



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

SZAKDOLGOZAT

GNSS technológia szerepe a precíziós mezőgazdaságban

OE-AMK

2023

Hallgató neve: Benkőné Kévés Kitti

Hallgató törzskönyvi száma: T000381/FI12904/A-G



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Alba Regia Műszaki Kar
Geoinformatikai Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Benkőné Kévés Kitti

Szakedolgozat száma: [REDACTED]

Törzskönyvi száma: T000381/FI12904/A-G

Neptun kódja: [REDACTED]

Szak: földmérő és földrendező mérnök

Specializáció: Geoinformatika specializáció

A dolgozat címe: GNSS technológia szerepe a precíziós mezőgazdaságban

A dolgozat címe angolul: The role of GNSS technology in precision agriculture

A feladat részletezése:

1. A szakirodalom alapján foglalja össze:
 - a) az agráriumban zajló technológia váltását, digitalizációt
 - b) GNSS technológiát és a felhasználási lehetőségeit a mezőgazdaságban
2. Egy mintaterületen végezze el a technológia alkalmazására vonatkozó vizsgálatot!
 - a) mutassa be a mintaterületet és
 - b) az alkalmazott műszereket
 - c) ismertesse az elvégzett méréseket
3. Végezze el a mérési adatok kiértékelését, gazdasági számításokat
4. Foglalja össze az eredményeket, vonja le a következtetéseit.

Intézményi konzulens neve: Verőné Dr. Wojtaszek Malgorzata Mária

A kiadott téma elévülési határideje: 2025. 07. 10.

Beadási határidő: 2023. 05. 15.

A szakedolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Székesfehérvár, 2023. 03. 27.



[Signature]
Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom: 2023. 05. 15.

[Signature]
belső konzulens

.....
külső konzulens



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott Benkőné Kévés Kitti hallgató kijelentem, hogy a szakdolgozat saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem. Az elkészült szakdolgozat található eredményeket az egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Kelt: 2023. május 10.

.....
hallgató aláírása

TARTALOMJEGYZÉK

TARTALOMJEGYZÉK	2
1. BEVEZETÉS	3
2. IRODALMI ÉS TÖRTÉNETI ÁTTEKINTÉS.....	5
2.1 Műholdas helymeghatározás	5
2.2.1 NAVSTAR GPS.....	6
2.2.2 GLONASSZ.....	10
2.2.3 Galileo	11
2.2.4. BeiDou(Compass)	13
2.2.5 További GNSS és RNSS rendszerek.....	13
2.3 GNSS Kiegészítő Rendszerek.....	14
2.3.1. SBAS (Satellite Based Augmentation System).....	14
2.3.2. GBAS (Ground Based Augmentation System):.....	15
2.4 Műholdas helymeghatározás alkalmazása a mezőgazdaságban.....	16
2.5. Hagyományos és precíziós mezőgazdálkodás.....	18
2.5.1 Hagyományos mezőgazdálkodás	19
2.5.2 Precíziós mezőgazdálkodás.....	20
3. ELEMZÉSI MÓDSZEREK	23
3.1. Szolgáltatók, eszközök és rendszerek bemutatása	23
3.1.1. Szolgáltatók.....	23
3.1.2. Eszközök és rendszerek.....	26
3.2. A vizsgálat ismertetése.....	33
3.3. A vizsgálat menete	35
3.4. Eredmények.....	37
3.5. Konklúzió és javaslat	47
4. ÖSSZEFOGLALÁS.....	49
5. SUMMARY	51
6. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....	53
7. IRODALOMJEGYZÉK.....	54

1. BEVEZETÉS

Az emberek és a fejlődés igényeinek köszönhetően, évtizedek alatt jelentős változáson esett át a földhasználat és a gépesítés. A technológiai fejlődés a mezőgazdaság területére is beszivárgott. A gazdálkodók, hogy támogassák haladásukat, gyarapodásukat, mindinkább a precíziós gazdálkodás kínálta előnyöket vették igénybe. Ugyanakkor manapság is vannak földművelők, akik idegenkednek a modern technológia nyújtotta eszközök alkalmazásától, ám előbb utóbb elengedhetetlen lesz ezek használata.

