

# **DIPLOMADOLGOZAT**

**Nagy Kristóf**  
**Agrár-műszaki rendszermérnök MSc**

**Gödöllő**  
**2025**



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**

**Szent István Campus**

**Agrár-műszaki rendszermérnök MSc Szak**

**Szántóföldi kultivátor üzemeltetési vizsgálata**

**Belső konzulens:** Dr. Bártfai Zoltán  
egyetemi docens

**Készítette:** Nagy Kristóf  
EYGTH9  
levelező tagozat

**Intézet/Tanszék:**  
Műszaki Intézet  
Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Gépek Tanszék

**Gödöllő  
2025**

MŰSZAKI INTÉZET, AGRÁR-MŰSZAKI RENDSZERMÉRNÖK MESTERSZAK

**DIPLOMADOLGOZAT**

feladatlap

*Nagy Kristóf*

részére

A szakdolgozat címe:

**Szántóföldi kultivátor üzemeltetési vizsgálata**

**Feladatkiírás:**

Foglalja össze és értékelje a talajművelési rendszerekkel- és a hozzájuk kapcsolódó munkagépekkel kapcsolatos szakirodalmat. Vizsgálja meg egy munkagép üzemeltetésének energetikai és munkaminőségi viszonyait. Végezze el és értékelje ki a vizsgálatokat. A vizsgálati eredmények alapján tegyen javaslatot a munkagép beállítási módjainak változtatására, üzemeltetési paramétereinek javítási lehetőségeire.

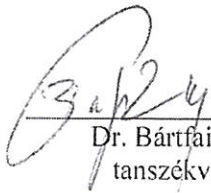
**Közreműködő tanszék:** Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Gépek Tanszék

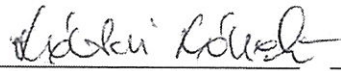
**Belső konzulens:** Dr. Bártfai Zoltán, tanszékvezető, MATE, Műszaki Intézet, Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Gépek Tanszék

**Beadási határidő:** 2025. 11. 04.

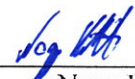
Gödöllő, 2025. szeptember 04.

Jóváhagyom

  
Dr. Bártfai Zoltán  
tanszékvezető

  
Prof. Dr. Kátai László  
szakfelelős

Átvettem

  
Nagy Kristóf  
hallgató

# Tartalomjegyzék

<b>1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK .....</b>	<b>3</b>
<b>2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS .....</b>	<b>5</b>
2.1 TALAJMŰVELÉSI TECHNOLÓGIÁK .....	5
2.1.1 <i>Hagyományos talajművelési rendszer</i> .....	5
2.1.2 <i>Csökkentett menetszámú rendszerek</i> .....	7
2.1.3 <i>No-Till rendszer</i> .....	8
2.2 ALAPMŰVELÉS GÉPEI .....	9
2.2.1 <i>Ekék</i> .....	9
2.2.2 <i>Középmély- és mélylazítók</i> .....	11
2.2.4 <i>Szántóföldi kultivátorok</i> .....	12
2.2.6 <i>Köckerling Vector</i> .....	13
2.3 PRECÍZIÓS TECHNOLÓGIÁK A TALAJMŰVELÉSBEN .....	14
2.3.1 <i>Talajvizsgálat</i> .....	16
2.3.2 <i>Távérzékelés</i> .....	17
2.3.3 <i>Helymeghatározás</i> .....	19
2.3.4 <i>Hozamtérképezés</i> .....	19
<b>3. ANYAG ÉS MÓDSZER .....</b>	<b>20</b>
3.1. A KÍSÉRLETI TERÜLET VISZONYAI .....	20
3.2. AGRO-ÖKOLÓGIAI ADOTTSÁGOK A KÍSÉRLETI TERÜLETEN .....	21
3.2.1 <i>Környezeti viszonyok</i> .....	21
3.2.2 <i>Területadottságok</i> .....	23
3.3. A VIZSGÁLATBAN ALKALMAZOTT ESZKÖZÖK .....	25
3.3.1 <i>Köckerling Vector 460</i> .....	25
3.3.2 <i>Kerner X-Cut SOLO 450</i> .....	25
3.3.3 <i>John Deere 8R 280</i> .....	27
3.4. A VIZSGÁLATOK MÓDSZERE .....	27
<b>4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK .....</b>	<b>30</b>
4.1. ÜZEMELTETÉSI EREDMÉNYEK ERŐGÉP OLDALRÓL .....	30
4.1.1 <i>Az állandó munkamélységben végzett vizsgálatok eredményei</i> .....	30
4.1.2 <i>A változó munkamélységben végzett vizsgálatok eredményei</i> .....	33

4.2. ÜZEMELTETÉSI EREDMÉNYEK TALAJTANI SZEMPONTBÓL .....	37
<b>5 KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK.....</b>	<b>39</b>
<b>6. ÖSSZEFOGLALÁS.....</b>	<b>41</b>
<b>7. IRODALMI HIVATKOZÁSOK, IRODALOMJEGYZÉK .....</b>	<b>42</b>

# 1. Bevezetés és célkitűzések

A szántóföldi növénytermesztés Magyarországon egyre nehezebb feladat, a növekvő inputanyag árak és a csökkenő piaci helyzet miatt. Ennek érdekében, hogy a termelők eredményesen tudjanak terményt előállítani, szükségessé válik a termelési rendszerek felülvizsgálata, az alkalmazott technológiai elemek újra-szervezése. Kisparcellás-, illetve nagyüzemi kísérletek is zajlanak a talajművelési technikák összehasonlítására, a kísérletek eredményeit szemlélve minden termelőnek mérlegelnie kell, hogy az ő gazdaságába, annak területeire melyik művelési rendszert tudja beilleszteni.

A korábban intenzív, nagy termésátlagokra törekvő gazdálkodás fokozatosan adja át a helyét talaj- és környezetkímélő rendszereknek. Az eddigi, mélyszántásra alapozott talajművelés egyre jobban a háttérbe szorul. Bár bizonyos esetekben még meg van ennek a módszernek is a jelentősége, a fenntarthatósági szempontok tekintetében csak a legszükségesebb alkalmak esetén alkalmazzák. Ezt felváltva egyre nagyobb teret kapnak a forgatás nélküli, talajvédő technológiák. A szántás helyett sekélyebb lazítást, kultivátorozást vagy tárcsázást alkalmaznak. Cél, hogy a talajt csak a legszükségesebb mértékben bolygassák, ezzel csökkentve az üzemanyag-felhasználást, a munkaerőigényt és az eróziót. A precíziós technológia elterjedése lehetővé tette a különféle precíziós talajművelési módok, mint például a sávos művelés (Strip-till) bevezetését. A módszernél csak a leendő vetősorok sávjában történik talajművelés (lazítás, trágyakijuttatás), a sávok közötti terület bolygatlan marad, mulcsréteggel védve a talajt. Ez ötvözi a kímélő művelés előnyeit a célzott, koncentrált tápanyagellátással. A legkorszerűbb, leginkább talajkímélő módszer, melynél a talajt egyáltalán nem forgatják meg a direktvetés, vagyis a No-till technológia. Speciális direktvető gépekkel a vetés közvetlenül a tarlómaradványok közé történik. Előnye a jelentős költségsökkentés, a vízháztartás javulása és a talaj biológiai aktivitásának növelése.

A talajművelő gépek üzemeltetése során a területen végzett vizsgálatok a munkavégzés minőségére fókuszálnak. Ezek az ellenőrzések alapvető fontosságúak ahhoz, hogy a gép megfelelően készítse elő a talajt a növények számára, biztosítva a jó termést. A sikeres talajművelés eredménye az optimális szerkezetű magágy, a területen végzett ellenőrzés során vizsgálják, hogy a talaj mennyire lett fellazítva és porhanyítva.

A vizsgálatom során szeretném felmérni egy forgatás nélküli rendszerben alkalmazott munkagép, a szántóföldi-kultivátor beilleszthetőségét egy adott gazdaság talajművelési technológiájába. A vizsgálataimat a *Köckerling Vector* típusú munkagépen végeztem. A

termelővel közösen megfogalmazott cél, hogy minél alacsonyabb menetszámmal lehessen elvégezni a munkálatokat a szármaradványok kezelésétől a vetésig. A kombinációs lehetőségeken túl szeretném megfigyelni, hogy egy kultivátor milyen munkát végez a területein, illetve annak precíziós tulajdonságai miként tudják a termelés eredményességét előre mozdítani. Az eredmények összehasonlításával szeretném segíteni a gazdálkodót a munkagép legoptimálisabb kihasználásában, javaslatokat tenni olyan munkagép-beállításokra, amelyekkel a legjobb minőségű munkát lehet elvégezni, felmérni a beállítások változtatási tényezőit, talaj- és időjárási viszonyok tekintetében.

A dolgozatom célja, hogy felmérjem a termelő jelenleg alkalmazott talajművelési módszereit, elősegítsem minél nagyobb-fokú gazdasági- és munkaminőségi eredményességét. A munkaminőségi jellemzők javítására szeretném felmérni, hogy az adott gazdaság vonatkozásában milyen szempontok figyelembevételével lehet az eszköz tulajdonságait a legmagasabb szinten kihasználni, a precíziós technológiákkal milyen módon javíthatóak a termelési eredmények.

## **2. Szakirodalmi áttekintés**

### **2.1 Talajművelési technológiák**

A talajos sokoldalúsága és a környezeti viszonyok hatására nehéz megtalálni a megfelelő művelési módot (Molnár, 2023). Annak érdekében, hogy a lehető legmagasabb eredményeket érhessük el a termelés során, meg kell választani, hogy milyen művelési rendszert alkalmazzunk (Kosari et al, 2018). Adott helyen és időben más művelési mód tudja ennek elérését szolgálni, a megfelelő művelési sor összeállítása a gazda felelőssége. Ezt a döntést segítik a mérési adatok, hogy megtalálhassák a területeikre legalkalmasabb módszert. A talajművelési rendszerek megválasztásának eredményessége hosszú időn keresztül térül meg, ez idő alatt figyelemmel kell kísérni a környezeti hatások és a talaj összefüggéseit (Ishaq et al, 2002). A folyamatos megfigyelés és tanulás teszi lehetővé, hogy minden esetben a szükséges számú és típusú beavatkozást végezhesék el a szakemberek területeiken. Ezekből következtethető, hogy vannak olyan területek, gazdaságok, ahol a szántás és a mélylazítás a mai napig fontos szerepet tölt be a talajművelési rendszerekben (http1).

A termelés hatékonyságának növelése érdekében egyre nagyobb mértékben terjednek el a különféle munkagépek kombinációs lehetőségei (Yang et al, 2024). A berendezések használata során több munkafolyamatot is el tudunk végezni egy menetben, ezáltal csökkentve a talaj tömörödését, a termelési költségeket. Hogy a talajművelést a lehető leghatékonyabban tudjuk elvégezni, a rendelkezésre álló munkaeszközöket a legoptimálisabb mértékben kihasználni, fontos, hogy megfelelő erőgépet válasszunk a gépkapcsolatba, ezzel növelve a hatékonyságot, csökkentve az energiaköltségeket (Harrigan és Rotz, 1995). Najafi és Torabi (2015) is megerősítették, hogy az erő- és munkagép-kapcsolat résztvevő elemeinek pontos megválasztása nagyban meghatározza a termelés eredményességét.

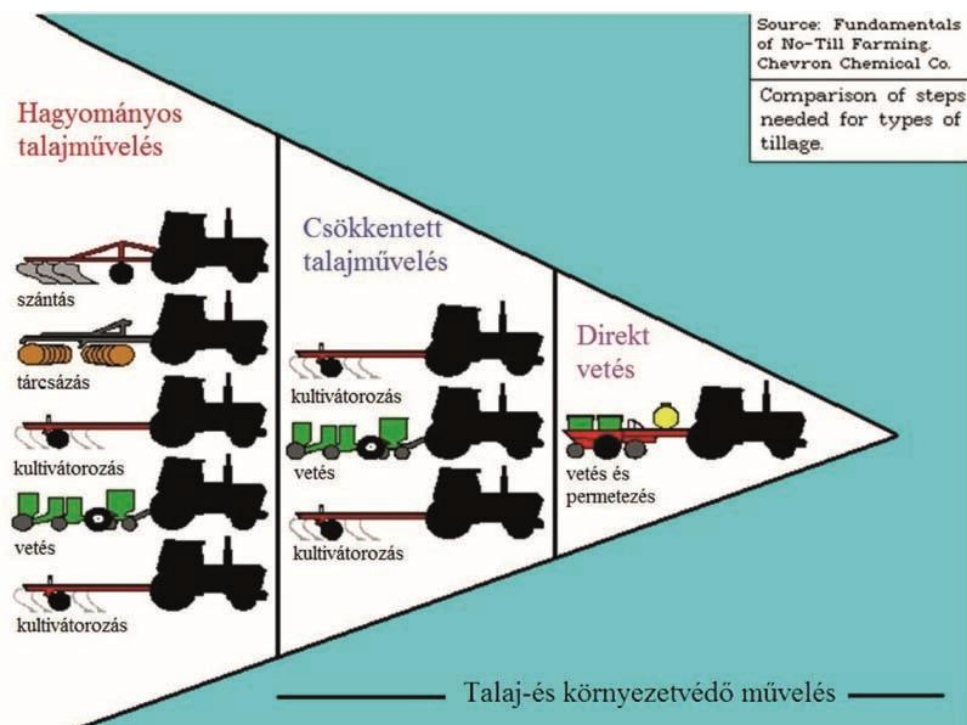
#### **2.1.1 Hagyományos talajművelési rendszer**

A hagyományos talajművelési rendszer az intenzív, teljes felületű talajmozgatásra épül, amelynek kulcseleme a forgatásos alpművelés, azaz a szántás. A hagyományos rendszerek az eke megjelenésével, és annak fejlődésével hozhatóak párhuzamba. A szántás nyújtotta termésbiztonság és növényvédelmi oldalon jelentkező előnye sokáig meghatározta a magyar gazdaságok talajművelési rendszerét, mind a mai napig fontos eszköze maradt a gazdálkodásnak (http1). A művelet során a talaj felső rétege fellazult, amely elősegítette a

gyökeresedését a növényeknek. A talajélet szempontjából azonban több negatív hozadéka is van ennek a rendszernek. A rendszer általában több menetből áll és sok eszközt igényel. Az alapművelést (szántást) követően gyakran több lépésben végzik a kiegészítő műveleteket – alapművelés elmunkálása simító, henger, vagy tárcsa használatával, illetve a magágykészítés. A sok munkamenet és a nehéz eszközök használata magasabb üzemanyag- és energiaköltséggel jár. A fedetlen (mulcsmentes), porhanyós felszín nagyon érzékeny a szél- és vízerózióra, ami a termőtalaj pusztulásához vezet, ezért fokozott figyelmet kell fordítani az egyes műveletek elvégzésének időzítésére, hogy fenntarthatassuk a megfelelő frakció-méreteinek eloszlását a talajnak (Földesi, 2013).

