére ajánlom. A parcellaösvény egyenetlenségei nagyon befolyásolják a mozgatás erőszükségletét. Ennek függvényében 2-3 dolgozó szükséges az egyenletes munka végzéséhez.

### **Javaslatok az osztókúp tervezéséhez és beépítéséhez**

1. Az osztókúp tervezése előtt ajánlom az excentricitást és a szöghelyzet hibát modellező számítógépes programok lefuttatását különféle osztókúp geometriai méretek esetén. A programok segítséget nyújtanak az ideális átmérők, kúpszögek kiválasztásában.
2. Az osztókúp használata előtt javaslom az osztókúp és az adagolóhenger egytengelyűségének gondos beállítását, mert már kis mértékű excentricitás (0,25-0,5 mm) is jelentősen ronthatja a szétosztás egyenletességét. Ezt a műveletet a gép használata előtt egyszer kell elvégezni.

3. A szórás megkezdése előtt a terepviszonyok figyelembe vételével az osztókúp vízszintességét is szükséges ellenőrizni. A beállító csavarral ez a művelet gyorsan elvégezhető.

### **Javaslatok a rotációs szétosztó beállításához**

A rotációs szétosztó használatát a következő kiegészítésekkel ajánlom.

1. A forgórész fordulatszámát műtrágyák kijuttatásánál 1000 l/min közelében javaslom beállítani.
2. A műtrágya rotációs szétosztóba vezetését célszerű egy vezetőkúppal megoldani, hogy a szemcsék forgórészbe történő központos beérkezése biztosított legyen.

### **Javaslatok a fogazott gumiheveder beépítéséhez**

1. A műtrágyát továbbító heveder fogosztását ajánlom 3-4 mm-re választani.
2. A parcellahossz beállítását egy próbaszórással célszerű ellenőrizni.

### **Javaslatok a kísérleti parcella-műtrágyaszóró használatához**

Az elkészült kísérleti parcella-műtrágyaszóró géppel végzett vizsgálatok alapján a következő javaslatok tehetők.

1. A gép alkalmas alpműtrágyázási és fejtrágyázási feladatok elvégzésére. A műtrágya mennyiséget parcellánként dobozokban minden esetben előre szükséges előkészíteni.
2. A kísérleti parcella-műtrágyaszóró gép kistraktorral vagy parcellatraktorral vontatható. Kis számú parcella esetén a kézzel tolt változatot javaslom.
3. A parcella teljes felületének szórására és tetszőleges sortávú sor szórására is ajánlható a berendezés. A parcella szélessége 1,5 m alatt legyen, javasolt parcellahossz: 6-12 m.

## 6. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK

### 6.1. Lektorált publikációk, folyóirat cikkek:

1. ANCZA, E – CSIZMAZIA, Z. – GINDERT, A. K. – **HAGYMÁSSY, Z.** 2002. Friction between fertilizer particles and different types of surfaces. Hungarian Agricultural Engineering. 15. 41-43.
2. CSIZMAZIA, Z. – BALLÓ, B. - KASZA, F.- **HAGYMÁSSY, Z.** – GINDERT, K. Á. – ANCZA, B.E. 2001. Súrlódásmérő készülék fejlesztése. Mezőgazdasági Technika. 42. 7.sz. 4-6.
3. **HAGYMÁSSY, Z.** 2003. Parcella műtrágyaszóró gép fejlesztése és munkaminőségének vizsgálata. Agrártudományi Közlemények. 12. 35-38.
4. **HAGYMÁSSY, Z.** 2003. Parcella műtrágyaszóró gép fogazott lapos hevederes szóró szerkezete. Agrártudományi Közlemények. 12. 39-41.
5. CSIZMAZIA, Z. - ANCZA, B.E. – GINDERT, K.Á. – **HAGYMÁSSY, Z.** 2002. Internal friction of fertilizers. AgEng International Conference on Agricultural Engineering, Budapest. 170-171.
6. **HAGYMÁSSY, Z.** 2002. Parcella műtrágyaszóró gép fejlesztése. EU konform mezőgazdaság és élelmiszerbiztonság Tudományos Konferencia. Debrecen. 362-368.
7. **HAGYMÁSSY, Z.** 2003. A szántóföldi kisparcellás kísérletek gépesítése. EU konform mezőgazdaság és élelmiszerbiztonság Tudományos Konferencia. Gödöllő. 142-148.