Az újabb és újabb innovációk, melyeket az egyre nehezebb feltételek mozdítottak elő, lehetőséget teremtettek a művelés és a gépeket kezelők komfortosabb munkavégzésére. Egyre komplexebb rendszereket hoznak létre, mosmtár, például, a kezelőfelületen megnyomott működtető gomb, elektromosan egy másgneskapcsoló segítségével nyitja meg a hidraulika szelepeket, így könnyítve meg a munkamenetet. A kormányzás automatizálása is egy a sok vívmány közül. Ennek segítségével a megművelt területek minden részéből a legtöbbet tudják kihozni, ugyanis, lényegesen csökkenti a munkaidőt, üzemanyagot, átfedéseket. A fordulókat is zavartalanul képesek megtenni, mivel ezeket a navigáció érzékeli.

Mezőföldön élek. Így akaratlanul is találkoztam gyerekoromtól kezdve a különböző gazdasági alkalmatosságokkal és impulzusokkal. Látni a kisebb gazdaságok fejlődését, külső szemlélőként, igen érdekes és értékes tapasztalatnak bizonyult.

Célom az volt, hogy három gazdaságot hasonlítsak össze a hagyományos és precíziós gazdálkodás által. Sajnálatos módon, csupán az első két, bemutatott gazdaságot sikerült számszerűen viszonyítanom egymással, különböző mezőgazdasági folyamatok útján.

Az utóbbi időben, mint mindenhol, úgy a környékünkön is, széles körben elterjedt a precíziós vagy helyspecifikus gazdálkodás.

Egyik képviselője Tóth Balázs, akinek 2016 óta működik családi gazdálkodása. 58 hektáron gazdálkodnak Mezőszentgyörgy határában. Ők az egyik olyan családi gazdálkodás, akiknek munkásságukon keresztül fogom bemutatni a hagyományos gazdálkodástól a precíziós gazdálkodásig való fejlődés ösvényét.

Ugyan ők még csak az első lépéseket teszik a precíziós gazdálkodás felé, de ezáltal kitűnően bemutatható a különböző technológiák különbsége, előnye és hátránya. Az évek

során, saját tapasztalatukból és a különböző szakirodalomakat tanulmányozva, egyre világosabbá vált számukra, hogy egyrészt a gépparkot, másrészt a gazdálkodás hatékonyságát is növelni kell.

Szintén segítségemre voltak Sárbogárd, Örs puszta tájékán gazdálkodó szakemberek. Az ő értékes munkásságuk által tudtam az összehasonlítást elvégezni.

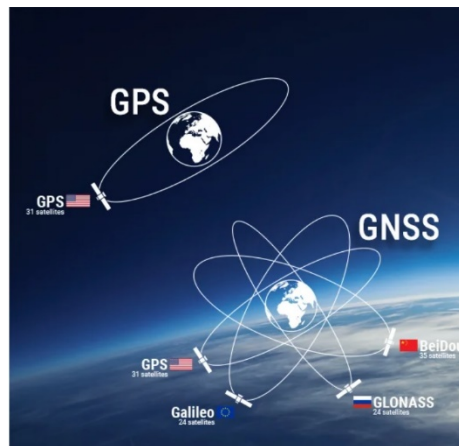
Nem utolsó sorban, úgy gondoltam, egy nagyobb gazdaság eszközeit is ildomos lenne bemutatnom Gárdonyi Róbert nevéhez fűződően. Bár számolást sajnálatos módon nem tudtam végezni az ő feladataikkal kapcsolatosan, de úgy vélem tanulságos lesz a másik két gazdaság gépparkjával való viszonyítás.

