

**SZENT ISTVÁN EGYETEM**

**Alkalmazkodó, környezetkímélő talajművelés feltételeinek  
megteremtése szántóföldi körülmények között**

**Doktori (PhD) értekezés tézisei**

**Földesi Petra**

**Gödöllő  
2013**

**A doktori iskola megnevezése:**  
Növénytudományi Doktori Iskola

**Tudományága:**  
Növénytermesztési- és kertészeti tudományok

**Vezetője:**  
Dr. Heszky László  
egyetemi tanár, az MTA r. tagja  
SZIE Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar  
Genetika és Biotechnológiai Intézet

**Témavezető:**  
Dr. Gyuricza Csaba  
egyetemi docens, PhD  
SZIE Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar  
Növénytermesztési Intézet

.....  
Az iskolavezető jóváhagyása

.....  
A témavezető jóváhagyása

## 1. A MUNKA ELŐZMÉNYEI, A KITŰZÖTT CÉLOK

Az 1990-es évek elején Magyarország 9,3 millió hektár összes területének mintegy 69,6%-a volt mezőgazdasági terület, amely a 2012. évre 57,4%-ra csökkent. A mezőgazdasági területtől a szántóterület mérete a több mint 4,7 millió hektárról 4,3 millió hektárra esett vissza (KSH 2012).

Néhány évtizede még a nagy termésátlagokra való törekvés, az intenzív növénytermesztés jellemezte a magyar mezőgazdálkodás növénytermesztési ágazatát, emiatt háttérbe szorult a talaj termőképességét, szerkezetét, biológiai állapotát szem előtt tartó földhasználat. Napjainkban viszont világszerte a földművelési rendszerek fenntartható alkalmazása került középpontba, mivel a mezőgazdasági termelés során a környezetet károsító egyes kémiai anyagok mellett a talajművelési rendszer szakszerűtlen megválasztása többletkiadást, talajdegradálódást, valamint a környezet károsítását eredményezheti.

A talajművelésben két alapművelési forma létezik (szántásos és szántás nélküli), amelyek közül ma hazánkban még a forgatásos (szántásos) tekinthető uralkodónak, de egyre inkább terjedőben vannak a szántás nélküli talajművelési rendszerek is. Az utóbbi évtizedekben több okból is nagyobb jelentőséget kapott az energiatakarékos termelés és a környezetbarát technológiák alkalmazása, amely a termelési költségek folyamatos revíziójával jár együtt (RÁCZ 2009). Az alkalmazkodó, a termőhelyi adottságokhoz igazodó talajművelési rendszerek használata elkerülhetetlen a jövőben a hosszútávon fenntartható és környezetkímélő mezőgazdálkodás érdekében.

Rövid és hosszú távú tartamkísérletekben világszerte számos vizsgálat folyik a különféle művelési rendszerek talajállapota és környezetre gyakorolt hatásának összehasonlítására. E művelési rendszerek szántóföldi körülmények közötti vizsgálatáról azonban már jelentősen kevesebb szakirodalom ad tájékoztatást. A szántóföldi vizsgálatok eredményei hozzájárulhatnak és a gyakorlat számára is fontos kiegészítő információkkal szolgálhatnak a talajművelési rendszerek fizikai talajállapota gyakorolt hatásának pontosításához.

Kutatási munkám célkitűzései az alábbiak voltak:

- A hagyományos művelési rendszer hatásának vizsgálata és értékelése a talaj fizikai állapotára szántóföldi körülmények között, különös tekintettel a talaj agronómiai szerkezetére, ellenállására és a növénytermesztés eredményességét befolyásoló talajnedvesség-tartalomra.
- Az évjáráthatás vizsgálata, értékelése az agronómiai szerkezet, a talajellenállás és a talajnedvesség szempontjából.

- A hagyományos művelési rendszer gazdaságosságának megítélése adott éghajlati és termőhelyi viszonyok között, az alkalmazott művelési mód ökonómiai szempontú vizsgálata.

Munkámban szántóföldi körülmények között tanulmányoztam a hagyományos művelési rendszer hatását a talaj fizikai állapotára. Arra a kérdésre kerestem a választ – és egyben a dolgozat célja is annak vizsgálata – hogy adott termőhelyi és éghajlati viszonyok között a több éven keresztül alkalmazott hagyományos művelési rendszer milyen hatással van a talaj fizikai állapotára, illetve a hagyományos művelés ökonómiai szempontból jövedelmezőnek minősíthető-e. A talajállapot értékelésekor elsősorban azt vizsgáltam, hogy több éven keresztül a hagyományos talajművelés hatására hogyan változik a növénytermesztés eredményességét befolyásoló talajnedvesség-tartalom, a talaj ellenállása és agronómiai szerkezete.

A talaj fizikai állapotának pontos értékeléséhez az időjárási tényezőket is célszerű figyelembe venni. Az utóbbi években Magyarországon is egyre jellemzőbbek a szélsőséges időjárási viszonyok, ezért a talajállapot-vizsgálatok kiértékeléséhez az évjárat hatását is figyelembe vettem a talajnedvesség, a talajellenállás és az agronómiai szerkezet vonatkozásában. A dolgozat célja volt továbbá adott termőhelyi és éghajlati viszonyok között a hagyományos művelési rendszer ökonómiai szempontú értékelése.

## 2. ANYAG ÉS MÓDSZER

### 2.1. A szántóföldi kísérleti körülmények bemutatása

#### 2.1.1. Földrajzi elhelyezkedés

A kísérleteket 2004-ben Közép-Magyarországon, Pest megyében Pánd (É. Sz. 47°21'01''; K. H. 19°38'00''; tengerszint feletti magasság: 129 m) és Káva (É. Sz. 47°21'04''; K. H. 19°34'44''; tengerszint feletti magasság: 157 m) települések között elhelyezkedő szántóterületeken állítottuk be hat gazdaságban (GOOGLE EARTH 2012). A völgyben fekvő tájat több domb határolja, de a beállított kísérletek sík területen helyezkednek el.

#### 2.1.2. Éghajlati viszonyok

A kísérleti terület egzakt éghajlati adottságairól az Országos Meteorológiai Szolgálat Éghajlati Szolgáltató Osztálya biztosított adatokat a vizsgált évekre vonatkozóan. A havi középhőmérsékleti adatokat a kísérleti területhez legközelebb elhelyezkedő, Tápiószelén működő automata meteorológiai állomás mérései alapján vettük figyelembe. Az évi középhőmérséklet három éves átlaga 10,09 °C (három éves havi átlag: maximum júliusban 21,43 °C; minimum januárban -1,97 °C). Az évi középhőmérséklet a 2005. évben volt a legalacsonyabb a térségben (9,81 °C).

A csapadékmennyiségre vonatkozó adatoknál Nagykáta térségére vonatkozóan a helyben működő csapadékmérő állomás méréseit vettük alapul. A havi csapadékmennyiségek három éves átlagát tekintve augusztus (99,43 mm) és június (71,20 mm) hónapokban jelentős mennyiségű csapadék hullott. A legkevesebb csapadék októberben (19,50 mm) esett. A három vizsgálati év közül a csapadék szempontjából a 2005. év bizonyult a legcsapadékosabbnak (évi csapadék: 702,1 mm) és a csapadék havi összegét tekintve is ezen év augusztusában volt legnagyobb a csapadék havi összege (137,1 mm).

#### 2.1.3. Talajadottság

A vizsgált területek a Tápió-mente Gödöllői-dombságra eső települések (Káva és Pánd) határában találhatóak, ahol a magasabban fekvő, eróziós-deráziós völgyekkel erősen tagolt löszös dombháton és lejtőkön közepes termőképességű csernozjom barna erdőtalaj az uralkodó (DUSEK 2007). A szántóföldi kísérletek beállításáig a vizsgált kísérleti területeken korábban sohasem került sor talajvizsgálatra, ezért 2004-2006 között a betakarítást követően átlagmintákat vettünk a talaj 0-20 és 20-40 cm-es rétegéből. A kevert talajmintákat minden egyes kísérlet esetében homogén területről gyűjtöttük úgy, hogy képzeletbeli átlók mentén haladva a vizsgált területről több

ponton vettünk azonos tömegű talaj-részmintát, amelyet összekeverés után beszállítottunk a laboratóriumba. A begyűjtött talajminták elemzése alapján az Arany-féle kötöttség, a talajok pH-ja, a kalcium-karbonát tartalom, a humusz %, valamint a foszfor és kálium ellátottság került kiértékelésre (1. táblázat).

