

**Egyetemi doktori (PhD) értekezés tézisei**

**AZ OPTIMÁLIS FÖLDTÖMEG-ELOSZTÁS (SZKRÉPEREZÉS)  
TALAJÁLLAPOTRA GYAKOROLT HATÁSÁNAK KOMPLEX VIZSGÁLATA**

**Nagy Pál Máté**

**Témavezető: Dr. habil. Zsembeli József**



**DEBRECENI EGYETEM**

**Kerpely Kálmán Doktori Iskola**

**Debrecen**

**2025**

## 1. A DOKTORI ÉRTEKEZÉS ELŐZMÉNYEI ÉS CÉLKITŰZÉSEI

Magyarország egyik legértékesebb természeti erőforrása a termőföld, amely alapvető fontosságú a mezőgazdasági termelésben, és jelentős hatást gyakorol az ország gazdasági életére. A mezőgazdasági ágazat sikere vagy kudarcai minden társadalmi réteget érintenek, hiszen ez az ágazat hagyományosan megélhetést, gazdasági fejlődést és gyarapodást biztosít az érintett térségek számára. A hosszú távon fenntartható mezőgazdasági tevékenység érdekében elengedhetetlen a talajok termékenységének megőrzése, ami a talaj állapotának rendszeres monitorozását igényli.

A talaj minőségét a művelhetőség, a növénytermesztésre való alkalmasság és a környezeti hatások alapján lehet meghatározni. Az optimális talajállapot olyan körülményeket biztosít, amelyek mellett a növénytermesztés nagy biztonsággal elvégezhető, miközben a talajban zajló folyamatok nem károsítják a környezetet (Reynolds et al. 2002). Amennyiben a növénytermesztés csak jelentős agrotechnikai beavatkozásokkal lehetséges, a talaj kedvezőtlen állapotúnak tekinthető, amely fizikai, kémiai vagy biológiai problémákat jelezhet (Birkás 2006).

A talajdegradáció, különösen a talajszerkezet romlása, globális problémává vált (Wibaux 2024). Magyarországon, különösen a Tiszántúlon, a klímaváltozás és az agrárpolitikai szabályozások miatt egyre kevesebb az alkalmas időszak a megfelelő talajművelésre. A talajdegradáció csökkentése érdekében szükséges a talajok 3D-s domborzati modelljének elkészítése, amely pontos képet nyújt a szükséges felszínformálási beavatkozásokról. A kötött talajokon kialakuló felszíni összefolyások belvizeket okozhatnak, amelyek terméscsökkenéshez és a művelésből való kieséshez vezetnek.

Hazánkban az aszály és a belvíz egyaránt veszélyezteti a mezőgazdasági termelést. Magyarország vízföldrajzi adottságaiból fakadóan a belvíz különösen az Alföldön jelentős probléma, amely évente többször is megjelenhet (Szesztay 2000; Pálfai 1994; Bárdos és Muhoray 2012). A belvíz által erősen veszélyeztetett területek nagysága körülbelül 530 ezer hektár (Körösparti et al., 2022). Az éghajlatváltozás következtében az extrém időjárási események, például a belvíz kialakulásának gyakorisága és súlyossága növekszik, különösen az Alföld gyenge vízáteresztő képességű, nagy agyagtartalmú talajain (Birkás et al. 2009).

A belvíz kialakulását alapvetően meghatározzák a talajviszonyok, a geológiai sajátosságok és a domborzati tényezők (Bozán et al. 2008). A problémák kezelése komplex meliorációs és agrotechnikai beavatkozásokat igényel, mint például talajjavítás, mélylazítás, vagy a domborzat teljes átalakításával járó felszínformálás (Thyll et al. 1983; Ligetvári et al. 2004).

Kutatásomban a talajdegradáció problémáit újszerű megközelítéssel vizsgáltam, különös tekintettel a talajfelszín egyenetlenségeire. Kutatómunkám céljait a következőképpen határoztam meg:

- A még bolygatatlan talaj 3D-s domborzati modelljének elkészítése, amely alapján a mérési pontok kijelölhetők.
- A precíziós eszközökre alapozott, differenciált talajmozgatás eredményességének vizsgálata.
- Az átmozgatott talaj fizikai, kémiai állapotára és a termesztett növény hozamára gyakorolt hatások megállapítása.

## 2. A KUTATÁS MÓDSZEREI

### A mintaterület jellemzése

Kísérleteimet Zsadány település határában, a Zsadány Malom 97' Kft. területén végeztem. Zsadány település, az Alföldön, a Berettyó-Körös vidéken, Kis-Sárrét kistájon terül el. A térség éghajlata mérsékelt meleg, az éves átlagos csapadékmennyiség 540-560 mm között alakul. Domborzati szempontból a terület alacsonyan fekvő síkság. A felszínborítás hidromorf talajokból áll, ahol a talajok mintegy 44%-a szikes, 34%-a réti, 14%-a pedig öntéstalaj (Dövényi 2010).

A Zsadány Malom 97' Kft. teljes üzemméretből 900 hektár szántó, a termesztett növények: napraforgó, kukorica, búza, illetve az 500-as létszámú tejelő szarvasmarha-állomány takarmány előállításához szükséges lucerna, olaszperje és szudánifű. A céget 1997-ben alapították, főtevékenysége tejhasznú szarvasmarha tenyésztése (URL 2024b).

Folyamatosan fejlesztik a gépparkjukat és az alkalmazott technológiákat, ennek keretében a precíziós gazdálkodás útján is elindultak, talajvizsgálatokra alapozva, differenciáltan juttatják ki a területeikre a műtrágyát és a közeljövőben a differenciált tőszámú vetést bevezetését is tervezik. Mindazonáltal a fejlődésüket a leginkább hátráltató tényező a belvíz. A szántóterületeik több mint fele belvízzel érintett. Ennek az 500 hektárnak több mint 30%-a mezőgazdasági munkák idején víz alatt áll, így gyakorlatilag kiesik a termelésből. Az állatok folyamatos takarmányigénye miatt ekkora terület nem maradhat kihasználatlanul, ezért a belvizes táblák javításába kezdtek. Először több éven keresztül próbálkoztak talajlazítással, de a kívánt eredmények elmaradtak. Ekkor döntöttek úgy, hogy egy hatásosabb módszerrel, a GPS-vezérelt scraper (szkréper) láda használatával próbálkoznak. Olyan ládavezérlést kívántak kialakítani, amely GPS-jel segítségével a termőföldet egy síkba tudná hozni a belvízzel sújtott területeken. Egy a Trimble által fejlesztett szoftver és a hozzá kapcsolódó technológia tűnt a legjobb megoldásnak, amelyet korábban Magyarországon még nem alkalmaztak, de az előzetes információk alapján a feladat megoldására alkalmasnak tűnt.

A vizsgált terület három parcellát (T8, T9, T10) foglal magában. A vizsgált terület évtizedek óta szántóföldi művelés alatt áll. A táblákat 2014-ig hagyományos szántással művelték, majd 2014-ben áttértek a csökkentett (kímélő) talajművelésre. Ennek célja a talaj szerves szénkészletének megőrzése volt. 2015 óta a talajműveléshez két fő eszközt

alkalmazzák: a Horsch Tiger tarlóhántó kultivatort, amely 30-35 cm mélységben dolgozik a tavaszi növények vetése előtt, valamint a Vaderstad TopDown univerzális kultivatort, amely 25-30 cm mélységig műveli meg a talajt az őszi gabonák vetése előtt. Az intenzív NPK-trágyázásnak köszönhetően a vizsgált parcellákon termesztett növények hozama kiemelkedően magas, a megyei átlag 150-180%-át is elérheti.

A földtömeg-elosztást 2020-ban kezdték el a 23,3 hektáros T8-as táblán. Ennek a táblának a kiválasztásánál szerepet játszott, hogy az volt az egyik legrosszabb adottságú és egyben a legnagyobb szintkülönbségekkel rendelkező területük. 2021-ben egy ugyancsak belvízérzékeny 27,8 hektáros táblát (T9) jelöltünk ki szkrépezésre. A harmadik, 30 hektáros táblát (T10) 2022-ben vontuk be kutatásunkba.

### **Az alkalmazott földtömeg-elosztási technika leírása**

A szkréper egy nyesőládából álló munkagép, amely menet közben talajt vág le és gyűjt a ládába. A láda fenéklemézén vágóéltartó található, amelyhez acél vágóél van rögzítve. A hidraulikus lengőajtó lezárja a nyesőládát, amelyet a járószerkezet hidraulikával emel és süllyeszt. A gép elülső része hattyúnyak formájú és a vontatóhoz csatlakozik, míg hátulja tolobakkal rögzített tengelyt tartalmaz. Megkülönböztethető vontatott és önjáró típus is.

A vizsgált területen egy Bos Scraper MEGA típusú gépet használtunk, amely 3 méteres munkaszélességgel, 1,25 méteres pengemagassággal és 7 m<sup>3</sup>-es nyesőláda-kapacitással rendelkezik. A gépet egy 390 lóerős Fendt 939 Vario traktor működtette (1. ábra).



*1. ábra: Szkrépezés a kísérleti területen. A nyesőládát egy 287 kW teljesítményű traktor üzemeltette (Forrás: saját fotó)*

A vezérlést és adatfeldolgozást a Trimble szoftver végezte, ami gyorsan és pontosan ad képet a területi heterogenitásról és a problémás táblarészekről. Kompatibilis számos

gyártó eszközeivel, és képes azonosítani a növények fejlődését gátló tényezőket, például talajtömörödést vagy alacsony pH-értéket. A szoftver segítségével meghatározható a megfelelő stratégia, valamint a felszínkiegyenlítés mellett olyan paraméterek is beállíthatók, mint a terület lejtésének mértéke és iránya, hogy a csapadékvíz a táblaszéli csatornába jusson. A topográfiai térképek elkészítéséhez és a térbeli adatok elemzéséhez szintén a Trimble Ag szoftvert használtuk, míg a geológiai adatok rendezéséhez a Microsoft Excel programot alkalmaztuk.

## **A kutatás során alkalmazott módszerek**

### ***A mintavételi pontok besorolása***

Mind a három vizsgált táblán mintavételi pontok kerültek kijelölésre: a T8-as táblán 21, a T9-es táblán 19, a T10-es táblán pedig 16. A tengerszint feletti magasságuk szerint a mintavételi pontokat magassági kategóriákba soroltam be (*1. táblázat*).