2. IRODALMI ÉS TÖRTÉNETI ÁTTEKINTÉS

2.1 Műholdas helymeghatározás

Műholdas rendszerrel történő helymeghatározás alapvetően a katonai, navigációs műveletek végrehajtása érdekében jött létre, amelyeket a polgári felhasználók részére is kiterjesztettek. Ezen rendszerek, egyébiránt megfelelően működnek az eltérő követelményeket igénylő térinformatikai adatgyűjtésnél is. [1]

A GNSS (Global Navigation Satellite System- Globális Helymeghatározó Műholdrendszer) valamennyi műholdas helymeghatározó rendszer (GPS – USA, GLONASSZ – Oroszország, Galileo - Európai Unió, BeiDou (Compass) – Kína) összefoglaló neve.



1. ábra GPS és GNSS összehasonlítása [2]

A GNSS további alrendszerekre bontható.

- Mesterséges holdak
- GNSS kiegészítő rendszerek
- Felhasználók alrendszere [1]



2. ábra A GNSS rendszer elemei példákkal [3]

A Globális Navigációs Műholdrendszer, műholdak segítségével oldja meg azokat a kihívásokat, melyeket az időmeghatározás, a helymeghatározás és a navigáció szabnak meg. Szolgáltatásait PNT-nek nevezzük (Positioning, Navigation, Timing Services). [3]

A GNSS által folytatott műholdas helymeghatározás függ a műholdak helyzetétől, melyeket geometriai értelemben egy adott időpillanatban pontként adunk meg egy meghatározott vonatkoztatási rendszerben. Az ismert pontokon fekvő, földi pályakövető állomások meghatározzák a műholdak pályadatait, amiket saját maguk sugároznak. A GNSS-vevője közvetetten megállapítja a távolságot közte és egyazon időben észlelt műhold között. Így a vevő helyzete, egy adott vonatkoztatási rendszerben kiszámítható, ha ismeretében vagyunk a műhold helyzetének és a távolságoknak. Mivel ismert azaz időtartam is, amely a vevő két-helyzetmegadása között eltelik, így a vevő sebessége is kiszámítható. [3]

Ez a technológia figyelemre méltó befektetést igényel, így a GNSS rendszer fejlesztése, leginkább a nagyhatalmaknak adatik meg.

2.2 GNSS Alaprendszerek

A műholdak (űrszegmens) és az azokat vezérlő alrendszerek (követőállomások) együttese. [3]

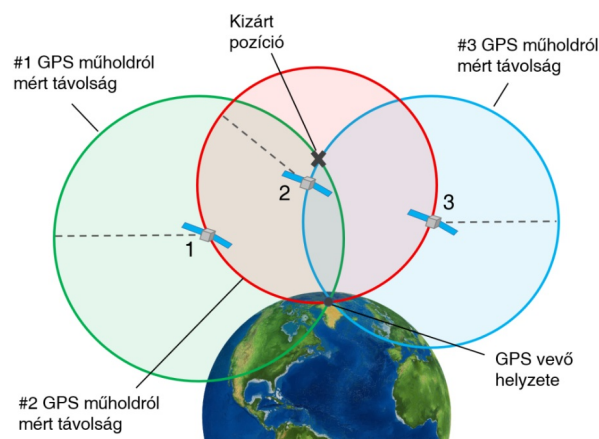
2.2.1 NAVSTAR GPS

Mint minden találmánynak, úgy a GPS rendszernek is van előzménye.