1. táblázat: A talajvizsgálat eredménye az A, B, C, D, E és F kísérletekben (2004-2006)

	<b>K<sub>A</sub></b>	<b>pH<sub>KCL</sub></b>	<b>Humusz %</b>	<b>CaCO<sub>3</sub> %</b>	<b>AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mg/kg</b>	<b>AL-K<sub>2</sub>O mg/kg</b>
<b>A</b>	37	6,74	2,61	5,54	220	161
<b>B</b>	38	7,22	1,26	15,38	66	62
<b>C</b>	38	6,85	2,46	2,73	107	141
<b>D</b>	39	6,66	2,18	2,58	114	139
<b>E</b>	38	6,85	2,46	2,73	107	141
<b>F</b>	38	5,7	2,75	0	230	234

#### 2.1.4. A kísérletek termesztéstechnológiai adatai

A beállított szántóföldi kísérletek mindegyikében hagyományos talajművelést alkalmaztak a vizsgált időszakban (2004-2006). A hagyományos művelést általában az ésszerűnél több menetszám, valamint az idő- és energiaigényes beavatkozások jellemezték. A művelés mélysége a növények igényéhez és a rendelkezésre álló eszközökhöz igazodott. A betakarítást követően a tarlómaradványokat a tenyészdíon kívüli időszakban nem használták fel a talajfelszín takarására, a talaj védelmére és a nedvességveszteség csökkentésére. A tarlómaradványoktól mentes, aprómorzsás magágy kialakítása volt az elérendő cél. A beállított szántóföldi kísérletekben a talajművelési rendszerek a növények betakarítása után mindhárom évben azonosak voltak: a feltalaj tárcsázása után az őszi szántás következett (30 cm). A műtrágya kijuttatása ősszel és tavasszal történt az előző évi növény fajától és termésmennyiségétől függően. Tavasszal, a vetés előtt a talajt kultivátorral lazították. A vizsgált kísérleti területeken a három év alatt kukoricát és napraforgót termesztettek. Köztes védőnövények, zöldtrágyanövények, talajszerkezet-javító növények termesztése nem történt, a talajfelszín tarlómaradványokkal nem takarták a talaj védelme és a nedvességveszteség csökkentése érdekében, továbbá a vetésváltás talajtermékenység és termelékenység szempontjából történő alkalmazása nem volt tudatos. Az egyes kísérleteknél a növényi sorrend alakulását a 2. táblázat szemlélteti.

2. táblázat: A kísérleti területek növényi sorrendje 2004-2006 között

	2004	2005	2006
<b>A kísérlet</b>	kukorica	napraforgó	kukorica
<b>B kísérlet</b>	kukorica	napraforgó	kukorica
<b>C kísérlet</b>	kukorica	kukorica	napraforgó
<b>D kísérlet</b>	kukorica	kukorica	kukorica
<b>E kísérlet</b>	kukorica	kukorica	napraforgó
<b>F kísérlet</b>	kukorica	kukorica	kukorica

## 2.2. Vizsgálati módszerek és eszközök

### 2.2.1. A talajnedvesség-tartalom vizsgálata

A talaj nedvességtartalmának meghatározása 2004-ben két alkalommal (júniusban és szeptemberben), 2005-ben és 2006-ban három alkalommal (májusban, augusztus végén és októberben) történt. A talaj nedvességtartalmának meghatározásakor szűrőbot segítségével vettünk mintát 10 cm-enként 50 cm-es mélységig, háromszori ismétléssel. A talajminták nedvességtartalmát szárítószekrényes eljárással, 105 °C-on, tömegállandóságig történő szárítással határoztuk meg.

### 2.2.2. A talajellenállás vizsgálata

A tömörödött rétegek vizsgálatára az egyik leggyakrabban alkalmazott módszert, a talajellenállás mérését alkalmaztam. A szántóföldi kísérletekben a talajellenállás mérése mechanikus elven működő rugós penetrométerrel történt (DARÓCZI és LELKES 1999). A vegetációs időszakokban 2004-ben két (júniusban és szeptemberben), 2005-ben és 2006-ban három alkalommal (májusban, augusztus végén és októberben) háromszori ismétlésben, 10 cm-ként, 50 cm mélységig határoztam meg a talaj ellenállását.

### 2.2.3. A talaj agronómiai szerkezetének vizsgálata

A kísérleti területeken a talaj agronómiai szerkezetét száraz szitálással határoztam meg. A hat gazdaságban 2004-ben két (június és szeptember), 2005-ben és 2006-ban évente három alkalommal (május, augusztus és október) háromszori ismétlésben végeztem szerkezet-vizsgálatokat. Vizsgálataimhoz a területről begyűjtött mintákat légszárazra szárítást követően 7 különböző lyukbőségű szitán (20, 10, 5, 3, 1, 0,5 és 0,25 mm) átrostálva 8 mérettartomány szerinti frakcióra osztottam. A frakciók tömegét megmértem, és mennyiségüket a minta tömegszázalékában kifejezve megállapítottam a talaj százalékos rög-, morzsa- és porösszetételét.

#### **2.2.4. Az ökonómiai vizsgálat**

A vizsgálat tárgyát képező hat családi gazdaság nem rendelkezett évekre visszamenő, teljes körű, hiteles, megbízható termelési és költség-nyilvántartásokkal. Ezért a vizsgálataimhoz kiválasztottam azt a gazdaságot (B kísérlet), amely a legtöbb, az ökonómiai vizsgálat szempontjából releváns adattal rendelkezett. A kiválasztott gazdálkodóval folytatott konzultáció során adatgyűjtő lapra összegyűjtöttem a költségszámításhoz szükséges adatokat egy hektárra vetítve. A mezőgazdálkodáson kívül egyéb gazdasági tevékenységet is folytatott a gazdálkodó (tűzelő- és építőanyag vállalkozás), így az általános költségek a szántóföldi gazdálkodásra nem voltak elkülönítve. Mivel a jövedelem meghatározásához – a termelési érték és a termelési költség különbözetéhez – az általános költségek nem álltak rendelkezésre, ezért az ökonómiai elemzés alapjául a fedezeti hozzájárulás vizsgálatát választottam.

A fedezeti hozzájárulás – amely a termelési érték és a közvetlen változó költség különbözete – tartalmazza az ágazat nyereségét és egyben fedezetet is nyújt az állandó költségekre. A közvetlen költségeken belül az összes anyagköltséget, a segédüzemi költséget, a szántóföldi növény vizsgált évre vonatkozó egységárát (Ft/t) és hozamát (t/ha), valamint az ezek szorzataként kapott termelési értéket vettem figyelembe.

#### **2.3. Statisztikai értékelés**

A talaj nedvességtartalmát, az ellenállását és az agronómiai szerkezetét Excel program segítségével értékeltem. Statisztikai értékelésre egytényezős varianciaanalízist alkalmaztam (SVÁB 1981, BARÁTH et al. 1996).

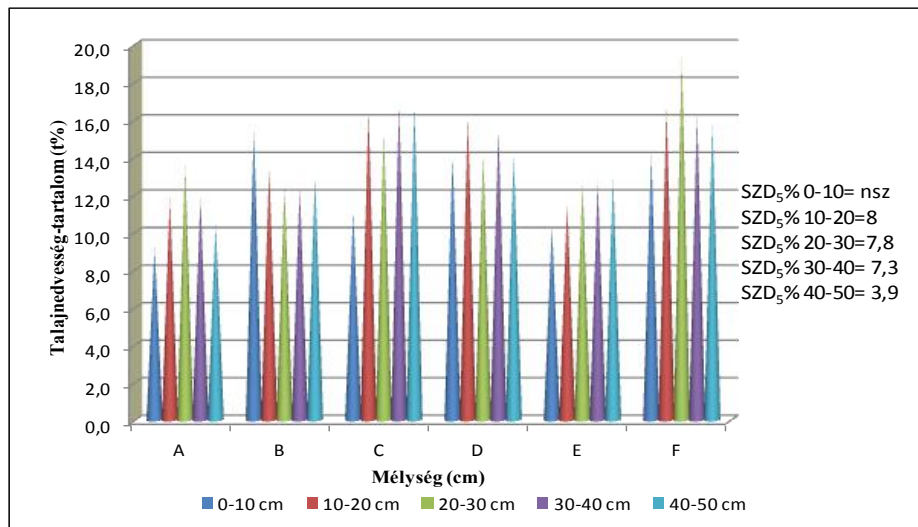


### 3. EREDMÉNYEK

#### 3.1. A talaj nedvességtartalom mérések eredményei

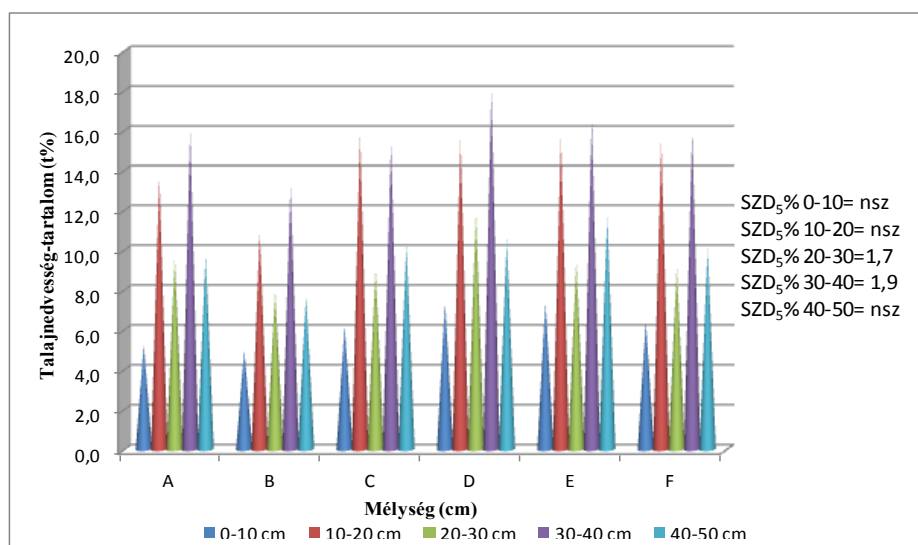
##### 3.1.1. A nedvességtartalom eredmények a vizsgált években

