

SZAKDOLGOZAT

Tóth Bence
Mezőgazdasági és Élelmiszeripari
gépészmérnök Bsc

2023



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Műszaki Intézet
Mezőgazdasági és élelmiszeripari gépészmérnök szak**

Precíziós mezőgazdasági technológia fejlesztése

Belső konzulens: Prof. Dr. Kiss Péter, tanszékvezető

Intézete/tanszéke: Műszaki Intézet, Járműtechnika Tanszék

Külső konzulens: Dr. Tapazdi Tamás

Központi vevőszolgálati mérnök- Traktorok és munkagépek Műszaki Szolgáltatási Igazgatóság, KITE Zrt.

Készítette: **Tóth Bence**

XSIDSB

nappali

Gödöllő

2023

**MŰSZAKI INTÉZET MEZŐGAZDASÁGI ÉS ÉLELMISZERIPARI
GÉPÉSZMÉRNÖK ALAPSZAK
Erőgép technika specializáció**

SZAKDOLGOZAT

feladatlap

Tóth Bence (XSIDSB)

részére

A szakdolgozat címe:

Precíziós mezőgazdasági technológia fejlesztése

Feladatkiírás:

Foglalja össze és értékelje a precíziós mezőgazdasággal kapcsolatos szakirodalmi munkákat. Egy adott gazdaság részére dolgozza ki a hagyományos gazdálkodásról precíziós gazdálkodásra áttérés menetét. Mutassa be a kidolgozott precíziós gazdálkodási technológiát (előnyei, hátrányai, költségek).

Közreműködő tanszék: Járműtechnika Tanszék

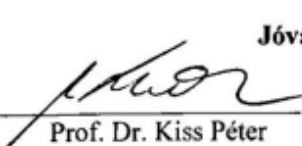
Külső konzulens: *Dr. Tapazdi Tamás*, Központi vevőszolgálati mérnök- Traktorok és munkagépek Műszaki Szolgáltatási Igazgatóság, *KITE Zrt.*

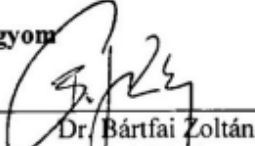
Belső konzulens: *Prof. Dr. Kiss Péter*, Tanszékvezető, MATE, Műszaki Intézet, Járműtechnika Tanszék

Beadási határidő: 2023. november 6. (hétfő) 12.00 óra

Gödöllő, 2023. június 15.

Jóváhagyom


Prof. Dr. Kiss Péter
tanszékvezető

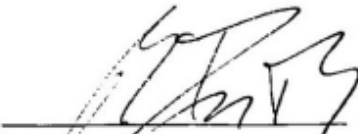

Dr. Bártfai Zoltán
szakfelelős

Átvettem


Tóth Bence
hallgató

A dolgozat készítőjének külső konzulense nyilatkozom arról, hogy a hallgató az előre egyeztetett konzultációkon megjelent.

Gödöllő, 2023. november hó 07. nap


Dr. Tapazdi Tamás

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés, célkitűzés	1
1.1. Témaválasztás	1
1.2. Célkitűzés	1
2. Szakirodalmi áttekintés.....	2
2.1. A mezőgazdaság történelme	2
2.1.1. A mezőgazdaság jelene és jövője.....	4
2.2. Precíziós mezőgazdaság lényege.....	6
2.2.1. Jelentősége	7
2.3. Főbb mérföldkövek.....	9
2.4. A precíziós gazdálkodásra való áttérés lépései	10
2.4.1. A gazdaság céljai, hozzáállása	10
2.4.2. Táblák felmérése	12
2.4.3. Jármű-navigáció	12
2.4.3. A terület heterogenitásának vizsgálata, zónák kialakítása	13
2.4.4. Talajmintavétel.....	14
2.4.5. Megfelelő eszközök és technológiák kiválasztása	14
2.4.6. A keletkező adatok hasznosítása	15
3. Családi gazdaságunk hagyományos művelésről való áttérése a Precíziós Gazdálkodási Rendszer segítségével.....	16
3.1. A gazdaság és a gépek bemutatása.....	16
3.1.1. Tóth Farm családi gazdaság	16
3.1.2. Erőgépek	17
3.1.3. Földmunkagépek.....	18
3.1.4. Vetőgépek	18

3.1.5.	Kijuttató gépek.....	18
3.1.6.	Betakarítógép és eszközei	19
3.2.	Precíziós lehetőségek	19
3.2.1.	Az adott terület bemutatása	19
3.2.2.	Talaj feltérképezése	20
3.2.3.	AutoTrac™ és az RTK nyújtotta előnyök.....	23
4.	Számítások.....	24
4.1.	AutoTrac™ Turn Automation forduló végi automatika	30
4.2.	Section Control – szakaszvezérlés	34
4.3.	Szilárd műtrágya kijuttató berendezés:	38
4.5.	Megtakarítások összesítése.....	42
5.	Következtetés	43
6.	Összefoglalás.....	44
7.	Summary	45
	Irodalomjegyzék.....	46
	Köszönetnyilvánítás	47
	Mellékletek.....	48
	Nyilatkozat	56

Ábrajegyzék:

1. ábra: Mezőgazdaság az őskorban (Saját szerkesztés).....	2
2. ábra: Kétnyomásos gazdálkodás (Saját szerkesztés)	3
3. ábra: Háromnyomásos gazdálkodás (Saját szerkesztés).....	3
4. ábra: Fülke nélküli "Robotti" prototípus [agroinform.hu]	5
1. táblázat: Mezőgazdaság története	9
2. táblázat: A precíziós mezőgazdaság kialakulásának főbb állomásai (Forrás: URL ²)	10
5. ábra: A precíziós mezőgazdaság szintjei (Gaál, Illés, 2010)	12
6. ábra: A hozamterkép szerepe a helyspecifikus növénytermesztés bevezetésében (Gaál, Illés, 2020).....	13
7. ábra: Tóth Farm hivatalos logó (Saját kép)	16
8. ábra: Tóth Farm, gazdálkodási terület (Forrás: Google Earth).....	20
3. táblázat: Szükséges paraméterek mintavételkor (Saját szerkesztés).....	21
9. ábra: Adott földterület domborzat 2021 vs. 2023 (Forrás: John Deere Operations Center)	22
10. ábra: John Deere Real Time Kinematik rendszer (John Deere HU)	24
11. ábra: John Deere 6155 R, 4200 CommandCenter nyomvonal térköz beállítás (Saját kép)	25
12. ábra: Feleslegesen elégetett üzemanyag mértéke (Saját szerkesztés).....	26
13. ábra: AutoTrac™ Passive Implement Guidance (Forrás: John Deere)	29
14. ábra: iTEC™ Pro (intelligent Total Equipment Control Pro) (Forrás: John Deere)	31
15. ábra: Alábbi számítási adatok ábrája (Saját szerkesztés)	32
16. ábra: Műholdas felvétel az adott területről (Google Maps).....	33
17. ábra: Section control számítás adatai (saját szerkesztés).....	35
18. ábra: Kijuttató berendezés szórásszélessége (saját szerkesztés).....	38
19. ábra: GEOSEED technológia (Saját kép)	40

Táblázatjegyzék:

1. táblázat: Mezőgazdaság története	9
2. táblázat: A precíziós mezőgazdaság kialakulásának főbb állomásai (Forrás: URL ²).....	10
3. táblázat: Szükséges paraméterek mintavételkor (Saját szerkesztés).....	21

1. Bevezetés, célkitűzés

A mai értelemben vett precíziós, vagy más néven helyspecifikus mezőgazdaság körülbelül 25 éve van jelen a mezőgazdaságban. Eleinte még igencsak kezdetleges megoldásokkal próbálkoztak és a ma már teljesen természetesnek vett dolgok, mint például egy 2 centiméteres pontosság, akkoriban felfoghatatlan dolog volt. Manapság a precíziós gazdálkodásról egyre több fórumon hallunk, ami azt is tükrözi számunkra, hogy a ma emberei egyre fogékonyabbak az ilyen szintű fejlesztésekre. A fejlesztések, mint minden más iparágban eléggé költségigényesek, emellett komoly szemléletváltást igényelnek a gazda részéről.

1.1. Témaválasztás

Témaválasztásom fő oka az volt, hogy a precizitás egyre inkább jelen van a mai mezőgazdaságban, és ez egyre csak fokozódik, ahogy a jövőbe előre tekintünk. Családi gazdaságunkban elsősorban szántóföldi növénytermesztéssel foglalkozunk, melyek a búza, a kukorica és a napraforgó, de emellett étkezési minőségű gyümölcsstermesztéssel is foglalatostkodunk. Dolgozatom megírásával szeretném családomat is arra rávezetni, mennyi jó származhat a 21. századi technológiák alkalmazásával, és ezáltal sarkallni őket különböző fejlesztések bevezetésére.

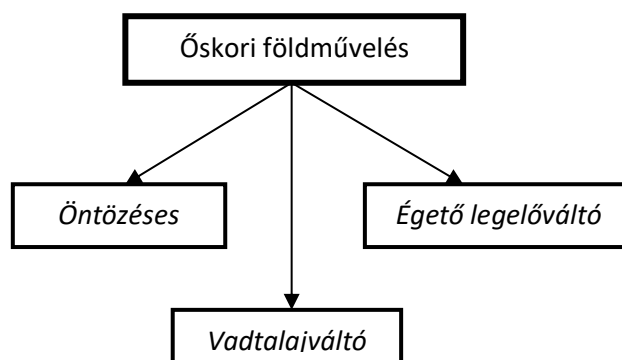
1.2. Célkitűzés

Szakedolgozatom céljául azt tűztem ki, hogy saját gazdaságunk hagyományosról precíziósra való áttérését teljeskörűen megtervezzem, ugyanis családunk - adottságaihoz mérten - rendkívül fejlett gazdasággal rendelkezik, melynek már nyomokban része a precizitás. Céлом a modern jövő megálmodása és megteremtése a KITE Zrt. gépeivel és eszközeivel, valamint főként Precíziós Gazdálkodási Rendszerének segítségével. A precizitás legfőbb előnye a takarékoság, ezért dolgozatomban számításokat végzek az input anyagok, idő és pénz megtakarításról a hagyományos és a precíziós gazdálkodást összevetve. Az így kapott számításokat értékelem, melynek alapján kiderül mennyit spórolhatunk a fejlesztések következtében, ezáltal kiszámolom, hogy beruházásaink mikor érik el fedezeti pontjukat. Majd ezt követően elkészítem gazdaságunk teljes gépesítés- tervezetét, és az esetleges lehetőségeket felvázolom az ilyen módú átállás kapcsán.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1. A mezőgazdaság történelme

Az egész termelő életmód körülbelül i.e. 7000-ben kezdett körvonalazódni, mikor már az ősemberek elkezdték maguknak és társaiknak megtermelni az élethez szükséges élelem egy részét. A mezőgazdaság viszonylag fiatal termelési ág az emberiség két-három millió évre tehető történetében. Délnyugat-Ázsiában, kezdődött a legkorábban a kultúrnövények termesztése, míg Európa csak körülbelül öt-hat ezer éves múlttal rendelkezik [Gunst, Lökös, 1982]. Akármilyen hihetetlen az őskorban már használtak bizonyos szerszámokat a termeléshez, melyekkel már úgynevezett talajművelést végeztek, ezek például: faeke, sarló, ásóbot stb. Továbbá az ókorban kialakultak a növénytermesztés és állattenyésztés első típusai. A növénytermesztést illetően az öntözéses földművelés volt a jellemző, különösen Indiában és Mezopotámiában alkalmazták, ahol erre volt lehetőségük folyó közelben. Ezen földművelés mellett előszeretettel alkalmazták még a vadtalajváltó gazdálkodást, melynek lényege az volt, hogy kiirtották az erdőket és helyükön növénytermesztést folytattak mindaddig, míg volt a talajban élet (1. ábra). Amint ez kimerült tovább álltak. Egy harmadik fajta művelési ág pedig az égető-legelőváltó gazdálkodás volt. Ez viszont úgy zajlott, hogy a területen található takaró növényzetet felgyújtották, majd az ebből származó hamu beszántás után tápanyagként szolgált egy ideig. Viszont mikor ez kimerült, innen is tovább álltak.



1. ábra: Mezőgazdaság az őskorban (Saját szerkesztés)

Amint beköszöntött a középkor, a mezőgazdaság tovább fejlődött, az emberek megélhetési alapja lett a földművelés, így egyre nagyobb lett a termőföld szükséglete. Ezzel együtt új módszereket kezdtek alkalmazni, megjelent a kétnyomásos földművelés. (2. ábra)



2. ábra: Kétnyomásos gazdálkodás (Saját szerkesztés)

A termőterületeket két részre osztották, melynek egyik felén saját célra termesztettek, másik felét pedig ugaroltatták, ami addig pihenhetett és közben legeltették rajta az állatokat és aztán fordítva [Gaál, Illés, 2020]. Valamivel később, de még szintén a középkorban jelent meg a háromnyomásos gazdálkodás, ahol a területeik 2/3 részén végeztek növénytermesztést és 1/3 részén ugaroltattak. (3. ábra)

Az újkorban még tovább fejlődött a földművelés iránya, a háromnyomásost felváltotta a vetésforgó. Négy részre osztották a területeiket, itt viszont nem volt már ugaroltatás.



3. ábra: Háromnyomásos gazdálkodás (Saját szerkesztés)

Lényege ennek az volt, hogy minden évben más növényt vetnek annak érdekében, hogy kevésbé merítsék ki a talaj tápanyag készleteit, ugyanis minden növénynek más szükségletei vannak. Akkoriban a fő növények a kukorica, őszi búza és a tavaszi búza voltak.

A folyamatosan növekvő népesség alapvető szükségleti ellátása miatt az elkövetkező 50 évben még több terményt és takarmányt kell előállítani a világon, mint az előző 10 ezer évben, ráadásul egyre szélsőségesebb időjárási viszonyok mellett (*URL*⁴). Napjainkban, a mezőgazdasági életben is elérhető a modern technológia, mint például az egyes talajművelő eszközök, vetőgépek, arató-cséplőgép és az univerzális erőgépek. A termesztés sokkal gyorsabbá és hatékonyabbá vált napjainkra. Mind a növénytermesztés, mind az állattenyésztés napjainkra ipari termelésre állt át, ugyanis az egyre gyorsuló világunkban, ahol rendkívül gyors az emberi populáció növekedése, egyre nagyobb igényeket kell kiszolgálni. A legkényelmesebb és leghatékonyabb műveléshez elengedhetetlenek a modern mezőgazdasági gépek és munkagépek. Ennek ellenére még rengeteget kell dolgozni a végeredményért, de ezekkel már nagymértékben megkönnyítik a dolgunkat.

2.1.1. A mezőgazdaság jelene és jövője

Súlyosan hangzik, de vitathatatlan, hogy nagyrészt a mezőgazdasági termelés biztosítja az egyre csak növekvő emberi népesség számára az életben maradáshoz szükséges élelmiszert. Eközben a napról napra kiszámíthatatlanabb és szélsőségesebb időjárásunk ezen cseppet sem könnyít, mindemellett Európa éléskamrája, Ukrajna jövője teljesen bizonytalan. A termőterületeink állapotát felmérő és a tökéleteshez közel álló termelési stratégiát alkotó, majd munkát ember segítsége nélkül elvégző gépkapcsolatok és robotok óriási segítséget nyújthatnak az emberiség számára [*Gaál, Illés, 2020*].

A teljesen automatikusan működő fejlett mezőgazdasági gépek nagymértékben csökkentenék a szakmunkások és idénymunkások hiányát, így kicsit sem meglepő, hogy ekkora érdeklődést vált ki az emberiségből. A szakág egyik mondható legnagyobb gépgyártója a **John Deere** a jelenkorban teljesen hagyományosnak mondható, emberi kezelőre szoruló gépeire és munkagépeire utólag is integrálható rendszereket kínál, melyekkel megkönnyíti az ember munkáját.