Az 1960-as években az USA haditengerészete kiépített egy a Doppler-hatás alapján üzemelő globális helymeghatározó rendszert, NNSS (Navy Navigation Satellite System) vagy másik nevén, mely ismertebb, TRANSIT. Célja a katonaság tulajdonában lévő atommeghajtású tengeralattjárók navigálása volt. 1994 után a GPS töltötte be szerepét. 1100 km magas, poláris pályán, egyidejűleg 5-7 műhold keringett. Abszolút pontossága 3 m volt, melyet időigényes mérés előzött meg és óránként lehetett helymeghatározást végezni. Érdekesség, hogy a Szovjetunió is fejlesztett egy hasonló rendszert Cikada névvel, de ez csak a katonaság számára volt elérhető. [1]

A TRANSIT kiválóan működött, ugyanakkor történt néhány észrevétel:

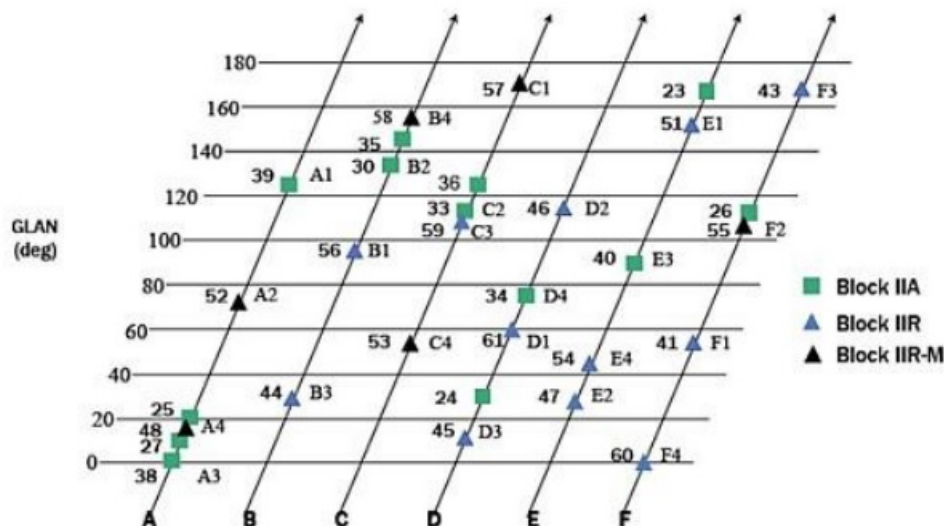
- az óránkénti helymeghatározás kevésnek bizonyult
- mivel a tengeralattjáróknál alkalmazták ezt a technológiát, gyorsabban mozgó objektumok navigációjára nem volt képes
- nem megfelelő biztonság a műholdak tekintetében és gyakori meghibásodás
- nem megfelelő pontosság [1]



3.ábra Műholdas helymeghatározás geometriai alapja [4]

Ezek és sok más probléma kiküszöbölése érdekében, az Egyesült Államok Védelmi Minisztériuma indítványozta 1973-ban, a NAVSTAR globálisan működő navigációs

rendszer, az amerikai Global Positioning System, vagyis GPS, (Globális Helymeghatározó Rendszer) megalkotását, aminek a fejlesztése 1994-ig tartott. Hatékonysága jóval meghaladta a TRANSIT rendszerét, bár költségesebbnek bizonyult. A GPS biztonságosságáért két elnöki rendelet is kezeskedik. Abszolút helymeghatározási pontossága 10 méteres, de különféle eljárásokkal centiméter pontosságúvá is tehető. A GPS-vevők passzívok és a rendszer egyutas, csak kapja a műhold jeleket, így a felhasználók száma bármennyi lehet. [1] Az USA-ban létre hozott GPS-t alapvetően 24-32 darab műhold teszi ki, melyek, közel, 20200 km-rel a fejünk felett keringenek, ahol a keringési idő, 11 óra 56 perc. Dőlésszögük 55° , az egyenlítő síkjához képest. A műholdak pályasíkjai pedig összevetve 60° -kal vannak elforgatva. Egy pályasíkon négy mesterséges hold kering, melyek távolsága nem egyenlő. [5]



4. ábra GPS műhold konstelláció 2009-ben (6 db R-M típus) [3]

A GPS holdak osztályokba sorolhatóak.