2004-ben a kísérletek között szignifikáns volt a különbség (1. ábra) a 10-20 ( $SzD_{5\%} 10-20=8$ ), a 20-30 ( $SzD_{5\%} 20-30=7,8$ ), a 30-40 ( $SzD_{5\%} 30-40=7,3$ ) és a 40-50 cm mélységben ( $SzD_{5\%} 40-50=3,9$ ).



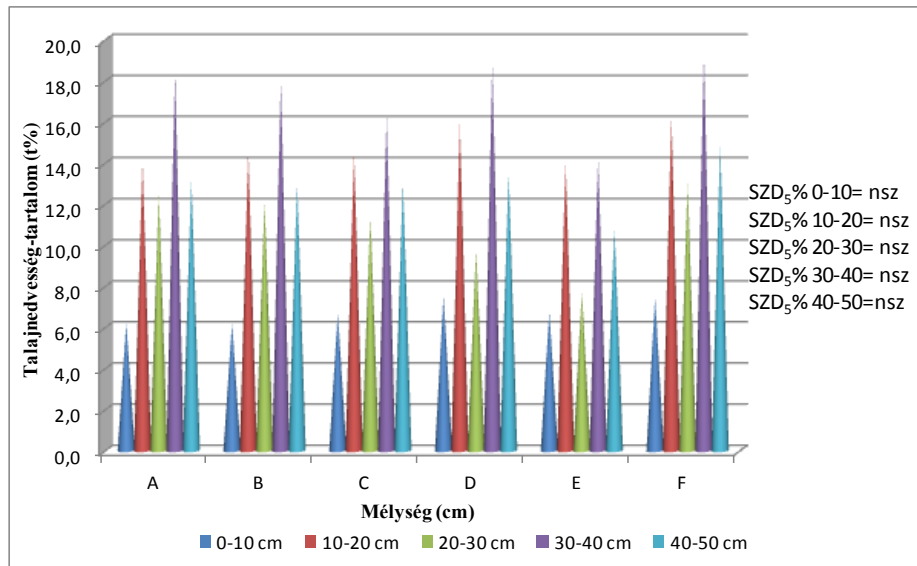
1. ábra: A talajnedvesség alakulása az egyes kísérletekben a 0-50 cm mélységben (2004)

A három vizsgált év közül a 2005. év bizonyult a legcsapadékosabbnak (702,1 mm). A 20-30 ( $SzD_{5\%} 20-30=1,7$ ) és a 30-40 cm-es ( $SzD_{5\%} 30-40=1,9$ ) mélységben szignifikáns különbség tapasztalható a kísérletek között (2. ábra).



2. ábra: A talajnedvesség alakulása az egyes kísérletekben a 0-50 cm mélységben (2005)

A vizsgálat utolsó évében a csapadék évi mennyisége jelentősen kevesebb volt (559,3 mm), mint az előző évben. A 2006. évben egyik mélységben sem találtam szignifikáns különbséget a kísérletek között (3. ábra). A legnagyobb talajnedvesség-tartalmat minden kísérletnél a 30-40 cm mélységben mértem. Hasonlóan a 2005. évhez, ebben az évben is a 40 cm mélység elérése után a nedvességértékek kiugróan alacsonyak voltak. Feltehetően ennek az az oka, hogy a 40 cm mélység alatt a nedvességforgalmat tömör réteg akadályozta.



3. ábra: A talajnedvesség alakulása az egyes kísérletekben a 0-50 cm mélységben (2006)

### 3.1.2. A nedvességtartalom eredmények értékelése az évjárathatás szempontjából

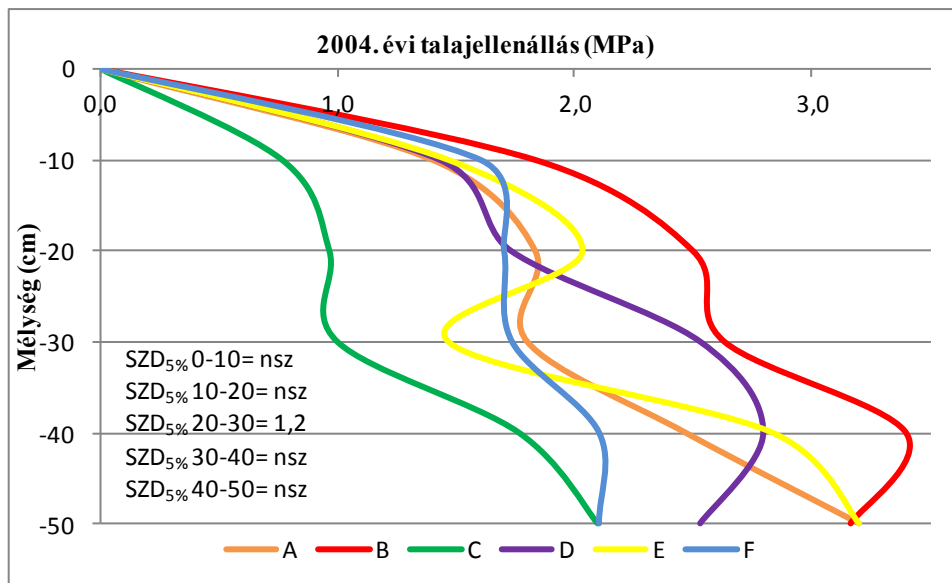
A vizsgálatok évek közötti összehasonlításakor a 10-20 cm mélység kivételével minden mélységben szignifikáns különbséget tapasztaltam, tehát az évjárathatás ezekben a mélységekben igazolható volt. A talaj nedvességtartalma a 10-20 cm mélységben nem az évjárathatástól függött, hanem az alkalmazott agrotechnikától. Tehát a hagyományos talajművelés hatása a nedvességtartalomra a 10-20 cm talajmélységben mutatkozott meg.

## 3.2. A talajellenállás mérés eredményei

### 3.2.1. A talajellenállás mérés eredményei a vizsgált években

2004-ben a talajellenállás vizsgálatokor a 20-30 cm közötti mélységben szignifikáns eltérést találtam a kísérletek között ( $SzD_{5\%}20-30=1,2$ ). A többi mélységnél nem volt statisztikailag igazolható a különbség. A talajellenállás-mérések átlagai alapján az A, B és E kísérleteknél a penetrációs ellenállás meghaladta a 3 MPa értéket. A vizsgálat első évében az eredmények alapján

megállapítható, hogy a szántás legalább a 30 cm mélységig minden egyes kísérletben kellően lazult talajállapotot eredményezett (4. ábra).