Robottraktorok

Nem is csak azt szeretnék elérni a jövő gépeivel, hogy a gépkezelő kényelmi szintje javuljon, hanem gondoljunk bele, hogy a növényekben okozott kárt is vissza lehet csökkenteni közel a nullához.

Emellett előnye lehet még:

- növelheti a terméshozamot;
- csökkenti a kezelőre ható fárasztó munkafolyamatokat, ezáltal kevésbé fárad el egy hosszabb munkanap után;
- vagy akár éjjel is elvégezhető ugyanaz a munkaművelet, amit előtte egy rátermett gépész is nehezen végzett el a látási viszonyok következtében.

Ezek a folyamatok hamarosan mind elvégezhetőek lesznek távirányítású gépezetekkel, melyek a robotoktól még igencsak messze állnak, de a mérnökök folyamatos fejlesztésekkel küzdenek azért, hogy ez mielőbb megvalósulhasson. Erre példa a dán **Agrointelli** fejlesztése, a **Robotti** (4. ábra) hiszen még fülkével sem rendelkezik.



4. ábra: Fülke nélküli "Robotti" prototípus [agroinform.hu]

Agrárdrónok

A mezőgazdaságban nem számít új jelenségnek a légi „munkagépek” használata, hazánkban pedig végképp nem. Hiszen nagy népszerűségnek örvendtek a permetező repülőgépek-úgynevezett An-2-esek és a koaxiális elrendezésű rotorral ellátott Kamov Ka-26-os permetezésre és műtrágya kijuttatására alkalmas helikopterek.

A drónok igyekeznek hasonló feltételek mellett sokkal költséghatékonyabb és sokkal egyszerűbb megoldást kínálni a levegőben végzett műveletekre.

Nagy előnye, hogy egy jó minőségű optikával felszerelt ilyen légi jármű képes akár az egész területünk feltérképezésére. A talajtakarónk állapota könnyedén felmérhető, ugyanis ma már a centiméteres pontosság könnyedén hozható, emellett a drónokra szerelt multispektrális kamerák által alkotott kép könnyedén kiolvasható. Az így készített térképből ezután repülési terv készíthető. Ennek segítségével a drón akár teljesen önvezető módban képes kezelni a területeinket.

2.2. Precíziós mezőgazdaság lényege

Mi az a precíziós mezőgazdaság?

A szántóföldi termesztést sokkal hatékonyabbá tevő műszaki, informatikai, információs- és termesztéstechnológiai alkalmazások összehatása. Pontosan mért, észlelt információk segítségével elvégzett agrotechnikai műveletek, gyakran automatikus végrehajtással.

A precíziós mezőgazdaság olyan gazdálkodási rendszerekre utal, amelyek minden egyes munkafolyamatban a legmodernebb technológiákat alkalmazzák. Ebben az ágazatban általában rengeteg részegység van. Ez a technológiai egység lehetővé teszi, hogy a különböző részegységeket azonosítani lehessen, és az általuk okozott változásokat kezelni lehessen. Lehetővé teszi a gazdálkodók számára, hogy hatékonyabban és ezáltal takarékosabban használják az input anyagokat, mint például: vetőmag, növényvédőszer és tápanyagok, ezzel pedig növeljék a terméshozamokat. A modern mezőgazdaságban az intuíció és a szerencse egyre kevésbé lesz fontos. Ehelyett a technológia teszi lehetővé a gazdák számára, hogy adatok elemzéséből hozzanak döntéseket, és az erőforrások racionálisabb felhasználása hozzájárul a környezet védelméhez (URL¹).

2.2.1. Jelentősége

A mai értelemben vett precíziós, vagy más néven helyspecifikus mezőgazdaság megjelenése a világ fejlett mezőgazdasággal rendelkező államaiban (Amerikai Egyesült Államok, Anglia, Németország) az 1990-es években kezdődött, de a hazai agráriumban később, a műholdas helymeghatározás révén kezdett el terjedni [Vágány, Fenyvesi, 2020]. A termőhely részletes ismerete minden mezőgazdasági munka elengedhetetlen feltétele. Ennek tudatában minden gazda igyekszik a leghatékonyabban minden egyes tábláját egyforma egységekre osztani, mely segítségével lehetséges kivitelezni azt, hogy minden területet ugyanazzal a technológiával tudjanak megművelni. Az egyre javuló termésátlagok elérését, a nagy mértékű külső energia bevitel romló hatékonysága mellett kellett megvalósítani. A fel nem használt inputanyagok potenciális veszélyt jelentenek a környezet számára. A ráfordított energia és a környezeti válság, a mezőgazdasági termelés hatékonyságának romlása, romló támogatási rendszer, valamint a Föld lakossága, ezáltal az éhezők számának rohamos gyarapodása rámutatott, hogy a mezőgazdaság globális szintű válságban szenved. Ennek kezelésére számos megoldási lehetőség jelent meg esetleges kiútnak. Ilyenek például: biogazdálkodás, alacsony ráfordítású termelés stb. Ezen technológiák alkalmazásának fő problémája, hogy termőhelyi, természettechnológiai vagy gazdasági okok miatt erősen korlátozott. Igazi áttörést az Információs Társadalom és az **Információs Technológia (IT)** megjelenése és tömegessé válása jelenti. Ezen társadalomnak a mezőgazdaság szakterületen a leképződése az úgynevezett **precíziós mezőgazdaság**.

Magyarországnak a mezőgazdaság terén rengeteg új kihívással kellett szembenéznie. Ha a magyar gazdák versenyképesebbé akarnak válni, de legalább a pozíciójukat meg szeretnék tartani, akkor rendkívül gyorsan és szakszerűen kell reagálniuk a fellépő helyzetekre. A mezőgazdaságban is egyre inkább előtérbe kerül a környezetvédelem és a fenntarthatóság. Ezek a jelenünk legnehezebb döccenői, amelyen, ha valaki nem képes átlendülni, mindinkább kiszorul a piacról. Új észjárásra és technológiai megoldásokra és legfőképp fejlett gépekre van szükség. Főbb különbségek a hagyományos és a precíziós gazdálkodás között (1. táblázat):

Hagyományos mezőgazdaság:

- Mezőgazdasági kezelési és szervezési egység a mezőgazdasági tábla, amelyet homogén termőhelyi tulajdonságúnak fogadunk el;
- Átlagolt mintavételezésen alapult tápanyag-gazdálkodás;
- Átlagolt növényvédelmi kárfelvételezés és beavatkozás;
- Azonos tőszám, fajta;
- Homogén vízgazdálkodás;
- Azonos gépüzemeltetés;
- Táblaszinten egységes növényállomány térben és időben;
- A gazdasági értékelés alapja a táblaszintű átlagtermésen alapuló költség/jövedelem viszonyok;
- A döntési alternatívák száma az elemzés során viszonylag kevés, amely a térbeli összefüggéseket korlátozottan képes figyelembe venni;
- Információs és kommunikációs eszköztár részfeladatokat támogat.

Precíziós mezőgazdaság:

- Mezőgazdasági és szervezési egység a termőhely, amelyet pontról pontra eltérőnek és tábla szinten heterogénnek fogadunk el;
- Műholdas helymeghatározás alapú pontszerű mintavételezés és adatgyűjtés (talajállapot, növényállapot);
- Geostatistikai interpolálás alapján „homogénként” lehatárolt táblán belüli termőhelyi blokkok;
- Termőhelyenként változó gépüzemeltetés;
- Termőhely szinten homogén blokkokba szervezett egységes növényállomány térben és időben;
- A gazdasági értékelés alapja a termés megoszláson alapuló költség/jövedelem viszonyok;
- A döntési alternatívák száma nagy, amely az elemzés során a térinformatikai eszközök révén a térbeli összefüggéseket kiemelten képes figyelembe venni;
- Az Információtechnológia a termesztés valamennyi fázisában egységes rendszert alkotva jelen van.

1. táblázat: Mezőgazdaság története

1.0 Hagyományos mezőgazdaság	1784-1870 körül	<ul style="list-style-type: none"> • emberi és állati erőforrások • kézimunka szükséglet fő probléma: a működés alacsony hatékonysága
2.0 Gépesített mezőgazdaság	20. század	<ul style="list-style-type: none"> • gépesítés, traktorok megjelenése • műtrágya és növényvédőszer használat • minőségi vetőmagok • termésnövekedés • hatékonyság növelés fő probléma: az erőforrások nem hatékony felhasználása
3.0 Automatikus mezőgazdaság	1992-2017 között	<ul style="list-style-type: none"> • új agrotechnikai gyakorlat • automata kormányzási rendszerek • termény térképezés, telematika • változtatható adagú kijuttatás • adatfeldolgozás fő probléma: az alacsony intelligencia
4.0 Intelligens mezőgazdaság	2017-	<ul style="list-style-type: none"> • a modern információs technológia alkalmazása • pilóta nélküli működés • valós idejű gazdaságirányítási rendszerek • hozzáadott értékű szolgáltatások • automatizálási képesség • fejlett feldolgozási folyamatok és élelmiszerérték-láncok (adat platformok) fő probléma: megfelelő kapacitás

2.3. Főbb mérföldkövek

Rövid és tömör összefoglaló a precíziós mezőgazdaság fejlődésének főbb szakaszairól. Az alábbi dátumok az amerikai kontinensre vonatkoznak, míg Európa, különösen annak is a keleti részei csak néhány évtizeddel később tudtak elindulni a fejlődés útján (2. táblázat). Azóta is az USA vezet toronymagasan. Ami Kelet- és Közép-Európát illeti, emlékeztetni kell arra, hogy az 1990-es évek elejéig a nemzetség az úgynevezett COCOM lista hatálya alá tartozott, amely szerint a nyugati iparosodott országoknak tilos volt a legmodernebb felszereléseket és technológiákat átadni ezeknek az országoknak. Emellett az itteni rendszerváltás, illetve rezsimódosulások a mezőgazdasági tulajdonviszonyokat nagyban átrendezték (kárpótlási jegy stb.) és évekre, eseteiben évtizedekre elnyomták.

2. táblázat: A precíziós mezőgazdaság kialakulásának főbb állomásai (Forrás: URL²)

Évszám	Elért eredmény
1970-1980	A GPS technológia bevezetése, az első helymeghatározó kombájnrnra szerelve
1984	Az első minőség helymeghatározó térképek bemutatása (GPS-sel)
1991	Alkalmazási térképek (GIS alapú) bevezetése
1995-1998	Földi és műholdas/légi érzékelő rendszerek a termés állapotának mérésére (klorofill tartalom)
1999-2002	A talaj elektromos vezetőképesség-mérésének és légi/műholdas mérésének bevezetése
2000	A mezőgazdaságban alkalmazott RTK rendszerek bevetetése
2000-2002	Első próbálkozás gyomirtó rendszerrel és precíz vetéssel
2003	Az automata kormányzás bevezetése a mezőgazdaságban
2008	Az első irányított közlekedési rendszerek bevezetése a gazdálkodók körében
2011	UAV-ok (drónok) bevezetése az alkalmazási térképekhez
2015	Az első robotrendszerek bevezetése a nagy értékű növények termesztésében/kertészetben

2.4. A precíziós gazdálkodásra való áttérés lépései

2.4.1. A gazdaság céljai, hozzáállása

A precíziós gazdálkodási rendszeren való elinduláshoz teljesen más szemlélet módban szükséges gondolkodni, egyfajta paradigmaváltás szükséges, egészen a mezőgazdasági cég vezetőjétől a gépkezelőig. Ezen technológiai úton való elindulással megváltoznak a tervezési feladatok, a szántóföldön végzett munka, a gépkapcsolatok beállításai és az adminisztráció. Elsőként kezdhethjük is egy részletes helyzetfelméréssel az adott gazdaság körülményeiről, gazdálkodási-, növénytermesztési módszereiről, akár pénzügyi helyzetéről. Ezután igyekszünk egyeztetni, tényleg ez az út-e, amin el szeretnénk indulni. Fontos tudni a gazdálkodó pontos céljait, melyet a beruházás következtében vár el, mint például nagyobb hatékonyság elérése, kevesebb inputanyag kiadás mellett akár nagyobb profit, magasabb termésátlagok elérése, vagy csak szimplán a gyengébb területeinek feljavítása [Gaál, Illés, 2020].

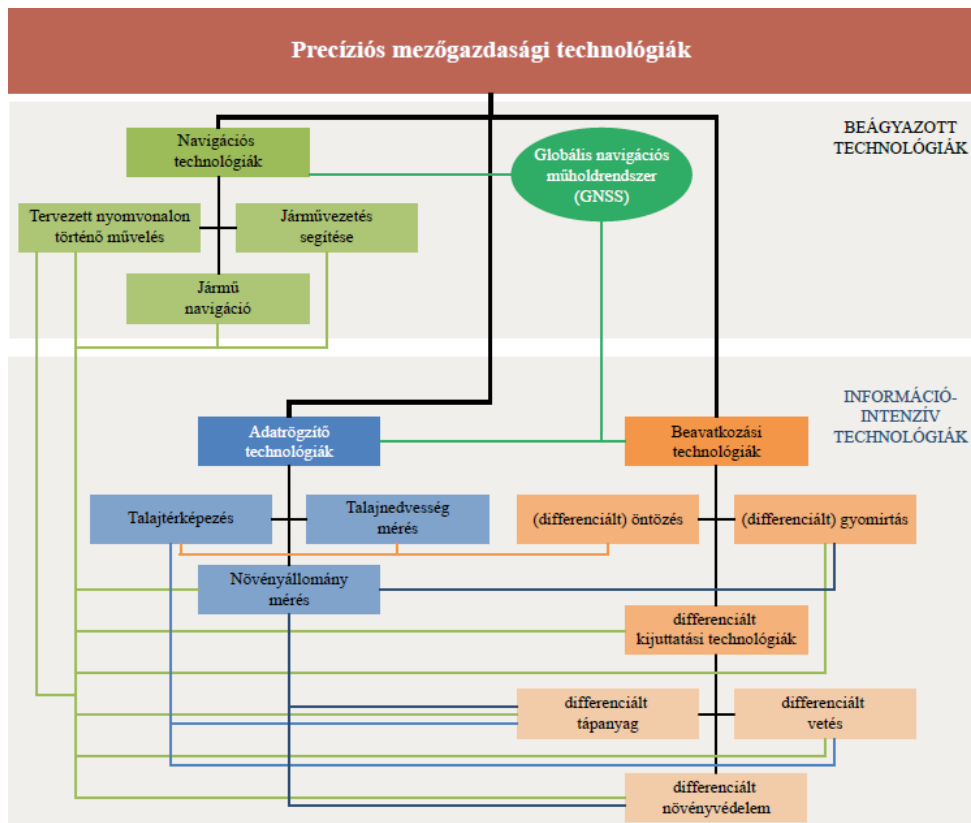
Ezen modern technikák alkalmazása nem lehet mindenre megoldás. Az alap agronómiai „szabályok” betartása ugyanolyan figyelmet igényel, ugyanis a megfelelő talajállapot és vízgazdálkodás nélkül a komolyabb precíziós rendszerünkkel sem érhetünk el érdemleges termés növekedést. A terület adottságai is erős befolyásolási tényezők lehetnek, hogy érdemes-e bevezetni a helyspecifikus művelést.

A modern mezőgazdaságban alkalmazható technológiákhoz más-más hozzáállás és gondolkodásmód az elvárt tulajdonos és gépkezelő részéről. Több szerző két nagyobb csoportba sorolja ezeket a technológiákat:

- a „beágyazott technológiák” (pl.: sorvezetők, automata kormányzás, szakaszvezérlés) nem feltétlen szükséges hozzájuk különösebb tudás a gépkezelő részéről, hogy a gazdálkodó élvezhesse az általuk nyújtotta előnyöket;
- az „információintenzív technológiák” (pl.: precíziós talajmintavétel, hozamtérképezés, differenciált kijuttatás) ezek használata viszont csakis akkor nyújt hatékony döntéstámogatást, ha a gazdálkodó komolyabban kezd foglalkozni a dologgal, rendelkezik ezekhez szükséges szoftverekkel, ismerettel, vagy ehhez kapcsolódó szolgáltatásokat/szaktanácsadást vesz igénybe.