A fejlesztés első lépcsőfoka, 1974-ben, két technológiai műhold kialakítása volt:

- NTS-1, melyet 14000 km magasságú pályára állítottak és két rubídium atomórával szerelték fel.
- NTS-2 műholdat, már a mostani GPS – pályára állították és itt már két cézium atomóra, kódgenerátor, valamint fedélzetén egy számítógép is helyet kapott.

További korszerűsítési folyamatot, a fejlesztés szakaszának hívják. Ezek az ún.

"fejlesztési" műholdak (NDS- Navigaton Development Satellites), másnéven Block I. Tizenkét műholdat gyártottak, végül tizenegyet bocsátottak fel, 63°-os pályára. (Az elsőt 1978-ban, míg az utolsót 1985-ben.) [1]

A következő osztály a "rendszerben működő" (NOS- Navigation Operational Satellites) műholdak alkották. Ezeket Block II névvel illették és az elsőt 1989-ben, míg az utolsót 1990-ben állították 55°-os pályára. Összesen kilenc műholdat terveztek, ebben a kategóriában. 1990 és 1997 között Block II/A (A = advanced) tizenkilenc műholdat bocsátottak fel. A Block II és Block II/A műholdak esetében két cézium és két rubídium atomóra működött. [1]

A harmadik osztálynál fejlettebb innovációt, a Block IIR (R = replenishment), az elhasználódott eszközök helyére alkották. Huszonkét műholdat terveztek felküldeni, amiből az elsőt 1997-ben lötték fel, ami sikertelennek bizonyult. 2003-ig nyolc műhold foglalta el a helyét.

A fent említett Block IIF (F = follow on) műholdak esetében harminchárom eszközt terveztek felbocsátani, elsőként 2010-ben. [1]

A műholdak rádiójeleket sugároznak, s ezek vételén alapszik a GPS technológia. Ezen holdak felülete oszcillátorokkal van felszerelve, melyek $f_0 = 10,23$ MHz alapfrekvencián funkcionálnak. Rádiójeleket, viszont két frekvencián sugároznak:

- $L1 = 1575,42$ MHz, mely az alapfrekvencia 154-szerese, $\lambda = 19,03$ cm (vákuumban)
- $L2 = 1227,60$ MHz, mely az alapfrekvencia 120-szorosa, $\lambda = 24,42$ cm (vákuumban) [1]

A közelmúltban a műholdak Block IIF változatának üzembe lépésével, L5 nevezetű frekvenciát is sugározni kezdtek és a civil emberek számára is hozzáférhető. [1]

A hullámokat ($L1$, $L2$) meghatározott szabályok alapján többszörösen kódokkal és adatokkal modulálják. Adatmoduláció által, lényeges információk érhetőek el, a műholdak helyének meghatározását illetően, úgynevezett navigációs üzenetként.

C/A-kóddal (Coarse Acquisition) mely szabadon hozzáférhető, modulálják az L1 és L2 jelet is. A C/A-kód 1,023 chipet foglal magában, ezerszer ismétlődik másodpercenként a kód, így tehát, frekvenciája 1,023 MHz. Egy chip 300 m hosszúságú. A P-kóddal (Protected), mely viszont korlátozott elérhetőségű, mindkét frekvenciát modulálják. A két moduláció el van határolva. [1]

A P-kódban $2,3457 \cdot 10^{14}$ chip van és 7 naponként ismétlődik.

Említettem, hogy a C/A kód korlátlanul elérhető, ezzel szemben a P-kód nem. A P-kódot, titkosítás alatt Y-kódnak hívják, illetve P/Y-nak. Ez tartalmaz egy titkosított P és Y kódot, és egy ismeretlen W kódot. [1]

Érdekesség, hogy a katonaság szakemberei úgy ítélték meg, hogy ezek a kódok túl pontosnak bizonyultak, így mesterségesen le kellett ezeket rontani (degradálni). Ezt úgy oldották meg, hogy korlátozott hozzáférést teremtettek. Atomórákkal felszerelt műholdak és pályaadatok, pálya-korrekciók befolyásolásával érték el. [1]