1. táblázat: A vizsgált táblák (T8, T9, T10) mintavételi pontjainak elemszáma magassági kategóriák szerint

T8		T9		T10	
Magassági kategória	Elemzés (n)	Magassági kategória	Elemzés (n)	Magassági kategória	Elemzés (n)
102,0-102,5 m	3	97-97,5 m	8	90,0-91,0 m	3
103,0-103,5 m	4	97,5-98 m	6	91,0-91,5 m	10
103,5-104,0 m	6	98-98,5 m	7	91,5-92,0 m	3
104,0-104,5 m	6	-	-	-	-

A magassági kategóriák meghatározásánál egyrészt az adott táblán a mintavételi pontok elhelyezkedését vettem figyelembe, így az egyes pontok által reprezentált területek, azaz a közel azonos magasságú (0,5 m-en belüli) pontok halma által meghatározott magassági kategóriák összessége, közel az egész táblát lefedte. Másrészt azt is figyelembe vettem, hogy az egyes magassági kategóriák statisztikailag értékelhető számú elemet tartalmazzanak.

### ***A mozgatott földtömeg becslése***

A mintavételi pontok magasságadatai alapján becsültem a vizsgált három tábla magasabban fekvő területrészeiről eltávolított, illetve a mélyebben fekvő területrészekre ráhelyezett talaj mennyiségét. A magassági térképeken feltüntetett százalékos arányokat vettem figyelembe az egyes magassági kategóriákhoz tartozó területrészek méretének meghatározásához: a tábla méretét (pl. T8-as tábla 23,3 ha) szoroztam meg az egyes területrészekhez tartozó százalékos arányokkal (pl. 103,3-103,6 m 16%). Ezután az egyes vizsgálati táblák mintavételi pontjainak a szkréperezés előtti, illetve utáni felvételezésekor meghatározott tengerszint feletti magasságainak (m) a különbségét számítottam ki, az értékeket az egyes magassági kategóriákon belül átlagoltam.

Az átlagos magasságkülönbségek (m) és az adott területrészhez tartozó területnagyság (m<sup>2</sup>) szorzata adta az onnan eltávolított (negatív érték esetén), illetve az oda ráhordott (pozitív érték esetén) föld mennyiségét köbméterben. A mozgatott föld térfogatát (m<sup>3</sup>) a terület talajára jellemző térfogattömeg értékkel (t m<sup>-3</sup>) megszorozva becsültem meg a mozgatott föld tömegét. Természetesen ezek csak becsült értékek, mivel a mintavételi pontok nem fedték le a teljes területnagyságokat, illetve a vizsgálati időpontok között eltelt 1 év alatt bekövetkezett talajtömörődéssel sem tudtam számolni. Mindazonáltal ezek a földtömegszámítási becslések hasznos alapját képezték az átmozgatott talajban lévő anyagok (pl. makro- és mezoelemek) mennyiségének számításához.

### ***A talajminták vizsgálati módszerei***

A talajminták laboratóriumi vizsgálata a "Felső-Bácskai Agrolabor"-ban (URL 2024a), az Agrokémiai Szolgáltató Kft. NAH-1-1125/2019 számon akkreditált vizsgálólaboratóriumában történt. A vizsgálatok nevét és módszerét a 2. táblázat tartalmazza.

## 2. táblázat: Az elvégzett vizsgálatok neve és módszere

Vizsgálat	Vizsgálat teljes (hivatalos) neve	Módszer (szabvány) neve
Kötöttség ( $K_A$ )	Kötöttségi szám (Arany szerint)	MSZ-08-0205:1978 5.1. szakasz
Összes só (Össz. só)	Vízben oldható összes sótartalom	MSZ-08-0206-2:1978 2.4. szakasz
pH-érték ( $pH_{(KCl)}$ )	pH-érték (KCl-os szuszpenzió)	MSZ-08-0206-2:1978 2.1. szakasz
Mész ( $CaCO_3$ )	Szénsavas mésztartalom	MSZ-08-0206-2:1978 2.2. szakasz
Humusz (Hum)	Humusztartalom (Szerves széntartalom) tartalom	MSZ-08-0210:1977 2.1. szakasz
Foszfor ( $P_2O_5$ )	Foszfor tartalom (Foszfor-pentoxid ( $P_2O_5$ )-ban megadva) (AL-oldható)	MSZ 20135:1999 5.4.2. szakasz
Kálium ( $K_2O$ )	Kálium tartalom (Kálium-oxid ( $K_2O$ )-ban megadva) (AL-oldható)	MSZ 20135:1999 5.3. szakasz
Nátrium (Na)	Nátriumtartalom (AL-oldható)	MSZ 20135:1999 5.3. szakasz
Magnézium (Mg)	Magnéziumtartalom (KCl-oldható)	MSZ 20135:1999 5.2. szakasz
Nitrit+nitrát ( $NO_2+NO_3$ )	(Nitrit+nitrát)- nitrogén tartalom (KCl-oldható)	MSZ 20135:1999 5.4.3. és 5.4.4. szakaszok
Szulfát-kén ( $SO_4-S$ )	Szulfát-kén tartalom (KCl-oldható)	MSZ 20135:1999 5.4.1. szakasz
Mangán (Mn)	Mangántartalom (EDTA-oldható)	MSZ 20135:1999 5.2. szakasz
Cink (Zn)	Cinktartalom (EDTA-oldható)	MSZ 20135:1999 5.2. szakasz
Réz (Cu)	Réztartalom (EDTA-oldható)	MSZ 20135:1999 5.2. szakasz

### *A talajellenállás meghatározása penetrométerrel*

A talajok tömörödése a térfogattömeg és a talajellenállás mérésével is jellemezhető, utóbbi azonban gyorsabb és költséghatékonyabb módszer. A talajellenállást penetrométerrel mérik, amely a talaj nyomó- és nyírószilárdságát határozza meg, és regisztrálja a különböző rétegek szilárdságát. (Takács 1990) A talajtípusonként eltérő penetrációs ellenállás mérésére hazánkban elterjedt eszközök közé tartozik a Dvoracsek-féle ejtősúlyos (Dvoracsek 1968), a szarvasi Penetronik (Daróczy és Lelkes 1999; Penetronik 2024), és a 3T SYSTEM rétegindikátor (Sinóros-Szabó és Szöllősi 1999). Az értékeket  $N/cm^2$ -ben vagy MPa-ban adják meg.

A talajellenállás értéke a talajtömörödést jellemzi, és függ a talaj nedvességtartalmától, térfogattömegétől és fizikai paramétereitől. A nedvességtartalom mérésével egy időben szükséges a talajellenállás mérése, mert a kiszáradt vagy tömörödött talaj kiugró értékeket mutathat (Campbell et al. 1991; Rátonyi 1999). Az agrotechnikai beavatkozások hatásának vizsgálatához elengedhetetlen a nedvességtartalom ismerete (Kocsis et al. 1992).

A penetrométerrel meghatározható a talaj tömörödöttsége, lazultsága, a tömörödött réteg mélysége és vastagsága, ami lehetővé teszi a talaj fizikai állapotának térbeli és időbeli elemzését (Koolen és Kuipers, 2012). A módszer gyors, nagy ismétlésszámban kivitelezhető, és pontos adatokat szolgáltat a művelési időpont és mód megválasztásához.

A műszerek gyakran nedvességmérővel is kiegészülnek, hogy az eredmények értelmezését támogassák.

A módszer alkalmazása korlátozott kavicsos, köves váztalajokon, ahol a szonda mozgása akadályozott. Erősen tömörödött talaj esetén a behatoló szondakúp repedéseket okozhat, így az eredmények pontatlanná válhatnak (Freitag 1971).

### ***Adatfeldolgozási és értékelési módszerek***

A kutatási adatok feldolgozása során a domborzati térképek mellett egyaránt alkalmaztam leíró és összetett statisztikai számításokat. Az adatok rendszerezésének és feldolgozásának megkönnyítése érdekében a három növénytermesztési táblát négy (T8-as tábla), illetve három (T9-es és T10-es tábla) tengerszint feletti magassági kategóriába soroltam. Az elemzéseket ezen magassági kategóriák szerint ábrázolom és mutatom be. A leíró statisztikai módszerek közül az átlagot a jellemző értékek meghatározására használtam, míg az összegzés segítségével a paraméterek összmennyiségének változását vizsgáltam. Ezek célja az volt, hogy átfogó képet kapjak a különböző magassági szintek általános talajtani jellemzőiről.

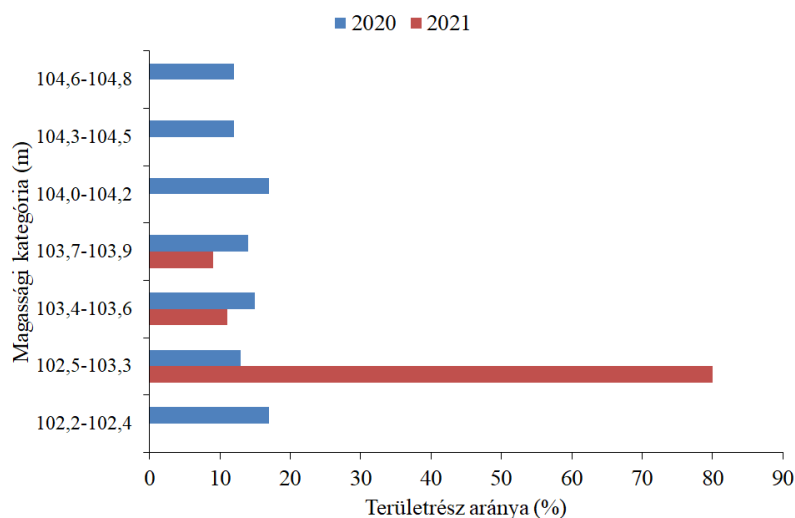
Az összetett statisztikai eljárások közül az egy tényezős varianciaanalízist (ANOVA) arra alkalmaztam, hogy megállapítsam, van-e szignifikáns különbség a talajparaméterek értékei között a különböző magassági kategóriákban. A párosított t-próba segítségével pedig azt vizsgáltam, hogy a szkréperezés beavatkozása előtt és után történt-e statisztikailag szignifikáns változás ugyanazon területegységeken belül.

## 2. AZ ÉRTEKEZÉS FŐBB MEGÁLLAPÍTÁSAI

Terjedelmi korlátok miatt csak az egyik parcellán (T8) folytatott vizsgálatok eredményeit mutatom be a téziszűzetben, ennek ellenére az itt leírt főbb összefüggések a másik két vizsgált táblára is érvényesek.

### A szkrépezés hatása a domborzatra (T8 tábla)

A földtömegmozgatás előtt a tábla átlagos tengerszint feletti magassága 97,8 m, a legnagyobb magasságbeli különbség 2,6 m volt. A szkrépezés hatására a tábla domborzata homogénebb lett, a legmélyebb és a legmagasabb fekvésű területek részaránya 0%-ra csökkent, míg a közepes fekvésű területek (102,5-103,3 m) részaránya 13-ról 80%-ra növekedett, a legnagyobb szintkülönbség 1 m-re csökkent (8. ábra). A beavatkozás után a kezdetben rendkívül heterogén domborzatú tábla három, egyenként homogénnek tekinthető domborzatú részre oszlott, ami megfelel a földtömeg-elosztás céljának.