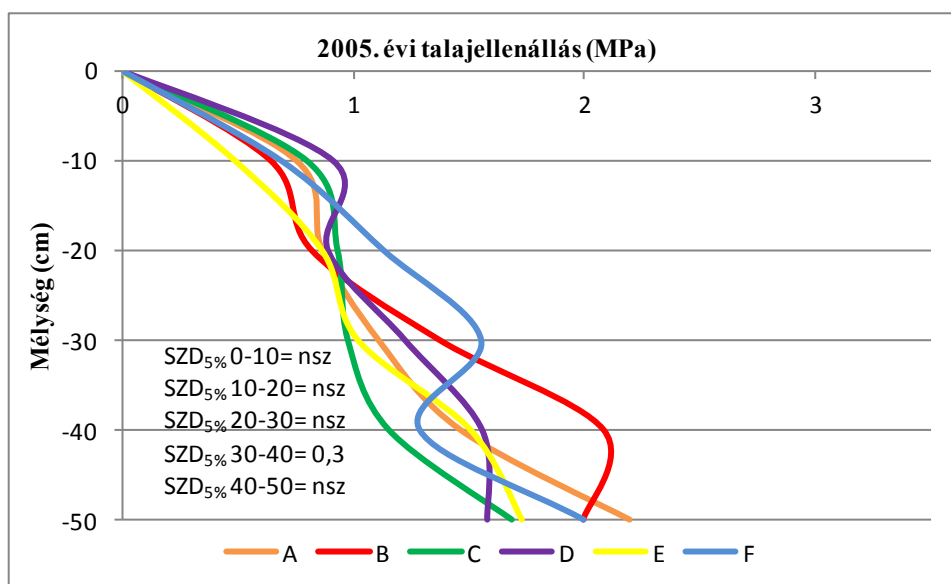


Nedvességtartalom tömegszázalékban a vizsgált mélységben:

	A	B	C	D	E	F
0-10	9,2	15,4	11,1	14	10,3	14,2
10-20	11,8	13,3	16,5	16,1	11,5	16,6
20-30	13,5	12,4	15,3	14,2	12,6	19,3
30-40	11,8	12,3	16,8	15,4	12,6	16,2
40-50	10,4	12,9	16,8	14,1	12,8	15,8

4. ábra: A talajellenállás alakulása az egyes kísérletekben a 0-50 cm mélységben adott nedvességtartalomnál (2004)

2005-ben a 30-40 cm közötti mélységben ( $SzD_{5\%} 30-40=0,3$ ) találtam szignifikáns eltérést a kísérletek között (5. ábra). A vizsgálat második évében az eredmények alapján megállapítható, hogy a szántás minden kísérletben a 30 cm mélységig kellően lazult talajállapotot eredményezett. A vizsgált évben a talajellenállás átlagértékei a 3 MPa-t nem érték el az egyes kísérleteknél, így az értékek alapján káros tömörödés nem feltételezhető a talajban. Az 5. ábrán azonban látható, hogy mely mélységnél kezdődik a rosszabb állapot. Az ábrán a művelés mélysége alatt megfigyelhető a kedvezőtlen állapot. A vizsgált évben a szántás mélysége alatt az eketalp réteg érzékelhető, csak a nedvesség miatt az értékek kisebbek, mint 3 MPa. A lazítás, valamint a talajművelési mélység időnkénti változtatása indokolt lehet a művelőtalp tömörödés elkerülése miatt.



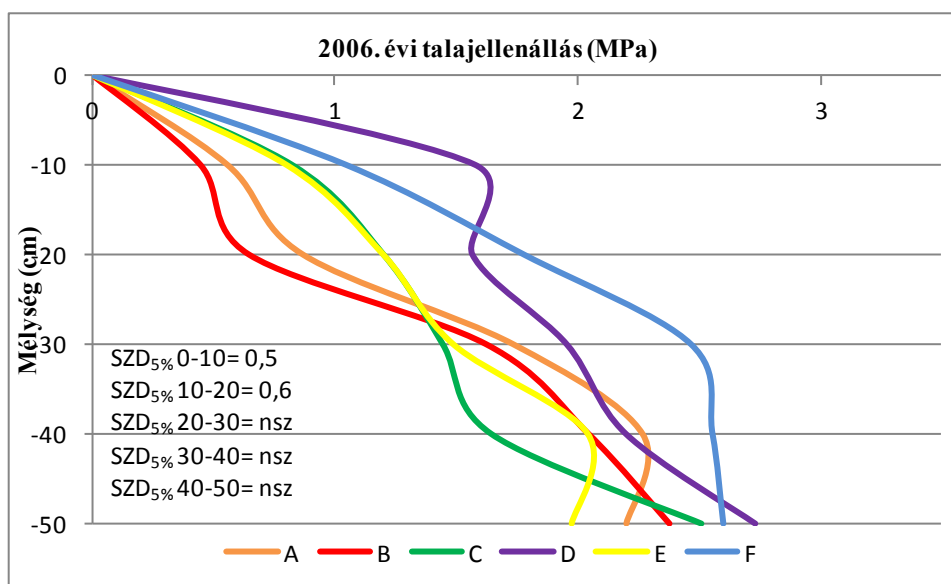
Nedvességtartalom tömegszázalékban a vizsgált mélységben:

	A	B	C	D	E	F
0-10	5,2	5	6,2	7,4	7,4	6,4
10-20	13,7	10,9	15,7	15,6	15,6	15,5
20-30	9,6	7,9	9	11,9	9,4	9,1
30-40	16	13,2	15,3	18,1	16,6	16
40-50	9,8	7,7	10,2	10,6	11,7	10,1

5. ábra: A talajjellenállás alakulása az egyes kísérletekben a 0-50 cm mélységben adott nedvességtartalomnál (2005)

2006-ban (6. ábra) a 0-10 ( $SzD_{5\%}0-10=0,5$ ) és 10-20 cm ( $SzD_{5\%}10-20=0,6$ ) közötti mélységben szignifikáns volt az eltérés a kísérletek között. A vizsgálat utolsó évében az eredmények alapján megállapítható, hogy a több éve azonos mélységben végzett szántás hatására 30 cm alatt mindenütt nőtt a talajjellenállás értéke. A művelés mélysége alatt az ún. eketalp réteg a vizsgált évben érzékelhető, de a nedvesség miatt kisebbek az értékek, mint 3 MPa.

A talajjellenállással kapcsolatos mérések összefoglalásaképpen elmondható, hogy a hat vizsgált szántóföldi kísérletnél az első évben a művelés mélységében, a második évben a művelés mélysége alatt, a harmadik évben a talaj felső 0-20 cm mélységében állapítottam meg szignifikáns eltérést a kísérletek között. A vizsgálat első évében 3 MPa feletti értéket az A (40-50 cm-es mélységnél), B (30-40 és 40-50 cm-es mélységnél), valamint az E (40-50 cm-es mélységnél) kísérletnél tapasztaltam. A 2005. és 2006. évi talajjellenállás-mérések átlagai egyik kísérletnél sem érték el a 3 MPa-t, azonban a tömör réteg jelenléte a művelés mélysége alatt, az ábrák alapján megfigyelhető volt.



Nedvességtartalom tömegszázalékban a vizsgált mélységben:

	A	B	C	D	E	F
0-10	6,2	6,2	6,7	7,5	6,7	7,5
10-20	14	14,4	14,4	15,9	14	16,3
20-30	12,5	12,1	11,3	9,8	7,7	13
30-40	18,3	17,9	16,2	18,7	14,2	19,2
40-50	13,2	12,9	13	13,5	10,8	14,8

6. ábra: A talajellenállás alakulása az egyes kísérletekben a 0-50 cm mélységben adott nedvességtartalomnál (2006)

### 3.2.2. A talajellenállás eredmények értékelése az évjáráthatás szempontjából

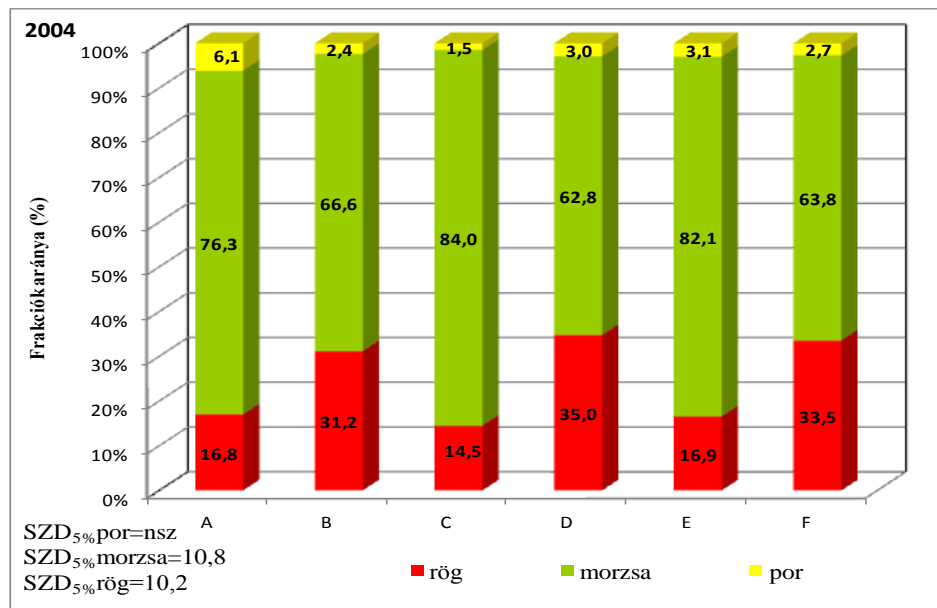
A talajellenállás évjáráthatás szempontjából történő vizsgálata a vizsgált évben mért adatok átlagának évek közötti összehasonlításával történt. Megállapítottam, hogy minden mélységben szignifikáns az eltérés a vizsgált évek között ( $SzD_{5\%} 0-10=0,2$ ;  $SzD_{5\%} 10-20=0,2$ ;  $SzD_{5\%} 20-30=0,2$ ;  $SzD_{5\%} 30-40=0,2$ ;  $SzD_{5\%} 40-50=0,2$ ), tehát az évjárat nagymértékben befolyásolta a talajellenállás-értékeket. A kísérletek között ugyanakkor szignifikáns különbséget nem találtam.