A szükséges szenzorokkal és az automatizálás segítségével az információintenzív technológiák is beágyazódhatnak, például amikor egy műtrágyaszóró munkagépre szerelve számítógépes algoritmus alapján megtörténik a helyspecifikus, differenciált műtrágyázás. A szenzorok kalibrálására nagy figyelmet kell fordítani, ugyanis a rosszul mért értékek alapján akár súlyos károkat is okozhatunk a növénykultúránkban (5. ábra).

A precíziós gazdálkodásba való elinduláshoz szükséges a szakmailag jól felkészült agrárszakegyének jelenléte, ezzel párhuzamosan jelentős szegmense informatikai és térinformatikai teendő. A gépkezelő részéről is szükséges a precízitás, ezen kívül a digitális instrumentumok alkalmazására való kompetencia. Ezért nagyon fontos a gazdaságon belül már előre eldönteni, kik is lesznek azok a bizonyos személyek, akik ezen precíziós eszközöket kezeljék. Sajnos a technológia lehetséges előnyei és hátrányai nagymértékben a vezetők és dolgozók szakértelmétől és hozzáállásától függenek. Ha nincsenek megfelelő képzéssel rendelkező emberek, akkor a technika kevésbé vagy akár egyáltalán nem hozza a hozzáfűzött reményeket. A sikeres elinduláshoz nélkülözhetetlen a képzés és a szükséges szaktanácsadás.



5. ábra: A precíziós mezőgazdaság szintjei (Gaál, Illés, 2010)

2.4.2. Táblák felmérése

A területek táblahatárainak ismerete a technológia alkalmazásának fő alapja, ezért fontos - ha még nem készült – minden tábláról legyen egy pontos felmérés, amely a továbbiakban térinformatikai állományban tárolható. Ha a táblánkon belül vannak megművelhetetlen területek (pl.: faterületek, távvezetékek pillérjei), azok helyét is precízen fel kell mérni. A tábla alakja, mérete és domborzati viszonyai is meghatározzák a művelési irányt.

2.4.3. Jármű-navigáció

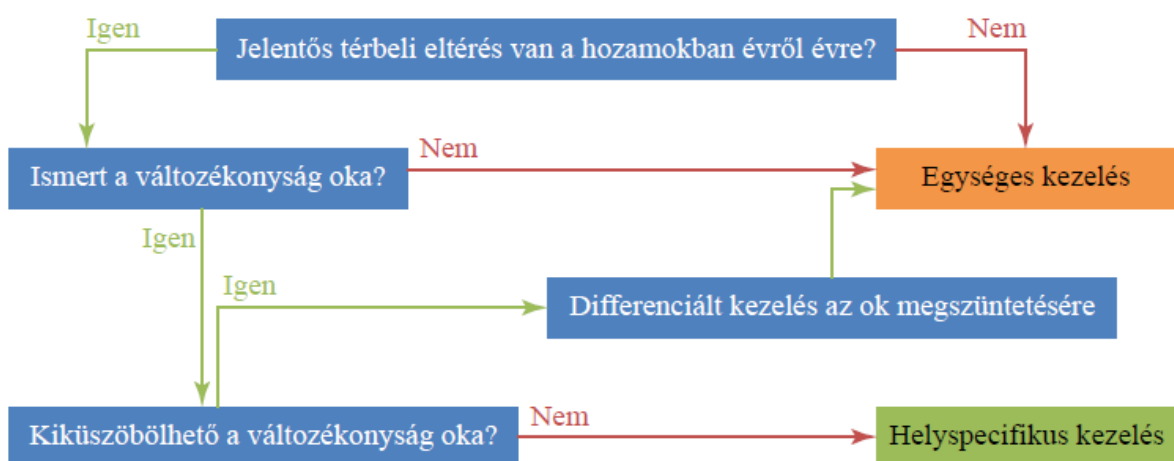
A technológia elindulásához szükséges első szint, hogy az erőgép képes legyen meghatározott, tervezett nyomvonalon haladni sorvezető, automata kormányzás vagy robotpilóta segítségével. Ennek segítségével az összes munkaműveletben megszűnik a rengeteg felesleges forduló, amit mindaddig fel sem tudtunk fogni, emellett a fordulókkal járó felesleges összedolgozások/átfedések és végül a mai számításokban arany áron mért üzemanyag és input anyagok. Ha az erőgép képes ugyanazon nyomon haladni a különböző munkaműveletek során, akkor a területre vetített talajtaposás mértéke csökken. Ez az egyik legkönnyebben

bevezethető technológiai elem és a precíziós mezőgazdaság legjava erre épül. Egy egyszerűbb sorvezetőt akár már egy kisebb gazdaság (kb.:50 hektár) is megengedhet magának, ugyanis beszerelhető bármilyen öregebb géptípusba minden további nélkül, ami segítségével sokkal kényelmesebbé és egyszerűbbé teszi a mindennapi munkákat.

2.4.3. A terület heterogenitásának vizsgálata, zónák kialakítása

A precíziós mezőgazdaság második szintje, mikor a talajról és/vagy növényállapotról gyűjtött adatok alapján elhatárolhatók a különféle adottságokkal rendelkező „zónák”, melyeken később egy adott táblán belül részletes, differenciált és egyben helyspecifikus kijuttatást valósíthatunk meg. A legjobb az lenne, ha ezen adatok eléréséhez minél többféle mérést végeznénk el, hogy lehessen ezután tapasztalatokat levonni.

Az egyik fő dolgunk tisztában lenni a tábláink terméshozamával több évre visszamenőleg. A hozamtérképek döntéstámogató szerepét mutatja a helyspecifikus növénytermesztés bevezetésében (6. ábra). Ha az adott területünkön nem számottevő a hozamok közti eltérés, akkor alkalmazhatjuk az egységes művelést minden további nélkül. Viszont, ha az adatokban erős eltérést tapasztalunk és ez évről évre hasonló rajzolatot ad ki (pl.: tápanyag-ellátottság, domborzati viszonyok, korábbi kezelések), akkor a helyspecifikus kezelés a legjobb stratégia. Előfordulhat néhány esetben, hogy a változékonyság oka egy megfelelő kezeléssel megszüntethető, ami következtében előfordul, hogy a táblán alkalmazhatunk egységes kezelést.



6. ábra: A hozamtérkép szerepe a helyspecifikus növénytermesztés bevezetésében (Gaál, Illés, 2020)

Magyarországon sajnos rendkívül kevés mezőgazdasági termelést folytató személynél áll rendelkezésre legalább öt év hozamtérképe, viszont egy év eredménye nem ad megfelelő kiindulási alapot (pl.: évjárat, vadkár miatti hozamkiesés, aszálykár), ilyenkor más módszerekhez is folyamodhatunk a térbeli változatosság vizsgálatára.

A műholdas felvételek felbontása nem valami nagy (10-30 méter), de nagy előnyük, hogy évekre visszamenőleg megtekinthetőek, és könnyedén készíthető belőlük biomassza vagy vegetációs index (NDVI) térképek, melyek alapján könnyedén lehet következtetni az egyes termőterületek termelési potenciáljára. Az azonos potenciállal rendelkező területeink nagy valószínűleg hasonló tulajdonságokkal is bírnak, így végezhetünk rajtuk azonos művelést. Jó módszer lehet még a talaj elektromos vezetőképességének (EC) mérése, amellyel a talajunk fizikai féleségéről kaphatunk információkat. A **Veris** talajszkenner használata ugyan lassú és költséges, viszont képes mérni három lényeges paramétert is (EC, szerves anyag, pH), ezáltal pontosabb képet kapunk a területünkről. Mindez kiegészíthető drónfelvételekkel is.

Sok esetben szükségünk van a domborzatok (akár mikrodomborzat szintű) hatásának figyelembevételére is.

Minél nagyobb a terület heterogenitása, annál nagyobb a helyspecifikus kezelések alkalmazásának jelentősége és potenciális haszna. A kialakított zónák mérete nagymértékbe függ a terület heterogenitásától, a nagy átlagban körülbelül a 3 hektáros méret van elterjedve. Ezen egységek kialakításánál figyelembe kell venni a használandó munkagépek szélességét is.

2.4.4. Talajmintavétel

A talajmintavétel történhet koordináta szerű rács alapon – Amerikában elterjedt az 1 hektáros (2,5 acre) rács alkalmazása – azonban sajnos ez a minták nagy száma miatt a költségünk jelentősen nő, ezért itthon inkább a zóna alapú mintavétel terjedt el. A talajvizsgálat eredményei segítségével képet kaphatunk a terület kötöttség, pH, humusztartalom, NPK stb. eloszlásáról, mely információk tudatában megtervezhető a differenciált kijuttatást.

2.4.5. Megfelelő eszközök és technológiák kiválasztása

Minél több segítségül szolgáló precíziós eszközt alkalmaz valaki, annál nagyobb lehetősége van maximalizálni a termelést, és arányosan annál olcsóbb a beruházás megvalósítása. De mivel a rendszer nem moduláris felépítésű, így nem szükséges minden részegységét egyszerre megvalósítani, hanem külön-külön is megtehető. Ennek eredményeképp, ha fokozatosan

kezdjük felépíteni, sokkal megfizethetőbb akár egy kisebb gazdaság számára is. Emellett érdekesebb a fejlesztést elkezdeni a gazdaság egy kisebb részén.

Egyes alkalmazások, akár egy permetezőgép szakaszvezérlése, vagy egy szemenkénti vetőgép sorelzáró automatikája egyre inkább alapfelszereltségnek számít a modern gépek körében. De nem minden esetben szükséges nekünk méregdrága munkagépeket vásárolni, ezek a technikák nagyrészt integrálhatóak szenzorokkal és vezérlőkkel a régebbi, akár már meglévő gépekre is. A számunkra szükséges gépek, szoftverek és eszközök vásárlása előtt szükséges a piacon kisebb felmérést csinálni, ugyanis a hasonló tudással rendelkező egységek árai sokszor eltérőek lehetnek, de emellett érdemes a gép minőségét is figyelembe venni. Figyelni kell a különböző munkagépek és erőgépek közötti zökkenőmentes kapcsolatra.

A helyspecifikus munkaműveletek közül elsősorban, ami a legkedvezőbb kiadások szempontjából és hamar megtérülő, az a differenciált tápanyag-kijuttatásra való átállás, mely már önmagában is jövedelemtöbbletet eredményezhet a kevesebb inputanyag és/vagy magasabb terméshozam ellenében. Egyaránt lehatárolt művelési zónák alapján végezhető a differenciált tőszámú vetés tervezése is. A differenciált növényvédőszer kijuttatáshoz vagy öntözéshez azonban további adatgyűjtésre és az ehhez szükséges szenzorokra van szükség.

2.4.6. A keletkező adatok hasznosítása

Az alkalmazott új precíziós technológiák jelentős mennyiségű adatot képesek generálni, ilyenek például a gépüzemeltetési adatok, kijuttatott inputanyagok mennyisége és a terméshozamok. Ezen értékes információk tömkelegének tervezett gyűjtése, rendszerezése, ezek elemzése és az ezen alapuló megfelelő döntéshozatal a gazdaság részére a precíziós technológia megvalósulásának legmagasabb szintjét jelenti. Ezekkel az elemzésekkel tulajdonképpen ellenőrizhetjük, hogy megfelelő módon valósultak-e meg a tervezett kijuttatások, kezelések (pl.: kijuttatási terv és kijuttatott mennyiségek összehasonlítása), továbbá az, hogy a későbbiekben mely technológiai elem esetén érdemes változtatásokat beiktatni. Ezért nagyon fontos dolog előre gondoskodni ezen adatok hosszas tárolásáról és elemzéséről az ehhez alkalmas szoftverekkel, emellett érdemes figyelmet fordítani a gazdaságirányítási rendszerekre is, melyek legtöbb esetben külső szakembert, illetve egy szolgáltató közreműködését igénylik. Ahhoz, hogy egy erre alkalmas gazdaság át tudjon állni teljes precíziós gazdálkodási módra, körülbelül 2-5 év szükséges, ezalatt rengeteg türelemre és kitartásra van szükség.

3. Családi gazdaságunk hagyományos művelésről való áttérése a Precíziós Gazdálkodási Rendszer segítségével

Szakdolgozatom érdemi részében részletesen ki fogok térni a családnak tulajdonában lévő gazdaság teljes precíziós gazdálkodásra való áttérésére. A gazdaság precíziós művelésre nem alkalmas gépeit, munkagépeit és eszközeit a **KITE Zrt. PGR (Precíziós Gazdálkodási Rendszer)** lehetőségeivel, ajánlásaival, tudásával és segítségével tudjuk korszerűsíteni. A számításokat a gazdaság eddigi sok éves tapasztalataiból, számadatok tömkelegeiből és a rendszer tesztelői/felhasználói által gyűjtött adatok sokaságából végzem el. A számítások következtében mérlegelem, hogy ekkora szántóföldi terület mellett mely beruházások a megtérülők és melyekbe érdemes hosszútávon befektetni.

3.1. A gazdaság és a gépek bemutatása

3.1.1. Tóth Farm családi gazdaság



7. ábra: Tóth Farm hivatalos logó (Saját kép)

Édesapám és testvérei a szántóföldi növénytermesztést 1996-ban kezdték el, kezdetben egy BELARUS MTZ 552 típusú erőgéppel és ahhoz kompatibilis munkagépekkel. Ezután a 2000-es évek elején sikerült fejleszteniük a gépparkot két akkoriban új MTZ-vel, továbbá szintén ezekhez alkalmas munkagépekkel.

Az első nagyobb áttörést 2008-ban sikerült elérni, mikor ugyanis sikeresen beruháztak egy John Deere erőgépre, ehhez viszont további fejlesztéseket kellett hozni a gazdaságban munkagépek terén is hatékonyság szempontjából. Következő nagy előre lépésünk egy betakarítógépre vásárlása, amihez használtan sikerült hozzájutnunk, de nagy szerencsénkre egy magas felszereltségűt találtunk, mely szerelve van hozam-, nedvesség- és szemvesztés mérővel. Legnagyobb mérföldkő gazdaságunkban 2017-ben történt mikor megvásároltuk első R szériás John Deere erőgépünket, mely szerelve van automata kormányzási rendszerrel és számunkra ez óriási áttörésnek számított akkoriban, ezután komolyabb szintű beruházásaink közé tartozik még a szántóföldi permetezőnk, menetarányos kijuttatással és automata szakaszolással szerelve. 2021-re megvásároltuk második R szériás erőgépünket, mely szintén szerelve van automata kormányzási rendszerrel. Igyekszünk adottságainkhoz mértén naprakészek lenni, amennyire csak tehetjük, a továbbiakban készek vagyunk további fejlesztéseket megvalósítani az egyre csak növekvő hatékonyság és dráguló inputanyagok megtakarítása szempontjából.

3.1.2. Erőgépek

- 2008-as John Deere 6930 premium típusú erőgép, mely névleges teljesítménye 114 kW (155 lóerő) + 18 kW (25 lóerő) IPM (Intelligent Power Management), ezen erőgépen nem található gyár által beszerelt, sem integrált automata kormányzás;
- 2017-es John Deere gyártmányú, 6145 R típusú erőgép, mely névleges teljesítménye 107 kW (145 lóerő) + 30kW (40 lóerő) IPM, rendelkezik StarFire 6000-es vevővel, ami SF1 jelponosságú, emellett gyár által szerelt AutoTrac automata kormányzással, melynek pontossága +/- 10 centiméter;
- 2021-es John Deere gyártmányú, 6155 R típusú erőgép, mely névleges teljesítménye 114 kW (155 lóerő) + 30kW (40 lóerő) IPM, szintén rendelkezik AutoTrac rendszerrel;
- 2001-es BELARUS gyártmányú MTZ 820 típusú erőgép, mely névleges teljesítménye 59 kW (80 lóerő);
- 2003-as BELARUS gyártmányú, MTZ 820.2 típusú erőgép, mely névleges teljesítménye 59 kW (80 lóerő).

Az utóbb említett két erőgépben nem volt semmiféle kormányzási rendszer, sem sorvezető és már tervben sincs.