2. ábra: A különböző magasságú területszettek százalékos arányának változása a földtömeg-áthelyezés hatására a T8-as táblán (2020-2021)

A mintavételi pontok magassáadatai alapján megbecsültem a T8-as tábla magasabban fekvő területszetteiről eltávolított, illetve a mélyebben fekvő területszettek ráhelyezett talaj mennyiségét (3. táblázat).

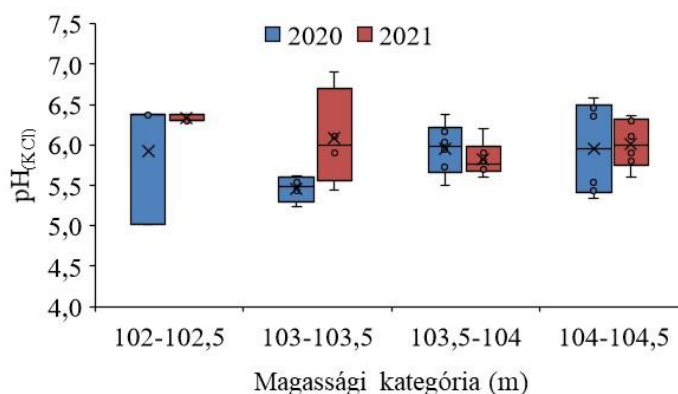
3. táblázat: A T8-as tábla területrészein áthelyezett föld térfogata és tömege (2020)

Magassági kategória (m)	Területrész nagysága (ha)	Átlagos magasságváltozás (m)	Mozgatott földtérfogot (m <sup>3</sup> )	Mozgatott földtömeg (t)
102,2-102,4	3,96	0,95	+37.630	+52.681
102,5-103,3	3,03	0,34	+10.299	+14.418
103,4-103,6	3,50	0,16	+5.592	+7.829
103,7-103,9	3,26	-0,04	-1.305	-1.827
104,0-104,2	3,96	-0,40	-15.844	-22.182
104,3-104,5	2,80	-0,40	-11.184	-15.658
104,6-104,8	2,80	-0,90	-25.187	-35.262
Összesen	23,3		53.520	74.928

A táblázat adatai alapján jól látszik, hogy a 12,8 hektárnyi magasabban fekvő (103,7-104,8 m) területekről eltávolított 53.520 m<sup>3</sup> mennyiségűre becsült földet a 10,5 hektárnyi mélyebben fekvő (102,2-103,9 m) területrészekre osztotta el a nyesöláda. A magasabb területrészekről átlagosan 42 cm vastag talajréteg került letermelésre és átlagosan 51 cm vastagságban lett szétterítve a mélyebb fekvésű területrészekre.

### A szkrépezés hatása a talaj kémhatására (T8 tábla)

A T8-as vizsgálati tábla 19 pontján a 0-30 cm-es talajrétegből vett minták pH értékeit a 4 magassági kategóriába sorolva mutatom be (3. ábra).



3. ábra: A T8-as tábla talajának pH(KCL) értékei a földtömeg-elosztás előtt és után (n=3, 4, 6, 6)

A pH vizsgálati eredmények tekintetében megállapítható, hogy a 102-102,5 m-es tengerszint feletti magasságnál a pH érték 5,0 és kb. 6,4 pH között mozgott, ami a szkrépezés után nőtt és jóval kisebb szórást mutatott. A 103 és 103,5 m-es tengerszint feletti magasság kategória esetében az eredeti 5,3 és 5,6 pH közötti érték egyértelmű

növekedést mutatott a földtömeg-elosztás után, a legalacsonyabb érték az eredeti legmagasabbjának felelt meg. A két nagyobb magassági kategória (103,5-104 m és 104-104,5 m) esetében gyakorlatilag átlagosan nem vagy alig változott a talaj kémhatása, bár némileg csökkentek a szórési értékek.

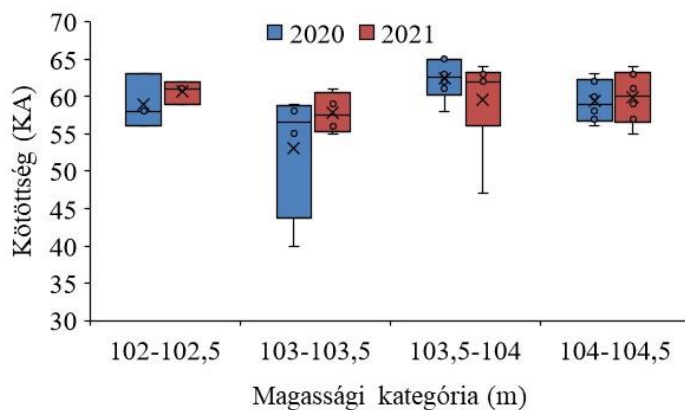
A párosított t-próba eredményei (4. táblázat) azt mutatják, hogy mind a négy magassági kategória esetében a statisztikai eltérések kimutathatók, mivel minden magassági kategória esetében a talaj kémhatása (pH) a szkrépezés hatására emelkedett, azaz a talaj savanyúsága csökkent. Az alacsonyabban fekvő területeken (102-102,5 és 103-103,5 m) a kémhatás nagyobb arányú növekedést mutat, mint a magasabban fekvő területeken (103,5-104 és 104-104,5 m).

4. táblázat: A párosított t-próba eredménytáblázata a T8-as tábla talajának pH értékeire a földtömeg-elosztás előtt és után magassági kategóriánként

Magassági kategória (m)	102-102,5		103-103,5		103,5-104		104-104,5	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Átlag	5,923	6,326	5,460	6,085	5,967	5,820	5,952	6,010
Variancia	0,612	0,002	0,027	0,371	0,099	0,045	0,327	0,088
Darabszám	3	3	4	4	6	6	6	6
t Stat	-0,919		-1,719		1,169		-0,404	
P(T<=t) two-tail	0,455		0,184		0,295		<b>0,702</b>	
t Critical two-tail	4,302		3,182		2,570		2,570	

#### A szkrépezés hatása a talaj kötöttségére (T8 tábla)

A T8-as tábla esetében a kötöttség vizsgálata során a mintapontokat 4 kategóriába soroltuk. Az 1. kategória 102-102,5 m, a 2. 103-103,5 m, 3. 103,5-104 m és a 4. a 104-104,5 m. Az egyes kategóriákba tartozó mintapontok száma 3, 4, 6, 6 (4. ábra).



4. ábra: A T8-as tábla talajának Arany-féle kötöttsége a földtömeg-elosztás előtt és után (n=3, 4, 6, 6)

A 2020-as eredmények tekintetében megállapítható, hogy a 102-102,5 m-es tengerszint feletti magasság kategória esetében nagyobb szórás volt tapasztalható, mint a földtömeg-elosztást követő mintavételkor. Ugyanezen jellemzőket mutatta a 103-103,5 m-es tengerszint feletti magasság is, azonban itt a szkrépezést követően nem csak a szórás csökkent, hanem a kötöttségnél is emelkedés volt tapasztalható (60  $K_A$ -ig). A 103,5-104 m-es magassági kategória esetében a szkrépezést követően csökkent a kötöttség, és 65-60  $K_A$  helyett 56-60  $K_A$ -ra csökkent a kötöttség a mintavételi pontokon.

A párosított t-próba eredményei (6. táblázat) szerint a két mélyebben fekvő területen az Arany-féle kötöttség esetében szignifikáns eltérés igazolódott (102-102,5 és 103-103,5), míg a legmagasabb fekvésű területeken az eltérés statisztikailag nem igazolható.

6. táblázat A párosított t-próba eredménytáblázata a T8-as tábla talajának Arany-féle kötöttségére a földtömeg-elosztás előtt és után magassági kategóriák szerint

Magassági kategória (m)	102-102,5		103-103,5		103,5-104		104-104,5	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Átlag	59,00	60,67	53,00	57,75	61,83	58,17	59,33	59,83
Variancia	13	2,33	78	7,58	642,45	627,21	7,87	12,17
Darabszám	3	3	4	4	5	5	6	6
t Stat	-0,945		-1,133		2,001		-0,344	
P(T<=t) two-tail	0,444		0,339		0,102		<b>0,745</b>	
t Critical two-tail	4,302		3,182		2,570		2,570	

### ***A kötöttség változásának értékelése***

Az egytényezős varianciaanalízis eredményei (7. táblázat) alapján megállapítható, hogy a legmagasabb fekvésű T8-as tábla esetében a talaj átlagos Arany-féle kötöttsége mintegy 0,899%-kal nőtt (58,89-ről 59,42-re) a szkrépezést követően, ami elenyésző emelkedésnek tekinthető, viszont a kötöttség emelkedése a növénytermesztés szempontjából negatívnak tekinthető, ezzel ellentétben a jelentősen csökkenő variancia egyenletesebb táblán belüli eloszlást mutat, amely a földtömeg-elosztás alapvető célja.

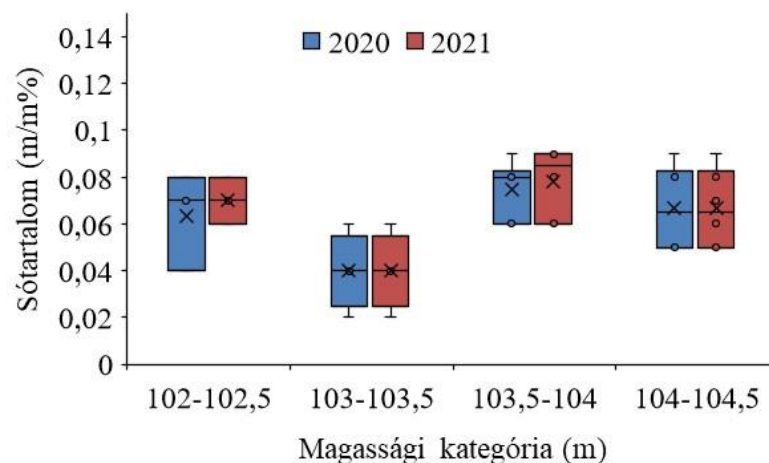
A 0,05-nél magasabb p-érték azt jelzi, hogy nincs statisztikailag szignifikáns eltérés a kötöttség értékben a vizsgálati évek között. Az alacsony F-érték (0,7407) arra utal, hogy a csoportátlagok közötti variabilitás szignifikánsan nem nagyobb, mint az egyes csoportokon belüli.

*7. táblázat: Az egytényezős varianciaanalízis eredménytáblázata a teljes T8-as tábla talajának kötöttség értékeire a földtömeg-elosztás előtt és után*

<i>Csoportok</i>	<i>Darabszám</i>	<i>Összeg</i>	<i>Átlag</i>	<i>Variancia</i>			
2020	19	1119	58,89	30,32			
2021	19	1129	59,42	17,03			
<i>Tényezők</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-érték</i>	<i>F krit.</i>	
Csoportok között	2,631	1	2,631	0,1113	0,7407	4,1131	
Csoporton belül	852,42	36	23,67				
Összesen	855,05	37					

### **A szkrépezés hatása a talaj összes oldott sótartalmára (T8 tábla)**

Az összes oldott sótartalom mintavételére a T8-as tábla esetében először 2020-ban került sor, majd pedig a földtömeg-elosztást követően 2021-ben megismételtük a vizsgálatot ugyanazokon a mintavételi pontokon és ugyanazon körülmények között. Az eredményeket az 5. ábrán foglaltam össze.