### 3.3. Az agronómiai szerkezetvizsgálatok eredményei

#### 3.3.1. A talaj agronómiai szerkezetének vizsgálati eredményei

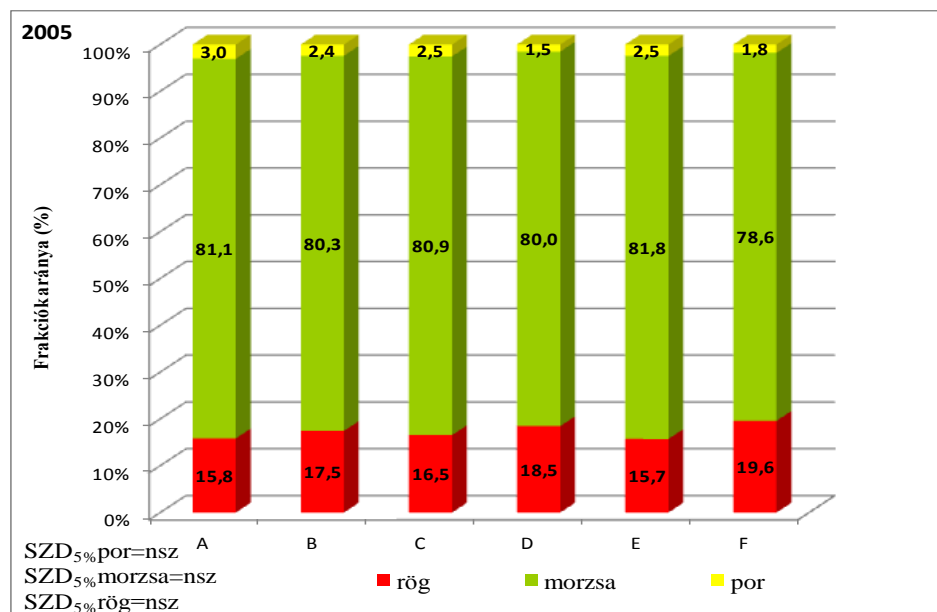
A 2004. évben a talaj 62,8 - 84,0%-át alkották a morzsafrakcióban lévő szemcsék. A morzsafrakcióban szignifikáns volt az eltérés a kísérletek között ( $SzD_{5\%} \text{morzsa} = 10,8$ ). Ebben az évben tapasztaltam a rögfrakció legmagasabb arányát a gazdaságokban (14,5 - 35,0%), valamint a rögfrakció aránya ebben az évben mutatta a legnagyobb heterogenitást a kísérletek között. Ennél a frakciónál is szignifikáns volt az eltérés ( $SzD_{5\%} \text{rög} = 10,2$ ). 2004. évben a porfrakció aránya a

vizsgált gazdaságokban 1,5 - 6,1% között változott, szignifikáns eltérést itt nem találtam a kísérletek között (7. ábra).



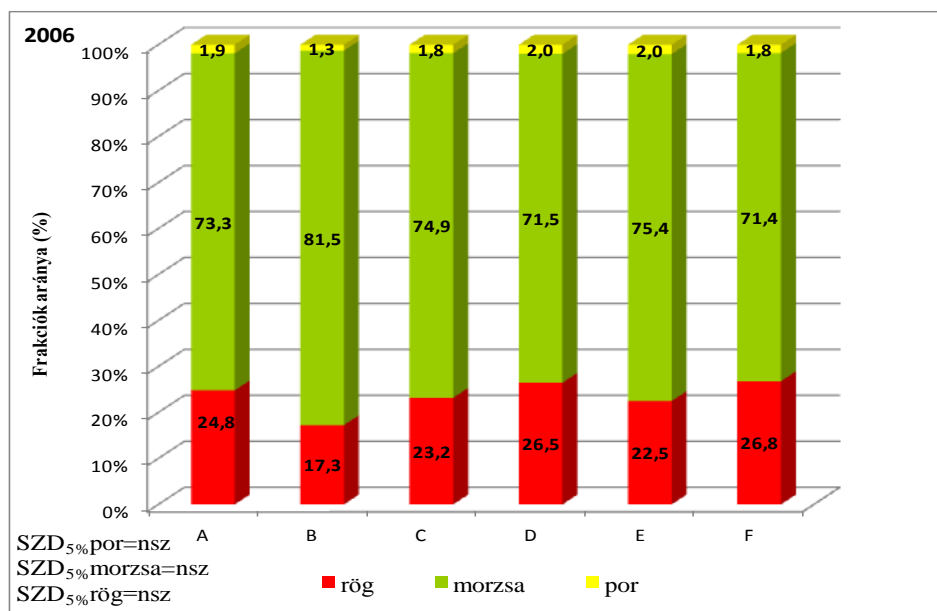
7. ábra: Az agronómiai szerkezet alakulása az A, B, C, D, E, F kísérletekben (2004)

2005-ben a növénytermesztés szempontjából ideális volt a morzsafrakció aránya (78,6 - 81,8%). Az F kísérlet kivételével mindegyik kísérletben 80%, vagy afeletti morzsafrakció arányt regisztráltam, ami a magyarországi talajok esetében kivételesnek mondható (8. ábra). Az A és B kísérlet esetében, ahol vetésváltást alkalmaztak (mindkét gazdaságban napraforgót termesztettek a vizsgált évben), nagyobb mértékű volt a rögfrakció arányának a csökkenése, mint a többi kísérletnél.



8. ábra: Az agronómiai szerkezet alakulása az A, B, C, D, E, F kísérletekben (2005)

A 2006. évi eredmények alapján megállapítható, hogy a B kísérlet kivételével – ahol az egyedüli morzsafrakció-növekedés történt – mindegyik kísérletben a rögfrakció arányában következett be a legnagyobb mértékű változás: a B kísérlet kivételével mindenhol emelkedett a rögfrakció aránya az előző évhez képest. A három vizsgált év során ebben az évben bizonyult a legkisebb mértékűnek a porfrakció aránya a kísérleteknél, egyik esetben sem haladta meg a 2%-ot (1,3 - 2,0%).



9. ábra: Az agronómiai szerkezet alakulása az A, B, C, D, E, F kísérletekben (2006)

### 3.3.2. Az agronómiai szerkezetvizsgálat eredményeinek értékelése az évjárathatás szempontjából

Egyik frakcióméretnél sem találtam szignifikáns eltérést az évek között. A 2004. évben bizonyult a legnagyobbak a rögfrakció aránya, nagymértékű rögösödést azonban nem tapasztaltam. A vizsgált években a hat kísérletet figyelembe véve az agronómiai szempontból kedvező morzsafrakció legnagyobb arányát (a kísérleteknél mért értékek átlaga) a 2005. évben tapasztaltam. Bár a három vizsgált év közül ez az év bizonyult a legcsapadékosabbnak, a vizsgált évek összehasonlítása során nem volt statisztikailag igazolható különbség az évek között. Vélhetően ennek az az oka, hogy a talajhasználat hosszabb időszak alatt befolyásolja az agronómiai szerkezetet.

### 3.4. Az ökonómiai vizsgálat eredményei

#### 3.4.1. Az alkalmazott hagyományos talajművelési mód ökonómiai vizsgálata

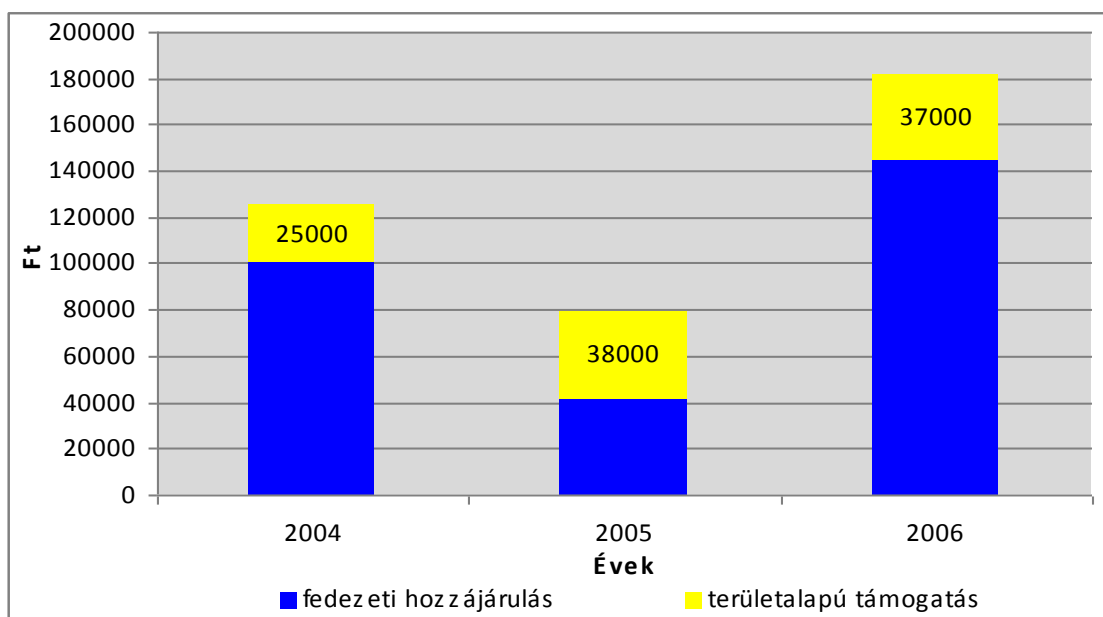
Az ökonómiai elemzéshez a közvetlen költségeken belül az összes anyagköltséget, a segédüzemi költséget, a szántóföldi növény vizsgált évre vonatkozó egységárát (Ft/t) és hozamát