3.1.3. Földmunkagépek

- 2 darab Kverneland gyártmányú LD 100-200 típusú függesztett kivitelű váltvaforgató eke, mely szükség esetén szerelhető +15 cm mélységet elérő lazító tuskével,
- Köckerling gyártmányú Trio 300 típusú 3 méteres munkaszélességgel, függesztett kivitelű kompakt három gerendellyel szerelt mulcsvetést előkészítő szántóföldi kultivátor, szerelhető szárnykapákkal, U-profilos tömörítőhengerrel,
- RÁB gyártmányú -5,6 típusú félig függesztett kivitelű, 5,6 méter munkaszélességgel rendelkező ásóborona a magágykészítésre,
- HELTI gyártmányú Atlas RS 4000 típusú félig függesztett kivitelű, 4 méteres munkaszélességgel bíró rövidtárcsa U-profilos tandem tömörítőhengerrel,
- HE-VA gyártmányú Tip-Roller 540 típusú vontatott kivitelű csillag profilú hengerrel szerelt 5,4 méteres munkaszélességgel, mely száraprítóval szerelt, ami cserélhető simító vagy késes adapterrel.

3.1.4. Vetőgépek

- Mascar gyártmányú Montana 500 típusú függesztett kivitelű pneumatikus gabonavetőgép, 5 méteres munkaszélességgel, hidraulikus csukással és dupla vetőcsoroszlyával;
- Matermacc MS 8130 pneumatikus szemenkénti 6 soros vetőgép, 75 cm sortávval, műtrágya és mikrogranulátum kijuttató egységgel, teleszkópos váz behúzó szerkezettel.

3.1.5. Kijuttató gépek

- Kverneland gyártmányú iXter B18 típusú 1800 literes tartállyal, 21 méteres 9 szakaszból álló szórókerettel mely képes az automata szakaszolásra, menetarányos kijuttatásra és a Boom Guide segítségével képes lekövetni a talajfelszínt;
- Kverneland gyártmányú Accord Exacta CL típusú dupla röpitőtárcsástárcsás műtrágyaszóró hordozó kocsira szerelve vontatott kivitelben, 2000 literes tartállyal, határszélszóró berendezéssel és akár 28 méteres szórásképpel.

3.1.6. Betakarítógép és eszközei

- 2007-es Claas gyártmányú, lexion 540 típusú önjáró betakarítógép, mely névleges teljesítménye 217 kW (295 lóerő), 6 darab szalmarázó ládával, szemveszteség, nedvesség, hozam és hektármérővel szerelve;
- Claas gyártmányú, Vario 540 típusú gabona adapter, szerelhető repcetoldattal;
- Claas gyártmányú, Conspeed 6-75FC típusú kukorica adapter, 75 cm-es sortávval, szárzúzóval és hidraulikus csukással szerelve.

3.2. Precíziós lehetőségek

Ahogy fentebb említettem a dolgozat lényege, amely egyben tényleges megvalósításra kerülne az, hogy a gazdaság tevékenységét és munkagépeit kibővítsük, felfejlesszük a mai világ által adott lehetőségekkel, eszközökkel, szoftverekkel és fejlesztésekkel. Sokszor ugyanis egy bizonyos üzemmérettel sajnos nem mindig kifizetődő a legmodernebb újításokra beruházni. A következőkben kifejtem a lehetséges terveket lépésről lépésre saját gazdaságunk szempontjából és a mi lehetőségeinkhez mérten.

3.2.1. Az adott terület bemutatása

A területem (8. ábra) választásának fő oka, melyről a következő adatokat gyűjtöttem:

- könnyen megközelíthető minden irányból;
- rendelkezik erősebb domborzati viszonyokkal;
- térségünkben egy viszonylag átlagosnak mondható 7,87 hektáros területtel bír;
- továbbá mivel nem rendelkezik minden gépünk ezen technológiákkal (és amelyik igen, az sem régóta a gazdaság része), így olyat kellett választanom, ahol már legalább 2-3 éve ezekkel végzünk szántóföldi termelést.



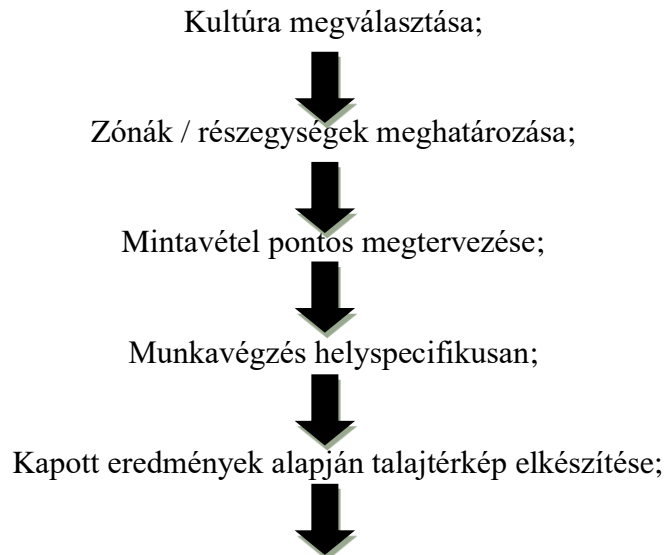
8. ábra: Tóth Farm, gazdálkodási terület (Forrás: Google Earth)

3.2.2. Talaj feltérképezése

KITErkép: termőképességi térkép.

A PGR által kínált ezen térinformatikai szolgáltatás fejlesztésének alapköve a talajaink pontos megismerése, azok helyspecifikus mintázása és a kapott adatok feldolgozása, melyből talajtérkép készíthető. Ezt legjobb, ha minden évben elvégezzük, ugyanis javulást szeretnénk elérni. Ezzel egy úgynevezett visszaigazolást kapunk arról a következő években, hogy igenis sikerült elérnünk a kijuttatásokkal, amit szerettünk volna és növekedett a talajunk termőképessége.

Talaj feltérképezésének lépései:



Saját **KITErképünk** használata talajművelésnél vagy tápanyag kijuttatáskor.

A területünkről készült műholdkép, és NDVI felvételek alapján a táblát zónákra osztjuk, majd ezek alapján határozzuk meg a mintavételi pontokat és végül a mintavevő autónk útvonalát.

Így az azon mintákat melyek azonos zónákból lettek véve, összekeverjük, aminek következtében átlagot kapunk. Az átlagolt mintákat laboratóriumi vizsgálatoknak vetjük alá, ahol megállapítják, hogy milyen paraméterekkel bír az adott területről származó minta. Az alábbi táblázatban (3. táblázat) látható mik alapján vizsgálják a mintákat:

3. táblázat: Szükséges paraméterek mintavételkor (Saját szerkesztés)

<i>pH: talaj kémhatása</i>	<i>P2O5: foszfor-pentoxid/oldható foszfor</i>	<i>Fe: vas</i>	<i>Cl: Klór</i>
<i>EC: áramvezető képesség</i>	<i>K2O: kálium-oxid</i>	<i>Cu: réz</i>	<i>HCO3: Hidrogén-karbonát</i>
<i>Sótartalom</i>	<i>Ca: Kalcium</i>	<i>B: Bór</i>	<i>Na: térfogatsúly</i>
<i>NO3-N: (nitrát-nitrogén)</i>	<i>Mg: magnézium</i>	<i>SO4-S: szulfát-kén</i>	<i>Kötöttség, víztartás</i>

Ezek mennyiségi ismeretében adott területre levetítve, később a visszapótlásnál segítségünkre lehetnek.

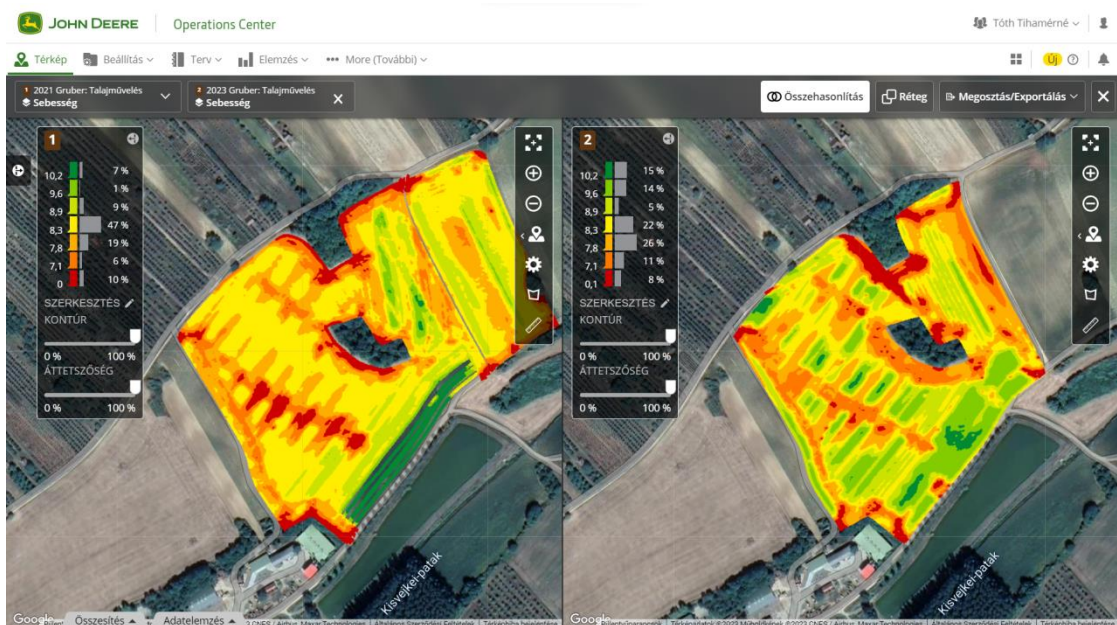
Ezen helyspecifikus rendszerű földmintavételezés és talajtérképezés rendszerével sajnos még nem rendelkezünk, de szeretnénk a közeljövőben erre is jobban kitérni, ugyanis rendkívül

változatosak talajaink és csakis ez alapján lehetséges a megfelelő ismeret. Viszont a szükséges öt évente történő talajmintavételezést igyekszünk az adottságokhoz mérten legprecízebb módon megvalósítani, hisz nem célunk önmagunkat átverni.

A mintavételezés fő szabályai:

- egy átlagminta legfeljebb 5 ha területet jellemezhet, ha ezt meghaladja a területünk, akkor 5 hektáros parcellákra szükséges bontani;
- egységes területen, azonos módszerrel kell elvégezni a mintavételezést, ami szántóföldi kultúráknál a művelt rétegből, azaz 0-30 cm mélységből történik;
- a minták részmintákból állnak, így minél több részmintát keverünk össze, annál pontosabb mintát kapunk az adott területről;
- területünkről zig-zag vonalban vagy átló mentén haladva vegyük a mintákat a pontosabb lefedés érdekében;
- TILOS a terület 20 méteres szélső sávjából mintát venni szántóföldi kultúra esetén.

Az adottságok sokszínűsége elsősorban helyzetünkben a domborzati viszonyoktól függ, ugyanis területeink nagy része erős domborzatnak van kitéve. Ezt az alábbi ábra (9. ábra) jól szemlélteti, mely a **John Deere** gyár által létrehozott felhasználóbarát felületéről, a **MyJohndeere** appból, azon belül is az **Operations Center** alkalmazásból könnyedén elérhető.



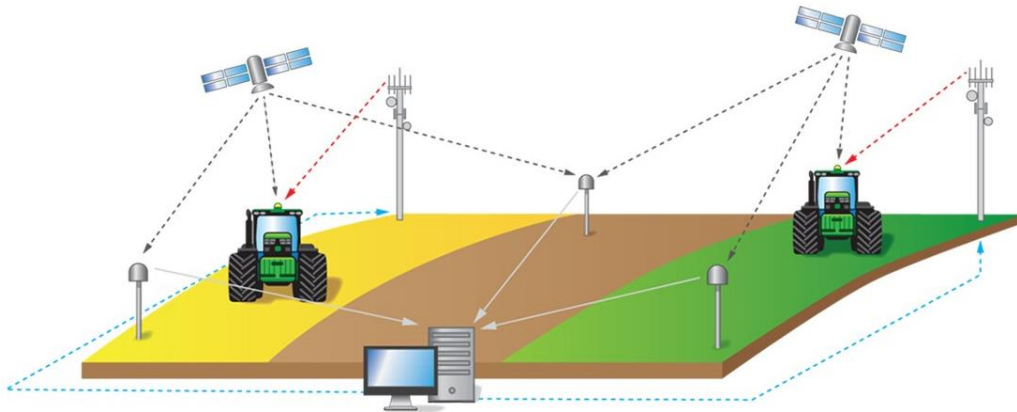
9. ábra: Adott földterület domborzat 2021 vs. 2023 (Forrás: John Deere Operations Center)

Ha igazán szemfülesek vagyunk és nem szégyelljük használni a kezünkben lévő technikát, felfedezhetjük, hogy a két itt szereplő évben lényegi különbségek mutatkoznak meg az adott összehasonlításban. Ez ugyan csak egy sebesség térkép területre vetítve, ami nem mutat meg mást, mint azt, hogy az adott munkavégzés közben mekkora sebességet sikerült elérnünk. Ez azért válik fontossá számunkra mert a talajunk közel azonos állapotban volt, és az erő-, munkagép kapcsolatunk, még a gépbeállításaink és a célmélység is stimmelt. A terület első kereszt irányú művelése az itt látható bal oldali (2021-es) képen látszik, ahol az erodálódott talaj szépen vonalban kirajzolódik, inentől számítva keresztbe műveltük a területet. A tavalyi évben kapásnövényt vetettünk ugyanerre a művelési irányra, melynek elméletben segítenie kell a talajerózió. Ezután a jobb oldali (2023-as) képen a sebességtérkép is jól kimutatta, hogy az adott munkafolyamatot végző gép sokkal könnyebben vette az akadályokat, ugyanolyan körülmények mellett. Ebből következtetésként levonhatjuk, hogy a tervezett talajállapot javításunk erózió szempontjából sikeres volt, ez a visszajelzés hasonló technika nélkül még nem lett volna ennyire szembetűnő. Továbbá nagyon jól kivehető az is, hogy igenis van értelme a forgatás nélküli művelésnek, sokkal lazább lett a talajszerkezetünk, könnyebben halad a gép munka közben.

3.2.3. AutoTrac™ és az RTK nyújtotta előnyök

A John Deere automata kormányzási rendszerére szeretnék jobban kitérni dolgozatom során, ugyanis úgy gondolom, számunkra ennek bővítése lenne legcélravezetőbb. A precíziós mezőgazdaságnak, egyik **legfontosabb** alapköve az automata kormányzás és ennek további specifikációi. Gazdaságunk kettő modernebb erőgépén található StarFire 6000-es szériájú vevő, mely SF1 ingyenesen jelfeloldással, +/- 10 centiméter pontosságban elérhető. Úgy gondolom ez egyelőre a mi szintünkön megfelelt egy ügyesebb gépkezelő „leváltására”, viszont, ha komoly szándékkal fejleszteni szeretnénk és ténylegesen egyre többet megtakarítani, elengedhetetlen egy RTK (Real Time Kinematik (10. ábra)) korrekcióval való fejlesztés. Tudni kell erről, hogy valós idejű kinematikai mérésen alapul, ami annyit takar, hogy a meglévő műhold jeleink mellett egy fix pontra telepített, úgynevezett bázishoz viszonyítja a helyzetét. Ezen jellel +/- 2,5 centiméteres pontosságot érhetünk el, melynek

továbbá még nagy előnye a normál műholdashoz képest, hogy az adott nyomvonalainkra később is visszatérhetünk oldalirányú eltolódás nélkül.