### 6.2. Nem lektorált konferencia előadások:

1. CSIZMAZIA, Z. – **HAGYMÁSSY, Z.** – GINDERT, K. Á. – ANCZA, B.E. 2001. Összetett műtrágya súrlódási viszonyainak vizsgálata. Georgikon napok. Keszthely. 1136-1139.
2. **HAGYMÁSSY, Z.** - CSIZMAZIA, Z. – GINDERT, K. Á. – ANCZA, B.E. 2002. Műtrágyaszemcsék belső súrlódása. MTA Agrár-műszaki Bizottság XXVI. Kutatási és fejlesztési tanácskozás. Gödöllő. 160-164.
3. GINDERT, K. Á. – **HAGYMÁSSY, Z.** - CSIZMAZIA, Z. - ANCZA, B.E. 2002. Műtrágyaszemcsék néhány fizikai jellemzője. Agrár-műszaki Bizottság XXVI. Kutatási és fejlesztési tanácskozás. Gödöllő. 165-169.
4. ANCZA, B.E. – GINDERT, K. Á. – **HAGYMÁSSY, Z.** - CSIZMAZIA, Z. 2002. Műtrágyaszemcsék súrlódása különböző felületeken. Agrár-műszaki Bizottság XXVI. Kutatási és fejlesztési tanácskozás. Gödöllő. 127-131.
5. **HAGYMÁSSY, Z.** 2003. Kisparcellás műtrágyaszóró gép korszerűsítése. Agrár-műszaki Bizottság XXVII. Kutatási és fejlesztési tanácskozás. Gödöllő. 38-42.

6. GINDERT, K. Á. – **HAGYMÁSSY, Z.** - ANCZA, B.E. 2004. Műtrágyák szórásképének jóslása a szemcsék vizsgálata alapján. Agrár-műszaki Bizottság XXVIII. Kutatási és fejlesztési tanácskozás. Gödöllő . 18.
7. ANCZA, B.E. – GINDERT, K. Á. – **HAGYMÁSSY, Z.** 2004. Röpítőtárcsás műtrágyaszóró gépek lapátjellemzőinek hatása a munkaszélességre és szóráségyenletességre. Agrár-műszaki Bizottság XXVIII. Kutatási és fejlesztési tanácskozás.Gödöllő. 41.
8. **HAGYMÁSSY, Z.** – GINDERT, K. Á. – ANCZA, B. E. 2004. Mikroparcella műtrágyaszóró gép vizsgálata. Agrár-műszaki Bizottság XXVIII. Kutatási és fejlesztési tanácskozás. Gödöllő. 7.
9. **HAGYMÁSSY, Z.** 2003. Analysis of gravitation cone distributor for probe parcels. Natural Resources and Sustainable Development, Oradea, 2003. 192.
10. GINDERT, K. Á. – **HAGYMÁSSY, Z.** - CSIZMAZIA, Z. - ANCZA, B.E. 2002. Műtrágyák fizikai jellemzőinek összehasonlító vizsgálata. Welmann Oszkár Tudományos Konferencia Hódmezővásárhely. 63.
11. **HAGYMÁSSY, Z.** - GINDERT, K. Á. – CSIZMAZIA, Z. 2002. Parcella műtrágyaszóró gép fejlesztése. Welmann Oszkár Tudományos Konferencia Hódmezővásárhely. 64.
12. GINDERT, K. Á. – **HAGYMÁSSY, Z.** - CSIZMAZIA, Z. - ANCZA, B.E. 2002. Műtrágyák aerodinamikai jellemzőinek vizsgálata. V. Nemzetközi Élelmiszertudományi Konferencia. Szeged. 119-120.
13. ANCZA, B.E. – GINDERT, K. Á. – **HAGYMÁSSY, Z.** - CSIZMAZIA, Z. 2002. Műtrágyaszóró gép munkaminőségi jellemzői. V. Nemzetközi Élelmiszertudományi Konferencia. Szeged. 147-148.
14. **HAGYMÁSSY, Z.** - CSIZMAZIA, Z. – GINDERT, K. Á. – ANCZA, B.E. 2002. Módosított parcella szórógép vizsgálata, V. Nemzetközi Élelmiszertudományi Konferencia. Szeged. 125-126.

### **6.3. Egyéb:**

1. **HAGYMÁSSY, Z.** 1999. Műszaki rajz feladatok. Főiskolai jegyzet. Napló Média Kft. Debrecen.