(t/ha), valamint az ezek szorzataként kapott termelési értéket, tehát a hektáronkénti árbevételt vettem figyelembe. Mivel a jövedelem meghatározásához – a termelési érték és a termelési költség különbségéhez – az általános költségek nem álltak rendelkezésre, ezért a fedezeti hozzájárulás vizsgálatát választottam.

A fedezeti hozzájárulás összege így 2004-ben kukoricánál 100 098,5 Ft, 2005-ben napraforgónál 41 596,4 Ft, 2006-ban kukoricánál 144 524 Ft volt hektáronként, amely magában foglalta a nyereséget és fedezetet biztosított az állandó költségekre.

### 3.4.2. Az ökonómiai vizsgálati eredmények összegzése

A 10. ábra a kerekített területalapú támogatással kiegészített fedezeti hozzájárulást mutatja a vizsgált években. A területalapú támogatás összege is hektáronként szerepel, ami a gazdálkodó részére kifizetett összes területalapú támogatás és a gazdálkodó összterületének a hányadosa. Az ábrán látható, hogy a fedezeti hozzájárulást (így a gazdálkodó jövedelmét is) milyen mértékben növeli a vizsgált évben kifizetett területalapú támogatás. Mindehárom vizsgált évben a pozitív fedezeti összeghez legalább 25 ezer Ft területalapú támogatás is járt még, növelve ezzel a gazdálkodó hektáronkénti jövedelmét. Az ábra alapján az alacsony fedezeti hozzájárulást eredményező 2005. évi napraforgó esetén nyújtott jelentős mértékű jövedelem-kiegészítést. Ökonómiai szempontból a legkedvezőbb évnek a vizsgálat utolsó éve bizonyult. 2006-ban a kukorica termesztése eredményezte a legnagyobb fedezeti összeget, amelyet még egy hektáronkénti 37 ezer Ft-os területalapú támogatás is kiegészített.

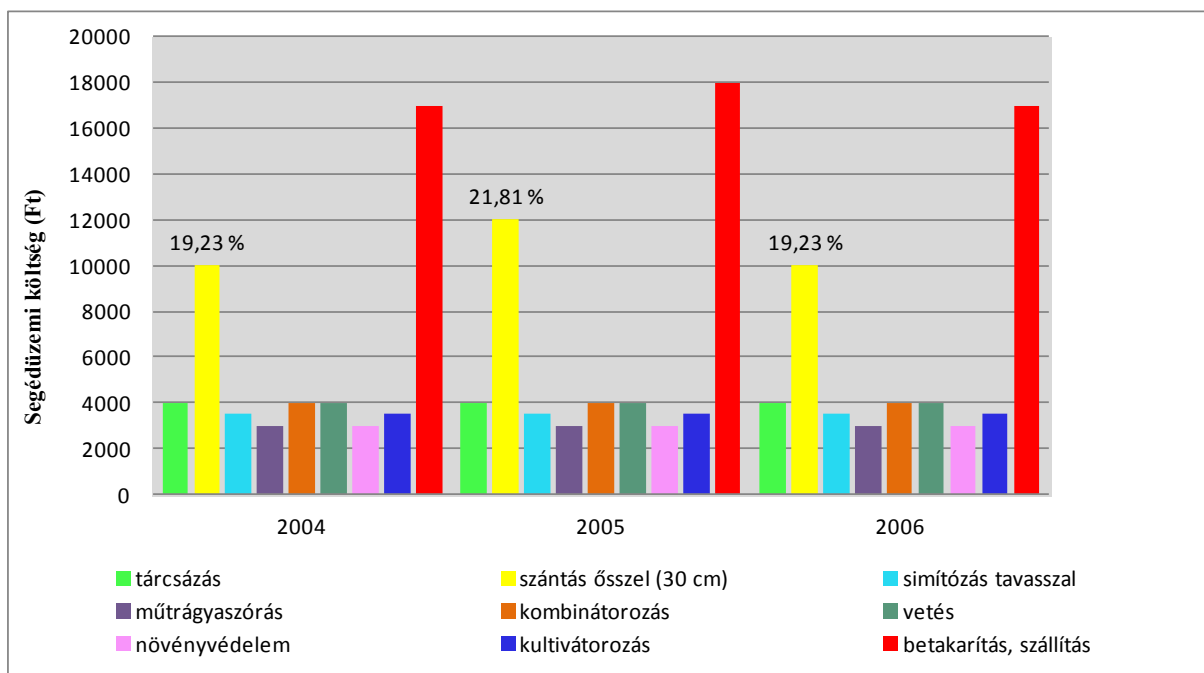


10. ábra: A fedezeti hozzájárulás és a területalapú támogatás alakulása a vizsgált években hektáronként (2004-2006)



A kísérleti területen a vizsgált években különböző szántföldi növényeket termesztettek (kukorica-napraforgó-kukorica), azonban a segédüzemi szolgáltatások mindhárom évben azonosak voltak, tehát a talajművelési technológiában nem volt eltérés, csupán a szolgáltatások díjai között adódott csekély különbség. A közvetlen költségeken belül 2005-ben és 2006-ban a segédüzemi szolgáltatás költségei voltak a legmagasabbak. A segédüzemi költségek részletes értékeléséhez a műveletenkénti megbontást a 11. ábra szemlélteti. Mindhárom évben a segédüzemi szolgáltatásokon belül a forgatásra épülő alapművelés (szántás) és a betakarítás jelentették a legnagyobb költséghányadot. A tárcsázás, amelyet a betakarítást követően, de még a szántást megelőzően elvégeztek, a műtrágyaszórás, a magágykészítés és a vetés közel azonos összeget képviseltek a segédüzemi költségeken belül. A növényvédelem költsége az adott évben felhasznált növényvédőszer kijuttatását foglalja magában.

A vizsgált években a választott növények termesztése – a hagyományos művelés során, adott termőhelyi viszonyok és időjárási tényezők mellett – biztosította azt a fedezetet, amellyel a termelési költségek kiegyenlítése mellett a termelés nyereséges volt.



11. ábra: A segédüzemi szolgáltatások költségeinek megoszlása a vizsgált években hektáronként (2004-2006)

### 3.5. Új tudományos eredmények

1. Csernozjom barna erdőtalajon három év folyamatos mérései alapján igazoltam a szántásos művelés talpképző hatását. Mivel a tömörödés mértéke a művelt réteg alatt az egyes években, és a harmadik év végén sem érte el a kritikus szintet, megerősítem, e tipikus állapothiba kockázata hagyományos művelési rendszer alkalmazása esetén is megbízhatóan csökkenthető.
2. Talajnedvesség-vizsgálatokkal pontosítottam az eketalp réteg jelenlétét. A szántott réteg alatt lévő talaj átnedvesedésének mértéke nyomán a tömör réteg mérsékelt kedvezőtlen hatását igazoltam.
3. Agronómiai szerkezetvizsgálatokkal a hagyományos művelésről általánosan megfogalmazott előnyök pontosítását segítettem elő. Adott talajon a vetésváltás morzsavédelemre gyakorolt kedvező hatását bizonyítottam.
4. Az évhatás vizsgálatokkal a legfelső talajréteg klíma-kitettséget igazoltam, amelyet talajnedvesség- és talajjellenállás vizsgálatok eredményeivel támasztottam alá.
5. A fizikai talajállapot vizsgálati eredményeim nyomán megállapítottam, a talaj kímélése a hagyományos talajművelés szakszerű végrehajtása esetén is biztosítható a rendszerre jellemző szintig.
6. Ökonómiai vizsgálatok nyomán újólág igazoltam a hagyományos talajművelés költség nagy vonzatát a növénytermesztési rendszeren belül. A hagyományos művelés költség igényét a vizsgált években a növények termésével összefüggő jövedelem fedezte.