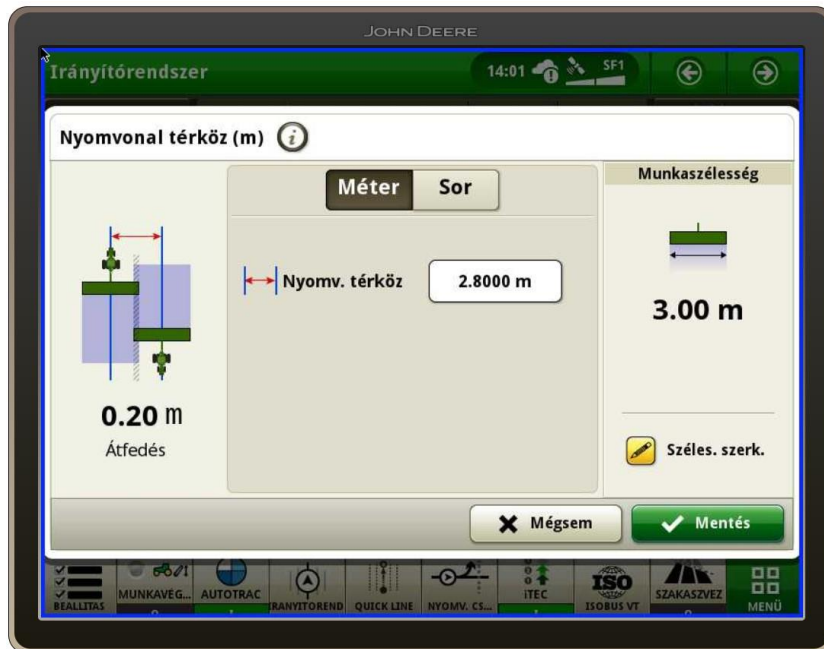


10. ábra: John Deere Real Time Kinematik rendszer (John Deere HU)

4. Számítások

Az alábbiakban kiszámítom a saját gépeinkkel és az említett Operations Center tábla elemzőjéből vett adatokkal, hogy a jelenlegi technikai háttérrel milyen pontosság érhető el, mennyi az átfedés és az ebből adódó felesleges üzemanyag fogyasztás.

Az adott területen szántóföldi kultivátorozás történt egy John Deere 6155 R típusú erőgéppel, mely szerelve van az említett AutoTracTM rendszerrel (11. ábra) és kapcsolva egy Köckerling Trio 300 kultivátor volt, melynek munkaszélessége 3 méter, beállított mélysége pedig 25 centiméter. Könnyen kiszámítható, hogy egy +/- 10 centiméteres jelpontosságnál a nyomvonal térközt egy 3 méter munkaszélességgel bíró munkaeszköznél 2,8 méter, ugyanis az esetlegesen bekövetkező mindkét irányból + 10 centiméter esetén sem történik kihagyás. Viszont sajnos fent áll annak a lehetősége, hogy ez az érték mindkét irányból – 10 centiméter, így a ráfedés akár 40 centiméter lesz. Számításaimban ezért az átlagot 2,8 méternek veszem.



11. ábra: John Deere 6155 R, 4200 CommandCenter nyomvonal térköz beállítás (Saját kép)

Adatok:

- Munkaszélesség: 3 m;
- Nyomvonal térköz: 2,8 m;
- Átfedés SF1 jel esetében: 20 cm = 0,2 m;
- Mért terület: $78700 \text{ m}^2 = 7,87 \text{ ha}$;
- Megművelt terület a gép mérései alapján: $100000 \text{ m}^2 = 10 \text{ ha}$.

I. Átfedés számítása százalékosan a **munkaszélesség** – **átfedés** arányában:

$$\text{Átfedés mértéke százalékban} = \frac{0,2}{3} = 0,0667 = 6,67\% \quad (1)$$

II. Terület túlművelés számítása a **mért terület** és a **megművelt terület** alapján:

$$\text{Túlművelés mértéke százalékban} = \frac{10}{7,87} - 1 = 0,27 = 27\% , \quad (2)$$

Ebből következik, hogy a területünk **27%**-át duplán műveltük, melynek következtében még mindig túlzottan sok a talajtaposásunk és a feleslegesen elégetett üzemanyag mennyisége.

III. Ezek tudatában tovább számolva megkapom szintén százalékban a fordulók végén lévő felesleges behúzásokat, ezt a **túlművelés** és az **átfedés** százalékos számbeli mértékének különbségeként kapom meg:

$$\text{Fordulók végi ráfedés mértéke} = 27 - 6,67 = 20,33\% \quad (3)$$

Az alapadatokból és a számításban kapott eredményekből könnyedén megállapítom –a *12. ábra* segítségével könnyedén értelmezhetően- a feleslegesen elégetett üzemanyag mennyiségét literben meghatározva.

<input type="checkbox"/> Sebesség (km/óra) ▾	Sebesség ⇅	Termelékenység ⇅	⌚ Munkaidő ⇅	Összes üzemanyag ⇅	Üzemanyag ⇅	Üzemanyag ⇅
<input type="checkbox"/> ≥ 10,2	10,3 km/óra	3,1 ha/h	24 perc	9,5 l	7,7 l/ha	23,6 l/ó
<input type="checkbox"/> 9,6 - 10,2	9,9 km/óra	3 ha/h	23 perc	10,6 l	9,2 l/ha	27,4 l/ó
<input type="checkbox"/> 8,9 - 9,6	9,2 km/óra	2,8 ha/h	10 perc	4,7 l	9,4 l/ha	26 l/ó
<input type="checkbox"/> 8,3 - 8,9	8,5 km/óra	2,5 ha/h	45 perc	16,4 l	8,6 l/ha	21,6 l/ó
<input type="checkbox"/> 7,8 - 8,3	8 km/óra	2,4 ha/h	1 óra 1 min	26,4 l	10,8 l/ha	25,8 l/ó
<input type="checkbox"/> 7,1 - 7,8	7,4 km/óra	2,2 ha/h	42 perc	16,7 l	10,7 l/ha	23,7 l/ó
<input type="checkbox"/> 0,1 - 7,1	4,4 km/óra	1,3 ha/h	54 perc	14,4 l	11,8 l/ha	15,8 l/ó
Összesítések/Átlagok	7,7 km/óra	2,3 ha/h	4 óra 22 perc	98,7 l	9,8 l/ha	22,6 l/ó

12. ábra: Feleslegesen elégetett üzemanyag mértéke (Saját szerkesztés)

Adatok:

- Átfedés százalékban: 6,67 %;
- Túlművelés: 27 %;
- Fordulók végi ráfedés: 20,33 %;
- Táblán belüli teljes üzemanyag fogyasztás: 98,7 liter;
- Mért terület: $78700 \text{ m}^2 = 7,87 \text{ ha}$.

IV. Az ismert táblán levő összes **üzemanyag fogyasztás** és a **mért területünk** osztásából kiszámítom a hektárra levetített üzemanyag fogyasztást:

$$\text{Hektárra levetített üzemanyag fogyasztás} = \frac{98,7}{7,87} = 12,54 \text{ liter/ha} \quad (4)$$

V. Feleslegesen elégetett üzemanyag mennyisége a **túlművelési százalékából**, és az **elfogyasztott üzemanyag** szorzatából:

$$\text{Összes üzemanyag felesleg} = 0,27 \cdot 98,7 = 26,65 \text{ liter} \quad (5)$$

VI. A fordulók végi felesleges üzemanyag fogyasztás a **fordulók végi ráfedés** százalékából, és az **elfogyasztott üzemanyag** szorzatából:

$$\text{Fordulók végi üzemanyag felesleg} = 0,2033 \cdot 98,7 = 20,066 \text{ liter} \quad (6)$$

VII. Automata kormányzás pontatlanságából adódó feleslegesen elégetett üzemanyag mennyisége az **összes üzemanyag felesleg** és a **fordulók végi üzemanyag felesleg** különbségéből számítva:

$$\text{Átfedési üzemanyag felesleg} = 26,65 - 20,066 = 6,584 \text{ liter} \quad (7)$$

Ezen vázlatosan számított fogyasztási és túlművelési számadatokat a saját gazdaságunk jelenlegi technológiájával sikerült elérnünk. Számítás segítségével és más gazdaságokban gyűjtött adatok és tapasztalatok segítségével felvázolom ezen „pazarlás” százalékos javulásának lehetőségeit.

Elsősorban a legfontosabb beruházás az erőgépekre egy RTK jellel való felruházás lenne, mely segítségével az átfedési adatokban kiszámított +/- 10, azaz 20 centiméter rögtön +/- 2,5, azaz 5 centiméter átfedésre csökkenne. A számításokat szintén az említett gépkapcsolattal és területtel végzem a tökéletes viszonyítás érdekében.

Adatok:

- Munkaszélesség: 3 m;
- Nyomvonal térköz: 2,95 m;
- Átfedés RTK jel esetében: 5 cm = 0,05 m;
- Táblán belüli teljes üzemanyag fogyasztás: 98,7 liter.

VIII. Megállapítom RTK technológia esetén hány százalékos átfedéssel dolgozna a gép, az **RTK jellel való átfedés** és a **munkaszélesség** arányában:

$$\text{Átfedés mértéke százalékban} = \frac{0,05}{3} = 0,0167 = 1,67\% \quad (8)$$

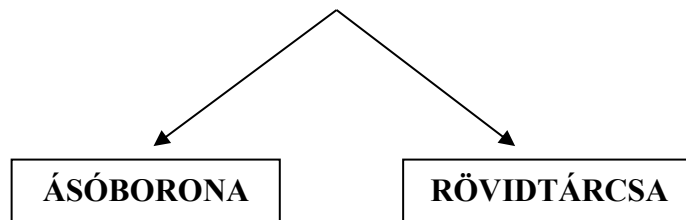
IX. A jelenlegi technológia számításában megkapott **átfedési mérték** és az RTK rendszerrel elérhető **átfedés mérték**ének különbségeként megkapom a technológiából adódó százalékos megtérülést:

$$\text{RTK megtérülés százalékban} = 6,67 - 1,67 = 5\% \quad (9)$$

X. A megtérülés mértékének számítása üzemanyagban az **RTK megtérülés** és a **táblán belüli teljes üzemanyag fogyasztás** alapján:

$$\text{RTK megtérülés üzemanyagban} = 0,05 \cdot 98,7 = 4,935 \text{ liter} \quad (10)$$

Ezen átfedési számítások nagymértékben változnak vontatott talajművelő gépeink esetében, mint például:



Az adott munkagépek több tengelyen/tengely vonalban elhelyezett művelőeszközzel vannak felszerelve, melyek menetirány szerint egymás után sorban vannak elhelyezve. A külön sorban elhelyezkedő kapák/tárcsalapok más-más irányban állnak, ennek következtében, ha az egyik sor mélyebben jár munka közben, az a munkagép erős oldalirányú farolását eredményezi még egyenes területen is, ez erős domboldalon egyre csak fokozódik. Ezt az oldal irányú farolás valamilyen szinten orvosolható nagyobb átfedési beállítással és a munkagép beállításoknál az oldalirányú eltolás beállításával, mely méterben van megadva. Ez a megoldás egyenes területen szinte tökéletesíthető is, ha egy kicsit többet foglalkozunk a mérésekkel. Esetünkben viszont ez közel sem ilyen egyszerű, ugyanis területeink nagy része erős domborzattal bír és folyamatosan változó talajjal minőségi összetételét tekintve. Művelés közben szintén erős befolyásolási tényező lehet a völgyeken/vízmosásokon való átkelés. Ilyenkor a munkagép művelő tengelyei nem a beállított értéket tartják, hanem előfordulhat, hogy az első-hátsó munkamélység aránya nagymértékben változik, ez szintén nagy oldalirányú farolást eredményez.

Erre az estre találta ki a **John Deere az AutoTrac™ Passive Implement Guidance** (passzív munkagép irányítás) rendszerét (13.ábra), melynek esetében egy integrált vevőt, ez esetben egy StarFire 6000-es antennát szerelnek a munkagépre, mely képes kommunikálni az erőgépen elhelyezett vevővel.



13. ábra: AutoTrac™ Passive Implement Guidance (Forrás: John Deere)

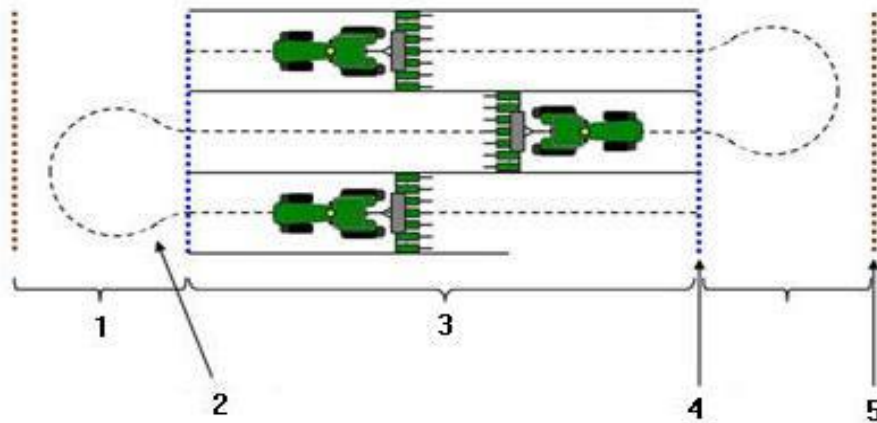
Ennek segítségével:

- A munkagép nyomvonalhoz viszonyított pozícióját figyeli a rendszer;
- az erőgép akár nagyobb mértékben is eltérhet a nyomvonaltól, annak érdekében, hogy minél precízebben biztosítsa a munkagép helyzetét lejtős területen;
- vetésnél jelentősen csökkenti a sorok átfedését és csatlakozó sorok közti távolság növekedését/csökkenését domboldalon;
- vontatott eszközöknél használható és csakis ott van jelentősége;
- tehermentesíti a kezelőt;
- jól használható **AutoTrac™ Turn Automation** rendszerrel is.

Az említett rendszer esetünkben óriási segítség lenne, de sajnos mérlegelni kell a gazdaság méreteit és a beruházási költségeket, ugyanis ez ilyen szintű üzem méret mellett nem kifizetődő beruházás lenne, legalábbis nem belátható időn belül.

4.1. AutoTrac™ Turn Automation forduló végi automatika

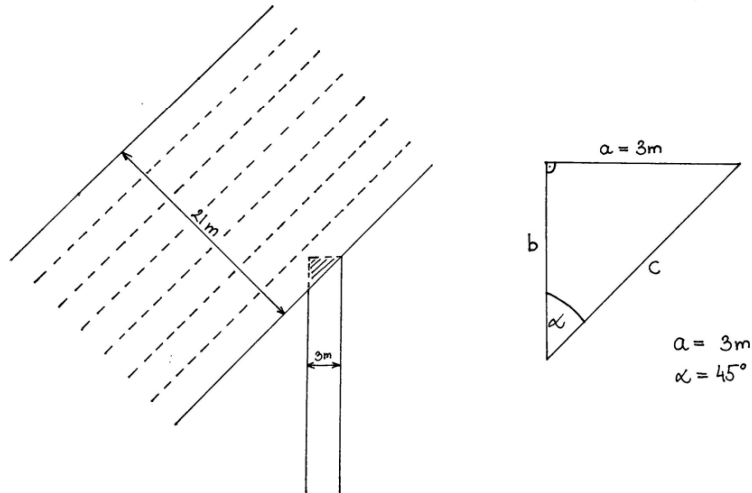
Azonban amely rendszernek rendkívül nagy hasznát vennénk, az a **John Deere** gyár által kifejlesztett **AutoTrac™ Turn Automation** (szakdolgozatom további részében csak AutoTrac™ TA-nak rövidítem az egyszerűség kedvéért), mely a föld végi teljes automatizált fordulást segítő rendszer, ugyanis ez nem csak szimplán a fordulók végi megfordulást végzi automatikusan, hanem ezzel egyidejűleg kezeli az erőgépünk és munkagépünk számos funkcióját. A bevitt munkagép adatok alapján képes kiszámítani azt a fordulóívet, amin sikeresen meg tud fordulni az adott gépkapcsolatunk és ezzel együtt mindig egy azonos vonalban végzi a gép emelését és eresztését, ezáltal kellő távolságban tudjuk a táblahatártól elvégezni a fordulást, emellett nagy mértékben csökken a szegés általi túlművelésünk. Fordulókra merőleges táblahatár esetén szinte nullára kihozható ez az összefedés.