5. ábra: A T8-as tábla talajának összes vízoldható sótartalma a földtömeg-elosztás előtt és után

Az összes vízoldható sótartalomnál kevésbé volt érzékelhető változás a szkrépezést követően, mely alól kivételt jelentett a 102-102,5 méteres magassági kategória. Ebben az esetben ugyanis a kezdeti vízoldható sótartalom 0,04 m/m% és 0,08 m/m% között mozgott a mintavételi pontokon, mely a földtömeg-elosztást követően kisebb szórás lett tapasztalható (0,06 m/m%-0,08 m/m%). Mint az jól látható a 5. ábrán, a 103-103,5 méteres magassági kategória esetében nem történt változás az összes vízoldható sótartalom tekintetében a szkrépezést követően, mely mintát követte a 104-104,5 méteres magassági kategória is. A 103,5-104 méteres magassági kategória esetében volt tapasztalható még eltérés, ugyanis a földtömeg-elosztást megelőzően (2020-as mintavétel) az összes vízoldható sótartalom 0,06-0,085 m/m% között mozgott, míg a szkrépezést követően ezen érték felső határértéke kitolódott, és 0,06-0,09 m/m% közötti értékeket mutatott.

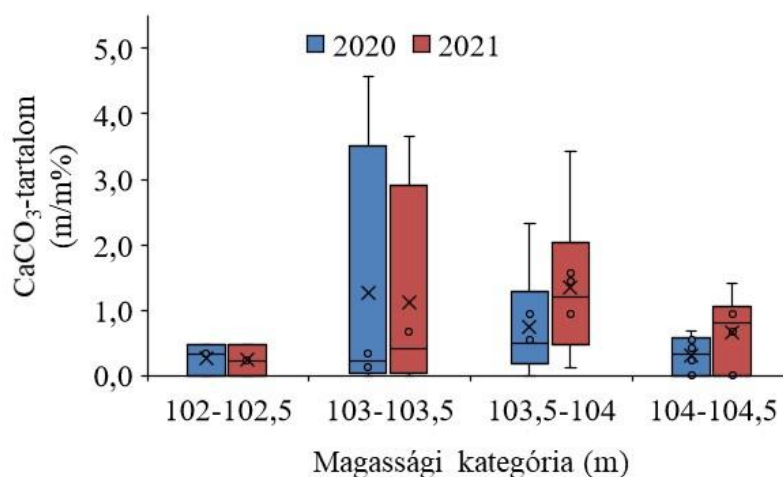
A párosított t-próba eredményei azt bizonyítják, hogy a vizsgált tábla összes oldott sótartalma a szkrépezést megelőzően és azt követően sem mutat érdemi változást, vagyis a szkrépezés hatására nem mutatható ki szignifikáns eltérés az összes oldott sótartalom tekintetében (8. táblázat).

8. táblázat: A párosított t-próba eredménytáblázata a T8-es tábla talajának összes oldott sótartalmára a földtömeg-elosztás előtt és után magassági kategóriák szerint

Magassági kategória (m)	102-102,5		103-103,5		103,5-104		104-104,5	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Átlag	0,06	0,07	0,047	0,047	0,074	0,078	0,064	0,064
Variancia	0,0008	0,0002	0,0001	0,0001	0,0002	0,0003	0,0004	0,0003
Darabszám	3	3	4	4	6	6	6	6
t Stat	-1		0		-1,580		0	
P(T<=t) two-tail	0,423		0		0,175		1	
t Critical two-tail	4,302		0		2,570		2,570	

### A szkrépezés hatása a talaj szénsavas mésztartalmára (T8 tábla)

A T8-as tábla esetében a szénsavas mésztartalom vizsgálatra először 2020-ban került sor, a beavatkozást megelőzően, majd pedig a földtömeg-elosztást követően (2021) megismételtük a mintavételezést és a szénsavas mésztartalomra vonatkozó vizsgálatokat. Az eredmények megtekinthetők a 6. ábrán.



6. ábra: A T8-as tábla talajának szénsavas mésztartalma a földtömeg-elosztás előtt és után

A 102-102,5 méteres magassági kategóriánál megfigyelhető volt, hogy a szénsavas mésztartalomban nem történt jelentős változás a szkrépezést követően, így az eredmények ugyanúgy maximum 0,5 m/m%-os CaCO<sub>3</sub> tartalmat mutattak. A 103-103,5 méteres magassági kategória esetében az értékek a földtömeg-elosztást megelőzően 3,5 m/m%-ig mozogtak, melynél csökkenés volt tapasztalható a szkrépezés után. Ekkor a minták már csak 2,9 m/m% CaCO<sub>3</sub> tartalmat mutattak ki maximálisan. Továbbá

megállapítható, hogy itt a legmagasabb a kimutatható szénsavas mésztartalom a T8-as tábla esetében, azonban a szórás is itt a legmagasabb. A 103,5-104 méteres magassági kategóriánál látható (22. ábra), hogy a szénsavas mésztartalom 0,2 m/m% és 1,3 m/m% érték között mozgott, mely a szkrépezést követően 0,5 m/m% és 2,1 m/m% közötti szénsavas mésztartalom értékeket mutattak a vizsgált minták.

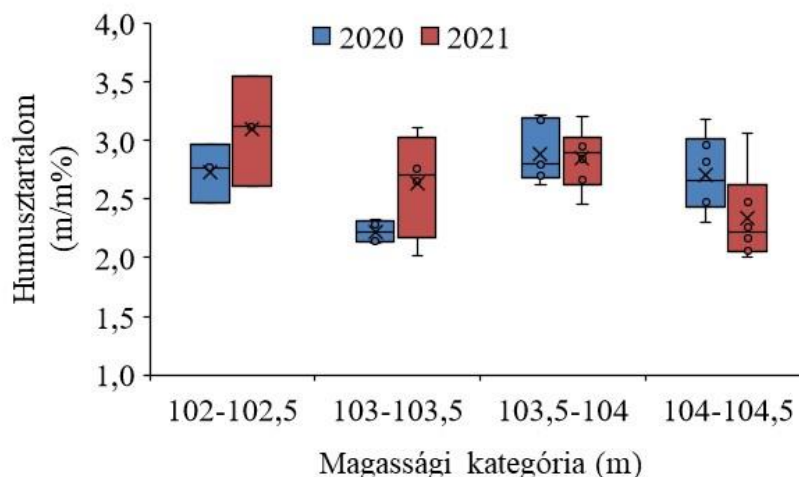
A párosított t-próba eredményei alapján megállapítható, hogy a T8 tábla talajának szénsavas mésztartalma a szkrépezést követően a legalacsonyabb magassági kategóriába tartozó terület esetében némi csökkenést mutat, a 103-103,5 méteres magasságú területen a szénsavas mésztartalom nem változott, míg a két magasabban fekvő területeken (103,5-104 és 104-104,5) a szénsavas mésztartalom 118,22%-os, ill. 122,96%-os növekedést jelez (9. táblázat).

9. táblázat: A párosított t-próba eredménytáblázata a T8-es tábla talajának szénsavas mésztartalma a földtömeg-elosztás előtt és után magassági kategóriák szerint

Magassági kategória (m)	102-102,5		103-103,5		103,5-104		104-104,5	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Átlag	0,24	0,115	1,633	1,633	0,428	0,934	0,27	0,602
Variancia	0,1152	0,0264	6,495	4,277	0,1242	0,356	0,0873	0,3701
Darabszám	2	2	3	3	5	5	5	5
t Stat	1		2		-2,28		-2,33	
P(T<=t) two-tail	0,5		0,3178		0,085		0,080	
t Critical two-tail	12,70		4,30		2,776		2,776	

### A szkrépezés hatása a talaj humusztartalmára (T8 tábla)

A T8-as vizsgálati tábla 19 pontján a 0-30 cm-es talajrétegből vett minták humusztartalom értékeit a 4 magassági kategóriába sorolva mutatom be (7. ábra). Nyilvánvalóan az volt a hipotézisünk, hogy a magasabb területrészek humuszban gazdag feltalaja a mélyebb területekre lett átmozgatva.



7. ábra: A T8-as tábla talajának humusztartalma a földtömeg-elosztás előtt és után

Megállapítható, hogy az átlagos humusztartalom magasabb lett (2,73%-ról 3,09%-ra, illetve 2,22%-ról 2,64%-ra nőtt). A két, eredetileg mélyebb (102-202,5 és 103-103,5 m) területen, míg a magasabb (103,5-104 m) mintavételi helyek talajában kissé csökkent (2,89%-ról 2,85%-ra) a humusztartalom.

Az adatok kétmintás páros t-próbával végzett elemzésének eredményeit a 10. táblázat foglalja össze, amely szerint a két, eredetileg mélyebb területen az eltérések statisztikailag nem igazolhatók, ellentétben a legmagasabban fekvő területtel (104-104,5 m), ahol a humusztartalom jelentősen csökkent (2,7%-ról 2,34%-ra, LSD5% = 0,266%).

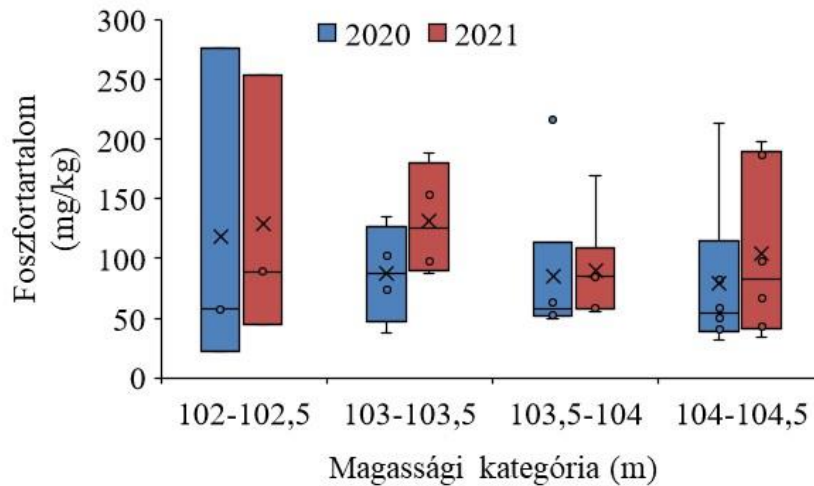
10. táblázat: A párosított t-próba eredménytáblázata a T8-as tábla talajának pH értékeire a földtömeg-elosztás előtt és után magassági kategóriánként

Magassági kategória (m)	102-102,5		103-103,5		103,5-104		104-104,5	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Átlag	2,73	3,09	2,22	2,64	2,89	2,85	2,70	2,34
Variancia	0,065	0,221	0,010	0,207	0,062	0,067	0,111	0,152
Darabszám	3	3	4	4	6	6	6	6
t Stat	-2,855		-1,804		0,366		2,783	
P(T<=t) two-tail	0,104		0,169		0,729		<b>0,039</b>	
t Critical two-tail	4,303		3,182		2,571		2,571	

### A T8-as tábla talajának foszfortartalma

A T8-as táblán az első mintavételezésre, hasonlóan az előzőekhez, 2020-ban került sor, majd pedig megtörtént a földtömeg-elosztás a vizsgált táblán belül. Az újabb

mintavételezést és vizsgálatot 2021-ben végeztük el, melynek eredményei a 8. ábrán tekinthetők meg.