A hagyományos talajművelés az elmúlt századok domináns rendszere volt, de a klímaváltozás, az energiaköltségek és a talajvédelem szempontjai miatt a gazdálkodásban egyre inkább a kevesebb talajbolygatással járó, talajkímélő rendszerek felé mozdul el a hangsúly (1.ábra).

**1.ábra: Talajművelési rendszerek munkafolyamatainak ábrázolása (forrás: agroforum.hu)**

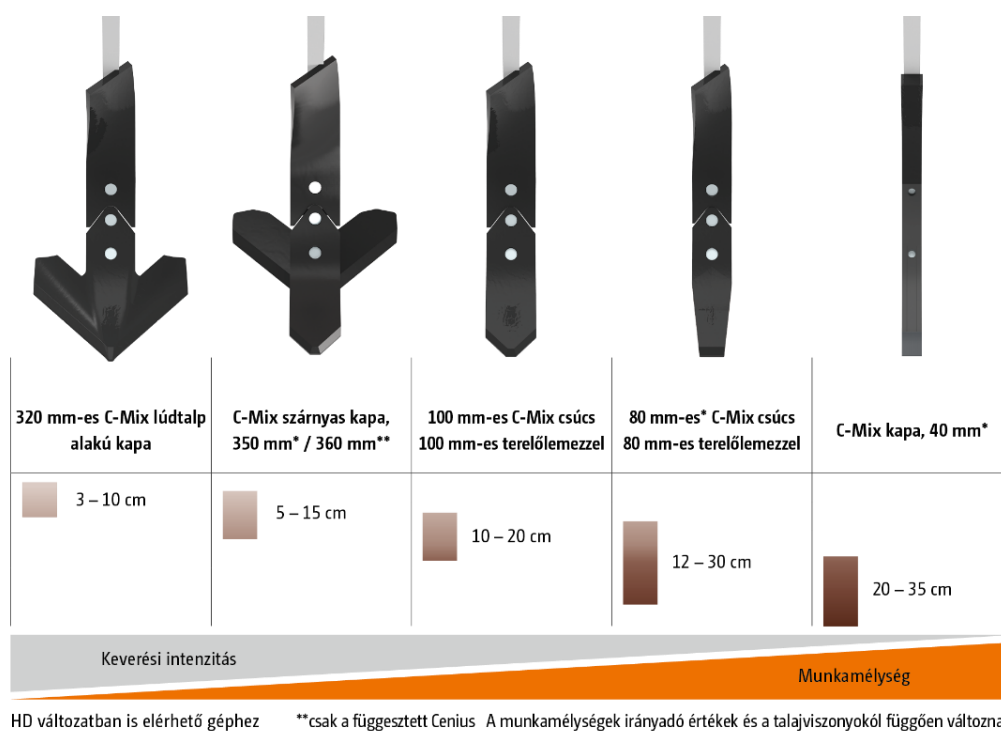


### 2.1.2 Csökkentett menetszámú rendszerek

A forgatásos talajművelési rendszer hátrányai miatt az utóbbi évtizedekben egyre nagyobb teret nyernek a talajkímélő rendszerek, melyek célja a talajbolygatás minimalizálása és a szármadarvány (mulcs) felszínén hagyása az erózió és a nedvességvesztés csökkentése érdekében (Madarász, 2015). A rendszer előnye, hogy megóvja a talaj szerkezeti adottságait, így kedvezőbb morzsa- és rögfrakció keletkezik, amely javítja annak vízkapacitási képességeit (Rasmussen és Rohde 1988). A megfelelő talajszerkezet és a mulcsréteggel való borítottság segíti az erózióvédelmet (http2).

Ez a fajta irányzat a menetszámok csökkentését tűzte ki célul gépek egyesítésével, illetve akár a művelés elhagyását is, a fenntartható mezőgazdaság jegyében (Don 2015). Az eke helyett mélylazítókat, rövidtárcsákat, de első sorban szántóföldi kultivátorokat (grúber) használnak. Ezek az eszközök főként függőlegesen lazítanak és kevernek, de nem forgatják át a talajrétegeket. A szántóföldi kultivátorok kellő mértékben porhanyítják, illetve lazítják a talajt és emellett a keverő hatásuk is ideális. A lazított talajszerkezet hatására a növények gyökerei mélyebb rétegekbe is képesek elérni (Sojnoczki, 2024). A kultivátor talajműveléssel mérsékelhető a vízvesztesség, illetve a szénvesztesség. Ennek az eszköznek köszönhetően a szántómeleg fele a felszínen marad, míg a felét bekeveri a talajba. Az eszköz egyik legnagyobb előnye, hogy eltérő beállításokkal többféle munkaműveletre is alkalmazható. Sekélyebb, 8-15 cm mély alkalmazásnál alkalmas tarlóhántási munkák elvégzésére, míg mélyebb 20-30 cm-es munkamélységű alpművelésre is használható. Tovább szélesíti alkalmazhatóságát, illetve munka-minőségi paramétereit, az alkalmazott alkatrészek – kapák típusa, mérete (**2.ábra**).

**2.ábra: Szántóföldi kultivátor kapa típusok, alkalmazhatóságuk (forrás: Amazone.hu)**



### 2.1.3 No-Till rendszer

A helytelenül megválasztott talajművelési technológia a talaj degradációját fokozza. Ennek elkerülését segíti a minél alacsonyabb menetszámban elvégzett talajművelés, de speciális eszközökkel a műveletek mennyisége tovább csökkenthető, akár el is hagyható. A No-Till technológia egy olyan gazdálkodási eljárás, amelyben a talajt egyáltalán nem, forgatják vagy keverik, a betakarítás és vetés között semmilyen talajművelést nem végzünk. Erre a feladatra speciálisan kialakított, úgynevezett direktvetőgépeket alkalmaznak, melyekkel a vetőmag a szármaradványokkal borított talajba közvetlenül kijuttatható. A módszer számos előnnyel rendelkezik, azonban megannyi negatív tényezővel is magával hordoz (http3).

A módszer nagyban hozzájárul a talaj szerkezetének a javulásához, illetve a talajéletet is jelentősen serkenti. Vízháztartási szempontból is előnyös, mivel a mulcstréteg nem kerül le a talajfelszínről, így az folyamatos takarást biztosít, megakadályozva a kipárologási vízvesztést. További előnye a rendszernek, hogy a csökkentett menetszám tekintetében jelentősen lecsökken az üzemanyag felhasználása a gazdaságnak a hagyományos talajművelési módokhoz képest. Hátránya azonban, hogy ezek a munkagépek egységnyi munkaszélességre vonatkoztatva magasabb vonóerő-igénnyel rendelkeznek, így a gazdaság méretéhez igazítottan mérlegelni kell a kiválasztásnál a meglévő erőgép-parkot, illetve a területekre szükséges

eszközmeret igényeit. Másik nagy hátránya a megnövekedett herbicides kezelések szükségessége. Állományban ez a tényező nem feltétlenül jelentkezik, ugyanis a talajművelési rendszer nem korlátozza a készítmények felhasználhatóságát, engedélyokiratát. Azonban bizonyos hatóanyagok kivonása jelentősen megnehezítheti a gazdálkodást, ilyen például a glifozát-hatóanyagú készítmények kérdése. Amennyiben ezen készítmények kivonásra kerülnek, úgy talajbolygatás nélkül csak mechanikai módszerekkel, szárzúzással lehet a tarlón megjelenő gyomkultúra, árvakelések ellen védekezni.

A direktvetés sikerének titka a pontosság és a rendszeresség. A megfelelő, mulcsképzésre alkalmas vetőgép, a precíz gyomkezelés és a jól megtervezett vetésforgó együtt teszi lehetővé, hogy a talaj szerkezete lassan javuljon, csökkenjen az erózió, és hosszú távon stabilan tartható legyen a terméshozam alacsonyabb költségek mellett.

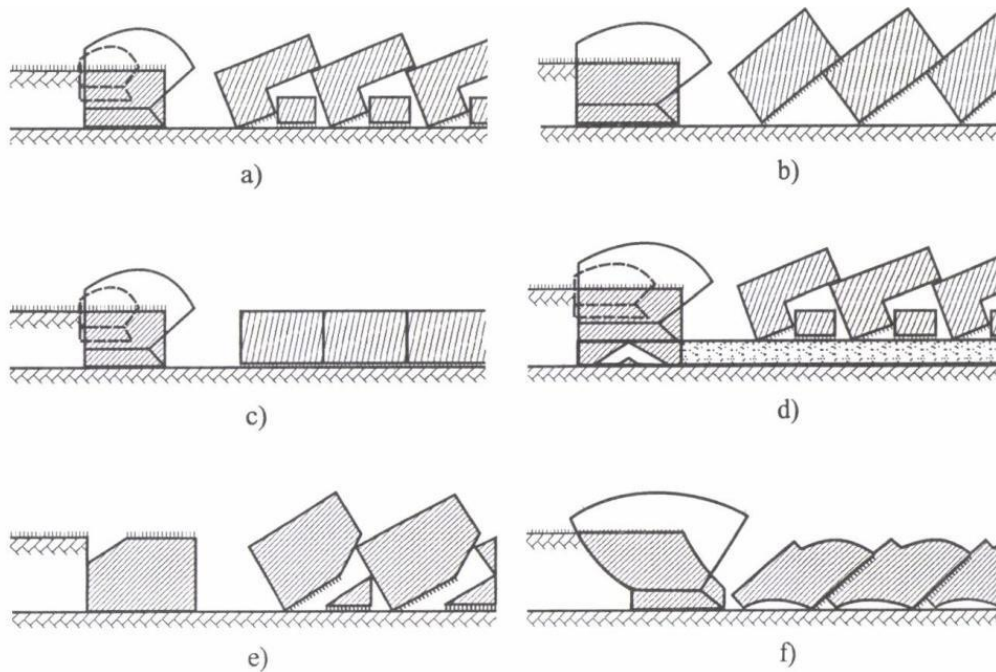
## **2.2 Alapművelés gépei**

### **2.2.1 Ekék**

Az eke a forgatásos talajművelés eszköze, korábban az egyetlen talajművelő eszközként volt jelen. Bár napjainkban nem a legtöbbit alkalmazott eszköz, jelentőségét továbbra is tartja az egyik legfontosabb talajművelő munkagépként (Szendrő 2000). A talaj tömörítésén kívül, annak minden mechanikai műveletére alkalmazható, lazítja-, keveri-, porhanyítja a talajt.

Az eke alkalmazása során a felső talajréteg aláforgatásra kerül (**3. ábra**). A művelet során a növényi maradványok, szerves- és zöldtrágyák talajba munkálásra kerülnek, az összetömörödött talaj fellazul. A megfelelő munkaminőség eléréséhez fontos, hogy az eketestek által kimetszett barázdaszelet azonos keresztmetszetű legyen. Ehhez az adott munkamélységben az egyes eketestek egyenlő mélységben és fogásszélességgel kell dolgozzanak. Az átforgatás során figyelemmel kell lenni arra, hogy a talaj kellően át legyen fordítva, porhanyítva. Kiemelten fontos a barázdaszeletek szoros egymásra dőlése, borítása, ez segíti elő a leforgatott szervesanyagok bomlását.

**3.ábra: Szántások talajszeletei -a) előhántós; b) előhántó nélküli; c) teljes forgatás; d) általajlazító; e) trágyaforgató; f) rombuszszántás (forrás: Szendrő, 2000)**



A szántás minőségének egyik legfontosabb paramétere, hogy egyenletes talajfelszín keletkezzen, minél kisebb legyen a rögössége. Ennek elérésére egyes gyártók kínálatában elérhetőek az ekékre szerelhető, vagy kapcsoltan üzemeltethető szántás-elmunkáló hengerek.

Az ekéket több szempont szerint is lehet csoportosítani (Szendrő, 2000). A csoportosítási módok közül a leggyakoribb szempont az eszköz kiválasztásánál a felfüggesztés típusa. Ebben a vonatkoztatásban megkülönböztetünk függesztett-, felig függesztett- és vontatott ekéket. A forgatás iránya szerint tovább oszthatóak az egyes típusok, így választani lehet ágyeke és váltvaforgató eke közül. A különböző talajtípusokhoz lehetséges az ekefejeket is variálni, így léteznek teli-, illetve réselts-kormánylemezekkel szerelt ekék is. Munkamélységüket tekintve megkülönböztetünk sekélyszántó (<20 cm), középmezlyszántó (21–26 cm), mélyszántó (27–32 cm), mélyítőszántó (33–45 cm) és rigol (> 45 cm) ekéket (Egyed 2001).

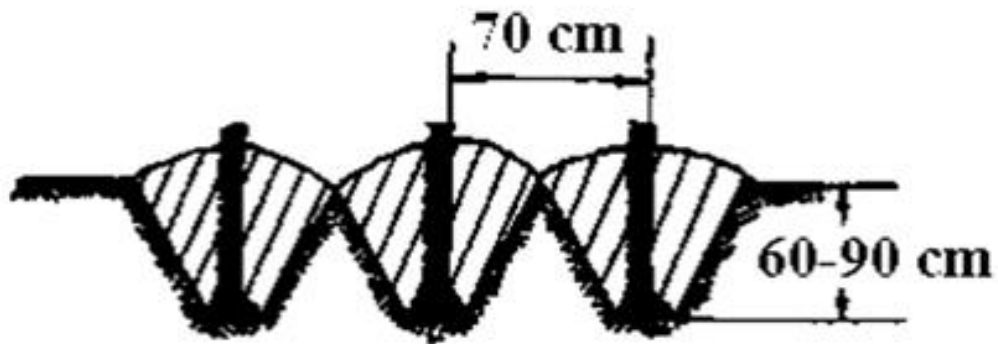
Az ekék egyes típusa felszerelhető általajlazító eszközzel, amely barázdafenék alatti talajt 5–20 cm mélységben műveli meg. Ez a módszer segíti a talaj és növények szempontjából káros „eketalp” betegség megelőzését.

### 2.2.2 Középmély- és mélylazítók

A talajlazítók a talajt forgatás nélkül lazítják (Kocsis, 2008). Középmély lazítók esetében a cél, hogy 30-45 centiméter mélységben lazítsuk és porhanyítsuk a talajt, ezáltal létrehozva a művelt réteg és az altalaj kapcsolatát. A középmélylazítók megfelelő munkasebessége 4-8 km/h (Szendrő, 2000). Ebben a sebességtartományban tud a talajban a lazítókés csúcsától előrefelé-, illetve oldalirányba talajrepszto hatás megindulni. A technológiából adódó munkamélység függvényében megfelelő késtávolsággal kell a munkaeszközöket kialakítani a megfelelő átlazulás érdekében.

A mélylazítók 45 centimétert is meghaladó mélységben kerülnek üzemeltetésre. Alkalmazásuk célja, hogy fellazítsuk a sokéves művelések és az öntözés következtében kialakult tömörödött altalajréteget (4.ábra).