14. ábra: iTEC™ Pro (intelligent Total Equipment Control Pro) (Forrás: John Deere)

1. iTEC™ Pro segítségével elvégzett forduló;
2. Tervezett forduló ív;
3. AutoTrac™ rendszerrel megművelt területünk;
4. Megművelt terület határa;
5. Terület külső határ.

A továbbiakban meghatározom az adott területünk meglévő adatai és a számításaim alapján, hogy körülbelül mekkora megtérülést eredményezne az említett föld végi forduló automatika aktiválás a meglévő erőgépeinkben. Elvégeztem egy kis számítást, miszerint a fordulók végén szegésre való ráfutás átlaga 45° , ezért ennyivel számoltam. A számítás szintén ugyanazon területen és ugyanazon gépkapcsolattal történt a meglévő adataim alapján.



15. ábra: Alábbi számítási adatok ábrája (Saját szerkesztés)

Adatok:

- Munkaszélesség: $a = 3 \text{ m}$;
- Ráfutási szög: $\alpha = 45^\circ$.

XI. A meglévő **munkagép szélességből** és a **ráfutási szögből** kiszámítom szögfüggvény segítségével a háromszög szükséges oldalait:

$$\tan 45 = \frac{3}{b} \quad (11)$$

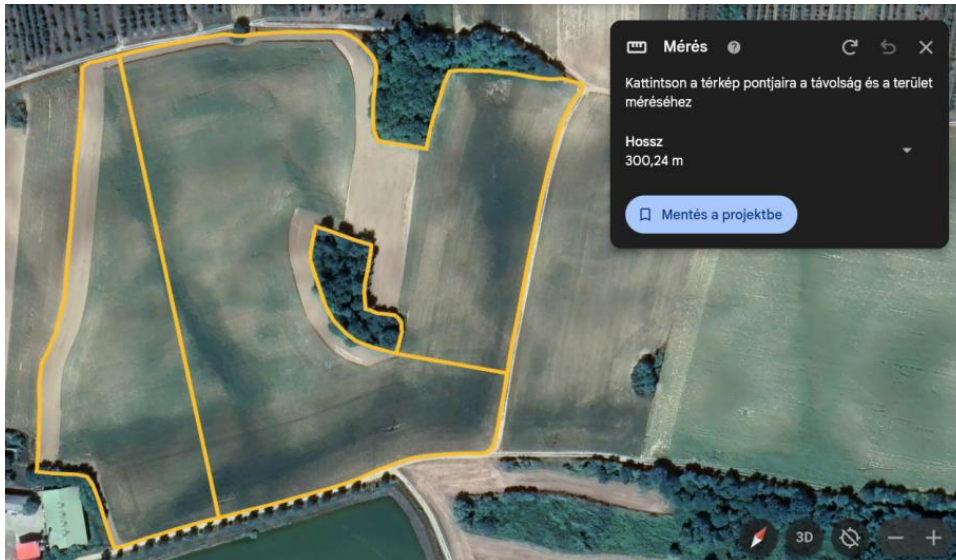
$$1 = \frac{3}{b} \quad / \cdot b$$

$$b = 3 \text{ m}$$

XII. A megkapott oldalakból kiszámítom a derékszögű háromszög alkotta ráfedés területét:

$$\text{Terület} = \frac{a \cdot b}{2} = \frac{3 \cdot 3}{2} = 4,5 \text{ m}^2 \quad (12)$$

Műholdas felvételek alapján meghatároztam, hogy az alsó oldalhoz merőlegesen mérve, melyhez párhuzamosan végezzük a művelést, a terület szélessége körülbelül 300 méter. Ez alapján kiszámítom a nyomvonalak számát, mellyel tudok később kalkulálni.



16. ábra: Műholdas felvétel az adott területről (Google Maps)

Adatok:

- Területem mért szélessége: ≈ 300 m;
- RTK rendszer esetében beállított nyomvonal térköz: 2,95 m;
- AutoTrac™ TA esetén a számított fordulók végi ráfedés: $4,5 \text{ m}^2$;
- Fordulók végi ráfedés: 20,33 %;
- Gép által mért terület: 10 ha.

XIII. A területem mért szélességéből és a beállított nyomvonal térközből kiszámítom körülbelül hány darab forduló adja ki a terület szélességét:

$$\text{Fordulók száma} = \frac{300}{2,95} = 101,69 \approx 102 \text{ darab} \quad (13)$$

fordulóra van szükségünk a terület teljes lefedéséhez.

XIV. Ezek után megállapítom mennyi ráfedésünk lesz az adott területen ezen forduló végi automatika alkalmazása esetén, a számított ráfedés és a fordulók számának szorzatából:

$$\text{Terület alapú fordulók végi ráfedés} = 4,5 \cdot 102 = 459 \text{ m}^2 = 0,0459 \text{ ha} \quad (14)$$

XV. Jelenlegi technika esetében meghatározott fordulók végi ráfedés területben, a **gép által mért terület** és a **fordulók végi ráfedés** százalékának szorzatából:

$$\text{Jelenlegi fordulók végi ráfedés} = 10 \cdot 0,2033 = 2,033 \text{ ha} \quad (15)$$

XVI. A területen belül számított **fordulók végi ráfedés** és a **mért terület** osztásából eredményként megkapom a hektárra levetített százalékos fordulók végi ráfedést:

$$\text{Hektár alapú százalékos fordulóvégi túlművelés} = \frac{2,033}{7,87} = 0,258 \text{ ha} = 25,8 \% \quad (16)$$

XVII. Az így kapott eredményekből könnyedén kiszámítható a megtakarításunk százalékban meghatározva a **jelenlegi hektár alapú ráfedés** és az új technikával **számított ráfedés hektárra** levetített adatokból meghatározva:

$$\text{AutoTrac}^{\text{TM}} \text{ TA megtakarítás százalékban} = 25,8 - \frac{0,0459}{7,87} = 25,7 \% \quad (17)$$

XVIII. Lehetséges megtakarítás üzemanyagban mérve a **számított terület alapú megtakarításból** és a **fogyasztási** adatokból:

$$\text{AutoTrac}^{\text{TM}} \text{ TA megtakarítás üzemanyagban} = 1,987 \cdot 9,87 = 19,6 \text{ liter} \quad (18)$$

4.2. Section Control – szakaszvezérlés

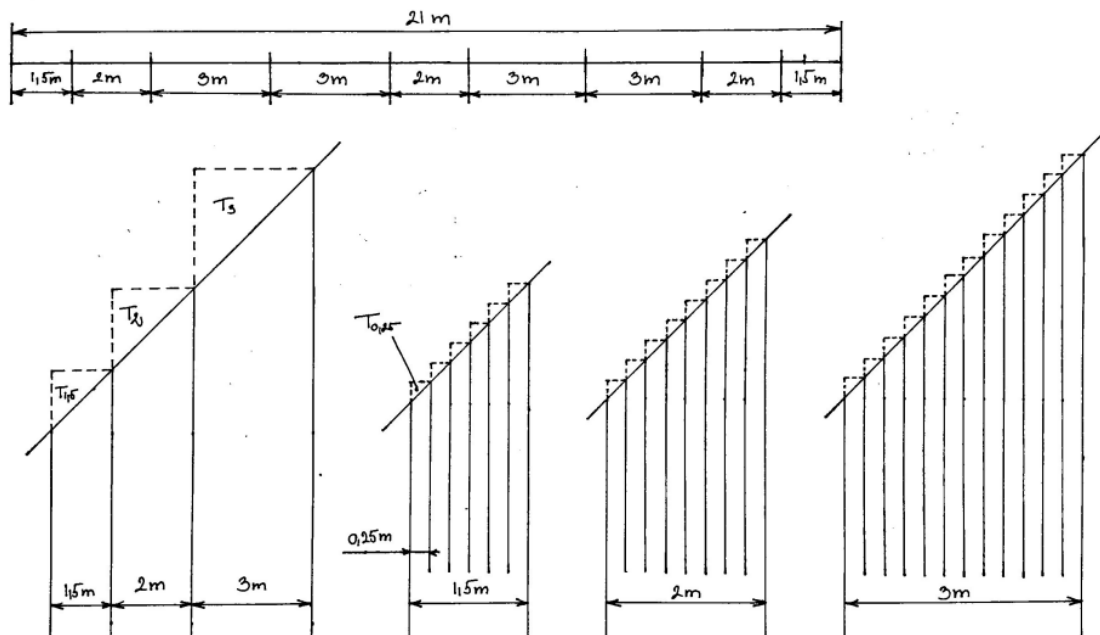
A **John Deere, Section Control** névvel bíró rendszere tökéletes megoldást nyújt minden ISOBUSsal szerelt vetőgép, permetezőgép és műtrágyaszóró vezérelhető szakaszainak automatikusan ki-be kapcsolására. Melynek segítségével:

- csökkenthetjük az input anyagokra fordított költségeinket,
- ezzel egyidejűleg csökken a terménykárosítás és környezetterhelés,
- automatikusan képes működtetni a munkagépünk vezérelhető, ki-be kapcsolható szakaszait a felesleges átfedések érdekében a fogások közti és a fordulók végi ráfedésnél,
- tökéletes sortávolságot és egyenletes fejlődési feltételeket biztosít legfőképp a tábla szegéseken.

Szántóföldi permetezőgép:

Gazdaságunkban jelenleg egy munkagép bír az automata szakaszolás technológiájával, ez a Kverneland típusú szántóföldi permetezőnk, amelyet az erőgépen aktivált Section Control rendszer tökéletesen képes vezérelni. Akkoriban sajnos, mikor ezt a gépet vásároltuk, sajnos gazdaságunk méretéhez mérten nem láttuk megtérülőnek a fűvókánkenti szakaszolást, ezért a 21 méteres keretet 9 szakasszal kértük. Azóta egy újabb fejlesztés érhető el, miszerint a szintén 21 méteres keretet 25 centiméteres fűvókaosztással és ezáltal 25 centimétereként szakaszolással.

Az alábbiakban ezt a két lehetséges módot hasonlítom össze megtakarítás szempontjából, ezután pedig kiszámítom őket, hogy tulajdonképpen mennyit is spórolhatunk vele.



17. ábra: Section control számítás adatai (saját szerkesztés)

Adatok:

- $T_{1,5}$ oldalak:
 - $a = 1,5 \text{ m}$
 - $b = 1,5 \text{ m}$
- T_2 adatok:
 - $a = 2 \text{ m}$
 - $b = 2 \text{ m}$

- T₃ adatok:
 - a = 3 m
 - b = 3 m
- T_{0,25} adatok:
 - a = 0,25 m
 - b = 0,25 m

XIX. A T_{1,5} ismert oldalaiból kiszámítom a területét:

$$\mathbf{T_{1,5} \text{ terület} = \frac{1,5 \cdot 1,5}{2} = 1,125 \text{ m}^2} \quad (19)$$

XX.A T₂ ismert oldalaiból kiszámítom a területét:

$$\mathbf{T_2 \text{ terület} = \frac{2 \cdot 2}{2} = 2 \text{ m}^2} \quad (20)$$

XXI.A T₃ ismert oldalaiból kiszámítom a területét:

$$\mathbf{T_3 \text{ terület} = \frac{3 \cdot 3}{2} = 4,5 \text{ m}^2} \quad (21)$$

XXII.A T_{0,25} ismert oldalaiból kiszámítom a területét:

$$\mathbf{T_{0,25} \text{ terület} = \frac{0,25 \cdot 0,25}{2} = 0,03125 \text{ m}^2} \quad (22)$$

Miután megkaptam a különböző szakasz méretek 45°-os szegésre való ráfutás esetén fellépő felesleges összefedés mértékét m²-ben meghatározva, ezt követően kiszámítom a saját permetezőgépnünk esetében fellépő teljes keret szélességben.

Adatok:

- 1,5 méteres szakaszok száma: 2 db;
- 2 méteres szakaszok száma: 3 db;
- 3 méteres szakaszok száma: 4 db.

Az alábbi képletben kiszámolom a saját szántóföldi permetezőgépünk szakaszolásból adódó ráfedését a fent kapott **terület** eredmények és az azokhoz tartozó **darabszámok** szorzatából:

$$\text{XXIII. Ráfedés 1,5 méteres szakaszokból} = 1,125 \cdot 2 = 2,25 \text{ m}^2 \quad (23)$$

$$\text{XXIV. Ráfedés 2 méteres szakaszokból} = 2 \cdot 3 = 6 \text{ m}^2 \quad (24)$$

$$\text{XXV. Ráfedés 3 méteres szakaszokból} = 4,5 \cdot 4 = 18 \text{ m}^2 \quad (25)$$

A megkapott eredmények összegeként végeredményként megkapom a teljes keret szélességben fellépő ráfedést 45°-os ráfedési szög esetében:

$$\text{Teljes ráfedés felesleg} = 2,25 + 6 + 18 = 26,25 \text{ m}^2 \quad (26)$$

A lehetséges opcióban választható 25 cm-es fűvóka osztással és ehhez társuló fűvókánkénti automata szakaszolással a megtakarítás az alábbi lehet számításaim szerint.

XXVI. Először is meghatározom a **szórókeret szélesség** és a **fűvóka osztás** segítségével, hogy hány szakaszra osztható fel a keretünk:

$$\text{Szakasz szám 0,25-ös osztással} = \frac{21}{0,25} = 84 \text{ db} \quad (27)$$

XXVII. A **szakaszok számának** és a **T_{0,25} területének** szorzataként megkapom a 25 cm osztású fűvóka, és fűvókánkénti szakaszolásra való fejlesztés esetén fellépő ráfedés mértékét:

$$\text{Precíziós szakaszolás ráfedés} = 84 \cdot 0,03125 = 2,625 \text{ m}^2 \quad (28)$$

XXVIII. Kiszámítom a két technológia közti különbséget a **jelenlegi ráfedés** és a **precíziós szakaszolás ráfedés** különbségéből:

$$\text{Megtakarítás területben meghatározva} = 26,25 - 2,625 = 23,625 \text{ m}^2 \quad (29)$$

XXIX. Két technológia közti megtakarítás százalékban mérve

$$\text{Megtakarítás literben meghatározva} = 23,625 \cdot 0,025 = 0,59 \text{ liter} \quad (30)$$

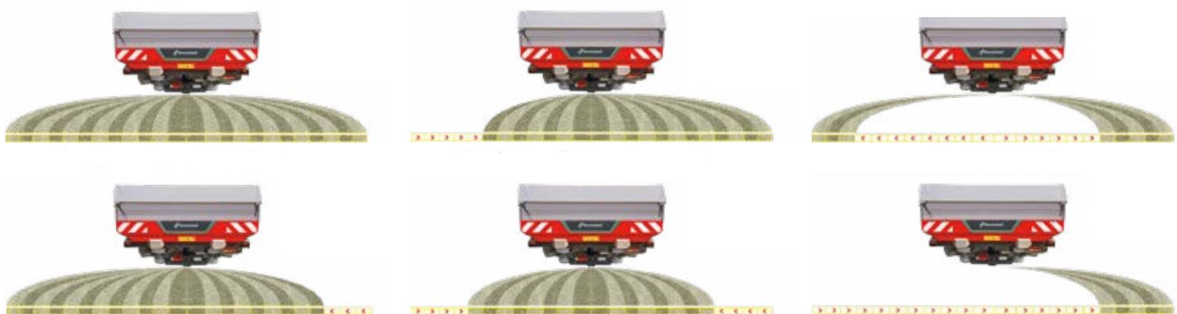
minden egyes forduló végén a permetlé megtakarítás.

4.3. Szilárd műtrágya kijuttató berendezés:

Miután megtörtént a permetezőgép részletesebben számított kijuttatás megtakarítása precíz technológia beruházás esetében, rövideb levezetéssel megállapítom a szilárd hatóanyagú műtrágyakijuttató berendezés megtakarítását is.