## 4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Az értekezés alapjául szolgáló kísérleteket 2004-2006 között Pest megyében, Pánd és Káva települések körül elhelyezkedő szántóterületeken állítottuk be hat gazdaságban. A megállapításokat, következtetéseket és javaslatokat az általam elvégzett vizsgálatok alapján teszem, és a talaj fizikai állapotának vizsgálata, valamint az ökonómiai értékelés szerint csoportosítom.

### 4.1. Következtetések és javaslatok a talaj fizikai állapotának vizsgálati alapján

A szántóföldi vizsgálatok a talaj fizikai állapotán belül a talaj nedvességtartalmára, ellenállására, valamint az agronómiai szerkezetre fókuszáltak. A kutatómunka egyik célja volt, hogy szántóföldi körülmények között a 2004-2006. évek fizikai talajállapot eredményeit összegezze, és azok alapján értékelje a hagyományos talajművelés hatását a talaj fizikai állapotára.

- A talaj nedvességtartalma – a kukorica és a napraforgó termesztéssel összefüggésben – a 2004. év kivételével a 2005. és 2006. évben a 40 cm mélység elérése után mindegyik kísérlet esetében csökkent. A kiugróan alacsony nedvességértékek arra engednek következtetni, hogy 40 cm alatt a nedvességforgalom akadályozva volt. A vizsgálat második, és egyben legcsapadékosabb évében a 20-30 és a 30-40 cm mélységekben volt szignifikáns különbség a kísérletek között. Az alapművelés határán, illetve közvetlenül az alapművelés mélysége alatt a nedvességértékekben tapasztalt eltéréshez a szántás ideje és minősége is hozzájárulhatott. A talajállapot-hibák elkerülése miatt fontos a szántás kedvező nedvességtartománynál történő végrehajtása, hogy a csapadék befogadása és tárolása ne legyen akadályozott. Ha a szántást nyirkos talajállapotnál végzik, elkerülhető a hantképzés és a rögzítés. A vizsgálat utolsó évében, 2006-ban a talaj felszínéhez képest 51-57%-kal több volt a nedvesség a 40-50 cm mélységben. Ez feltehetően a növényi maradványok, a talajtakarás hiánya, valamint a szántott talaj nagyobb felülete miatti párolgás során jelentkező intenzívebb vízvesztésből adódott. Célszerű lenne egy tarlómaradványokkal (mulcs) fedett réteg kialakítása, amely a felszíni erózió csökkentése mellett a párolgást és a szén-dioxid kibocsátást is mérsékli. A jövőben egyre nagyobb jelentősége lesz a mulcs-technológiának, amely talajvédő és környezetkímélő funkciói mellett a nedvesség megőrzésében is fontos szerepet játszik. A talaj nedvességtartalmának az évjáráthatás szempontjából történő vizsgálatokor megállapítottam, hogy az a 10-20 cm mélységben nem

az évjáráthatástól függött, hanem az alkalmazott agrotechnikától. Tehát a hagyományos talajművelés hatása a nedvességtartalomra a 10-20 cm mélységben mutatkozott meg.

- A talajellenállás vizsgálatokor 2004-ben három kísérletnél tapasztaltam károsan tömör réteget az alpművelés mélysége alatt. A vizsgálat második évében a művelés mélysége alatt (30-40 cm közötti mélységben) szignifikáns eltérést igazoltam a kísérletek között a talajellenállás tekintetében, ugyanakkor károsan tömör réteget az ellenállási átlagértékek szerint egyetlen mélységben és egyetlen kísérletben sem tapasztaltam. A vizsgálat utolsó évében szignifikáns különbség volt a 0-10 és 10-20 cm közötti mélységekben, de káros talajtömörödést az ellenállási átlagértékek szerint ebben az évben sem tapasztaltam a kísérleteknél. Az ábrák alapján azonban megállapítható, hogy a művelés mélysége alatt érzékelhető a tömör réteg (eketalp), csak a nedvesség miatt a talajellenállás értéke kisebb, mint 3 MPa. A három éven keresztül alkalmazott hagyományos művelés – amely során a forgatásos alpművelést (szántás) minden évben 30 cm mélyen végezték – a vizsgált időszak végére csak kisebb mérvű tömörödést idézett elő. A lazítás, valamint a talajművelési mélység időnkénti változtatása indokolt lehet a művelőtalp tömörödés elkerülése miatt. A szántás hatása - adott termőhelyi és éghajlati viszonyok között – a talajellenállás vizsgálatok szempontjából kedvezőnek bizonyult a művelés mélységéig. A jó talajállapot feltehetően az optimális nedvességtartománynál végzett talajmunkáknak és a talaj kedvező fizikai tulajdonságainak volt köszönhető. A talajellenállás vizsgálatokor minden mélységben szignifikáns eltérést találtam az évek között. Kimutattam és megállapítottam, hogy az évjárat nagymértékben befolyásolta a talajellenállás-értékeket. Hasonló következtetésre jutott BEKE (2006), LÁSZLÓ (2007) és MIKÓ (2009) is.
- Az agronómiai szerkezetvizsgálat során megállapítottam, hogy amelyik kísérletnél vetésváltást alkalmaztak, ott a rögfrakció aránya csökkent, a növénytermesztés szempontjából kedvező morzsafrakció aránya pedig növekedett. A vetésváltás kedvezőbb rögfrakció arányt eredményezett, mint a monokultúrás termesztés.
- Mérési eredményeim alapján megállapítottam, hogy a morzsafrakció aránya a vizsgálat harmadik évére egyik kísérletben sem csökkent 70 százalék alá, amelyből az a következtetés vonható le, hogy a hagyományos művelés során káros mértékű rögösödés nem lépett fel. Ezt vélhetően a kedvező nedvességtartománynál elvégzett szántás eredményezte. Mivel az alkalmazott talajhasználat hosszabb időszak alatt befolyásolja a talajszerkezetet, a több éven keresztül azonos mélységben végzett művelés növeli a kockázatát a tömör rétegek kialakulásának, ezért célszerű a talajszerkezet kímélő művelési módok alkalmazása és a művelési mélység évenkénti változtatása.

- Az agronómiai szerkezet vizsgálata során tapasztalható volt a szántás kedvezőtlen hatása. A talaj kitermelésekor megfigyelhető volt, hogy a szántásra alapozott művelési rendszer évről évre csökkentette a földigiliszták számát, mivel a forgatásos alapművelés során elkerülhetetlen a gilisztajaratok lerombolása. A talajtermékenység fenntartásában betöltött fontos szerepük miatt a kedvező élettér biztosításához javasolható a forgatás nélküli alapművelésre épülő rendszerek alkalmazása.

#### **4.2. Következtetések és javaslatok az ökonómiai vizsgálat alapján**

A vizsgálat tárgyát képező hat családi gazdaságra vonatkozóan nem találhatóak évekre visszamenő, teljes körű, hiteles, megbízható termelési és költség-nyilvántartások, ezért kiválasztottam azt a gazdaságot, amely a legtöbb, az ökonómiai vizsgálat szempontjából releváns adattal rendelkezett. Az ökonómiai elemzéshez a fedezeti hozzájárulás vizsgálatát választottam alapul, mivel az általános költségekről pontos adatok nem álltak rendelkezésre.

- A fedezeti hozzájárulás vizsgálatokor megállapítottam, hogy a vizsgált években annak összege nem csak a közvetlen termelési költségek fedezetét biztosította, hanem mindhárom évben az általános költségek kifizetése mellett még nyereséget is biztosított a gazdálkodónak. Ökonómiai szempontból a hagyományos művelés adott termőhelyi és éghajlati viszonyok között a termesztett növények esetében kedvezőnek bizonyult.
- A segédüzemi szolgáltatások vizsgálatokor megállapítottam, hogy mindhárom évben a forgatásra épülő alapművelés (szántás) és a betakarítás jelentették a legnagyobb költséghányadot. A vizsgált években a segédüzemi költségek 19-22%-át fordították a szántásra. A növénytermesztés jövedelmezőségét a talajművelés energia- és költségigénye nagymértékben befolyásolja. A fizikai talajállapot-vizsgálatokat figyelembe véve kérdésként merül fel, hogy szükséges-e a költséges, kevésbé környezetkímélő, forgatásra épülő alapművelés több éven keresztül alkalmazása.
- A hagyományos művelési rendszer fizikai talajállapotra gyakorolt hatása, valamint az ökonómiai vizsgálat eredményei alapján – figyelembe véve a talajkímélési és a gazdaságossági szempontokat – kijelenthető, hogy a kiválasztott kísérleti területen nagy valószínűséggel eredményes lehet a forgatás nélküli alapművelésre épülő rendszer alkalmazása. Célszerű olyan talajművelési technológiát választani, amely továbbra is fenntartja és javítja a talaj szerkezeti állapotát, a hagyományos műveléssel ellentétben tarlómaradványokat hagy a felszínen, amely egyben hozzájárul a nedvességvesztés

csökkentéséhez is. Mindezek alapján a kultivátorra épülő alpművelési rendszer alkalmas lehet a kiválasztott mintaterület művelésére. Alkalmazása bár több odafigyelést, szakértelmet kíván, a talajszerkezet kímélése mellett kellően lazítja, porhanyítja, keveri a talajt – ezáltal ideális körülményeket teremtve a természetett növény számára. A talajművelési mód megválasztása előtt azonban ajánlatos a forgatás nélküli talajművelési rendszerekre is gazdaságossági számítást végezni annak érdekében, hogy az adott termőhelyre adaptálható talaj- és környezetkímélő művelési rendszer – figyelembe véve a piaci viszonyokat is – jövedelmezőbbnek bizonyul-e a hagyományos művelésnél.

## AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN ÍRT TUDOMÁNYOS PUBLIKÁCIÓK

### Tudományos publikációk

#### Idegen nyelvű lektorált tudományos közlemények:

1. Bencsik, K., Gyuricza, Cs., Mikó, P., Nagy, L., **Földesi, P.** (2007): Evaluation of different soil tillage methods regarding soil protection. *Environment and Progress*, 9. pp. 77-80.
2. Mikó, P., Gyuricza, Cs., **Földesi, P.**, Szita, B., Bencsik, K., Nagy, L. (2007): Green manuring plants as main crops under unfavourable field conditions in 2005. *Environment and Progress*, 9. pp. 329-332.
3. **Földesi P.**, Gyuricza Cs. (2011): A survey on the soil penetration resistance and soil moisture content in field experiments. *Acta Agronomica Hungarica* 59: (4) pp. 349-359.
4. **Földesi P.**, Gyuricza Cs. (2012): A summary evaluation on the physical condition of soil in field experiments. *Acta Agronomica Óváriensis* 54: (2) pp. 3-16.

#### Magyar nyelvű lektorált tudományos közlemények:

5. **Földesi P.**, Gyuricza Cs. (2007): Talajművelési rendszerek hatása a talaj agronómiai szerkezetére. *Acta Agronomica Óváriensis* 49: (2) pp. 595-599.
6. Gyuricza Cs., Mikó P., Nagy L., **Földesi P.**, Ujj A. (2007): Másodvetésű zöldtrágyanövények termesztése kedvezőtlen termőhelyen. *Acta Agronomica Óváriensis* 49: (2) pp. 287-291.
7. Szita B., Gyuricza Cs., Mikó P., Nagy L., **Földesi P.** (2007): Talajvizsgálatra alapozott növénytáplálás hatásának vizsgálata környezetkímélő talajművelési rendszerekben. *Acta Agronomica Óváriensis* 49: (2) pp. 545-550.
8. **Földesi P.**, Gyuricza Cs. (2011): A talaj agronómiai szerkezetének vizsgálata szántóföldi kísérletekben. *Tájökológiai Lapok* 9: (1) 191-201.
9. **Földesi P.**, Gyuricza Cs. (2012): Talajállapot-vizsgálatok értékelése szántóföldi kísérletekben. *Növénytermelés* 61: (4) pp. 35-53.

### Egyéb tudományos művek

#### Idegen nyelvű konferencia kiadványok:

10. Gyuricza Cs., **Földesi P.**, Mikó P. (2005): Soil tillage and greenhouse effect. *ISTRO Internat. Conf. „Soil-Agriculture, Environment, Landscape”* 29. June – 1. July, Brno, Czech Republic. *Proceedings* (Ed. Badalíková B.), ISBN80-86908-01-1, pp. 365-368.
11. Gyuricza Cs., **Földesi P.**, Mikó P., Ujj A. (2005): Carbon dioxide emission from arable lands. *Cereal Research Communications*, 33: (1) pp. 89-92.
12. Mikó P., **Földesi P.**, Bencsik K., Gyuricza Cs. (2005): The impact of green manuring on soil fertility. *Cereal Research Communications*, 33: (1) pp. 117-120.

13. **Földesi P.**, Gyuricza Cs., Mikó P., Nagy E. (2006): The effect of conventional tillage systems on soil compaction. *Cereal Research Communications*, 34: (1) pp. 175-178.
14. Gyuricza Cs., Mikó P., **Földesi P.**, Ujj A., Kalmár T. (2006): Investigation of green manuring plants as secondary crop improving unfavourable field conditions to efficient food production. *Cereal Research Communications*, 34: (1) pp. 191-194.
15. Mikó P., Gyuricza Cs., **Földesi P.** (2006): Investigation of green manuring plants as main crops unfavourable field conditions. *Cereal Research Communications*, 34: (1) pp. 247-250.
16. Nagy E., **Földesi P.** (2006): Cultivation systems effect by the weeds. *Cereal Research Communications*, 34: (1) pp. 251-254.
17. Mikó P., Gyuricza Cs., Fenyvesi L., **Földesi P.**, Szita B. (2007): Investigation of green manuring plants under unfavourable field conditions. *Cereal Research Communications*, 35: (2) pp. 785-788.
18. Birkás M., Kalmár T., Fenyvesi L., **Földesi P.** (2007): Realities and beliefs in sustainable soil tillage systems – A research approach. *Cereal Research Communications*, 35: (2) pp. 257-260.
19. Nagy E., **Földesi P.** (2007): Dangerous weeds – Weed to conquer the world sustainable environment. *Cereal Research Communications*, 35: (2) pp. 809-812.
20. **Földesi P.**, Mikó P., Nagy E., Bencsik K., Szita B. (2008): Evaluation of soil cultivation methods in the Central-Hungarian Region. *Cereal Research Communications*, 36: (1) pp. 159-162.

#### **Magyar nyelvű konferencia kiadványok:**

21. Mikó P., Gyuricza Cs., **Földesi P.** (2006): Fővetési zöldtrágyanövények vizsgálata kedvezőtlen termőhelyi adottságok között. Tavaszi Szél Konferencia. Kaposvár Konferencia kiadvány ISBN 963-229-773-3 pp. 22-25.
22. Biró Sz., **Földesi P.** (2006): Birtok-összevonási célú támogatások Magyarországon. In: Településrendezés, birtokrendezés konferencia kiadvány. Agárd, 2006. 11.09-10., pp. 87-90.
23. Schneller K., **Földesi P.**, Magyar J., Neidert D. (2007): A szántóföldi agrár-környezetgazdálkodási programok területi összefüggései. In: Földminősítés, földértékelés és földhasználati információ (Keszthely-Budapest) MTA-TAKI pp. 211-218.

#### **Teljes terjedelemben megjelent előadás magyar nyelven:**

24. **Földesi P.** (2004): A birtokméret alakulása, a földhasználat változása a rendszerváltástól napjainkig. X. Ifjúsági Tudományos Fórum, Keszthely, előadás CD kiadványon
25. **Földesi P.** (2004): A területalapú támogatás és a területpihentetés jelentősége csatlakozásunk után. XXX. Óvári Tudományos Napok, Mosonmagyaróvár, előadás CD kiadványon



26. **Földesi P.** (2005): A birtokrendezés jelenlegi helyzete hazánkban. XI. Ifjúsági Tudományos Fórum, Keszthely, előadás CD kiadványon
27. **Földesi P.** (2005): Birtokrendezéssel kapcsolatos kísérleti projektek Magyarországon. Keszthely, XLVII. Georgikon Napok és 15. ÖGA éves találkozó, Közép-Európa mezőgazdasága – lehetőségek és kockázatok, előadás CD kiadványon
28. **Földesi P., Gyuricza Cs.** (2006): A környezetkímélő talajművelés és talajhasználat jelentősége, XII. Nemzetközi környezetvédelmi és vidékfejlesztési diákkonferencia, Mezőtúr, CD kiadvány

**Teljes terjedelemben megjelent konferencia poszter magyar nyelven:**

29. **Földesi P., Gyuricza Cs., Mikó P., Nagy E.** (2006): Hagyományos művelési rendszerek hatása a talaj tömörödésére és talajnedvességre. Within the European Union (WEU) III. nemzetközi konferencia, Mosonmagyaróvár, proceedings 73. p., teljes anyag CD kiadványon
30. Nagy E., **Földesi P.** (2006): A csapadékos illetve a száraz tenyésződés és a művelési kezelések hatása a gyomosodásra. Within the European Union (WEU) III. nemzetközi konferencia, Mosonmagyaróvár, proceedings 79. p., teljes anyag CD kiadványon