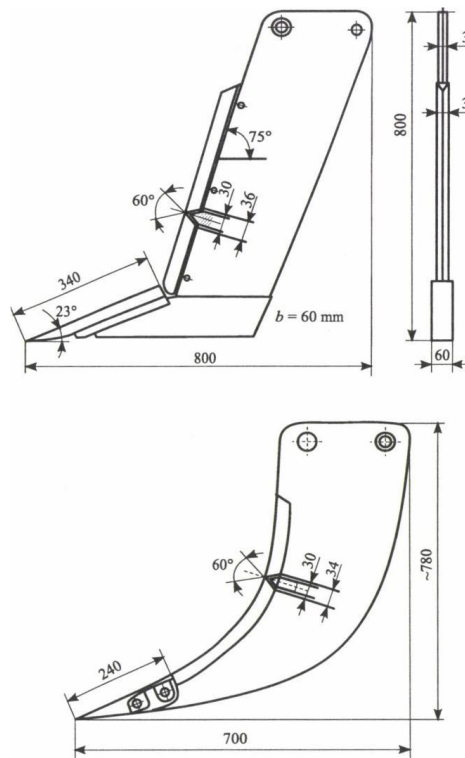
4.ábra: Altalajlazító munkája (forrás: Kocsis, 2008)



Szerkezeti felépítésüket tekintve egyszerű eszközöknek minősülnek. Fő felépítési részeik: függesztő (vagy adott géptípus esetében vonó-) szerkezet, keretszerkezet, lazítószerszámok, állító- kezelő elemek, elmunkáló berendezések. Váz kialakítás tekintetében megkülönböztetünk V-alakú, valamint egyenes kialakítású egy- vagy többgerendelyes változatokat. Lazítószerszám kialakítása lehet előrehajló egyenes vagy -íves, továbbá oldalra hajló formájú (5.ábra). Az előre álló, ívelt kialakítás nagy előnye a jobb lazítóhatás, az alacsonyabb teljesítményigény az erőgéppel szemben.

A gépek munkamélysége a traktor függesztő/vontató berendezésével, illetve a gépen elhelyezkedő határolókerék vagy hengerek segítségével állítható be. A munkagép méretétől függően ez történhet hidraulikusan vagy mechanikusan, csavarorsók segítségével.

**5.ábra: Egyenes és ívelt előre álló lazítószárak (forrás: Szendrő, 2000)**



#### **2.2.4 Szántóföldi kultivátorok**

A forgatás nélküli technológiák alkalmazásánál az egyik legelterjedtebb alpművelést végző munkaeszközök a szántóföldi kultivátorok. Alkalmazásuk során a talaj lazításra, porhanyításra kerül, kismértékű keverést végez a művelt rétegben (Szendrő, 2000). Egyik legnagyobb előnye a nagy területteljesítmény. A szántóföldi kultivátorok elérhetőek függesztett és vontatott kivitelben is.

Kultivátoros művelés során figyelni kell, hogy elkerüljük a talajfelszín barázdáltságát, így a szerkezetet alkotó művelőszerszámoknak igazodniuk kell a talajhoz (Egyed 2001). Mivel a talajt teljes szélességében meg kell művelnünk, a kapaszárak eloszlása a vázon kiemelt fontosságú. Hogy elkerülhessük az eltömődést, lehetőség van a kapaszárakat egymástól tagoltan, több sorban elhelyezni. Az eltömődés kockázata tovább csökkenthető a szárak kialakításával is. A tagolásnál figyelmet kell fordítani, hogy amennyiben szükséges, a művelés fedje a teljes talajfelszínt. A kapatesteknek túlfedésben kell lenniük, amit szárnytagok felszerelésével érhetünk el.

Mélyebb, akár 25-30 centimétert is elérő alpművelés esetén nehézkultivátorokat alkalmazunk. Az alkalmazott munkamélység függvényében kerül kiválasztásra a felszerelt

kapatestek alakja, húzástávolsága. Különböző gyártók esetében megtalálhatóak konstrukciós eltérések, azonban általánosságban elmondható, hogy három szerszámszár rögzítési módszert alkalmaznak: merev, félmerev, rugós. A merev, illetve félmerev megoldásoknál minden esetben biztosítással vannak ellátva az egyes művelőszerszámok.

Az alpművelés elmunkálására, illetve az egyenletes talajfelszín kialakítása érdekében a szántóföldi kultivátorokat különféle elmunkáló eszközökkel – tárcsaszor, hengerek – szerelik fel.

### **2.2.6 Köckerling Vector**

A gyártó által kiadott termékismertető mutatja be a VECTOR nehéz szántóföldi kultivátor tulajdonságait, amely a QUADRO sorozat továbbfejlesztése. A VECTOR egyedülállósága, hogy az egész gép mélysége állítható munka közben, megállás vagy kiszállás nélkül, az Easy-Shift rendszeren keresztül. Segítségével a fülkéből az optimális munkamélységet a hidraulikával fokozatmentesen be lehet állítani kézzel vagy akár automatikusan az ISOBUS vezérléssel. Ennek a rendszernek a segítségével az ideális hozamot tudja a gazdálkodó elérni, ugyanis az eltérő területi adottságokhoz, táblákon belül jelentkező foltszerű változásokhoz azonnal tud alkalmazkodni. A rendszer lehetőséget nyújt az előírástérképek általi munkamélység változtatásra. A térképek elkészítése történhet domborzati mutatók hozzáadásával, amin keresztül az erózió elleni védekezésben nyújt segítséget, vagy biomassza-tömeg feltérképezésén keresztül a bekeverés minőségét javíthatja, elkerülhetőek az eltömődések.

A munkagép további nagy előnye, a gyártói honlapon is külön feltüntetett, modulárisan bővíthető kialakítása. Művelési mód- és teljesítmény függvényében módosítható a munkaszélessége a külső kerettagok fel- illetve leszerelésével (4,6 m → 6,2 m; 5,7 m → 8 m; 7 m → 9 m). Sekélyebb munkavégzés esetén a kerettel növelhetjük a munkaszélességet, így például a tarlóhántási munkáknál nagyobb terület-teljesítmény érhető el, míg ugyanazzal az erőgéppel az alpművelést is el tudjuk végezni a bővítő-keret leszerelését követően. Ugyan ez a rendszer segíti, hogy az esetleges gazdaságnövekedés esetén ne legyen szükség teljesen új munkaeszköz beszerzésére, a már meglévő gépet lehessen a nagyobb teljesítményű erőgéppel is üzemeltetni.

A VECTOR széleskörű alkalmazhatóságához további opciókkal is találkozhatunk a gyártó által közzétett információs anyagokban. Ennél a szériánál egy új generációs kés került

bevezetésre, amely nagy keretátmérővel rendelkezik. A korábbi szériákon is megtalálható TopMix kések nagy népszerűségnek örvendenek, mivel könnyen átalakíthatóak (6.ábra).

**6.ábra: Kés-változatok a VECTOR-hoz (balról jobbra haladva: TopMix; Topmix-lúdtalp kapa; keményfém kopócsúcsok; keményfém véső kés; forrás:koeckerling.de)**



A szárnytagok eltávolításával gyorsan átalakítható az eszköz mélyművelésre, sekély munkaműveletek esetén pedig könnyedén visszahelyezhetők azok. Ezáltal a gép teljes mértékben optimalizálható az elvégezni kívánt munkaművelethez, hogy az a legjobb minőségben tudjon megtörténni.

### **2.3 Precíziós technológiák a talajművelésben**

A precíziós gazdálkodás fogalmát kezdetben csak a szántóföldi növénytermesztésben használták. Mára már a kertészeti és állattenyésztési technológiák körében is megjelent (Fenyvesi 2016). A technológia egyik legfontosabb jellemzője, hogy a számítógépes vezérlések, a pontos mérések fontos szerepet töltenek be a gazdálkodás minden egyes szakaszában az adatgyűjtéstől kezdődően, a tervezésen át a döntéshozatalig, és a beavatkozásig. Ezeknek az elemeknek mind jelentős ráhatása van talajaink állapotára, így a fenntarthatóságra. Ahelyett, hogy egy egész táblát egységesen kezelne, a precíziós gazdálkodás célja, hogy a megfelelő kezelést, a megfelelő időben, a megfelelő helyen, a szükséges mennyiségben alkalmazza.

A precíziós talajművelés lényege, hogy a táblán belüli eltéréseknek megfelelően zónákra osztjuk a területet, és azokat eltérő mélységben és intenzitással műveljük. A fő cél a felesleges bolygatás és tömörítés elkerülése, valamint a megfelelő talajállapot biztosítása. A precíziós gazdálkodás alapja az adatgyűjtés, amely történhet táblán belül közvetlenül, illetve lehet külső adatgyűjtés is.

- Helymeghatározás
- Távérzékelés
- Talajmintavétel
- Hozamtérképezés

A legelső adatgyűjtési folyamat a helymeghatározás GPS/GNSS rendszerek segítségével, hogy az adatokat pontosan lehessen térben pozicionálni. Távérzékelés során különböző, drónok és műholdak által készített ortofotók és szenzor alapú (NDVI, LiDAR) térképek nyújtanak információt. A talaj szerkezeti állapotának felmérésére rács alapú, vagy zónás mintavételezési móddal készített talajmintavételek adnak lehetőséget. Az adatok tenyészidőszakon belüli pontosítását, területi változásait a betakarítás során elkészített hozamtérképek segítik. Az összegyűjtött adatokat különböző térinformatikai szoftverek segítségével dolgozzák fel, készítik el a szükséges előírás térképeket. Az előkészítés ezen fázisában kerül megállapításra, milyen jellegű beállításokra lesz szükség a munkafolyamat során.

A modern erő és munkagépek alkalmasak rá, hogy a beállított előírás-térkép alapján automatikusan és folyamatosan változtassák a munkafolyamat beállításait. Talajművelési feladatok esetében ez a munkamélység alkalmazkodó változtatásában realizálódik. A munkagép (pl. lazító, kultivátor) elektromos vezérlésű hidraulika rendszere a GPS-pozíció és az előírás térkép alapján valós időben állítja be a munkaeszköz mélységét.

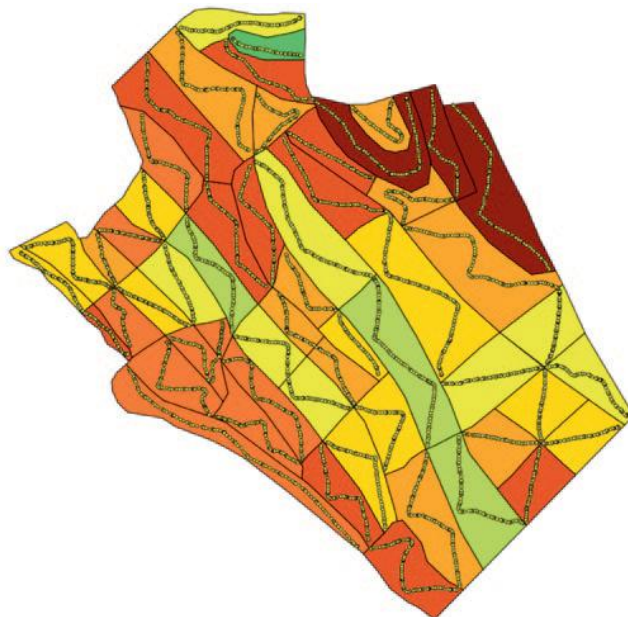
A technológia bekerülése jelentős kezdeti beruházást igényel (szenzorok, gépek átalakítása, szoftverek), hosszú távon azonban javítja a hatékonyságot, optimalizálja az inputanyag-felhasználást és támogatja a környezetileg felelős gazdálkodást, így a jövő mezőgazdaságának egyik legfontosabb eszköze. A rendszer célja, hogy mérsékelje a talaj degradációját, a megfelelő talajállapot létrehozása.

### 2.3.1. Talajvizsgálat

A precíziós gazdálkodás egyik alap információt adó eszköze a talajvizsgálatok elvégzése, hogy pontos képet kaphassunk talajainkról. A hagyományos, táblánként egy mintavétel helyett zónák szerinti, sűrűbb mintavételezésre van szükség. A precíziós talajmintavételezés egy olyan eljárás, amely automata mintavevőkkel, térinformatikai eszközökkel kiegészítve térképezi fel a talaj fizikai, kémiai és biológiai adottságait, mindezt nagy pontossággal. Az alkalmazásánál a cél, hogy azonosíthatóvá váljanak a termőterületek eltérő adottságokkal rendelkező részei, úgynevezett zónái, amelyekre a termelők egyedi, pontosabb tápanyag-gazdálkodási- és talajjavítási terveket készíthessenek, ezáltal növelve gazdasági hatékonyságukat.

A talajmintavételezés folyamata egy előre elkészített talajmintavételi-terv alapján zajlik (http4). A tervezés során egy útvonal kerül meghatározásra, amelynek mentén a minták begyűjtésre kerülnek. A mintavételi pontok GPS alapú helymeghatározás segítségével visszakereshetőek. Hogy a minták minél hosszabb ideig releváns információval szolgáljanak a területről, kiemelten fontos a pontosság a helymeghatározásban. A helyadatok további segítséget nyújtanak az újbóli mintázások elvégzésében. Lehetőség adódik, hogy az új időszakra vonatkozó mintákat az előző mintázási útvonal mentén, azonos helyről vegyünk, ezzel pontos információt szerezve a terület változásáról. A mintavételezést követően a mintaegységek akkreditált laboratóriumba kerülnek elemzésbe, melyek eredményeit térképes alapon is ábrázolásra kerülnek (7.ábra).

**7.ábra: Célhozamok alapján elkészített talajmintavételi útvonal (forrás: IKR Agrár)**



A térképi ábrázolás mellett szövegesen, táblázatba foglalva is megjelenítésre kerülnek az adatok, így ezen két ábrázolási technika segítségével a gazdák könnyebben áttekinthetik területeik adottságait

A kapott eredmények elsősorban a tápanyagellátásban használhatóak fel, azonban más talajjavító módszereknél is alkalmazhatóak. A táblák kötöttségi térképe segít a talajmunkák munkaparamétereinek pontos beállításában. Ezeket az adatokat termőképességi-, illetve domborzati viszonyokat meghatározó adatokkal kiegészítve előállíthatóak szerkezeti térképek, amelyek nagy segítséget nyújtanak többek közt az eróziós károk megelőzésében.