Ebben az esetben a számunkra jól bevált **Kverneland** gyártó által ajánlott **Exacta CL GEOSPREAD** típusú gépet veszem számításba, ugyanis ezen gépnek az elődjével rendelkezünk immáron 12 éve és a tapasztalatok igazolják. Jelenlegi géppel szemben lévő előnyök:

- ISOBUS vezérelt;
- a gép állandó tárcsafordulatszámmal rendelkezik, ezért a feladási pont változtatásával változik a szóráskép (relatív szórás);
- az állítómotorok közvetlen csatlakozása az adagolóegységhez, sokkal precízebb kijuttatást eredményez;
- munkaszélesség változtatása könnyen és egyszerűen állítható a kabinból;
- a szórás szélessége méteres szakaszokra bontható fel;
- ezen szakaszok GPS szabályzással automatikusan vezérelhetők.



18. ábra: Kijuttató berendezés szórás szélessége (saját szerkesztés)

2022-es gazdasági számításaimban meghatároztam az éves szilárd műtrágya kijuttatását, ez körülbelül **90402,5** kilogramm, ebből:

- Polifoska 8-24-24: 21777,5 kg (**24,1%**)
- Pétisó 27%: 68625 kg (**75,9%**)

A Kverneland gyár állítása szerint **10-15%** inputanyag spórolható meg az általuk fejlesztett rendszerrel. Mivel tisztában vagyok a területi adottságainkkal, így tudom, hogy a rengeteg ék és viszonylag kisebb területek következtében ezt nyugodtan **15%**-kal számolhatom.

XXX. Az éves **szilárd műtrágya** kijuttatás adatból és a gyár által állított **százalékos megtakarítás** szorzatából megkapom a technika éves szintű megtakarítását kilogrammban mérve:

$$\text{Éves megtakarítás} = 90402,5 \cdot 0,15 = 13\,560,38 \text{ kg} \quad (31)$$

XXXI. Ebből az értékből megállapíthatom a különböző műtrágyák megtakarításait, azok százalékos eloszlásából:

$$\text{Polifoska megtakarítás} = 13560,38 \cdot 0,241 = 3268,05 \text{ kg} \quad (32)$$

$$\text{Pétisó megtakarítás} = 13560,38 \cdot 0,759 = 10\,292,33 \text{ kg} \quad (33)$$

Ezek alapján már könnyedén megállapíthatjuk a precíziós technológiával kijuttatott mindkét szilárd műtrágya **forintban** meghatározott megtakarítását a jelenlegi **műtrágya árak** és kilogrammban meghatározott **mennyiségük** szorzatából:

Polifoska: **238 Ft/kg**

Pétisó: **138 Ft/kg**

$$\text{XXXVI. Polifoska megtérülés Ft} = 238 \cdot 3268,05 = 777\,795,9 \text{ Forint} \quad (34)$$

$$\text{XXXIII. Pétisó megtérülés Ft} = 138 \cdot 10292,33 = 1\,420\,341,54 \text{ Forint} \quad (35)$$

4.4. Szemenkénti vetőgép:

Következő lehetséges beruházás a szemenkénti vetőgép. A jelenlegi 6 soros Maternacc vetőgép helyett egy **Kverneland Optima** 6 soros, elektromos meghajtású pneumatikus szemenkénti vetőgép **IsoMatch GEOCONTROL** és **GEOSEED** technológiával. A vetőkocsinként külön-külön meghajtásért felelő elektromotorral, mely fokozatmentesen szabályozható és a GEOCONTROL sorelzáró automatika kombinációja biztosítja, hogy minden egyes vetőkocsi automatikusan be- vagy kikapcsol pontosan a megfelelő helyen. Ezáltal elkerülhetőek a felesleges ráfedések az előzőleg elvetett sorokkal, így a jelenleg arany áron mért vetőmagból nagy mennyiség megspórolható.



19. ábra: GEOSEED technológia (Saját kép)

A **Kverneland** által elérhető **GEOSEED** technológia a precíziós vetés legmagasabb szintje, ez a lehetőség két féle koncepciót is ajánl.

A **GEOSEED 1-es** szintje a vetőgép szélességét, ez esetben 6 sort képes egyszerre szinkronizálni. Biztosítja a magok pontos elhelyezését tökéletesen párhuzamos vagy akár háromszög alakzatban is. Az ilyen fajta vetési mód rendkívül pozitív hatással van a tápanyagok, a víz és a napfény hatékonyabb hasznosítására, emellett csökkenti a víz és szél által fellépő talajeróziót.

A **GEOSEED 2**-es szintje nem csak a vetőgép szélességében, hanem az egész táblára nézve képes a lehelyezett magok pozícióját szinkronizálni. Főként sorközművelésnél szükséges, továbbá a sorok irányához. Ez a világon létező egyetlen olyan rendszer, mely után lehetséges a gyomok mechanikus ellenőrzése.

Kiszámítom a tervezett beruházásban szereplő vetőgép adottságaihoz mérten és az ismert adatok alapján az inputanyag megtakarítást.

Adatok:

- Mért terület: 7,87 ha;
- Jelenlegi vetőgép által mért terület: 8,31 ha;
- Évente átlagosan vetett kukorica: 50 ha;
- Kukorica tőszám: 72000 tő/ha kukorica esetében;
- Egy zsák költsége átlagosan (80000 szem): 90 000Ft;
- Évente átlagosan vetett napraforgó: 25 ha;
- Napraforgó tőszám: 62600 tő/ha napraforgó esetében;
- Egy zsák költsége átlagosan (150000 szem): 108 000 Ft.

A meglévő **vetőgép által mért** terület és a **mért terület** különbségéből meghatározom az ismert területen történt ráfedés mértékét:

$$\text{XXXVI. Vetés ráfedés} = 8,22 - 7,87 = 0,35 \text{ ha} \quad (36)$$

A **vetés ráfedéséből** és a **terület** adatokból a ráfedés mértékét százalékban is meghatározom:

$$\text{XXXVII. Ráfedés mértéke} = \frac{0,35}{7,87} = 0,44 = 4,4 \% \quad (37)$$

ez hasonló területeken általában hasonló százalékos ráfedéssel jár.

Kiszámítom a hektárra levetített vetőmag megtakarítást kukoricából és napraforgóból egyaránt, a **százalékos ráfedés tőszámmal** való szorzatából:

$$\text{XXXVIII. Kukorica vetőmag megtakarítás} = \frac{4,4}{100} \cdot 72000 = 3168 \text{ szem/ha} \quad (38)$$

$$\text{XXXIX. Napraforgó vetőmag megtakarítás} = \frac{4,4}{100} \cdot 62600 = 2755 \text{ szem/ha} \quad (39)$$

Az így kapott **megtakarításokból** és a vetőmagok **szemenkénti áraiból** meghatározom a különböző kultúrák hektáronkénti megtakarítását forintosított alakban, majd az eredményeket a **vetett hektárral** felszorozva az egész éves megtakarítást:

$$\text{Kukorica forintosított megtakarítás} = \left(3168 \cdot \frac{90000}{80000} \right) \cdot 50 = 178\,200 \text{ Ft/év} \quad (40)$$

$$\text{Napraforgó forintosított megtakarítás} = \left(2755 \cdot \frac{108000}{150000} \right) \cdot 25 = 49\,590 \text{ Ft/év} \quad (41)$$

4.5. Megtakarítások összesítése

Az **AutoTrac RTK jellel való megtakarítása** százalékos mértékéből és a gazdasági számításban meghatározott éves durván **10000 liter** elfogyasztott üzemanyagból, melynek jelenlegi ára **682 Ft**

$$\Sigma = \left(\frac{5}{100} \cdot 10000 \right) \cdot 682 = 341\,000 \text{ Ft/év} \quad (42)$$

AutoTrac™ Turn Automation megtakarítás:

Szintén a rendszer által meghatározott **százalékos megtakarítás** és a számításban meghatározott éves **fogyasztási** (azon munkaműveleteket figyelembe véve, ahol ez a technológia szóba jöhet) adatokból, amely körülbelül **5000 liter**:

$$\Sigma = \left(\frac{25,7}{100} \cdot 5000 \right) \cdot 682 = 876\,370 \text{ Ft/év} \quad (43)$$

Kverneland Exacta CL GEOSPREAD szilárd műtrágya kijuttató egység megtakarítás:

A számításaimban forintban meghatározott **műtrágya költségek** összegéből könnyedén kiszámítható:

$$\Sigma = 777\,795,9 + 1\,420\,341,54 = 2\,198\,137 \text{ Ft/év} \quad (44)$$

Kverneland OPTIMA V szemenkénti pneumatikus vetőgép megtakarítása:

A vetőgép számításainál meghatározott forintosított eredmények összege:

$$\Sigma = 178\,200 + 49\,590 = 227\,790 \text{ Ft/év} \quad (45)$$

5. Következtetés

A számításaim szerint meghatározott RTK rendszer és munkagépek megtérülését összevettem a KITE Zrt. és a Tomelilla Kft által készített beruházás árajánlataival és örömmel tapasztaltam, hogy igenis már ekkora üzem méret mellett is érdemes a precíziós mezőgazdaság irányába elindulni.

Az a mellékletekben található RTK rendszerre kapott árajánlatom alapján azt határoztam meg, hogy első sorban a beruházást a két talajmunkára használt erőgép felokosításával kezdjük, ugyanis a legnagyobb megtakarítást nehézmunkáknál lehet elérni, ahol terület arányosan magasabb üzemanyag fogyasztással számolhatunk. A választott gépek, gazdaságunk egyik új tagja, 6155R, a másik pedig 6930 premium típusú John Deere erőgép. Az egyik gépen teljes kiépítést kell csinálni, ugyanis nem rendelkezik semmiféle hasonló technikával, a másikon kicsit egyszerűbb dolgunk van, mivel az szerelve van ingyenes jellel ellátott automata kormányzással, melyhez tulajdonképpen egy felfejlesztés szükséges. Így a két rendszer kialakítása nettó **12 916 116 Ft**. Az általam számolt éves megtakarítást nagyvonalakban körülbelül **1 200 000 Ft**, ami azt jelenti, hogy a beruházás megtérülési ideje körülbelül 10 évre becsülhető. Azonban, ha beleszámítom, hogy körülbelül a saját területünk háromszorosát műveljük a bér munkáinkkal egybe véve, akkor ez az idő **3-4 évre** csökken, ami azt a visszajelzést adja, hogy igenis megtérül a beruházás.

A további munkagép fejlesztések terén nehezebb dolgom van, ugyanis a szántóföldi permetezőt alig 5 éve vásároltuk, és a jelenlegi legprecízebb technikát nem lehetséges erre integrálni, az egyetlen módja az új gép vásárlás. Azonban jelenleg egy új gép költsége és az általa hozott megtakarítások azt mutatják, hogy nem megtérülő. A szemenkénti vetőgép beruházással szintén hasonló gondjaim adódtak, ugyanis a jelenleg használt gép tökéletesen megfelel a célnak, viszont egy új vételára csak nagy területen való gazdálkodás mellett megtérülő a csekély megtakarítás adatokból következő. Ez azonban nem azt jelenti, hogy nem érdemes ilyen technikára beruházni, ugyanis amint új gépet szeretnénk vásárolni, biztosan az adott típus mellett választunk. A legmegtérülőbb beruházás a jelenleg arany árban mért műtrágya mellett a műtrágya kijuttató berendezésünk cseréje, ugyanis a Tomelilla Kft. ajánlatában **6 029 866 Ft** vételár tudatában, és az éves körülbelül **2 000 000 Ft** megtakarítás mellett a gép megtérülési ideje ≈ 3 év.

6. Összefoglalás

Szakdolgozatom témájaként erre esett a választás, hiszen az egyetemen egyre több dolgot tanulhattam meg ezen technológia kapcsán és családjunk gazdaságában is a játékban maradásért való rohamos fejlődés arra ösztönöz mindnyájunkat, hogy igenis fogadjuk el, miszerint a jövő jelen van és szükségünk van rá. Dolgozatomban összefoglaltam a témához illő szakirodalmat, bemutattam a mezőgazdaság múltját, jelenét és jövőjét. Emellett szót ejtettem a precíziós mezőgazdaság kialakulásának főbb mérföldköveiről és kisebb mértékben részleteztem kialakításának lépéseit.

Dolgozatom érdemi részében részletesen bemutattam gazdaságunk erő- és munkagépeit egy rövid leírással, ezután ismertettem a számításaimban alapul vett területet, melyről kellően szükséges információ tulajdonában könnyedén végeztem számításaimat. Vázoltam a KITErkép lehetőségét, szemléltettem az említett területünk talajminta eredményeit. Ismertettem azon technikákat melyek jelenleg is nagy segítséget nyújtanak és helytállnak a fejlődés útján vezető első lépésekként, majd bemutattam a lehetséges erőgéphez tartozó fejlesztéseket/okosításokat a KITE Zrt. együttműködésével. Továbbá bemutattam a lehetséges munkagép újításokat a Tomelilla Kft. palettájáról, ezek közül is azokat melyek véleményem szerint viszonylag rövidebb idő elteltével megtérülők.

Számításokat végeztem a az általunk jelenleg is használt +/- 10 centiméteres jelpontosságú és az RTK jellel működtetett AutoTracTM automata kormányzási rendszer összehasonlításának százalékos és üzemanyagban mért megtérüléséből, emellett hagyományos kézi és AutoTracTM Turn Automation rendszerrel szerelt gép összehasonlításából. Bemutattam mindegyik fejlesztésnek a jelenlegi technikával szemben nyújtotta előnyeiket, hasznosulásait. Számítottam inputanyag megtakarítást szántóföldi permetezőgép, szilárd műtrágya kijuttató berendezés és szemenkénti vetőgép feltételezett fejlesztés esetében. Továbbá a fejlesztésben tervezett beruházásokra, gépekre kapott árajánlatok és a számításokban végeredményképp kapott megtérüléseket összevetve megállapítottam azok körülbelüli megtérülési idejét, és azok szükségességét.

7. Summary

My thesis focuses on the topic of the development of precision agriculture technology. I chose this topic because, on the one hand, during my studies I have learned a lot about this technology at university and, on the other hand, the rapid development in our family business urges all of us to accept that the future is already here and we need to embrace it. It is very important for us to keep up with the development of the industry.

In my thesis I introduce the history of agriculture and also its current statement. Additionally, I have summarized the major milestones of the development of precision agriculture and I have elaborated some steps of its formation.

In the substantive part of my thesis I briefly presented the power and agricultural machinery of our farm. Following that, I introduced the area on which my calculations were based. I easily carried out my calculations with sufficient information about it. I outlined the potential of the KITErkép and illustrated the results of soil samples from our mentioned area. I described the techniques that currently provide significant assistance and represent the initial steps on the path of development. Finally, I presented the possible machinery upgrades.

I performed calculations comparing the percentage and fuel return of +/- 10 centimetres and RTK-operated AutoTrac™ automatic steering. Additionally, I compared a manually operated machine with the AutoTrac™ Turn Automation system. I presented the advantages and benefits they offer compared to current technology. I calculated input material savings for field sprayers, solid fertilizer applicators, and seed drills in the case of assumed developments. Furthermore, in the calculations I determined the necessity of development by comparing the investment and machinery quotes for planned developments.

Irodalomjegyzék

1. *Gaál Márta, Humenyik Noémi, Illés Ivett, Kiss Andrea* (2020): A precíziós szántóföldi növénytermesztés helyzete és ökonómiai vizsgálata. NAIK Agrárgazdasági Kutatóintézet.
2. *Gunst Péter, Lökös László* (1982): A mezőgazdaság története; Mezőgazdasági Kiadó
3. *VÁGÁNY Judit Bernadett, PhD FENYVESI Éva, PhD* (2020): Multidiszciplináris kihívások, sokszínű válaszok; Budapesti Gazdasági Egyetem, Kereskedelmi, Vendéglátóipari és Idegenforgalmi Kar, Közgazdasági és Üzleti Tudományok Tanszék
4. URL¹: (<https://agrarkozosseg.hu/mi-az-a-precizios-gazdalkodas-es-hogyan-kezdjunk-hozza/>)
5. URL²: (<https://korforgas.uni-mate.hu/documents/3045980/0/MATE-KGEK+-+2023-02+VL+Prec%C3%ADzi%C3%B3s+MG.pdf/73c8a9ae-ae89-1612-c29c-b2d2e331e666?t=1682348604228>)
6. URL³: <https://www.agroinform.hu/gepeszet/robotti-autonom-mezogazdasagi-traktor-56715-002>
7. URL⁴: [<https://magyarmezogazdasag.hu/2017/12/27/xxi-szazad-mezogazdasaga/>].