A GPS-hez tartozó vonatkoztatási rendszer a WGS84 és GPS időt alkalmaznak. Földi követő állomása pedig Colorado Springs-ben található, az Amerikai Egyesült Államok területén. [3]

2.2.2 GLONASSZ

Az oroszok, beszállva a versenybe, saját fejlesztésű, globális helymeghatározó rendszert hoztak létre, mely hasonlatos az amerikai GPS technológiához. A GLONASSZ (Globalnaja Navigacionnaja Szputnyikovaja Sisztjema) néven létesített rendszer, mind a katonaság, mind polgári felhasználást szolgálja, de a katonaság tulajdonában áll. Csakúgy, mint a GPS esetében a TRANSIT, a GLONASSZ előtt is létezett egy Ciklon nevezetű, rádiónavigációs rendszer. [3]

A GLONASSZ fejlesztése 1972-ben indult és az első műholdak 1982-ben álltak pályájukra. A megvalósítás 1996-os évben teljesült be. Ugyanakkor az elavult műholdakat nem sikerült időben helyettesíteni, így nem teljesít tervszerűen. A mesterséges holdak 120° -kal eltolt, $64,8^\circ$ -os dőlésszögű pályasíkon halad, melyeken nyolc eszköz foglal helyet. Pályájuk 19100 km magasan helyezkedik el, ami 11 óra 15 perc keringési időt jelent. [3]

Két fajta jelet alkalmaznak. Az egyik az SP (standard navigációs jel) és HP (nagy pontosságú navigációs jel). [1]

Az SP jel bárki számára hozzáférhető. Frekvenciája $L1=1602 \text{ Mhz} + n * 0,5625$ (n = műholdakra sajátos frekvenciacsatornájának sorszáma). A GPS-től eltérő frekvencián közvetít. [1]

Földi közvetítő központja nem messze található Moszkvától, Golücinóban. A követőállomások Oroszország több városában fellelhetők: Moszkva, Szentpétervár, Kiszlovodszk, Norilszk, Irkutszk, Petropavloszk-Kamcsatszkij, Habarovszk, Novoszibirszk, Gelencsik. Ezen kívül még kialakítottak az Anktartiszon lévő Bellinghausen kutatóállomáson is egy követőállomást. [3]

Időmérését hidrogén atomórák garantálják. A helymeghatározó rendszer időegysége a CIS, mely azonos az UTC-vel. Ezzel összhangban működnek a mesterséges holdakra felszerelt cézium atomórák, melyek pontossága 1 nanosec./nap. [3]



5.ábra GLONASSZ-konstelláció 2009 májusában [3]

2.2.3 Galileo

Az Európai Unió (EU) döntéshozó szervezetei, a 90-es éves végén ráeszméltek, hogy a műholdas navigáció igen nagy lehetőségeket kínál. [1]

Versenyképességük, valamint a fejlődésük érdekében, mely a távközlés, közlekedés és az energiaszektor is érintette, az EU és az Európai Űrhajózási Ügynökség (ESA -

European Space Agency) együttműködve megalkotta a Galileo néven működő műholdas rendszert, bár ennek költségeit ma már csak az EU fedezi. [1] A katonaság nem szerepel a felhasználói között, csak polgári használatra hozták létre. A cél az volt, hogy teljesen elhatárolódjon a többi, létező GNSS rendszertől és az európai országok számára elérhetővé tegyen egy kivételes pontosságú helymeghatározó rendszert. Első műholdját 2005-ben juttatták fel pályájára Bajkonurból, tesztelés céljából, két darab rubídium atomórával és 2006-ban sikeresen megkezdte a sugárzást. A második műholdat, szintén tesztelés céljából 2008-ban állították pályára, rajta hidrogén atomórával, melyet a németek gyártottak. 2008-ban, a felküldés után egy hónappal, már el is kezdte a közvetítést. Üzemelését a „kezdeti szolgáltatásokat” a 2016-os évben kezdte meg. [6] Működésének igényéhez huszonnégy műhold pályára bocsátására van szükség, s ebből huszonnégy kering 24000 km-es magasságban. Három, 56°-os dőlésszögű pályán haladnak és keringési idejük 14 óra 22 perc. [3]