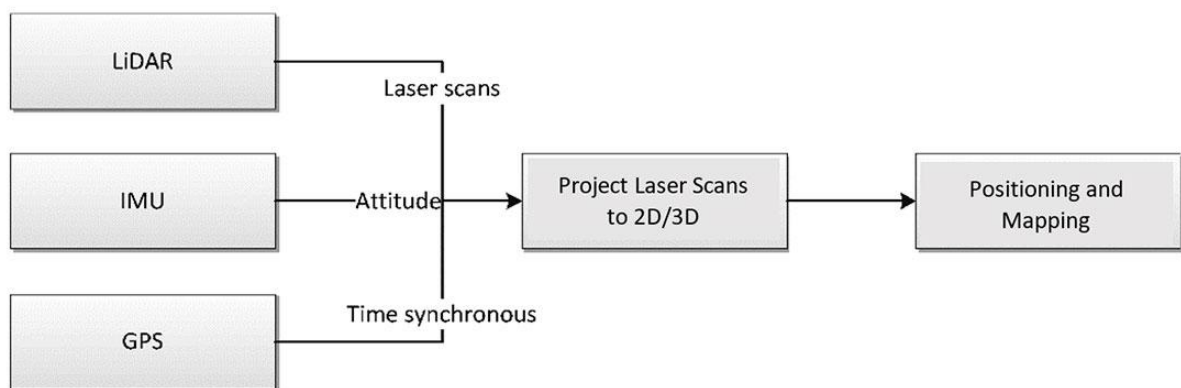
### **2.3.2 Távérzékelés**

A LiDAR a Light Detection and Ranging (magyarul: fényérzékelés és mérés) angol kifejezés rövidítése, mely egy olyan érzékelő technológia, amely lézerfény impulzusokat használ a tárgyak távolságának mérésére és a környezetük 3D-s modellezésére. Lehetőséget nyújt a térképezés, monitorozás és a felületek, tárgyak felmérésére (http5). A technológia jelentős fejlődéseken ment keresztül az elmúlt években, használata egyre jobban elterjedt a földmérési-, szeizmológiai-, erdészeti- és légköri fizikával kapcsolatos alkalmazása.

A talajok felmérése, nagy felbontású talaj-térképek elkészítése nagy mennyiségű terepi munkát, magas tudásszintet igényelt (Kringer et al. 2009). A LiDAR egy lézeres távmérési módszer, amely optikaiérzékelős-technológiát használ (http5), adatgyűjtési lehetőségei ideálissá teszik térképezésekhez. Alkalmazása során intenzív, fókuszált pulzáló lézereenergia kerül kibocsátásra, amelyet visszaverődve az érzékelők észlelnek, így működését tekintve egy aktív rendszerről beszélhetünk. A rendszer a kibocsátás és észlelés között eltelt időintervallum alapján határozza meg a távolságot. További lehetőség a technológiában, hogy segítségével megállapítható tárgyak optikai karakterisztikája, mint például a fényelnyelő vagy -visszaverő képesség. A LiDAR-rendszerek egy része közeli-infravörös hullámhosszon, de előfordulnak olyan rendszerek is, amelyek zöld sávon üzemelnek. Hatótávolság tekintetében egy rövidtávú érzékelőtechnológia. Legtöbb esetben az érzékelők legfeljebb 100 méteres távolságig képesek érzékelésre. Bár az adatgyűjtési és modellezési funkciók speciális szoftvereket igényelnek, a folyamat viszonylag gyorsnak tekinthető, az elkészült kiváló minőségű térképek kis fájl mérettel rendelkeznek.

A rendszer alapját a lézeren túl egy navigációs mérőegység (IMU), egy nagy pontosságú globális helymeghatározó rendszer (GPS) és a vezérlésért felelő számítógép-felület adja **(8.ábra)**. A lézer által kibocsájtott fényimpulzusok a tárgyról visszaverődve kerülnek érzékelésre. Az érzékelő ezek beérkezésekor méri az impulzus kibocsátás és -visszatérés között eltelt időt, amely alapján kerül a távolság kiszámításra (*Tárgy távolsága = fénysebesség\*repülési idő/2*). Ez az érték, amely a fény által megtett útból kerül számításra, konvertálódik át magassági adattá. Ez a folyamat másodperceként akár milliószor is megismétlésre kerülhet, ezekből az adatokból a rendszer egy nagy felbontású térképet készít.

**8.ábra: LiDAR-technológia blokkdiagram (forrás: Farnell)**



A rendszer működését tekintve sokkal nagyobb lehetőségeket kínál egy, a mezőgazdaságban elterjedtebb távolságmeghatározási módszernél, a fotogrammetriánál (http6). A fotogrammetria során fényképek kerülnek készítésre, amelyeket szoftverek segítségével alakítanak át 2D vagy 3D modellekké. Bár ez a technológia hozzáférhetőbb, alacsonyabb költség szintet képvisel, pontosságban elmarad a LiDAR rendszertől. Kisebb, finomabb részletekkel rendelkező objektumok, növényzet alatti terep alaki felvétele a LiDAR által valósítható meg, további előnye, hogy sötétben is alkalmazható. Gyors, biztonságos mód az információk gyűjtésére a LiDAR-szenzorral ellátott drón, amely bármilyen típusú helyszínről képes azokat begyűjteni (http6).

### **2.3.3 Helymeghatározás**

A helyspecifikus gazdálkodás feltételei közül az egyik legfontosabb, hogy rendelkezünk a pontos helymeghatározást szolgáló eszközökkel, hogy lehetőségünk legyen pozícionált információk gyűjtésére és kezelésére (Csiba, 2010). A gazdaság adatainak térbeli koordinátákkal való összerendelését, a táblákon belüli helyzetünk pontos meghatározását és rögzítését a Globális Helymeghatározó Rendszerek (GPS) teszik lehetővé (Elham et al, 2015). Az alkalmazott műholdas technológia meghatározza, hogy milyen pontos és megbízható a helymeghatározásunk. A mezőgazdasági munkálatok során nagy pontosságra van szükség, így ott elengedhetetlen korrekciós jelek alkalmazása. Az egyik legelterjedtebb módszer hazánkban a valós idejű kinematikus mérést alkalmazó, RTK (Real Time Kinematik) jelkorrekció. Ennek a rendszernek a használatával el lehet érni akár 2-2,5 cm-es jelponosságot, amely alkalmas az automatikus kormányzási és vezérlési rendszerek alkalmazásához (Milics, 2011).

A helymeghatározó rendszerek segítségével képessé váltak a gazdálkodók, hogy a termelés során figyelembe tudják venni a területen belüli változékonyságokat (Mohammad és Ayat, 2015). A rendszer segítségével nyert helyinformációk felhasználásával lehetőségük nyílik különféle térképek elkészítésére a területek vonatkozásában, éveken át nyúlóan képesek pontos navigációra meghatározott helyek vonatkozásában. Az elkészült térképek alapján lehetőség nyílik a művelés elemeinek szabályozott végrehajtására, hogy az adott területen mindig a legalkalmasabb beállításon lehessen a munkagépeket üzemeltetni (Šaraukis et al, 2022).

### **2.3.4 Hozamtérképezés**

A hozamtérképezés magában foglalja a betakarító gépekbe épített szenzorokat, amelyek rögzítik a betakarított termés mennyiségét, társítva mellé a GPS alapú helymeghatározási rendszereket. Az így kapott adatokból van lehetőség GIS (Geographic Information System) rendszereken keresztül hozamtérképek készítésére, azok további értékelésére (Elham et al, 2015).

Használatával felmérhetjük a termelékenység jelenlegi helyzetét, segítséget nyújt a jövőbeli döntések meghozatalában. Fontos kiemelni, hogy a hozamtérkép nem nyújt az adott vegetációs időszakban információt, amennyiben a mért értékekből létrehozott térképfedvényről van szó (Milics 2008). A hozamtérképek segítenek beazonosítani a szántóföldek azon területeit, amelyekre a későbbiekben eltérő kezelés alkalmazása szükséges. A GIS programokban összevethetjük a kapott adatokat más, a gazdálkodás során alkalmazott rétegekkel, ezzel is pontosítva a jövőbeli kezelések meghatározását.

### 3. Anyag és módszer

#### 3.1. A kísérleti terület viszonyai

A vizsgálat Veszprém megyében, Béb település határában lett elvégezve, Masszi László helybéli termelő területén (9. ábra). A térségben döntő többségben szántóföldi kultúrák termesztése zajlik, de találhatóak gyepterületek is, melyeket a helyi állattartó-gazdaságok hasznosítanak. A mérést a „Legelő” saját elnevezésű táblán végeztem.

A táblán napraforgó elővetemény volt található, amit 2025 szeptember 20-án takarítottak be. A területre a talajmunkákat követően őszi búza kerül elvetésre. A méretéből adódóan inhomogén adottságokkal rendelkeznek. Ezen részek eloszlása azonban arányosnak mondható a táblán belül, de a talajvizsgálati eredmények elemzésével ez a tényező is vizsgálatra került.

9. ábra: Kísérleti terület elhelyezkedése, Béb (forrás: John Deere Operation Center)

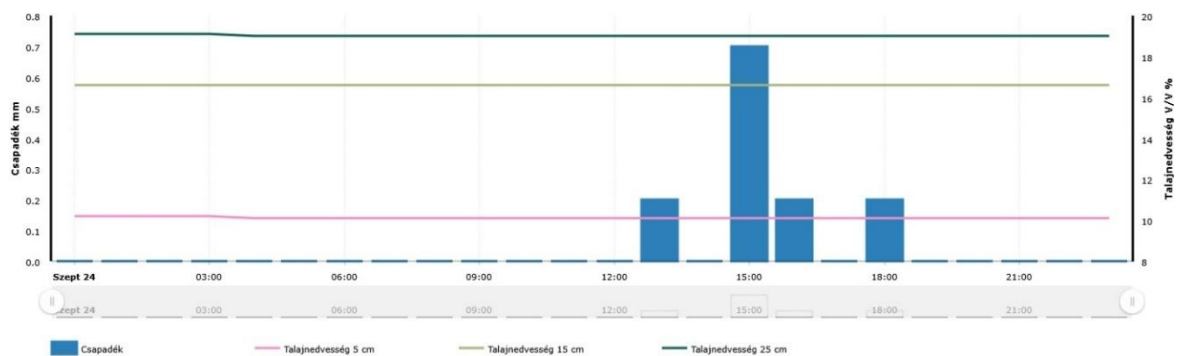


## 3.2. Agro-ökológiai adottságok a kísérleti területen

### 3.2.1. Környezeti viszonyok

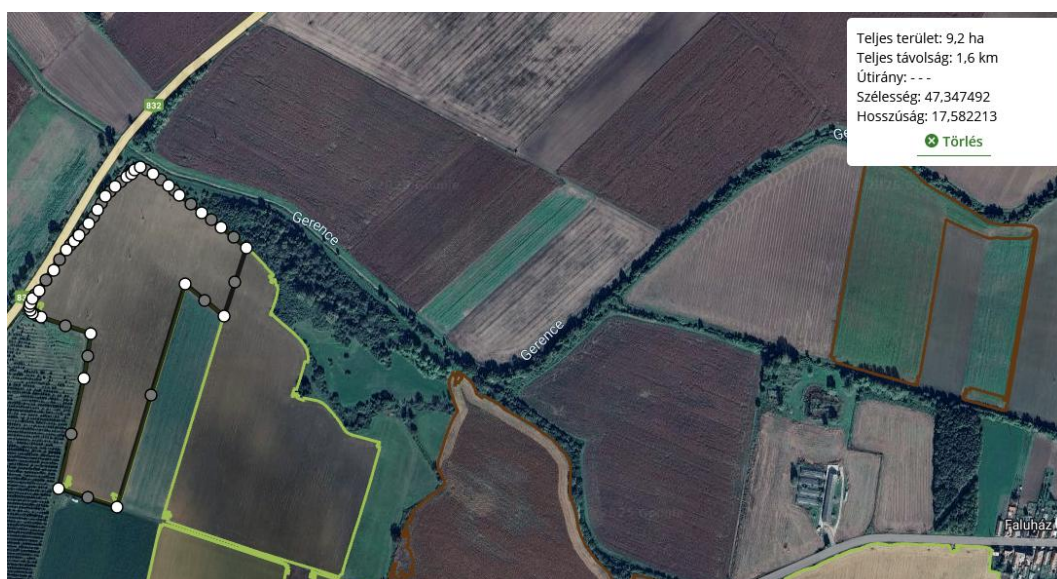
A munkagép üzemeltetési viszonyit két vizsgálati módszer szerint elemeztem. Az első mérés alapját képező műveletet 2025 szeptember 24-én végezték. Azon a napon érkezett a térségbe némi csapadék, azonban a művelet során nem volt számottevő befolyása. Az aznapi területi viszonyok – csapadékmennyiség, talajnedvesség – a 10.ábrán láthatóak.

10.ábra: Időjárás adatok 2025 szeptember 24 (forrás: KITE PGR)



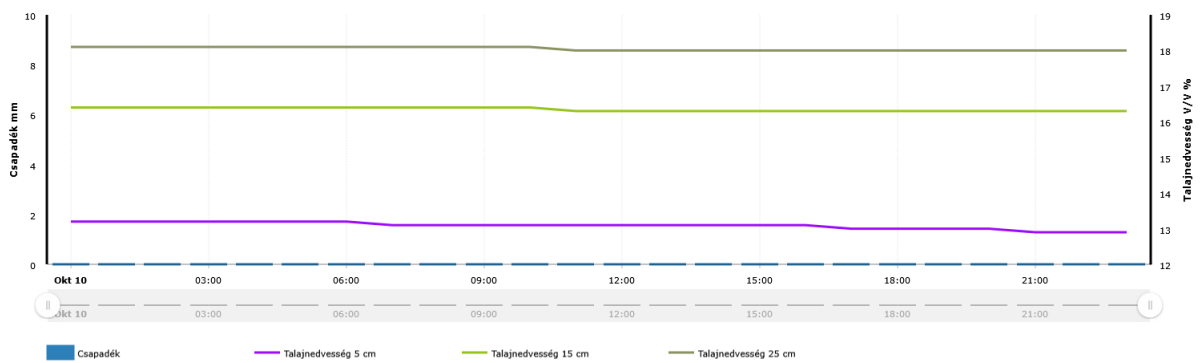
Az első talajművelési módszernél a tábla területéből 9,2 hektár került megművelésre (11.ábra). Ezen a parcellarészen állandó, 20 cm mélységben volt a kultivátor üzemeltetve.

11. ábra: Megművelt táblarész 2025.09.24.-én (forrás: John Deere Operation Center)



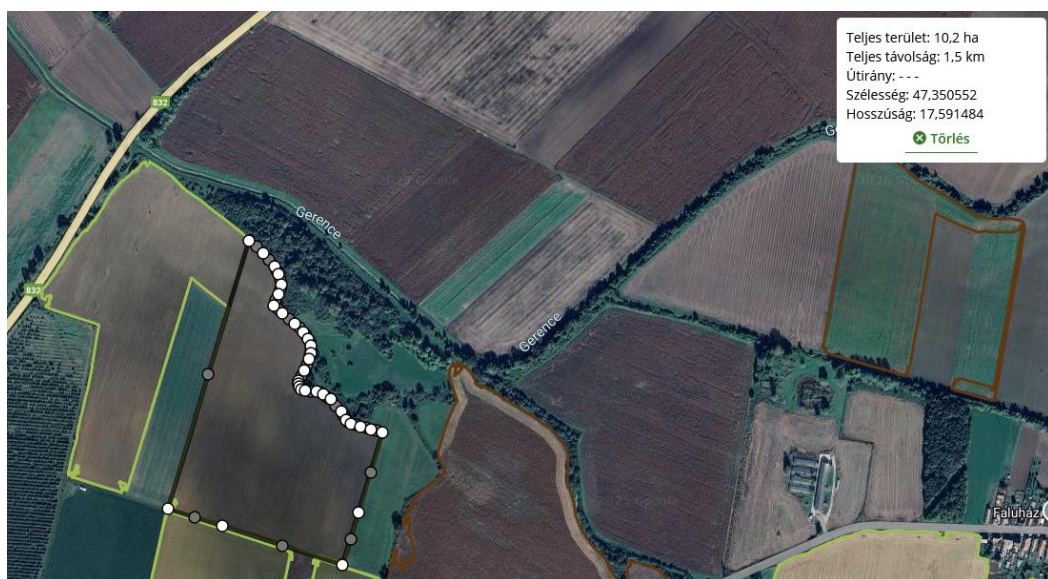
A második vizsgálati módszer időpontja 2025 október 10-én volt. A két kezelési időpont között 22,4 mm csapadék hullott a térségben, melynek következtében a talaj felső rétege is átnedvesedett. A csapadék túlnyomó mennyisége azonban az első művelési időpontot követő napokban érkezett, így a második alkalomra ez a tényező nem befolyásolta a talajmunkát. A második művelési időpont csapadék- és talajnedvesség-viszonyait a 12. ábra mutatja.