8 ábra: A T8-as tábla talajának foszfortartalma ( $P_2O_5$ ) a földtömeg-elosztás előtt és után

Mint az jól látható a 8. ábrán, a foszfortartalom igencsak változóan alakult a szkrépezést követően, így mindegyik kategóriát külön-külön elemeztem. A 102-102,5 méteres magassági kategóriánál a beavatkozást megelőzően a foszfortartalom 20 mg/kg és 275 mg/kg értékek között mozogtak, míg a szkrépezést követően a legalacsonyabb érték növekedett (45 mg/kg), azonban a legmagasabb értékben csökkenés volt tapasztalható (255 mg/kg). A 103-103,5 méteres magassági kategóriánál emelkedés volt tapasztalható a földtömeg-elosztást követően, mivel előtte a legalacsonyabb kimutatott érték 45 mg/kg-ra volt tehető, a legmagasabb pedig 125 mg/kg foszfortartalomra. A szkrépezést követően a legalacsonyabb mért érték 90 mg/kg-ra növekedett, míg a legmagasabb érték esetében 180 mg/kg foszfortartalom volt megállapítható. 103,5-104 méteres magassági kategória esetében a beavatkozást követően kismértékű csökkenés volt tapasztalható a szórásban, azonban a 104-104,5 méteres magassági kategóriánál növekedést tapasztaltam mind a szórás terén, mind pedig a foszfortartalom esetében is. A beavatkozást megelőzően 40 mg/kg foszfortartalom volt a legalacsonyabb érték, míg a legmagasabb 90 mg/kg-ra volt tehető, azonban a földtömeg-elosztást követően a legalacsonyabb értékben kismértékű emelkedés volt tapasztalható (45 mg/kg), viszont a legmagasabb érték 195 mg/kg-os foszfortartalomra növekedett.

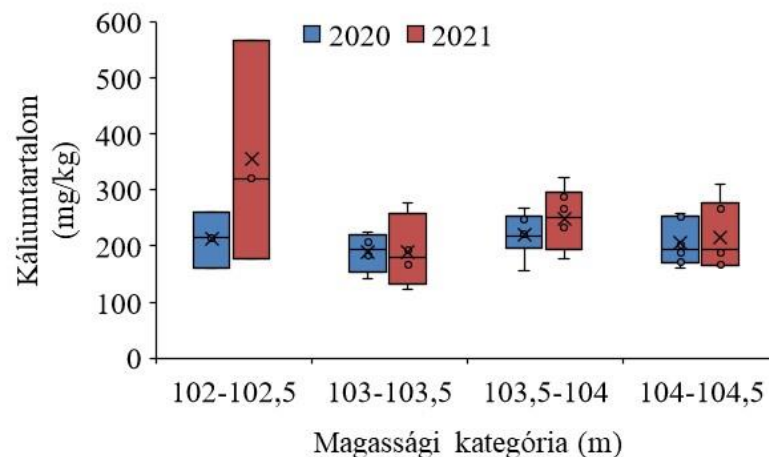
Az adatok kétmintás páros t-próbával végzett elemzésének eredményeit a 11. táblázat foglalja össze, amely szerint a mind a négy magassági kategóriában statisztikailag szignifikáns eltérés mutatható ki a szkrépezést követően. A két alacsonyabb magasságú területeken a talaj foszfortartalmának varianciája növekedést mutat, míg a két magasabban fekvő terület esetében a variancia csökkenést mutat, mindemellett mind a négy magassági kategória esetén a talaj foszfortartalma növekedett, amely a növénytermesztés szempontjából pozitívnak tekinthető.

11. táblázat: A párosított t-próba eredménytáblázata a T8-as tábla talajának foszfortartalmára a földtömeg-elosztás előtt és után magassági kategóriánként

Magassági kategória (m)	102-102,5		103-103,5		103,5-104		104-104,5	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Átlag	39,75	67	103,63	143,33	87,12	91,4	78,84	88
Variancia	616,005	968	925,92	2686,33	5265,10	2110,8	5764,99	4395,5
Darabszám	2	2	3	3	5	5	5	5
t Stat	-0,6890		-2,97		-0,2756		-0,8949	
P(T<=t) two-tail	0,6159		0,0971		0,7964		<b>0,4213</b>	
t Critical two-tail	12,706		4,302		2,7764		2,776	

### A szkrépezés hatása a talaj káliumtartalmára (T8 tába)

A 9. ábrán a káliumtartalom változása látható a 2020-ban és a 2021-ben végzett vizsgálatokat követően.



9. ábra: A T8-as tábla talajának káliumtartalma ( $K_2O$ ) a földtömeg-elosztás előtt és után

A 2020-ban végzett vizsgálatok alapján a 102-102,5 méteres magassági kategória esetében látható, hogy a legalacsonyabb mért káliumtartalom 150 mg/kg-os értéket mutat,

míg a legmagasabb 250 mg/kg-os káliumtartalomra tehető. A szkrépezést követően a legalacsonyabb érték esetében növekedés volt tapasztalható (160 mg/kg), míg a legmagasabb mért káliumtartalom pedig 570 mg/kg-os értéket mutatott. A 103-103,5 méteres magassági kategóriánál szintén emelkedés volt tapasztalható a szkrépezés után a káliumtartalomban, de ugyanez volt jellemző a 103,5-104 méteres magassági kategóriára, valamint a 104-104,5 méteres magassági kategóriára is. Továbbá az is látható az ábrán, hogy a káliumtartalom emelkedése mellett a szórásban is növekedés állt be a földtömeg-elosztást követően.

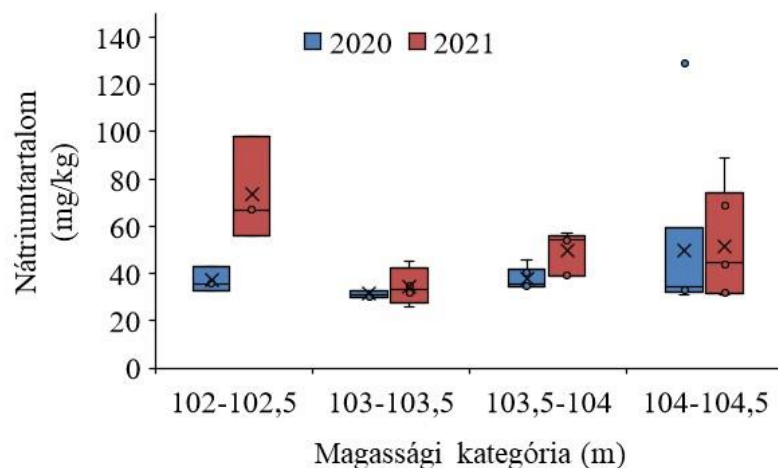
A kétmintás páros t-próba eredményei a 12. táblázatban láthatók, melyek szerint minden magassági kategória esetén az átlagos káliumtartalom növekedést mutat a szkrépezést követően, valamint az adatok varianciája is egyaránt növekedést mutat. Az átlagos káliumtartalom emelkedése a növénytermesztés szempontjából pozitívnak tekinthető.

*12. táblázat:* A párosított t-próba eredménytáblázata a T8-as tábla talajának káliumtartalmára a földtömeg-elosztás előtt és után magassági kategóriánként

Magassági kategória (m)	102-102,5		103-103,5		103,5-104		104-104,5	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Átlag	188,05	372,5	204,63	213	220,42	244,2	196,5	206
Variancia	1485,1	75660	406,62	3351	1818,8	3670	1451,8	3645
Darabszám	2	2	3	3	5	5	5	5
t Stat	-1,102		-0,3646		-1,106		-0,5646	
P(T<=t) two-tail	0,4688		0,7503		0,3666		0,6024	
t Critical two-tail	12,70		4,302		2,776		2,776	

### **A szkrépezés hatása a talaj nátriumtartalmára (T8 tába)**

A nátriumtartalomra vizsgálatára a szkrépezést megelőzően 2020-ban került sor, majd pedig – a beavatkozás után – 2021-ben megismételtük a mintavételezést. A minták vizsgálata során kapott eredményeket a 10. ábrán foglaltam össze.



10. ábra: A T8-as tábla talajának nátriumtartalma a földtömeg-elosztás előtt és után

A nátriumtartalom esetében is növekedés volt tapasztalható mind a négy magassági kategória esetében. A 102-102,5 méteres magassági kategóriánál a legalacsonyabb érték 30 mg/kg-ra volt tehető, míg a legmagasabb érték 42 mg/kg-ot mutatott. A földtömeg-elosztást követően a legalacsonyabb nátriumtartalom 55 mg/kg volt, ezzel szemben a legmagasabb megközelítette a 100 mg/kg értéket is. Azonban nem csak az értékskálákban volt tapasztalható növekedés, hanem a szórás is alátámaszthatóvá vált, mely látható a 30. ábrán. A 103-103,5 méteres magassági kategóriába tartozó terület esetén megállapítható, hogy az átlagos nátriumtartalom 37,07 mg/kg-ról 73,67 mg/kg-ra emelkedett. A szkrépezést követően a talaj nátriumtartalmi adatok szórása 18-szorosára emelkedett. a földtömeg-elosztást megelőző legalacsonyabb káliumtartalmi érték 33 mg/kg volt, míg a szkrépezés után a minimum nátriumtartalom 56 mg/kg volt. A 103,5-104 méteres magasságban lévő talaj átlagos nátriumtartalom a földtömeg-elosztást megelőzően 37,68 mg/kg-ról 50 mg/kg-ra növekedett, amely mintegy 32,69%-os emelkedésnek felel meg. A magasabb területen (104-104,5 m) tapasztalható változás teljes mértékben eltér az előző három magassági kategóriába tartozó területektől, hiszen a földtömeg-elosztás előtti és utáni átlagos nátriumtartalom legalacsonyabb értéke nem mutat jelentő változást (49,63 mg/kg-ról 501,67 mg/kg-ra emelkedett).