Köszönetnyilvánítás

Köszönetet szeretnék mondani elsősorban a belső konzulensemnek, Prof. Dr. Kiss Péternek, aki ismeretével és szaktudásával nagyon sokat segített számomra. Ezután pedig köszönetet szeretnék mondani a külső konzulensemnek Dr. Tapazdi Tamásnak az áldozatos munkájáért és a gyors intézkedéseiért, továbbá köszönetet szeretnék mondani az egész KITE Zrt. segítőkész hozzáállásáért. Emellett megköszönném a Tomelilla Kft.-nek Dr. Borsiczky István vezetésével és végül, de nem utolsó sorban, óriási köszönettel tartozok a családomnak, kedvesemnek és családjának, akik nélkül ez nem jöhetett volna létre.

Mellékletek



azonosító: 156512

Üzleti információ (SPECIFIKÁCIÓS LAP)

iktatószám: AJ/GIA8L92

1. Az Üzleti információt kiadja:

KITE Mezőgazdasági Szolgáltató és Kereskedelmi Zártkörűen Működő Részvénytársaság, 4181 Nádudvar, Bem J. u. 1.

Kiadja: **Acsádi Viktor**, Bonyhád

2. A partner adatai

név: Tóth Tihamérné	
cím: 7150 BONYHÁD, Semmelweis utca 9.	vezetékes tel.:
adószám: 78136104-2-37	mobil tel.:
céggjegyzékszám:	e-mail cím: lacko7791@gmail.com
bankszámlaszám: 71800013-11095859-00000000	partnerkód: 820529

3. Az Üzleti információ tárgya:

SF1 SF3 UPGRADE GEN4 - antenna fejlesztés

eladási ár:	1 000 008 HUF	2 632 EUR
-------------	---------------	-----------

Specifikáció:

- Nincs specifikáció

Szállítás a szerződéskötés függvényében, de legkorábban: Nincs elegendő információ, hogy meghatározzuk a vállalható szállítási határidőt, termékmenedzseri egyeztetés szükséges a megállapításához.

RTK JÁRMŰ KLT SF6000 - járműkészlet

eladási ár:	1 339 880 HUF	3 526 EUR
-------------	---------------	-----------

Specifikáció:

- Nincs specifikáció

Szállítás a szerződéskötés függvényében, de legkorábban: Nincs elegendő információ, hogy meghatározzuk a vállalható szállítási határidőt, termékmenedzseri egyeztetés szükséges a megállapításához.

GEN4 ULT 2.5 UNI - aktiváló kulcs

eladási ár:	2 333 352 HUF	6 140 EUR
-------------	---------------	-----------

Specifikáció:

- Nincs specifikáció

Szállítás a szerződéskötés függvényében, de legkorábban: Nincs elegendő információ, hogy meghatározzuk a vállalható szállítási határidőt, termékmenedzseri egyeztetés szükséges a megállapításához.

GS 4640 - kijelző

eladási ár:	1 833 348 HUF	4 825 EUR
-------------	---------------	-----------

Specifikáció:

- Nincs specifikáció

Szállítás a szerződéskötés függvényében, de legkorábban: Nincs elegendő információ, hogy meghatározzuk a vállalható szállítási határidőt, termékmenedzseri egyeztetés szükséges a megállapításához.

GEN4 ULT 2.5 UNI - aktiváló kulcs

eladási ár:	2 333 352 HUF	6 140 EUR
-------------	---------------	-----------

Specifikáció:

- Nincs specifikáció

Szállítás a szerződéskötés függvényében, de legkorábban: Nincs elegendő információ, hogy meghatározzuk a vállalható szállítási határidőt, termékmenedzseri egyeztetés szükséges a megállapításához.

SF 6000 SF1 - antenna

eladási ár:	1 133 342 HUF	2 982 EUR
-------------	---------------	-----------

Specifikáció:

- Nincs specifikáció

Szállítás a szerződéskötés függvényében, de legkorábban: 2023-12-10

SF1 SF3 UPGRADE GEN4 - antenna fejlesztés

eladási ár:	1 000 008 HUF	2 632 EUR
-------------	---------------	-----------

Specifikáció:

- Nics specifikáció

Szállítás a szerződéskötés függvényében, de legkorábban: Nincs elegendő információ, hogy meghatározzuk a vállalható szállítási határidőt, termékmenedzseri egyeztetés szükséges a megállapításához.

RTK JÁRMŰ KLT SF6000 - járműkészlet

eladási ár:

1 339 880 HUF

3 526 EUR

Specifikáció:

- Nincs specifikáció

Szállítás a szerződéskötés függvényében, de legkorábban: Nincs elegendő információ, hogy meghatározzuk a vállalható szállítási határidőt, termékmenedzseri egyeztetés szükséges a megállapításához.

JD AMS ISOBUS VEZ.K. - Isobus vezetékköteg

eladási ár:

602 946 HUF

1 587 EUR



JOHN DEERE

Specifikáció:

- NINCS SPECIFIKÁCIÓ

Szállítás a szerződéskötés függvényében, de legkorábban: Nincs elegendő információ, hogy meghatározzuk a vállalható szállítási határidőt, termékmenedzseri egyeztetés szükséges a megállapításához.

Tételek ára összesen:

Használt árfolyamok: 380 HUF / EUR

tétel megnevezése	eladási ár	
SF1 SF3 UPGRADE GEN4	1 000 008 HUF	2 632 EUR
RTK JÁRMŰ KLT SF6000	1 339 880 HUF	3 526 EUR
GEN4 ULT 2.5 UNI	2 333 352 HUF	6 140 EUR
GS 4640	1 833 348 HUF	4 825 EUR
GEN4 ULT 2.5 UNI	2 333 352 HUF	6 140 EUR
SF 6000 SF1	1 133 342 HUF	2 982 EUR
SF1 SF3 UPGRADE GEN4	1 000 008 HUF	2 632 EUR
RTK JÁRMŰ KLT SF6000	1 339 880 HUF	3 526 EUR
JD AMS ISOBUS VEZ.K.	602 946 HUF	1 587 EUR
Tételek ára összesen:	<i>eladási ár</i>	<i>bruttó ár (27% ÁFA-val)</i>
	12 916 116 HUF	16 403 468 HUF

Vevői árajánlat

1. példány

Sorszám: VAEU00281/2023

Szállító

Tomelilla Kft.

Rákóczi utca 2 /A

Boda

7672

Adószám: 13329682-2-02

Vevő

Tóth Tihamérné

Semmelweis utca 9.

Bonyhád

7150

Adószám: 78136104-2-37

Csoportazonosító:

Fizetési mód	Kelte	Érvényesség
Átutalás	2023.11.09.	2023.12.09.

Kverneland CL 2450 L GEOSPREAD, ISOBUS rendszerű, precíziós súlymérős műtrágyaszóró

Két tárcsás műtrágyaszóró, 10-24 m munkaszélességgel

- CentreFlow szórási rendszer
- munkaszélesség 9 - 24 méter (opcióként 27/33 m)
- speciális hajtómű lassú forgású boltozódásgátlóval
- elektromos süber nyitás
- rozsdamentes acélból készült fém-, illetve DURACOAT porfestéssel bevont alkatrészek
- tartályrács; szemcseméret osztályozó doboz, boltozódásgátlóval
- állítókar, alacsony dózis kijutatásához
- nyomatékhatárolóval ellátott kardántengely; Kat. II. függesztőrendszer
- elülső és hátsó ellenőrző ablakok, a műtrágyaszint ellenőrzésére
- 2 db szórótárcsa, tárcsánként 8 db, különböző méretű rozsdamentes szórólapát
- súlymérős változa 4 db 2 tonnás mérőcella + referencia szenzor
- GPS jel alapján változtatja a kijuttatott mennyiséget és változtatja a szórászélességet (min. 1 m-es szakaszok, maximum 14 szakasz)

Részletes műszaki leírás:

Termék	Termékkód	Egységár	Menny. Mee	Áfa (%)	Nettó	Áfa	Bruttó
Megjegyzés							
Exact-CL GEOSPREAD 1100 G3	A148768330	EUR 11 353	1 db	27%	EUR 11 353	EUR 3 065,31	EUR 14 418,31
TrimF/Exactline jobb 1100/1300	A148338930	EUR 827	1 db	27%	EUR 827	EUR 223,29	EUR 1 050,29
Tartálymagasító 450l	VN79771444	EUR 621	3 db	27%	EUR 1 863	EUR 503,01	EUR 2 366,01
Tartályponyva 1100l ezüst	A148786530	EUR 644	1 db	27%	EUR 644	EUR 173,88	EUR 817,88
Oldalsó lépcső 1100/1300l	A138606630	EUR 299	1 db	27%	EUR 299	EUR 80,73	EUR 379,73
Tartály leürítőkészlet	A138922930	EUR 196	1 db	27%	EUR 196	EUR 52,92	EUR 248,92
SPREADERcontrol licenckulcs	MT00002028	EUR 570	1 db	27%	EUR 570	EUR 153,9	EUR 723,9

Vevői árajánlat

1. példány

Sorszám: VAEU00281/2023

Szállító

Tomelilla Kft.

Rákóczi utca 2 /A

Boda

7672

Adószám: 13329682-2-02

Vevő

Tóth Tihamérné

Semmelweis utca 9.

Bonyhád

7150

Adószám: 78136104-2-37

Csoportazonosító:

Fizetési mód	Kelte	Érvényesség
Átutalás	2023.11.09.	2023.12.09.

	Nettó	Nettó (HUF)	Áfa	Áfa (HUF)	Bruttó	Bruttó (HUF)
Osszesen	EUR 15 752	6 029 866 Ft	EUR 4 253,04	1 628 064 Ft	EUR 20 005,04	7 657 929 Ft

Fizetendő végösszeg: EUR 20 005,04

húszezer-öt 4/100 euró.

Az általunk forgalmazott ISOBUS, intelligens optikai vezérlésű, illetve soros porti kapcsolattal rendelkező munkagépek képesek a helyspecifikus kijuttatásra, azaz maradéktalanul megfelelnek a precíziós gazdálkodás követelményrendszerének.

Vevői árajánlat

1. példány

Sorszám: VAEU00282/2023

Szállító

Tomelilla Kft.

Rákóczi utca 2 /A

Boda

7672

Adószám: 13329682-2-02

Vevő

Tóth Tihamérné

Semmelweis utca 9.

Bonyhád

7150

Adószám: 78136104-2-37

Csoportazonosító:

Fizetési mód

Kelte

Érvényesség

Átutalás

2023.11.09.

2023.12.09.

Kverneland Optima V 6 vákuumos szemenkénti vetőgép

- Dupla teleszkópos gerendely , típustól függően 33 - 80 cm sortávolsággal, 3 m-s szállítási szélességgel;
- HD II vetőkocsi súlya 130 kg, 55 literes tartályterfogat, nyitott mélységhatároló kerékkel, 25 mm széles V tömörítő kerékkel, forgó vákuum megszakítóval, 100 kg-s rugó terheléssel, sárkaparóval a mélységhatároló kerekeken
- CAT III N hárompont csatlakozás
- 800 1/min ventilátor hajtás, 1 3/8" Z 6 szabadonfutós kardántengellyel
- Hidraulikus, kettős csukású nyomjelző, 350 mm-es vágótárcsával
- 1000 literes műtrágyatartállyal, kiszórható műtrágyamennyiség: 87-462 kg/ha 75 cm-s sortávolságnál, 144 -769 kg/ha 45 cm-nél, a maximális mennyiséget max 6 km/h munkasebesség mellett képes kijuttatni, minden sor légrásegítéses
- Elektromos mikrogranulátumszóró, mely tartalmazza a szükséges cellás kerekeket
- Sebesség jelet radar szenzor szolgáltatja
- Elektromos kocsihajtással, fokozatmentes tőtávolság állítás, térkép alapján történő vetés, szakaszolható sorelzárás lehetőség
- Az e-drive II-s vetőkocsi alkalmas GEOSEED vetésre

Termék	Termékkód	Egységár	Menny. Mee	Áfa (%)	Nettó	Áfa	Bruttó
Megjegyzés							
Optima V 6 soros e-drive II	AA522076	EUR 13 463	1 db	27%	EUR 13 463	EUR 3 635,01	EUR 17 098,01
Optima HD II e-drive II	AA515003	EUR 3 033	6 db	27%	EUR 18 198	EUR 4 913,46	EUR 23 111,46
Channel Extra ejtócső/sor	AA505304	EUR 19	6 db	27%	EUR 114	EUR 30,78	EUR 144,78
Rögterelő	AA505312	EUR 143	6 db	27%	EUR 858	EUR 231,66	EUR 1 089,66
Világítás készlet (EU)	AA520689	EUR 701	1 db	27%	EUR 701	EUR 189,27	EUR 890,27
Sorműtrágyaszóró V 1000I	AA524040	EUR 2 526	1 db	27%	EUR 2 526	EUR 682,02	EUR 3 208,02
Hidromotoros hajtás (1 szekc.)	AA524182	EUR 2 249	1 db	27%	EUR 2 249	EUR 607,23	EUR 2 856,23
Duplatárcsás csipkés HD II, SX	AA524465	EUR 635	6 db	27%	EUR 3 810	EUR 1 028,7	EUR 4 838,7

Vevői árajánlat

1. példány

Sorszám: VAEU00282/2023

Szállító

Tomelilla Kft.

Rákóczi utca 2 /A

Boda

7672

Adószám: 13329682-2-02

Vevő

Tóth Tihamérné

Semmelweis utca 9.

Bonyhád

7150

Adószám: 78136104-2-37

Csoportazonosító:

Fizetési mód	Kelte	Érvényesség
Átutalás	2023.11.09.	2023.12.09.

Termék Megjegyzés	Termékkód	Egységár	Menny. Mee	Áfa (%)	Nettó	Áfa	Bruttó
micro-drill 6 soros	AA527076	EUR 3 966	1 db	27%	EUR 3 966	EUR 1 070,82	EUR 5 036,82
Vetőtárcsa 3230 (napraforgó)	AA580110	EUR 39	6 db	27%	EUR 234	EUR 63,18	EUR 297,18
Vetőtárcsa 3250 kuk.320 emt-ig	AA580114	EUR 39	6 db	27%	EUR 234	EUR 63,18	EUR 297,18
SEEDERcontrol licenzkulcs	MT00002030	EUR 570	1 db	27%	EUR 570	EUR 153,9	EUR 723,9

	Nettó	Nettó (HUF)	Áfa	Áfa (HUF)	Bruttó	Bruttó (HUF)
Osszesen	EUR 46 923	17 962 124 Ft	EUR 12 669,21	4 849 774 Ft	EUR 59 592,21	22 811 898 Ft

Fizetendő végösszeg: EUR 59 592,21

ötvenkilencezer-ötszázkilencvenkettő 21/100 euró.

Az általunk forgalmazott ISOBUS, intelligens optikai vezérlésű, illetve soros porti kapcsolattal rendelkező munkagépek képesek a helyspecifikus kijuttatásra, azaz maradéktalanul megfelelnek a precíziós gazdálkodás követelményrendszerének.

Nyilatkozat

Tóth Bence (név) (hallgató Neptun azonosítója: XSIDSB) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*2}

Kelt: 2023. 11. 13.



Dr. Kiss Péter
belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

Szakdolgozat

A hallgató neve: Tóth Bence
A Hallgató Neptun kódja: X51D5B
A dolgozat címe: Precíziós mezőgazdasági technológia fejlesztése
A megjelenés éve: 2023.
A tanszék neve: Járműtechnika Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

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 tulajdonkezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

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

Kelt: Bonyhád, 2023 év november hó 13. nap

Tóth Bence
Hallgató aláírása