**12.ábra: Időjárás adatok 2025 október 10. (forrás: KITE PGR)**



A differenciált-mélységű művelés a tábla hátralévő területén, 10,2 hektáron lett elvégezve (13. ábra). Az előírás térkép alapján 15-25 cm között változott a munkamélység.

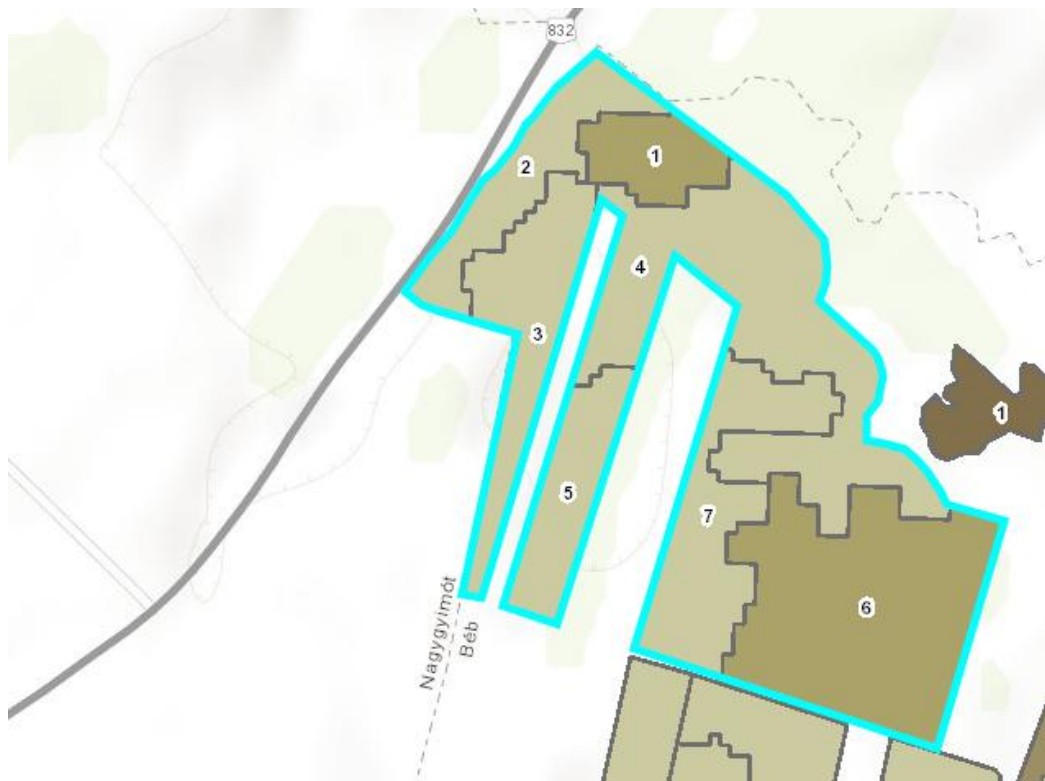
**13. ábra: Megművelt táblarész 2025.09.24.-én (forrás: John Deere Operation Center)**



### 3.2.2. Területadottságok

A tábla talaját tekintve döntően homokos vályog, de megtalálhatóak rajta vályog, illetve agyagos vályog foltok is (**14.ábra**). A talajművelés minőségét az ezeket a tulajdonságokat jelző érték, az Arany-féle kötöttségi szám (KA) befolyásolja. A területről precíziós, zónahatárokkal lefedett talajvizsgálat készült. A vizsgálati eredmények alapján az Arany-féle kötöttség értéke legnagyobb területen 36 és 39,4737 értékű.

**14.ábra: Tábla precíziós térképe, Arany-féle kötöttségi értékek (KA) szerinti zónákban (forrás: KITE PGR rendszer)**



1.táblázat: Terület precíziós talajvizsgálati eredményei (forrás: KITE PGR rendszer)

FÖLDTERÜLET NEVE	Legelő	Legelő	Legelő	Legelő	Legelő	Legelő	Legelő	Legelő	Legelő
TERÜLET (HA)	2,453191	4,948368	4,874092	1,463281	1,025388	1,644305	2,132707		
MÉRÉSI ZÓNA JELE	7	4	6	5	1	2	3		
KA	37,9747	36	39,4737	37,9747	38,4615	36,5854	37		
CINK	0,6717	0,7316	0,7097	0,7146	0,7314	0,6623	0,7049		
FOSZFOR-PENTOXID	418,1986	436,6564	420,6011	410,0184	373,0266	361,7765	455,4574		
HUMUSZ	3,0217	2,8637	3,1605	2,884	3,1317	3,4627	3,0431		
KÁLIUM-OXID	296,8883	285,3264	240,8647	250,9689	235,9839	209,0108	274,2955		
KÉN	2,2	2,43	2,39	2,97	2,33	2,33	2,49		
MAGNÉZIUM	118,46	128,37	124,9	134,28	144,2	150,07	129		
MANGÁN	14,78	15,38	16,55	14,59	15,55	18,66	15,78		
NÁTRIUM	25,3893	44,4848	21,7845	28,7871	33,9498	33,8531	49,243		
NITRIT-NITRÁT NITROGÉN	14,5849	18,2674	24,3372	27,8548	7,5508	7,961	10,125		
PH (KCl)	7,26	7,23	7,29	7,25	7,12	7,14	7,21		
RÉZ	0,8202	0,945	0,8526	0,9124	0,9171	0,8318	0,8719		
VÍZBEN OLDHATÓ SÓ	0,02	0,0231	0,0364	0,0495	0,02	0,02	0,02		
SZÉNSAVAS MÉSZ	8,8654	10,0743	9,2684	8,4624	8,4624	8,4624	8,4624		

### 3.3. A vizsgálatban alkalmazott eszközök

#### 3.3.1. Köckerling Vector 460

A vizsgálat során az elsődlegesen megfigyelt munkaeszköz a *Köckerling Vector*, egy mulcsvetéshez használt szántóföldi-nehézkultivátor (2.táblázat). Ez a 4 gerendelyes sekély tarlóhántásra és mély talajlazításra egyaránt alkalmas univerzális kultivátor az új EasyShift mélységállító rendszerrel van felszerelve, melynek segítségével a munkamélység kényelmesen állítható a traktor üléséből, ISOBUS csatlakozáson keresztül. A gép TopMix kapákkal van felszerelve, szárnyak nélkül. A talaj visszatömörítésére dupla U-profilú, úgynevezett STS (Soil To Soil) hengercsor szolgál.

**2.táblázat: Köckerling Vector 460 műszaki paraméterek**

<b>Munkaszélesség (m)</b>	4,6
<b>Szállítási szélesség (m)</b>	3
<b>Kécek száma (db)</b>	17
<b>Osztástávolság (cm)</b>	27
<b>Keretmagasság (cm)</b>	85
<b>Tömeg (kg)</b>	5950
<b>Min. vonóerőigény (LE)</b>	220

#### 3.3.2 Kerner X-Cut SOLO 450

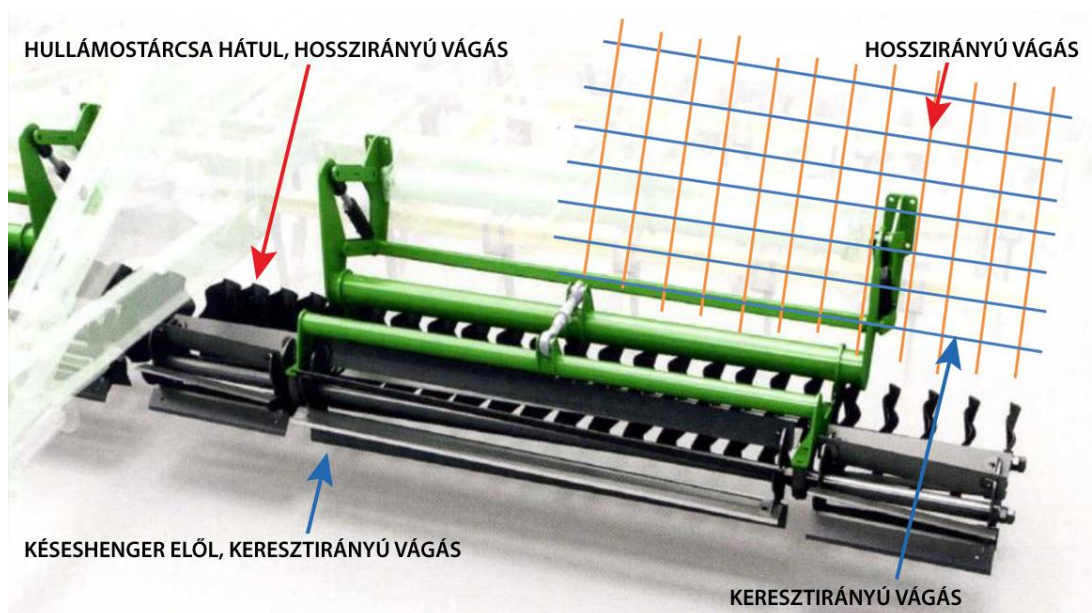
A kultivátorral egy menetben Kerner X-Cut SOLO hengerrendszer (3.táblázat) került alkalmazásra a napraforgó tarlón. Az X-Cut rendszer egy késes hengerből és egy mögötte közvetlenül elhelyezkedő, hullámos vágótárcsából áll össze. Az alacsony teljesítményigényének köszönhetően alacsony üzemanyagfelhasználás mellett üzemeltethető, nagy területteljesítményével jelentős időt takaríthat meg a termelő. Front-felfüggesztésre szerelve kombinációkban is alkalmazható, amely tovább fokozza használhatóságát, a kombinációkban való alkalmazásával, az alacsonyabb munkaműveletszámmal elősegíthető az

erózió elleni védelem. A rendszer kialakításából adódóan a szármadarványok egyidejűleg hossz- és keresztirányú aprításra is kerülnek (15.ábra).

**3.táblázat: Kerner X-Cut műszaki adatok (forrás: Vector Mezőgép)**

Megnevezés	X-CUT 450
Munkaszélesség (m)	4,5
Késes henger	8 késsor, 400 mm átmérő
Vágótárcsák	hullámos tárcsa, 400 mm átmérő, 150 mm osztástávolság
Munkamélység (cm)	0-2
Tömeg (kg)	1700
Felfüggesztés	Kat. III

**15.ábra: Kerner X-Cut SOLO koncepció (forrás: Vektor Mezőgép)**



### 3.3.3. John Deere 8R 280

A gépkombináció üzemeltetésére John Deere 8R 280 típusú erőgép szolgált (4.táblázat). A traktor 280 LE névleges teljesítmény leadására képes, mechanikus e23<sup>TM</sup> típusú sebességváltóval van felszerelve. A gép a hátsó keréknél 620 kg kiegészítő súlyozással van ellátva. Abroncsolása az első tengelyen 600/70R30, a hátsó tengelyen 650/85R38. Ikerkerekekkel nincs felszerelve.

**4.táblázat: John Deere 8R 280 teljesítmény adatai (forrás: John Deere)**

8R 280	
Névleges motorteljesítmény (ECE R-120), Le (kW)	280 (206)
Max. motorteljesítmény 1900 ford/perc motorfordulaton (ECE R-120), Le (kW)	308 (227)
Motorcsúcsnyomaték 1600 ford/perc motorfordulaton, Nm	1311
Motor típusa	John Deere PowerTech 9,0 L, dízel, soros, 6 hengeres, 4 szelepes hengerfejjel
Hidraulikus rendszer típusa	Zárt központú, nyomás- és áramláskiegyenlített (PFC) rendszer terhelésérzékelő funkcióval
Főszivattyú maximális nyomása, bar	204
Névleges szállítás 85 cm <sup>3</sup> -es szivattyú, L/min	227

### 3.4. A vizsgálatok módszere

Az üzemeltetési vizsgálat során a munkagép munkaminőségét és -teljesítményét vizsgáltam. Vizsgálati kritérium volt, hogy a technológiai sor minimális talajmunkával járjon. Lehetőség szerint szeretné a termelő minél kevesebb menetszámmal elvégezni az alapművelést, olyan minőségben, hogy a rendelkezésre álló mulcsvetőgéppel azonnal vetésre alkalmas legyen a terület. Továbbá megfigyeltem, hogy a kultivátoron kiépített ISOBUS vezérlés milyen

mértékben megtérülő, miként tudja segíteni a talajművelés hatékonyságát. A munkaműveleti sor a csökkentett menetszámú művelés jegyében lett összeállítva, így a talajelőkészítés egy front-aprítóhenger és a *Köckerling Vector* kombinált alkalmazásával valósult meg.

A vizsgálat során alkalmazott két műveleti típus – hagyományos, állandó munkamélységű és szabályozott, változó munkamélységű – két különböző napon került elvégzésre – 2025.09.24 és 2025.10.10. Mindkettő vizsgálatot követően exportálásra kerültek az erőgép teljesítményadatai, amely alapján kiértékelésre került a munkagép üzemeltetése teljesítmény-oldalon. A mérés alapját a motorterhelés, a fajlagos fogyasztás, a motorfordulatszám és a kerékcúszás értékei közötti eltérések adták. Az összehasonlítás során költség-oldalon az átlagos üzemanyagfogyasztás lett megfigyelve, hogy milyen mértékben változik a precíziós rendszer használata során a termelés ezen költségneve. A számításokhoz a [holtankoljak.hu](http://holtankoljak.hu) 2025.09.20.-ai gázolajárát alkalmaztam, amely 590 Ft/l értékű volt.

Az első vizsgálati módszer alkalmazásánál, 2025.09.24.-én egyenlő munkamélységben (20 cm) lett a terület egy része megmunkálva. A második mérési sorozat alapjául szolgáló munkaművelet esetében, 2025.10.10.-én a táblára elkészített előírás-térkép vezérelte az eszköz munkamélységét. Az előírástérkép elkészítéséhez egy RTK jelpontosságú drónnal lett a terület felmérve, amely a felszerelt LIDAR-szenzorral felmérte a terület magassági viszonyait (16.ábra).