Önálló időrendszerrel rendelkezik, ami a GST (Galileo System Time). A műholdak a GPS és az UTC-ből származó differenciát továbbítják a GST felé. Két központban létezik a vezérlő alrendszere, melyek Olaszországban, Fucino város és Németországban, Oberpfaffenhofen tájékán fellelhetők. Vonatkoztatási rendszere a GTRS (Galileo Terrestrial Reference System), s ez megegyezik a legújabb ITRF kiadásával. [3]

Szolgáltatásait öt csoportba osztották, ám tekintettel arra, hogy az induláskor tervezett pontok nem teljesültek, az alábbi felsorolás is feltételes.

- Nyílt szolgáltatás (OS – Open Service): Felhasználói igényeknek megfelelő, mindenkinek elérhető, 6 m-es pontosságú abszolút helymeghatározás.
- Életvédelmi szolgáltatás (SOL - Safety-of-Life Service): Mindenekelőtt a közlekedés javára történő navigációs kiszolgálás.
- Kereskedelmi szolgáltatás (CS - Commercial Service): Csak előfizetők számára, akiknek szükséges, a nagy pontosságot nyújtó szolgáltatás.
- Közbiztonsági szolgáltatás (PRS - Public Regulated Service): Elérhetőségéhez kötelező jogosultság szükséges, például a biztonsági szervezetek számára.
- Életbiztonsági és mentő szolgáltatás: (SaR - Search and Rescue Service): Életmentő és kereső szervezetek hasznára létrehozott szolgáltatás. [3]

2.2.4. BeiDou(Compass)

Kína folyamatos fejlődésének köszönhetően világhatalommá nőtte ki magát, mely magával hozta, hogy versenyképessé váljon többek között az űrszektorban is. 2000-ben kezdetét vette a BeiDou-1 fejlesztése, melyet tesztelés céljából pályára állítottak. 2003-ban egy szerződés révén, Kínának lehetősége volt csatlakozni az EU által fejlesztett Galileo rendszerhez, ez azonban nem valósult meg. [3]

2006-ban saját GNSS rendszer felállítását tette közzé Kína. 2007-ben felbocsátották a BeiDou-2 (Compass) mesterséges holdat, tesztelés céljából (Compass-M1). 2010-ben még 5 Compass-M hold csatlakozott. 2011-ben elkezdték próba működtetését. [3] 2020-ban pedig megvalósult az utolsó, BeiDou-3 GEO3 jelű hold startja is. Így a rendszer elérte a globális lefedettséget. [7] A kezdeti és az újgenerációs eszközökkel együtt most ötvenkilenc műhold kering, 21500 km magasan és 55,5°-os dőlésszögű földkörüli pályán. [3] Megközelítően 10 milliárd amerikai dollárnak megfelelő költséget tesz ki a BeiDou fejlesztés. Elnevezése a Nagy medve (Göncölszekér) csillagkép elnevezéséből származik. Ugyanakkor az angol, Compass elnevezés pedig az iránytűből ered. A kínában elérhető mobiltelefonok 70%-ban BeiDou rendszer van. A BeiDou katonai (titkos) és polgári (nyílt) hozzáférést is biztosít a felhasználóknak. Eleinte a Compass abszolút helymeghatározásának pontosságát 10 m-re saccolták, ám ez a rendszer megvalósulása után 5 m körüli lett. [7]

Tervben van a BeiDou rendszer további fejlesztése, mely 2035-re tervezett. [7]

2.2.5 További GNSS és RNSS rendszerek

Eddig a GNSS (Global National Satellite System) rendszerekről volt szó, de van ennél kisebb, leginkább kiegészítésként szolgáló RNSS (Regional National Satellite System) vagyis Regionális Navigációs Műholdas Rendszer, melyek szerepet játszanak a GPS bővítésében.