A párosított t-próba eredményei szerint (13. táblázat) minden magassági kategória esetén a talaj átlagos nátriumtartalma a szkrépezés után emelkedést mutat, a legnagyobb arányú növekedést a 102-102,5 méteres magasságú területen tapasztaltuk. Az adatok variabilitása az alacsonyabb területek esetén jelentős mértékű növekedést mutat, ezzel

ellentétben a legmagasabb (104-104,5 m) fekvésű terület esetén nagymértékű csökkenés látható.

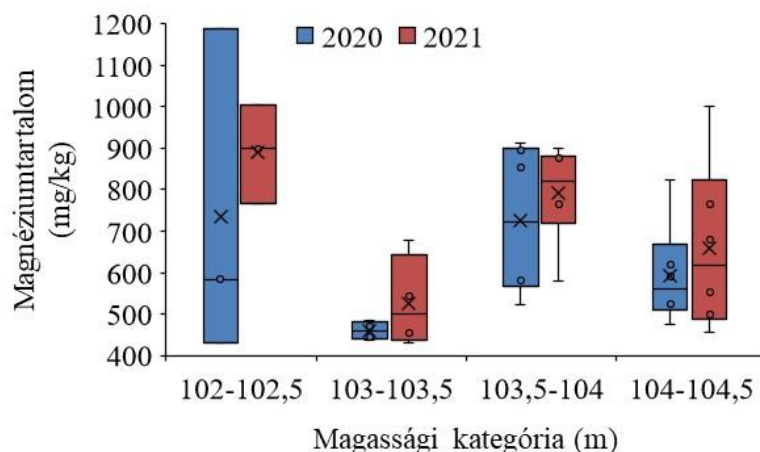
12. táblázat: A párosított t-próba eredménytáblázata a T8-as tábla talajának nátriumtartalmára a földtömeg-elosztás előtt és után magassági kategóriánként

Magassági kategória (m)	102-102,5		103-103,5		103,5-104		104-104,5	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Átlag	37,07	73,67	31,4	34,5	37,68	50	49,63	51,67
Variancia	25,90	474,33	1,86	63	21,87	73,6	1503,7	522,27
Darabszám	3	3	4	4	6	6	6	6
t Stat	-2,551		-0,8792		-3,186		-0,1959	
P(T<=t) two-tail	0,1253		0,4440		0,0243		0,8523	
t Critical two-tail	4,302		3,182		2,570		2,570	

## A szkraperezés hatása a talaj magnéziumtartalmára

### A T8-as tábla talajának magnéziumtartalma

A magnéziumtartalom esetében is, hasonlóan az előzőekhez, az első vizsgálatra 2020-ban került sor, majd pedig megismételtük a vizsgálatokat ugyanazokon a mintavételi pontokon a szkraperezést követően 2021-ben. Az eredményeket a 11. ábrán mutatom be.



11. ábra: A T8-as tábla talajának magnéziumtartalma a földtömeg-elosztás előtt és után

A magnéziumtartalom esetében eléggé eltérő eredmények születtek a magassági kategóriákban, így mindegyik kategóriára külön kitértem. A 102-102,5 méteres magassági kategóriánál a szkraperezést megelőzően nagy szórás volt tapasztalható az eredmények tekintetében, mivel a legalacsonyabb érték 420 mg/kg-os

magnéziumtartalmat mutatott, míg a legmagasabb érték pedig 1200 mg/kg-os magnéziumtartalomra volt tehető. A földtömeg-elosztást követően csökkent a szórás, valamint a legalacsonyabb értékben növekedés volt tapasztalható, azonban a legmagasabb értékben pedig csökkenés volt tapasztalható. Ennek értelmében az az érintett skála a következőképpen módosult: 760 mg/kg magnéziumtartalom és 1000 mg/kg magnéziumtartalom közötti értékeket mértem. A 103-103,5 méteres magassági kategóriánál megfigyelhető, hogy a 2020-as mintavétel során az értékek 420 mg/kg-os legalacsonyabb magnéziumtartalmat mutattak, míg a legmagasabb érték kb. 490 mg/kg-ra volt tehető. Azonban a szképezést követően növekedést tapasztaltam a szórásban, melynek köszönhetően növekedett a legmagasabban mért magnéziumtartalom (650 mg/kg). A 103,5-104 méteres magassági kategóriánál csökkent szórás volt tapasztalható, melynek következtében a 2020-as legalacsonyabb magnéziumtartalom (570 mg/kg) a 2021-ben végzett mintavételezésre megnövekedett (710 mg/kg), míg a legmagasabb érték (900 mg/kg) csökkent 890 mg/kg magnéziumtartalomra.

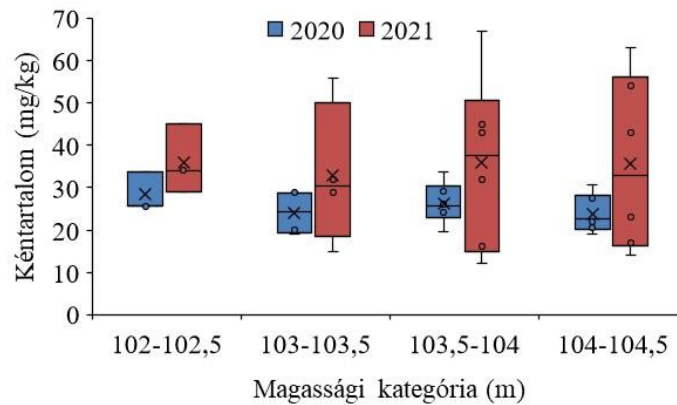
A párosított t-próba eredményei (14. táblázat) alapján megállapítható, hogy talaj átlagos magnéziumtartalma minden magassági kategóriában növekedett, viszont az növekedés nem azonos arányú. A 102-102,5 méteres magasságban fekvő terület esetén a talaj magnéziumtartalmának emelkedése 21,18%, a 103-103,5 méteres magassági kategória talajának esetében 14,69%, addig a 103,5-104 méteres magasságú terület esetén a talaj magnéziumtartalmának emelkedése csupán 9,24%-os, a 104-104,5 méteres magasságban fekvő terület esetén pedig 11,05%-os volt a szképezést követően.

14. táblázat: A párosított t-próba eredménytáblázata a T8-as tábla talajának magnéziumtartalmára a földtömeg-elosztás előtt és után magassági kategóriánként

Magassági kategória (m)	102-102,5		103-103,5		103,5-104		104-104,5	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Átlag	734,17	889,67	459,72	527,25	726,07	793,17	593,12	658,67
Variancia	160196	14465	518,30	12374	31737	14561	15308	41437
Darabszám	3	3	4	4	6	6	6	6
t Stat	-0,6237		-1,169		-0,649		-0,7737	
P(T<=t) two-tail	0,5964		0,3454		0,544		0,4740	
t Critical two-tail	4,302		3,182		2,570		2,570	

## A T8-as tábla talajának kéntartalma

A T8-as tábla talajának kéntartalom vizsgálatára először 2020-ban, majd a földtömeg-elosztás után 2021-ben került sor. A mintavételezés során realizálódott eredményeket a 12. ábra szemlélteti.



12. ábra: T8-as tábla talajának kéntartalma ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) a földtömeg-elosztás előtt és után

A T8-as tábla talajának kéntartalma a földtömeg-elosztást megelőzően 26-34 mg/kg volt, amely a szkréperezés után 29-45 mg/kg között mozgott. Mindez azt jelenti, hogy a szkréperezés hatására a 102,102,5 méteres magassági kategóriába tartozó terület kéntartalma, valamint annak szórása egyaránt növekedett. A 103-103,5 méteres magasságú területen a kéntartalom 19-29 mg/kg között mozgott, amely a szkréperezést követően nagyobb tartományban szóródott (15-56 mg/kg). Az adatok szórása jelentős mértékű (27,07%) növekedést mutat. A 103,5-104 méteres magassági kategóriába tartozó terület vonatkozásában megállapítható, hogy a szkréperezés előtt a talaj kéntartalma 20-34 mg/kg közötti értékeket vett fel, amely a földtömeg-elosztás után 12-67 mg/kg közötti tartományban mozgott. Ebből kifolyólag a kéntartalom eloszlása a szkréperezést követően jelentősen megemelkedett. A legmagasabb fekvésű talaj tekintetében elmondható, hogy az előző három magassági kategóriához hasonlóan a kéntartalmi adatok szórása jelentős növekedést mutat, amely a 104-104,5 méteres magassági kategóriába tartozó terület esetén mintegy 21x-es.

A párosított t-próba eredményei (15. táblázat) azt mutatják, hogy a talaj kéntartalma a szkréperezést követően mind a négy magassági kategória esetében emelkedett, amely a kéntartalom talajban való eloszlására egyaránt érvényes, mivel a kéntartalom eloszlása mind a négy magassági kategória talaja vonatkozásában emelkedést mutatott.

15. táblázat: A párosított t-próba eredménytáblázata a T8-as tábla talajának kén-tartalmára a földtömeg-elosztás előtt és után magassági kategóriánként

Magassági kategória (m)	102-102,5		103-103,5		103,5-104		104-104,5	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Átlag	28,33	36	24,12	32,95	26,27	35,83	23,8	35,66
Variancia	22,41	67	29,34	290,54	22,89	416,56	19,84	423,06
Darabszám	3	3	4	4	6	6	6	6
t Stat	-1,095		-0,8172		-1,267		-1,478	
P(T<=t) two-tail	0,3874		0,4736		0,2607		0,1992	
t Critical two-tail	4,302		3,182		2,570		2,570	

### A T8-as tábla talajának penetrációs ellenállása

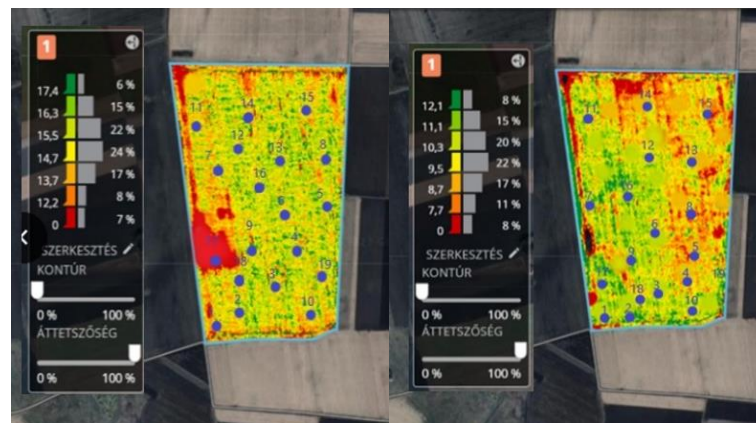
A T8-as tábla felső 60 cm-es talajrétegének penetrációs ellenállásának vizsgálati eredményei alapján elmondható, hogy a szkrépezés hatására a felső talajrétegben (0-13 cm, 0-30 cm, 0-20 cm, 0-21 cm) csökkent a penetrációs ellenállás, míg a mélyebb rétegekben növekedett, de ez nem önmagában ennek a beavatkozásnak volt tulajdonítható. A vizsgálatok kimutatták, hogy átlagosan 22 cm mélységben található az a kritikus pont, ahol a beavatkozás hatása kiegyenlítődik, és a változás iránya megfordul. A felső talajréteg lazultsága statisztikailag igazolt módon javult: a penetrációs ellenállás értéke átlagosan 0,26 MPa-al csökkent a beavatkozás után (LSD5% = 0,11 MPa). A lédázást követő talajlazítás hatására a felső talajréteg (0-22 cm) pórusvolumene nőtt, javult a szerkezet. A mélyebb rétegekben kismértékben növekedett a talaj mechanikai ellenállása, ami, feltételezésem szerint, a nagy tömegű erő- és munkagépek talajtömörítő hatásának tulajdonítható.