**16.ábra: DJI Matrice 300 RTK drón, DJI Zenmuse L1 moduldal felszerelve (forrás: saját fotó)**



A felmérés során felvett pontokból egy 3D-s magassági térkép került elkészítésre. Ez a modell lett átvezetve egy előírás-térkép fájlba. A térkép a domborzati elemzésen túl a talajvizsgálati eredmények, illetve a talaj termőképességi-térképe alapján került összeállításra. Ez a parancsfájl feltöltésre került az erőgép fedélzeti számítógépére, majd a szakaszvezérlési funkcióval az egyes zónákba érve a munkagép automatikusan változtatta a munkamélységet. Ennek következtében optimalizálni lehetett az erőgép teljesítményét, csökkenteni a fogyasztását.

A munkaminőség-vizsgálat a megmunkált terület talajfelszín-alakulásán keresztül lett elvégezve. Ehhez ellenőrizve lett a beállított munkamélység tényleges megvalósulása, illetve a talaj szerkezeti alakulása – a szármaradványok bedolgozásának mértéke, a rögfrakciók aránya és a felszín visszatömörítése.

## 4. Eredmények és értékelésük

Az eredmények kiértékelését kettő, a műveléshez kapcsolódó tényező kapcsán végeztem. Mivel a szántóföldi kultivátor passzív munkaeszköz, így annak vonatkozásában nem mérhetőek munka-teljesítménybeli, illetve minőségi mutatók. A munkagép szerkezeti elemeinek vonatkozásában – vázterheltség, kopó-alkatrészek időállósága – nem relevánsak a differenciált munkamélységű művelés hatásai.

### 4.1. Üzemeltetési eredmények erőgép oldalról

A teljesítményben jelentkező változások az erőgép oldaláról kerültek kivizsgálásra. A traktor rendszeréből letöltöttem az egyes terhelési mutatók eloszlási ábráit, a művelési módszerek közötti különbségeket az egyes értékek százalékos eloszlásai szerint elemeztem, értékeltem a gépkapcsolat (17. ábra) üzemelési adatait. A gazdaságossági értékelésnél az erőgép munkaművelet során elhasznált üzemanyag-mennyisége és a megművelt területből kalkulált átlagfogyasztását (l/ha) számoltam, vettem össze a gázolajárral.

#### 17.ábra: Gépkapcsolat előkészítési helyzetben (forrás: saját fénykép)

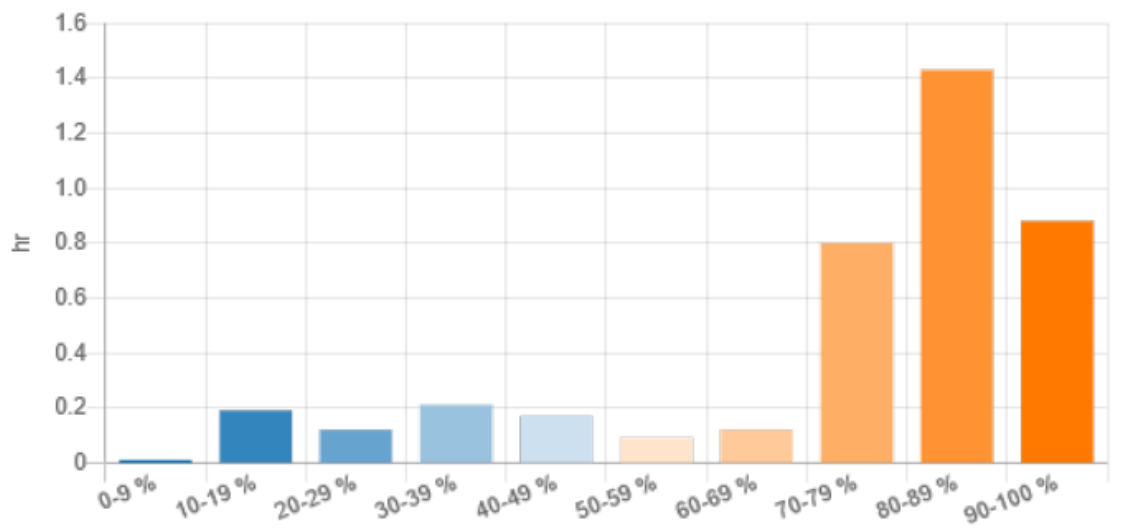


#### 4.1.1. Az állandó munkamélységben végzett vizsgálatok eredményei

Az állandó mélységű művelés során az erőgép fogyasztási mutatói szerint összesen 153 liter gázolaj került felhasználásra. A megművelt – 9,2 ha – terület függvényében ez a mennyiség 16,63 liter hektáronkénti átlagfogyasztást jelent.

A fogyasztás mértékét nagyban befolyásolta az erőgép terheltsége. A különböző motortelheltségi szinteken eltöltött időszakokat a 18. ábra mutatja az első mérési időpont alkalmával.

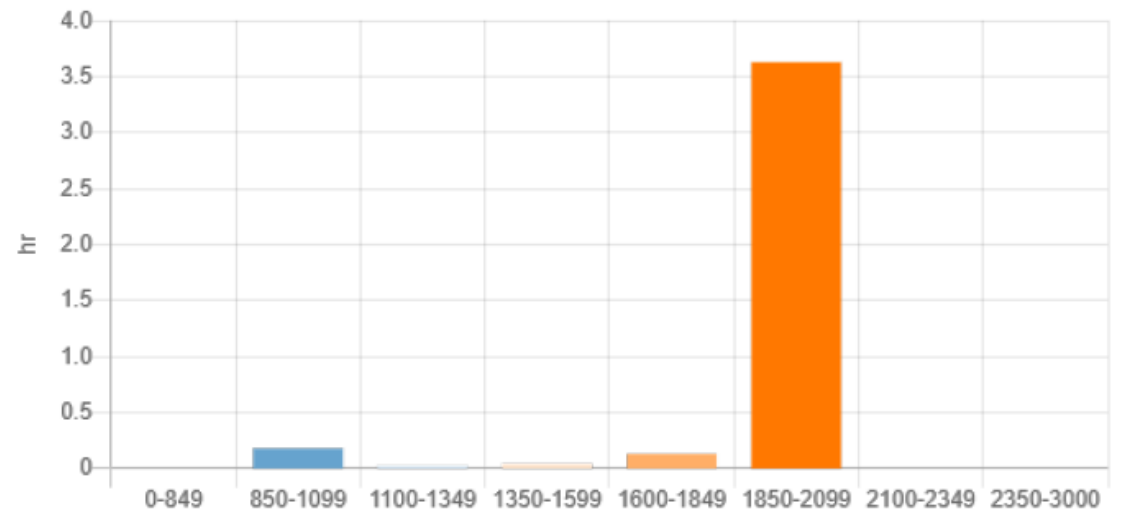
**18.ábra: Motortelhelési százalékon eltöltött idő (forrás: John Deere Operation Center)**



Az ábra jól szemlélteti, hogy az erőgép a munkavégzés időtartama alatt szinte teljes időben 70% feletti terheltségen üzemelt. Az optimális, 70-79% közötti tartományban 0,8 órát töltött a munkavégzés során. Legnagyobb arányban 80-90% közötti tartományban mozgott. A 4 órás talajművelési-munka csaknem negyed részét a legnagyobb, 90-100% közötti tartományban töltötte a traktor. A mutatók alapján az erőgép hatékony teljesítménye látszik, jól ki volt használva az erőgép.

Mivel állandó mélységben üzemelt a gép, így a motorfordulatszám tekintetében nem volt tapasztalható jelentős változás. A 19. ábra is jól szemlélteti, szinte a teljes művelési idő alatt 1850-2099 1/perc fordulatszámon dolgozott a vontató. Az értékek alapján az átlagos fordulatszám 1880,63 1/perc volt a munkavégzés során, amely érték a FieldCruise™ funkcióban beállított 1900 1/perc értékhez viszonyítottan optimálisnak tekinthető. A magas fordulatszámon való üzemelés és a motortelhelési értékeknél jelentkező nagyobb terhelés együttesen a maximális teljesítmény leadására utalnak a munkavégzés során.

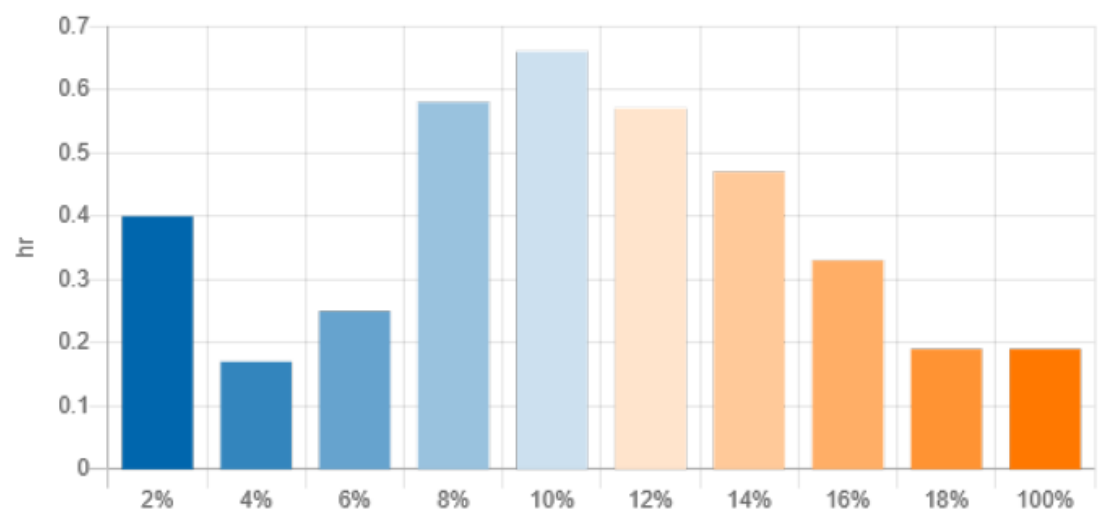
**19.ábra: Motorfordulat-számon töltött idő (forrás: John Deere Operation Center)**



A mezőgazdasági munkáknál (különösen a talajmunkák esetében) az optimális kerékcúsúzás (slip) átlagos értéke 8-15% közötti tartományba tehető **(20.ábra)**. Az erőgép adatai megerősítik, hogy a munkavégzés idejének jelentős részét ebben a tartományban töltötte. A legnagyobb időtartomány a 10%-os értékhez kötődik – körülbelül 0,68 óra.

Az eredmények alapján elmondható, hogy a traktor vonóereje jól lett kihasználva, minimalizálva a szükségtelen üzemanyag felhasználást és elkerülve a magas kerékcúsúzás okozta túlzott talajtömörödést.

**20.ábra: Kerékcúsúzási szint ideje (forrás: John Deere Operation Center)**



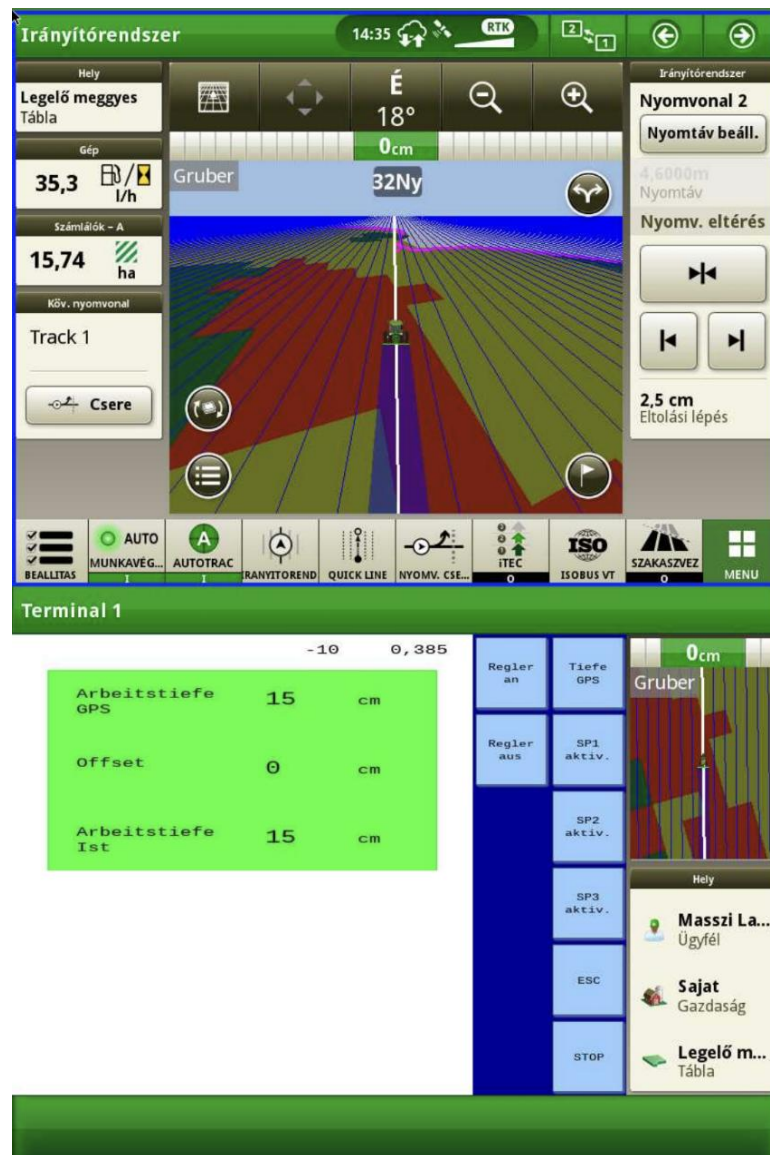
Az oszlopdigrammok alapján az erőgép teljesítménye a vizsgált időpontban hatékonynak mondható, amely a munkagép nagyfokú munkateljesítményét eredményezi. A motor a munkaidő túlnyomó részében nagy terhelés mellett az optimális fordulatszám tartományban üzemelt, amely a gép maximális teljesítmény- és kapacitás-kihasználtságára utal. A kerékcúszás értékének optimális tartományban mozgó adatai a hatékony vonóerő átvitelt és a minimalizált energiaveszteséget szemléltetik. Ezáltal a munkagép beállításai mellett optimális területteljesítmény érhető el.

#### **4.1.2. A változó munkamélységben végzett vizsgálatok eredményei**

A második mérési módszer alkalmával a munkamélység változtatásával azonos sebességtartományban történő munkavégzés mellett az erőgép üzemeltetési paramétereiben jelentkezett változás. Mivel egy sekélyebb talajmunka során kisebb földtömeg kerül megmozgatásra, így alacsonyabb ellenállásba ütközik a munkagép, ami az erőgép oldalán csekélyebb mértékű terheltség formájában mutatkozik meg. A fogyasztási értékek tekintetében is jelentkezett a mérsékeltebb terhelés, a megművelt – 10,2 hektáros – területen a fogyasztásmérők alapján 120 liter üzemanyag került felhasználásra, amely 11,76 liter hektáronkénti átlagfogyasztást eredményez.

A munkamélység szabályozását az előírás térkép határozta meg, melynek következtében az egyes zónákban a munkagép rendszere automatikusan átállította magát **(21. ábra)**. A magassági- és termőképességi adatok mellett a talaj kötöttségi értékei is befolyásolták a szükséges beállítást. Kötöttebb, gyengébb termőképességű részeken mélyebben üzemelt a munkagép, míg a lazább foltokon jobban ki lett emelve. Ennek következtében a teljesítmény mutatók is folyamatosan változtak az erőgép esetében.

21. ábra: Erőgép fedélzeti számítógépének képe – felső kép: irányítórendszer előírástérképpel; alsó kép: munkagép ISOBUS felülete (forrás: saját kép, John Deere Operation Center alkalmazásból)

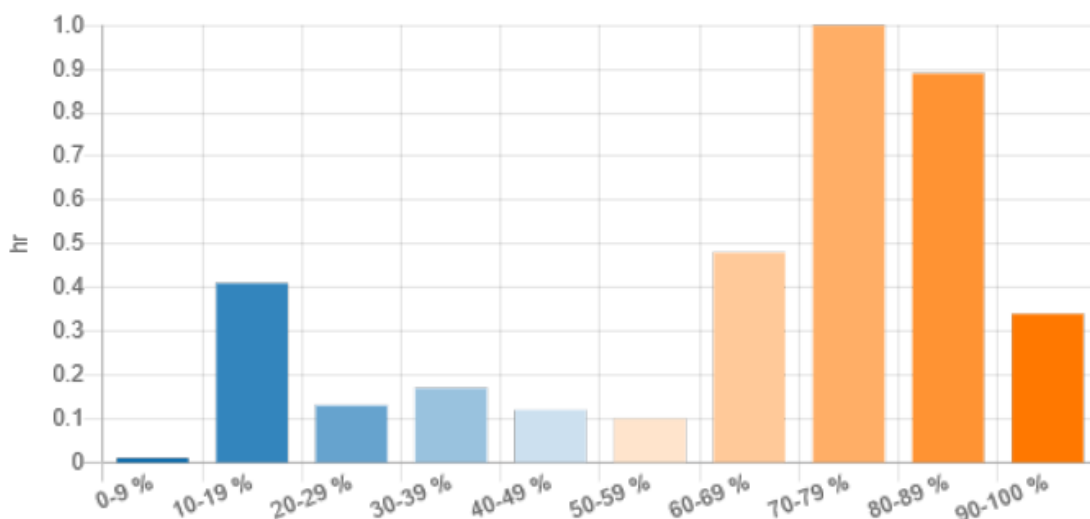


A traktor motorterhelése ennél a munkánál 70-79% közötti tartományban volt legnagyobb mértékben (22. ábra), megközelítőleg 1 órán keresztül, illetve ezt követi időarányosan a 80-89%-os érték. Ennél a mérési módszernél azonban nagyobb mértékben volt az erőgép alacsony és közepes terheltségi értékeken. Jelentős időintervallum társul a 10-19% valamint a 60-69% tartományokhoz is.

Az erőgép átlagos motorterhelési tényezője 71,57% volt a munkavégzés során, amely az optimális, 70-79% közötti tartományba esik, ami továbbra is a traktor kapacitásának

kihasználtságát jelzi. Azonban ez az érték alacsonyabb az első, állandó munkamélységű talajművelés 76,72%-os értékéhez viszonyítva. Ezt a különbséget az alacsonyabb munkamélység eredményezte, amely jól mutatja, hogy nem csak talaj-, hanem erőgép oldalról is fontos a körülményekhez igazított beállítása a munkagépnek.

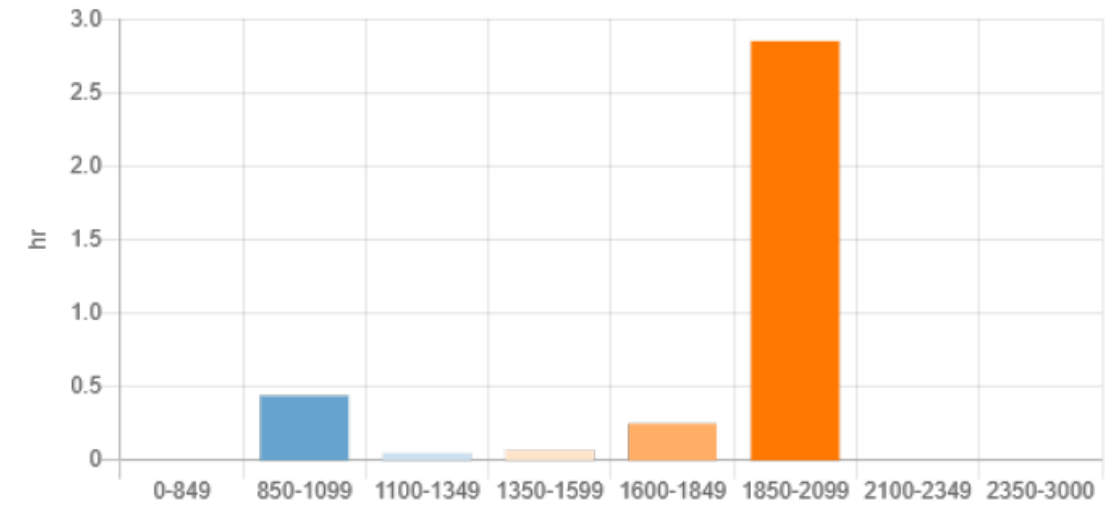
**22. ábra: Motortelhelési százalékon eltöltött idő (forrás: John Deere Operation Center)**



A motorfordulatszám tekintetében ennél a munkamenetnél is a 1850-2099 érték volt a domináns (**23. ábra**), a FieldCruise™ funkcióban beállított 1900 1/perc fordulatszám alapján. A traktor megközelítőleg 3 órát töltött a munka során ebben a tartományban. Az egyel alacsonyabb, 1600-1849 közötti tartomány növekedett értéke mutatja az előző alkalomhoz viszonyítottan, mivel állandó sebességtartományban lett a vontató üzemeltetve, így a sekélyebb zónákban, ahol a terheltség nem igényelte, csökkenteni lehetett a traktor motorfordulatát

A motorfordulatszám alapján ennél a munkaműveletnél is maximálisan ki lett használva a rendelkezésre álló teljesítmény a munkavégzés során, viszont az átlagérték ezen a munkanapon 1856,62 1/perc volt, amely csökkent érték jelzi a szabályozott munkamélység által lehetséges esetleges visszavett fordulatszám lehetőségét.

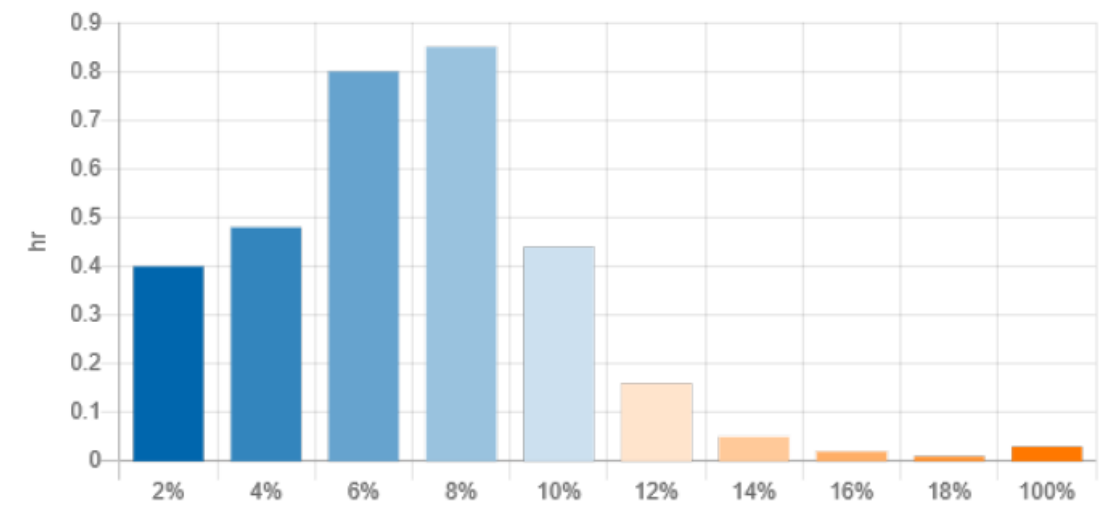
**23. ábra: Motorfordulat-számon töltött idő (forrás: John Deere Operation Center)**



A kerécsúszási tényező tekintetében már nagyobb mértékű eltérések mutatkoznak a két vizsgálati módszer adatai között (**24. ábra**). A legnagyobb arányban jelenlevő érték 8%, hozzávetőlegesen 0,85 óra mellett - ennél a módszernél is a talajmunkák esetében optimális 8-15% közötti tartományba esik. Azonban az első alkalommal ellentétben a sorrendben következő értékek itt az alacsonyabb tartományokból kerültek ki, amely a csökkentett terheltséget mutatja.

Az adatokból következően ennél a műveletnél is hatékonyan üzemelt az erőgép a kerécsúszási értékek alapján, azonban az egyes esetekben jelentkező alacsonyabb terhelés következtében a slip értéke is csökkent, de még az optimálishoz közeli értékeket mutatta.

**24. ábra: Kerécsúszási szint ideje (forrás: John Deere Operation Center)**



Összességében ennél a munkaműveletnél is hatékonyan üzemelt az erőgép. A precíziós rendszer hatása azonban megmutatta magát az átlagértékek vonatkozásában. Az adatok az optimális kihasználtsági határok között alakultak, azonban az alsó-határértékhez jobban közelítve.

Összehasonlítva a két művelési módszer adatait, elmondható, hogy nem csak az átlagfogyasztásban jelentkezett különbség, hanem az erőgép egyes terheltségi-mutatóiban is. A legnagyobb eltérés a motorterhelési-szintek között jelentkezett. Nem csak a domináns tartományban volt különbség, a művelet alatt kalkulált átlagérték tekintetében is a második alkalom bizonyult mérsékeltebbnek. Az állandó munkamélységű műveletnél intenzívebb igénybevételnek volt kitéve a traktor, míg a változtatott munkamélység hatására optimalizáltabb értékek mutatkoztak. A kerékcúszási adatok alapján mindkettő napon a talajmunkavégzések során fellépő átlagos tartományban mozogtak a mért értékek, azonban az első módszernél ~~napon~~ az egyes mutatók a felső határszámhoz közelebbi értékekkel jelentkeztek. Ezzel ellentétben a precíziós munkavégzés adatai a határérték alsó értékéhez közelítettek, illetve az alatt helyezkedtek el. Ezek az alacsonyabb értékek is még a közel-optimális tartományhoz tartoznak, így ebben az esetben is hatékonyan, az első módszerhez mérten bizonyos szinten hatékonyabban lett a traktor vonóereje kihasználva.

Elmondható, hogy a változtatott munkamélységű művelés hatására kevésbé lett a traktor motorja leterhelve. A munkagép üzemeltetése könnyebbek, eredményesebbnek bizonyult a precíziós-rendszer használata során. Javult az átlagos üzemanyag-fogyasztás, amelynek különbsége a kettő művelési módszer között 4,87 liter hektáronként. Ez a különbség 2873,3 forint termelési költség csökkenést eredményez a változó munkamélységű művelés során hektáronként.

## **4.2. Üzemeltetési eredmények talajtani szempontból**

A szántóföldi kultivátor üzemeltetésének minőségi paramétereit a talaj szempontjából lehet vizsgálni. A munkaminőség ellenőrzésénél a munkamélységet, a szármagmaradványok bekeverésének a mértékét, a talaj morzsalékonyságát és a visszatömörítés állapotát figyeltem. A területen elvégzett munka előtte-utána állapotát a 25. ábra szemlélteti.

**25. ábra: Talajállapot munkavégzést megelőzően, illetve azt követően (forrás: saját fotó)**



A beállított munkamélységet minden esetben tartotta a munkagép. A precíziós munkavégzés során az előírástérképen jelzett területeken valóban kiemelésre, illetve süllyesztésre került az eszköz, tapasztalható volt a megmunkált réteg vastagságának változása.

A szármadarványok tekintetében hatékonyan mozgatta és keverte be azokat a kultivátor. Csekély mennyiségű napraforgó-szár maradt a felszínen, de az is aprított állapotban, amely jellemző egy szántóföldi kultivátor munkájára.

A munkagép hatékonyan fellazította a talaj felső rétegét, megszüntetve a betakarítást követő tömörödöttséget, javítja a terület vízbefogadó képességét. A második művelési módszernél sem volt tapasztalható jele elkenődésnek, amely a lehullott csapadék következtében előfordult volna, de nem is porosodott a talaj, így nem kellett eróziós veszélytől tartani. A kultivátorozást követően mindkettő módszer alkalmazásával jól elmunkált, morzsalékos talajfelszín keletkezett, nem maradtak a területen nagyméretű, elmunkálatlan rögök.

A megmunkált terület a munkagép után mindkettő vizsgált, beállítási módnál egyenletes képet mutatott. A talaj lezárását szolgáló STS hengersond után egyenletes, jól tömörödött talajfelszín maradt vissza, amely kulcsfontosságú tényező a talaj vízkészletének megőrzésében.

A kultivátor munkája mindkettő vizsgálati módszer alkalmával jó minőségűnek volt tekinthető, a precíziós munkavégzés esetében meg lehetett állapítani a változó munkamélységet. A terület talajállapota ideális volt teljes mértékben a tarlóápolást és alpművelést egybekötő műveletet követő azonnali vetésre.

## 5 Következtetések és javaslatok

A Köckerling Vector szántóföldi munkagép üzemeltetése közvetett módon, az üzemeltető erőgép és a megmunkált talaj vonatkozásában lett vizsgálva. A megfigyelések alapján elmondható, hogy a munkagép tökéletesen beilleszthető a csökkentett menetszámú talajművelési rendszerekbe.

A munkateljesítmény szempontjából az erőgép teljesítménye a lehető legjobb mértékben kihasználására kerül a vizsgált munkagéppel való alkalmazás során. A motorterhelési és kerécsúszási adatok mindkettő esetben a munkaműveletre jellemző optimális érték-tartományba voltak mérhetőek. A második vizsgálati-módszer esetén az adatok a szabályozott munkabeállítások következtében az alsó szélső-értékekhez jobban közelítettek. A traktor kihasználtsága továbbra is megfelelő mértékű volt, azonban a terheltsége alacsonyabbnak mutatkozott, ezzel elérve egy alacsonyabb üzemanyag-felhasználást, amely javítja a gép alkalmazása során a termelés gazdaságosságát. A vizsgált kultivátor munkaminősége a művelt talajfelszín kapcsán jó minőségűnek volt mondható. Kellő mértékű szármadarvány bedolgozást hajtott végre, a művelés után apró-morzsálékos, jól visszatömörített talajfelszín keletkezett, amely azonnali vetésre alkalmasnak bizonyult.