### A szkrépezés hatása a hozamokra

A vizsgált táblákon termesztett növény hozamára vonatkozóan arra a következtetésre jutottam, hogy a terméshozamban történt növekedés nem szükségszerűen a földtömeg-elosztás hatásának tudható be. Megállapítottam, hogy míg a területegyenletlenségek csökkentek, a terméshozamok területi szórása kevésbé. A mélyebben fekvő területrészekben mutatkozott a legnagyobb relatív hozamnövekedés, ami a korábbi vízborítási és tápanyag-ellátottsági problémák részleges megszűnésének tudható be. Ezek a területek a szkrépezés előtt jelentős termés potenciál-korlátokkal küzdöttek, így a beavatkozás után itt volt a legnagyobb arányú javulás. Ezzel szemben a magasabban fekvő területrészekben a beavatkozást követően alakultak ki kiugró hozamú foltok, vélhetően a javított vízháztartási viszonyok miatt. Ez arra utal, hogy a hozamok alakulását

nem csupán a domborzati viszonyok, hanem a korábbi termőhelyi adottságok és a beavatkozás utáni talajszerkezeti változások együttesen befolyásolták. Ezért is javasolható az általam, de a mezőgazdasági gyakorlatra nem jellemző, talajtani megközelítés és vizsgálatok elvégzése. A talaj különböző elemtartalmának, valamint humusztartalmának, illetve a rajta termesztett növény hozamának megítéléshez és tápanyagutánpótlás szempontjából való elemzésének fontossága jelentős, hiszen a növénytermesztés szempontjából mind az esszenciális, mind a mezo-, és nyomelemek talajban megtalálható mennyisége limitáló tényezőként hathat.

A 13. ábrán a T8-as tábla 2020. és 2021. évekre készített hozamtérképét mutatom be.



13. ábra: A T8-as tábla hozamtérképei, 2020-2021

A térképen is jól látszik, hogy a szkrépezés előtti állapotban, amikor a tábla felszíne magassági szempontból egyenetlenebb volt, a termés nagysága is hasonlóan egyenetlen képet mutatott. 2020-ban a szkrépezés előtt a T8 tábla mezodomborzata nagy heterogenitást mutatott, a tengerszint feletti magasságban jelentkező legnagyobb különbség 2,4 m volt, a tábla átlagos magasságánál 1,5 méterrel mélyebb és 0,9 méterrel magasabb területek is előfordultak.

#### 4. AZ ÉRTEKEZÉS ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEI

1. Megállapítottam, hogy a szkréper (földnyeső) földmunkagép sikeresen használható a kedvezőtlen víz- és levegőforgalmú, belvízzel érintett talajok melioratív és rekultivációs kezelésére is.
2. Megállapítottam, hogy az optimális földtömeg-elosztás, legyen az bármilyen célú is, a talajtulajdonságokra gyakorolt hatását mennyiségi szempontból elsősorban a magasabb fekvésű területrészek (ahonnan letermelés történik) és a mélyebb fekvésű területrészek (ahová a ráhordás történik) táblán belüli aránya, minőségi szempontból pedig elsősorban a letermelés mélysége alatti talajréteg milyensége és a ráhordás vastagsága határozza meg.
3. Azon a vizsgált területen, ahol az elhordás és a ráhordás aránya magas, 2,85 volt (T10-es tábla) a szkrépezés hatásának tulajdonítható, statisztikailag igazolható különbségeket mutattam ki több vizsgált talajparaméter esetében: táblaszinten a pH értékek mintegy 7%-kal csökkentek ( $p=0,034$ ); a kötöttség 5,53%-kal csökkent, az összes oldott sótartalom 28,6%-kal nőtt ( $p=0,0014$ ); a szénsavas mérsz tartalom 45%-kal csökkent ( $p=0,0095$ ); a foszfortartalom 160,2%-kal nőtt ( $p=0,0139$ ); a magnéziumtartalom 54,34%-kal csökkent ( $p=6,55E-12$ ).
4. A kisebb elhordás:ráhordás arányú (1,2) területen (T8-as tábla) a szkrépezés hatására táblaszinten csak a talaj kéntartalma változott statisztikailag igazolhatóan ( $p=0,02$ ), 38,09%-os növekedést mutatva.
5. Azon a vizsgált területen, ahol az elhordás és a ráhordás aránya igen alacsony, 0,59 volt (T9-es tábla) a földtömeg-elosztás nem okozott a vizsgált talajparaméterekben statisztikailag igazolható változásokat.
6. Megállapítottam, hogy a vizsgált domborzati viszonyok között a több ezer tonna talaj megmozgatása és áthelyezése nem járt szignifikáns humuszvesztéssel. Azokon a területeken, ahol az elhordás:ráhordás aránya alacsony volt, a talaj humusztartalmának táblaszintű változása (+0,01% és -0,03%) elhanyagolható volt, míg a magas elhordás:ráhordás arányú területen is csak 0,15%-os csökkenést mutattam ki.
7. Kimutattam, hogy a földtömeg-elosztás a talaj penetrációs ellenállását rétegenként differenciáltan változtatta meg. Összességében, táblaszinten 7,4%

növekedést mutattam ki a 0-60 cm-es talajrétegben, viszont megállapítottam, hogy a vizsgált táblán van egy kritikus mélység (inflexiós pont), ahol a szkrépezés okozta penetrációs ellenállás változás értéke nulla, ebben a mélységben megfordul a beavatkozás hatásának az iránya. A vizsgált területen átlagosan 22 cm mélységig mutattam ki a szkrépezés pozitív, lazító hatását: a penetrációs ellenállás értékek átlaga 0,26 MPa-lal, statisztikailag igazolható mértékben, volt alacsonyabb szkrépezés után, mint egy évvel előtte.

8. Megállapítottam, hogy mindhárom vizsgált területen statisztikailag igazolhatóan ( $p=4,592E-13$ ;  $8,4E-08$ ;  $2,785E-10$ ) magasabb volt a termesztett kukorica hozama a szkrépezést követő évben, mint előtte. A különbségek az évjárathatás függvényében mind magas, mind alacsony termésszint esetében is jelentősek voltak (+1,27 – 5,06 t/ha). A táblákon belül korábban meglévő magassági kategóriák hozamai közötti szignifikáns különbségek lecsökkentek, a homogén domborzat homogén terméshozamot eredményezett mindhárom vizsgált táblán.

## 5. AZ EREDMÉNYEK GYAKORLATI HASZNOSÍTHATÓSÁGA

A növénytermesztési gyakorlat során a földtömeg-elosztás egyfajta talajjavítási technológiaként használható. A szkrépezés során a magasabban fekvő területeken a talaj felső rétegének eltávolításával az alsóbb rétegek kerülnek felszínre, valamint a mélyebb fekvésű területekre való talaj-átmozgatás a talaj szerkezetét megváltoztathatja.

A mélyebb fekvésű területekre áthelyezett talajréteg alapvetően az eddigi talajfelszín mélyebbre kerülését eredményezi, így a talaj „A” szintjébe új talajréteg kerül.

A vizsgált területen szkrépezés fő célja a homogén, enyhe lejtésű domborzat létrehozása és ezáltal a belvíz elvezetése volt. A szkrépezés lényege a talaj mozgatása egyik helyről a másikra, ami azt jelenti a talaj összes összetevőjének szállítása is az eljárás velejárója. A talaj összetevői közül termékenységi szempontból a humusz (szerves anyag) a legfontosabb. A vizsgált területen takarmánykukoricát termesztnek egy nagyüzemi állattartó telep takarmányszükségletének kielégítésére. A kukorica igényes a talajra, ezért a szkrépezés általi jelentős humuszvesztés akadályozná a talaj eredeti termékenységének fenntartását. A kutatási tevékenységem során a szkrépezés a talaj humuszkészletére és egyéb elemtartalmára gyakorolt hatását az újraelosztás számszerűsítésével határoztam meg.

Megállapítottam, hogy a szkrépezés hatékony művelet a terület mentesítésére a káros víztöbbletektől, anélkül, hogy humusz- vagy tápanyagkészletben parcella léptékű veszteséget eredményezne, miközben az egyenletesebb szervesanyag eloszlás potenciálisan homogénebb hozam elérését, a kukoricatermesztés és a saját termesztésű takarmányellátás biztonságának a növelését teszi lehetővé.

## 6. A TÉZISFÜZET HIVATKOZÁSAI

1. Bárdos, Z. – Muhoray Á. (2012): A belvíz kialakulása és az ellene való védekezés lehetőségének vizsgálata. *Hadmérnök* VII. évf.(1. szám): 78–90.
2. Birkás, M. – Stingli A. – Farkas C. – Bottlik L. (2009): Összefüggés a művelés eredetű tömörödés és a klímakárok között. *Növénytermelés* 58.(3.): 5-26 o.
3. Birkás, M. (2002): *Környezetkímélő és energiatakarékos talajművelés*. Akaprint Kiadó, Budapest.
4. Birkás, M. (2006) Talajművelés. In Birkás, M. (szerk.): *Földművelés és földhasználat*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 88-177 p.
5. Bozán C. – Bakacsi Z. – Szabó, J. – Pásztor L. – Pálfai I. – Körösparti J. – Tamás J. (2008): A belvíz-veszélyeztettség talajtani összefüggései a Békés-Csanádi löszháton.
6. Campbell D. J. – O’ Sullivan M. F. – Campbell D. J. – Sullivan M. F. (1991): The cone penetrometer in relation to trafficability, compaction, and tillage. *Soil Analysis Physical Methods* 399–429.
7. Daróczy S. – Lelkes J. (1999): A szarvasi PENETRONIK talajvizsgáló nyomószonda alkalmazása. *Gyakorlati agroforum* 10. évf.(7. sz.): 16-18 o.
8. Dvoracek M. (1957) Talaj és a hó. In Di Gleria I. – Klimes-Szmik A. – Dvoracek M. (szerk.): *Talajfizika és talajkolloidika*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 626-664 p.
9. Freitag, D. R. (1971) Methods of measuring soil compaction. In Barnes, K. K. – Carleton W. N. – Taylor, H. M. – Throckmorton R. I. – Vanden Berg, G. E. (szerk.): *Compaction of agricultural soils*. 47-103 p.
10. Körösparti J. T. – Kajári B. – Kerezsi G. – Túri N. – Pásztor L. – Bozán C. (2022): A területhasználat racionalizálásának hatása Magyarország síkvidéki területeinek belvíz-veszélyeztettségére. *Journal of Central European Green Innovation* 10(Suppl 2): 21–37. <https://doi.org/10.33038/jcegi.3552>
11. Ligetvári F. – Kovács L. – Soós A. (szerk.). (2004): *Mezőgazdasági vízgazdálkodás 2.: Vízrendezés*. Szarvas: Debreceni Agrártudományi Egyetem Mezőgazdasági Víz- és Környezetgazdálkodási Főiskolai Kar.
12. Pálfai I. (1994): Az Alföld belvíz-veszélyeztettségi térképe. *Vízügyi közlemények* 76. évf.(3-4. sz.): 278-290 o.