Megítélésem szerint a vizsgált kultivátor tökéletesen beilleszkedik a csökkentett menetszámú talajművelési rendszerbe, használatával egy menetben is elvégezhető a szántóterületek talajelőkészítése tarlóhántással egybekötve, olyan minőségben, hogy az a terület vetésre előkészített legyen. Az eredmények alapján a precíziós felszereltsége a Vectornak tovább javíthatja a gazdálkodás eredményességét mind minőségi, mind bizonyos mértékben gazdasági oldalon.

Ahhoz azonban, hogy a gép tulajdonságait a lehető legmagasabb színvonalon ki lehessen használni, más jellegű előírástérképekre lesz szükség az elkövetkezendőkben az adott gazdaság esetében. A dolgozat elkészítése során alkalmazott felmérések nem adaptálhatóak a legtökéletesebben a gazdálkodó területeihez. A magassági térkép előnyei elsősorban nagyobb lejtéssel rendelkező területeken érvényesülnek, ahol a különböző magassági szinteken más mértékben vannak jelen a termőrétegek, az alkalmazkodó munkavégzés az eróziós veszélyeket tudja mérsékelni. Ezzel ellentétben a gép tulajdonosának területei döntően sík-vidéken helyezkednek el, nincsenek eróziós veszélynek kitéve. Az adott gazdaságban más módszerek alapján javasolnám a művelési térképek összeállítását.

Ezekon a területeken az optimális munkagép-kihasználáshoz szélesebb körű talajvizsgálatokra lenne szükség, ahol az eredmények különböző mélységtartományokra vannak felosztva. A termőképességi térképek mellé érdemes lenne a szintenként jelenlévő P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tartalmat társítani. Mivel a foszfor a talajban nem képes mobilizálódni, így azt a talajművelés során tudjuk eljuttatni a mélyebb rétegekbe. Mivel egy hagyományos talajmintavétel a 0-30 centiméteres rétegre terjed ki, így nehéz megállapítani a tápelem elhelyezkedését. Azonban, ha a vizsgálati eredmények 10 centiméterenként lennének felosztva, láthatóvá válna a gazdálkodó számára, hol található a kijuttatott tápelem, szükség esetén a változtatott beállításokkal az lejuttatható a szükséges szintre, hogy az a vízzáró rétegnél helyezkedjen el, hogy a kultúrnövény számára felvehető legyen az érési stádiumának későbbi szakaszaiban is.

További felmérési adat keletkezhet a terület tömörödöttségi vizsgálatából. Az értékek alapján a munkagép azokon a területeken kerülne mélyebben alkalmazásra, ahol adott esetben a művelési vagy öntözési útvonalak helyezkedtek el, esetlegesen egy belvív es talajfolt volt a területen. Ennek megállapítására penetrométeres vagy talajszondákkal végzett vizsgálatok szolgálhatnak.

## 6. Összefoglalás

A szántóföldi kultivátor üzemeltetési vizsgálatára egy *Köckerling Vector 460* típusú munkagépet választottam. A vizsgálatok során szerettem volna felmérni, hogy ez a munkaeszköz miként illeszkedik be a gazdálkodó talajművelési rendszerébe, a rajta kiépített precíziós funkció miként tudja javítani a gép munkáját.

A dolgozat elkészítéséhez két vizsgálati módszer került megfigyelésre az eszköz, mindkét művelet ugyanazon a táblán belül történt. Az első vizsgálati módszer során hagyományos módon, egy előre beállított munkamélységen lett üzemeltetve a kultivátor. A második módszer során tábla hátralevő részére előírás-térkép került elkészítésre, amely alapján a gép változtatni tudta a munkamélységét az egyes zónákba érkezve. A munkagép üzemeltetése közvetlen módon nem volt lehetséges, a rajta jelentkező szerkezeti- és kopási változások nem mérhetőek a művelési beállítások következtében. A munkateljesítmény adatait az üzemeltető erőgép oldaláról vizsgáltam, kielemezve és összehasonlítva meghatározott üzemeltetési paraméterein keresztül. Az eredményekből következtetni lehetett a rendszer gazdaságossági előnyére. A munkaminőséget a termőterület művelést követő felszíne alapján figyeltem meg. A munkamélység a meghatározott értékeket mutatta minden esetben, a talaj állapota jó minőségűnek bizonyult talajtani és agronómiai szempontok alapján is. A munkaművelet alkalmas volt egy menetben elvégezni a tarlóhántási- és alapművelési munkálatokat olyan minőségben, hogy a területet vethető állapotúnak lehessen megítélni.

A vizsgálatok következtében megállapítható volt, hogy a munkagép jól illeszkedik egy csökkentett menetszámú művelést alkalmazni kívánó gazdaságba, az automata-vezérlési rendszer tovább tudja fokozni a gép alkalmazhatóságát. Összességében ez a funkciója az eszköznek egy nagyon jó döntéstámogató rendszer lehet, amelyet a gazdaság területeinek ismeretében jól lehet alkalmazni annak függvényében, hogy a talajművelés során milyen negatív tényezőt szeretne a gazdálkodó mérsékelni. Ennek segítségével kiküszöbölhető a kezelői mulasztás, egy jól elkészített előírás térkép alapján mindig a területnek legjobban megfelelő munkabeállítással lehet dolgozni.

## 7. Irodalmi hivatkozások, irodalomjegyzék

1. Csiba, M. (2010). Mérési módszerek fejlesztése precíziós növénytermesztési technológiáknál. Mosonmagyaróvár: Nyugat-Magyarországi Egyetem
2. Don C. R. (2015): Conservation tillage is not conservation agriculture, *Journal of Soil and Water Conservation*, 70:5, 103A-108A
3. Egyed, Gy. (szerk.) (2001). *Mezőgazdasági Erő- és Munkagépek: A mezőgazdasági gépészmester szakmai ismeretei*. Budapest: Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó
4. Elham T.; Amin R. J.; Hamid R. G. (2015): Role of GPS and GIS in precision agriculture. *Journal of Scientific Research and Development* 2 (3): 157-162
5. Fenyvesi, L. (2016). *Precíziós technológia a talajművelésben*. Szekszárd: AM Dunántúli Agrárszakképző Központ.
6. Földesi, P. (2013). *Alkalmazkodó, környezetkímélő talajművelés feltételeinek megteremtése szántóföldi körülmények között*. Gödöllő: Szent István Egyetem
7. Harrigan, T.; Rotz, C. A. (1995): Draft Relationships for Tillage and Seeding Equipment. *Applied engineering in agriculture*. 11. 773-783. 10.13031/2013.25801.
8. Ishaq M.; Ibrahim M.; Lal R. (2002): Tillage effects on soil properties at different levels of fertilizer application in Punjab, Pakistan. *Soil & Tillage Research* 68, 93-99
9. Kocsis, I. (2008). *Talajművelő Gépek szerkezete, szerelése*. Budapest: Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet
10. Kosari M. A.; Sadrnia H.; Aghel H.; Bannayan M. (2018): Optimization of tillage and sowing operations using discrete event simulation (In Press). *Research in Agricultural Engineering*. 64. 10.17221/49/2017-RAE.
11. Köckerling Vector Használati útmutató. Köckerling Gmbh
12. Kringer, K.; Tusch, M.; Geitner, C.; Rutzinger, M.; Wiegand, C.; Meißl, G. (2009). *Geomorphometric Analyses of LiDAR Digital Terrain Models as Input for Digital Soil Mapping*. Zürich: *Proceedings of Geomorphometry*
13. Madarász, P. (2015). *Környezetkímélő talajművelési rendszerek Magyarországon*. Budapest: MTA CSFK Földrajztudományi intézet.
14. Milics G. (2008): *A térinformatika és a távérzékelés alkalmazása a precíziós (helyspecifikus) növénytermesztésben*. Pécsi Tudományegyetem, PhD értekezés
15. Milics G., Neményi M. (2011): *A precíziós gazdálkodás fejlesztési eredményei és gyakorlati alkalmazásai* (forrás: <https://agraragazat.hu/hir/a-precizios-gazdalkodas-fejlesztési-eredményei-es-gyakorlati-alkalmazásai/>)

16. Mohammad R. Y.; Ayat M. R. (2015): Application of GIS and GPS in Precision Agriculture. International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research 3 (1), 7-9
17. Molnár, D. (2023). Középmély és sekély alapművelés hatása az őszi búza fejlődésére és termésének mennyiségi és minőségi paramétereire. Gödöllő: Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
18. Najafi, B.; Torabi D. S. (2015): Optimization of Machinery Use on Farms with Emphasis on Timeliness Costs. Journal of Agricultural Science and Technology. 17. 533-541.
19. Rasmussen P.E.; Rohde C.R. (1988): Long-term tillage and nitrogen fertilization effects on organic N and C in a semi-arid soil. Soil Sci. Soc. Am. J. 44, pp. 596–600.
20. Šarauškas, E.; Kazlauskas, M.; Naujokienė, V.; Bručienė, I.; Steponavičius, D.; Romaneckas, K.; Jasinskas, A. (2022): Variable Rate Seeding in Precision Agriculture: Recent Advances and Future Perspectives. Agriculture 2022, 12, 305.
21. Sojnóczki, I. (2024). Precíziós növénytermesztés műszaki és termesztéstechnológiai kutatása fejlesztése. Debrecen: Debreceni Egyetem
22. Szendrő, P. (szerk.) (2000). Mezőgazdasági gépszerkezettan. Budapest: Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó
23. Yang, H.; Wang, Q.; He, J.; Wang, C.; Li, H.; Li, Y.; Lin, H.; Wang, Q.; Li, H.; Wang, L. (2024). Current Status and Future Directions for Combined Tillage Technology and Equipment. Applied Sciences
24. http1: <https://megosz.eu/forgatasos-talajmuveles/> (2023. március 25.)
25. http2: <https://agraragazat.hu/hir/forgatas-nelkuli-talajmuveles/> (2023. március 27.)
26. http3: <https://www.magro.hu/agrarhirek/a-no-till-technologia-alkalmazasanak-elonyei-eskorlatozo-tenyezoi/> (2023. április 24.)
27. http4: <https://www.carmeuse.com/hu-hu/alkalmazasok/mezogazdasag-takarmany-es-elelmiszer/mezogazdasag/precizios-talajmintavetel> (2025.10.07.)
28. http5: <https://hu.farnell.com/introduction-to-lidar-technology> (2025. 10. 08.)
29. http6: <https://dronshop.hu/lidar-dron-szenzorok-a-precizios-terkepezes-uj-korszaka?srsltid=AfmBOortzJKXp4SzCVyoIE1KO9RAILyQh4DmPoYCsREoDrMthuauxo8D> (2025.10.08.)

## MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

### III. Hallgatói Követelményrendszer

#### III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

6.13. sz. függelék: A MATE egységes szakdolgozat / diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója

4.2. sz. melléklete: Nyilatkozat a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről (módosítva: 2025. október 16.)

### NYILATKOZAT

#### a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Nagy Kristóf

A Hallgató Neptun kódja: EYGT9

A dolgozat címe: Szántóföldi kultivátor üzemeltetési Vizsgálata

A megjelenés éve: 2025

A konzulens intézetének neve: Műszaki Intézet

A konzulens tanszékének a neve: Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Gépek Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió<sup>1</sup> egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem. Továbbá kijelentem, hogy a dolgozat elkészítése során alkalmazott mesterséges intelligencia-eszközök (pl. szöveggenerálás, nyelvi javítás, fordítás, adatelemzés) használata nem helyettesítette a saját kutatási és alkotói munkámat, azok alkalmazását a források között vagy a módszertani részben feltüntettem, és a szakmai-etikai elvárásoknak megfelelően jártam el.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.


A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: Pápa, 2025 év 10 hó 30 nap

  
Hallgató aláírása

<sup>1</sup> A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

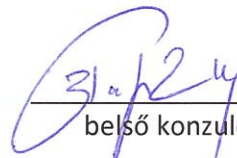
## NYILATKOZAT

Nagy Kristóf (hallgató Neptun azonosítója: EYGTH9) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakedolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom<sup>1</sup>.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem<sup>\*2</sup>

Kelt: 2025 év 10. hó 27. nap

  
belső konzulens

---

<sup>1</sup> A megfelelő aláhúzendó.

<sup>2</sup> A megfelelő aláhúzendó.

## Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

### 1. Általános adatok

Hallgató neve:	Nagy Kristóf
Neptun-kódja:	EYGTH9
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	<input type="checkbox"/> BSc/BA <input checked="" type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb: .....
Tantárgy neve/kódja*:	Diplomakészítés
A munka címe:	Szántóföldi kultivátor üzemeltetési vizsgálata

\* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

### 2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

*(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)*

A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Amennyiben ezt jelölte, a további táblázatok kitöltése nem szükséges.)

B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

### 3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

**I. TÁBLÁZAT: Asszisztensi vagy kisebb mértékű felhasználás (pl. fordítás, nyelvi korrekció, ötletelés stb.)**

*(Ezen felhasználások esetében a konkrét promptok és válaszok csatolása nem szükséges.)*

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve és verziója	Érintett rész (ha nem a szöveg egészére vonatkozik)

**II. TÁBLÁZAT: Jelentős tartalmi hozzájárulás (pl. egy teljes ábra vagy egy hosszabb szövegrész generálása)**

*(Ezekben az esetekben a felhasznált kulcsfontosságú promptok és az MI által adott nyers válaszok dokumentálása és a munka mellékletében való csatolása szükséges.)*

A felhasználás célja	Alkalmazott eszköz verziója, elérhetősége	MI-neve,	Az érintett fejezet / ábra / táblázat pontos sorszáma	A prompt-naplót tartalmazó melléklet bejegyzésének sorszáma

--	--	--	--

**3/A. Oktató által előírt kiegészítő szabályok (ha vannak)**

Amennyiben az adott tantárgy oktatója vagy témavezetője az MI-eszközök használatára vonatkozóan külön szabályokat vagy elvárásokat határozott meg, kérjük, az alábbi mezőben foglalja össze ezeket:

*Pl. az MI használatának tilalma bizonyos feladattípusokra; csak konkrét eszköz használata engedélyezett; eltérő hivatkozási elvárások; dokumentációs forma stb.*

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

.....  
.....  
.....  
.....

**4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:**

Kijelentem, hogy az MI által esetlegesen generált tartalmakat minden esetben kritikailag felülvizsgáltam, szerkesztettem és a munkába illesztettem. A leadott munka minden eleméért, annak eredetiségéért és tudományos helytállóságáért teljes körű felelősséget vállalok. Tudomásul veszem, hogy a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem a benyújtott munkát mesterséges intelligencia detektorral ellenőrizheti, és eljárást kezdeményezhet, amennyiben a nyilatkozatom valótlan vagy hiányos.

Kelt: ..... Pápa ..... 2025. .... 10 ..... hó 30 ..... nap

.....  
Hallgató aláírása

.....  
Konzulens/Témavezető aláírása