13. Penetronik (2024): PENETRONIK | talajtömörtség és talajnedvesség vizsgáló készülék. Elérhető: <https://penetronik.hu/#> [Letöltve: 2024.12.12].
14. Rátonyi T. (1999): A talaj fizikai állapotának penetrométeres vizsgálata talajművelési tartamkísérletekben.
15. Reynolds W. D. – Bowman B. T. – Drury C. F. – Tan C. S. – Lu, X. (2002): Indicators of good soil physical quality: density and storage parameters. *Geoderma* 110(1): 131–146. [https://doi.org/10.1016/S0016-7061\(02\)00228-8](https://doi.org/10.1016/S0016-7061(02)00228-8)
16. Sinóros-Szabó B. – Szöllősi I. (1999): A 3T SYSTEM alkalmazása és gyakorlati jelentősége. *Gyakorlati agrofórum* 10. évf.(7. sz.): 15-16 p.
17. Szesztay K. (2000) Az Alföld vízháztartása. In Rakonczai, J. – Pálfai, I. – Boga T. L. (szerk.): *A víz szerepe és jelentősége az Alföldön*. Nagyalföld Alapítvány, Békéscsaba.
18. Takács F. (1990): Nedvességmérővel kombinált penetrométerrel történő tömődöttség mérés tapasztalatai. Szakdolgozat. DATE Víz- és Környezetgazdálkodási Kar Szarvas.
19. Thyll S. – Bíró T. (1999): A belvíz-veszélyeztetettség térképezése. *Vízügyi Közlemények* LXXXI. évf.(4. füzet): 709-718 p.
20. Wibaux F. (2024): UNESCO raises global alarm on the rapid degradation of soils | UNESCO. *UNESCO*. Elérhető: <https://www.unesco.org/en/articles/unesco-raises-global-alarm-rapid-degradation-soils> [Letöltve: 2024.12.09].

## 7. PUBLIKÁCIÓK AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN



**DEBRECENI  
EGYETEM**

**DEBRECENI EGYETEM  
EGYETEMI ÉS NEMZETI KÖNYVTÁR**

H-4002 Debrecen, Egyetem tér 1, Pf.: 400  
Tel.: 52/410-443, e-mail: publikaciok@lib.unideb.hu

Nyilvántartási szám: DEENK/14/2025.PL  
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Nagy Pál Máté  
Doktori Iskola: Kerpely Kálmán Doktori Iskola  
MTMT azonosító: 10095841

### A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

#### Magyar nyelvű könyvrészletek (1)

1. Tuba, G., **Nagy, P. M.**, Kovács, G., Sinka, L., Rivera, G. A., Zsembeli, J.: A redukált talajművelési rendszer alkalmazása a Nagykunság kötött talajain.  
In: 75 éves a Karcagi Kutatóintézet 1947-2022. Szerk.: Zsembeli József, Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Gödöllő, 17-25, 2022. ISBN: 9789636230135

#### Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (3)

2. **Nagy, P. M.**, Tuba, G., Kovács, G., Zsembeli, J.: A szkrépezés hatása a domborzatra és a terméshozamra egy kötött talajú, belvízzel veszélyeztetett területen.  
*Növénytermelés. 2024 (2)*, 45-60, 2024. ISSN: 0546-8191.
3. Tuba, G., Kovács, G., **Nagy, P. M.**, Zsembeli, J.: A dudarit sókimosódást elősegítő hatásának vizsgálata tenyészedényes kísérletben.  
*Acta agron. Óvár. 64 (1)*, 81-94, 2023. ISSN: 1416-647X.
4. Tuba, G., Gulybán, O., Kovács, G., **Nagy, P. M.**, Sinka, L., Zsembeli, J.: Az évenként végzett talajlazításra alapozott művelési rendszer értékelése a talaj penetrációs ellenállása alapján.  
*Növénytermelés. 71 (1)*, 81-98, 2022. ISSN: 0546-8191.

#### Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (1)

5. **Nagy, P. M.**, Jobbágy, J., Tuba, G., Kovács, G., Zsembeli, J.: Effect of Scraping on Humus Content of Heavy Textured Soil Degraded by Excess Waters.  
*Acta Technol. Agric. 27 (3)*, 157-164, 2024. ISSN: 1335-2555.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.2478/ata-2024-0021>  
IF: 1.3 (2023)

#### Magyar nyelvű konferencia közlemények (1)

6. Tuba, G., **Nagy, P. M.**, Zsembeli, J.: A talaj tömörödésének vizsgálata penetrométerekkel.  
In: Talajvédelem. Különszám. Talajhasználat - funkcióképesség. Szerk.: Koós Sándor, Talajvédelmi Alapítvány, Budapest, 215-227, 2020, (ISSN 1216-9560)





Idegen nyelvű konferencia közlemények (1)

7. **Nagy, P. M.**, Tuba, G., Kovács, G., Zsembeli, J.: Comparison of the efficiency of different tools used for stubble cultivation on a heavy textured soil.  
In: TECHNOFORUM 2023. New Trends in Machines and Technologies for Biosystems : Scientific papers = Nové trendy v technike a technológiách pre biosystémy 2023 : Zborník vedeckých prác. Szerk.: Jobbágy Ján, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Nitra, 197-203, 2023. ISBN: 9788055226033

Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (1)

8. Tuba, G., Zsembeli, J., **Nagy, P. M.**: A talaj tömörödésének vizsgálata penetrométerekkel.  
In: Talajhasználat - funkcióképesség. Szerk.: Bakacsi Zsófia, Kovács Zsófia, Koós Sándor, Magyar Talajtani Társaság, Budapest, 83, 2018.

Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (1)

9. Zsembeli, J., **Nagy, P. M.**, Tuba, G.: Effect of extreme water loads on the penetration resistance of the soil surface.  
In: 17th Alps-Adria Scientific Workshop : Abstract book. Ed.: Zoltán Kende, Szent István Egyetemi Kiadó, Gödöllő, 82-83, 2018. ISBN: 9789632697345

**További közlemények**

Magyar nyelvű könyvrészletek (4)

10. Kovács, G., Tuba, G., Sinka, L., **Nagy, P. M.**, Rivera, G. A., Zsembeli, J.: A klímaváltozás lokális hatásainak értékelése a szélsőséges időjárási helyzetek tükrében.  
In: 75 éves a Karcagi Kutatóintézet 1947-2022. Szerk.: Zsembeli József, Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Gödöllő, 27-35, 2022. ISBN: 9789636230135
11. Zsembeli, J., Kovács, G., Sinka, L., Rivera, G. A., **Nagy, P. M.**, Tuba, G.: A liziméteres mérések kiterjesztése a másodlagos szikesedés kutatásában.  
In: 75 éves a Karcagi Kutatóintézet 1947-2022. Szerk.: Zsembeli József, Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Gödöllő, 59-72, 2022. ISBN: 9789636230135
12. Sinka, L., **Nagy, P. M.**, Kovács, G., Tuba, G., Rivera, G. A., Zsembeli, J.: A másodlagos szikesedés okozta növényi stressz mérséklési lehetőségei.  
In: 75 éves a Karcagi Kutatóintézet 1947-2022. Szerk.: Zsembeli József, Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Gödöllő, 37-46, 2022. ISBN: 9789636230135





13. Zsembeli, J., Kovács, G., Sinka, L., Rivera, G. A., **Nagy, P. M.**, Tuba, G.: Talajjavító és talajkondicionáló szerek vizsgálata tenyészedényes kísérletben.  
In: A talajtan és a kapcsolódó tudományok időszerű kérdései : Kátai János professzor 70. születésnapja tiszteletére. Szerk.: Balláné Kovács Andrea, Tállai Magdolna, Kocsisné Demjén Ágnes, Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Debrecen, 306-311, 2021. ISBN: 9789633189368

Idegen nyelvű, hazai könyvrészletek (1)

14. Rivera, G. A., **Nagy, P. M.**, Tuba, G., Kovács, G., Sinka, L., Zsembeli, J.: Effect of soil conditioning on the yields of three vegetable crops under irrigation with salty water.  
In: 75 éves a Karcagi Kutatóintézet 1947-2022. Szerk.: Zsembeli József, Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Gödöllő, 47-57, 2022. ISBN: 9789636230135

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (1)

15. Nyaboke, C., Tuba, G., Kovács, G., Sinka, L., **Nagy, P. M.**, Rivera, G. A., Zsembeli, J.:  
Environmental and economic consciousness of the farmers of Jász-Nagykun-Szolnok county in soil management based on tala method.  
*Hung. Agric. Res.* 31 (3-4), 12-15, 2021. ISSN: 1216-4526.

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (1)

16. Tuba, G., Kovács, G., Sinka, L., **Nagy, P. M.**, Rivera, G. A., Bajusová, Z., Findura, P., Zsembeli, J.: Effect of Soil Conditioning on Soil Penetration Resistance and Traction Power Demand of Ploughing.  
*Agriculture.* 67 (3), 113-123, 2021. ISSN: 0551-3677.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.2478/agri-2021-0011>

Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (1)

17. Zsembeli, J., **Nagy, P. M.**, Tuba, G., Kovács, G.: Nedvességmegőrző talajművelési eljárások kutatási eredményei.  
In: Növény és környezet : A debreceni tartamkísérletek 40 éve. Szerk.: Kakuszi-Széles Adrienn, Debreceni Egyetem-MÉK Fölhasznosítási, Műszaki és Precíziós Technológiai Intézet, Debrecen, 73, 2023. ISBN: 9789634905400





Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (1)

18. Zsembeli, J., Tuba, G., Kovács, G., Sinka, L., **Nagy, P. M.**, Rivera, G. A., Nyaboke, C.: Soil related environmental considerations of farmers in the Great Hungarian Plain.  
In: Trends and challenges in soil-crop management : Bók of abstracts. Eds.: Vladimír Smutny, Vojtech Lukas, Mendel University, Brno, 18, 2022. ISBN: 9788075098474

**A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 1,3**

**A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre):  
1,3**

A DEENK a Jelölt által az iDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudományometriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2025.01.17.