Ilyen rendszerrel rendelkezik Japán és India. Ugyan Kínának kezdetleges célkitűzése az volt, hogy egy regionális műholdas rendszert hozzon létre, de mára olyan fejlettséget ért el, hogy a GNSS rendszerek csoportjába sorolják.

Ezek az RNSS rendszerek a következők: [8]

- IRNSS (Indian Regional Navigation Satellite System): Jelen állapotában hét mesterséges hold teszi ki a rendszert. Indián belül, 1500 km-es területet fed le. [9]
- QZSS (Quasi – Zenith Satellite System): 2018-ban kezdte meg üzemelését a Japán Regionális Navigációs Rendszer. Négy műhold áll rendelkezésre, amik a GPS bővítését célozzák Japán területén. [10]

2.3 GNSS Kiegészítő Rendszerek

Azért alkották ezeket a kiegészítő rendszereket (Augmentation System), hogy minél precízebb, pontosabb legyen a helymeghatározás és, hogy megbizonyosodjunk arról, hogy az alkalmazott rendszer biztonságos. A szolgáltatások kétféle csatornánk vehetjük igénybe. [11]

- SBAS (Satellite Based Augmentation System): A kommunikáció a mesterséges holdakon keresztül történik.
- GBAS (Ground Based Augmentation System): Ebben az esetben a szolgáltatások hozzáférése a földi kommunikációs csatornán keresztül történik. [11]

A minél nagyobb pontosság, melyet ezek a kiegészítő rendszerek szolgáltatnak, a mezőgazdasági tevékenységek elvégzésében is jelentős szerepet játszik, például: permetezés, műtrágyázás, betakarítás, talajművelés során.

2.3.1. SBAS (Satellite Based Augmentation System)

A SBAS - rendszer a műholdas navigációs rendszer teljesítményét hivatott pontosítani. Ezen műholdak közül valamennyi geostacionárius földkörüli pályán kering. A SBAS-rendszernek több típusa is létezik, akárcsak az alaprendszerek esetében. [12]

- EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay System): A rendszer a GPS technológiára épült, azzal a feladattal, hogy minél pontosabb helymeghatározást végezzen. Ez a szolgáltatás 2009 óta működik és az Európai Unió tulajdona. Az EGNOS rendszer az amerikai WAAS hasonlatosságára készült. Az európai Galileo előtt tervezett rendszer, elsőként csatlakozott a GPS rendszerhez az EU-n belül. Az EGNOS szinte mindegyik európai országban elérhető, ingyen, sőt Észak- Afrikában és az EU-val határos országokban is alkalmazhatják. [13]

Ezt a komplex üzemeltést úgy érik el, hogy negyven követőállomást tartanak fent az EU területén. Ezeken az állomásokon dolgozzák fel a GPS műholdakról irányából kapott jeleket és korrekciókat hajtanak végre. Ezeknek a korrekciós információknak a továbbításában három geostacionárius pályán lévő mesterséges hold segít, melyeket valós időben biztosítanak a vevőknek. Emellett, akik igénybe veszik ezt a rendszert, azok hat másodpercen belül tudomást szerzhetnek arról is, ha esetleg probléma lenne a GPS jelek sugárzásával. [13]

Az EGNOS fontos szerepet tölt be olyan területeken is, amik közvetlenül érintik az emberek életét, mint például a légi forgalom. Ehhez viszont bizonyos követelményeknek meg kellett felelnie, amiket a Nemzetközi Polgári Repülési Szervezet (ICAO – International Civil Aviation Organisation) és az Eurocontrol, mely az Európán belüli légi forgalom felelőse támasztottak. [13]

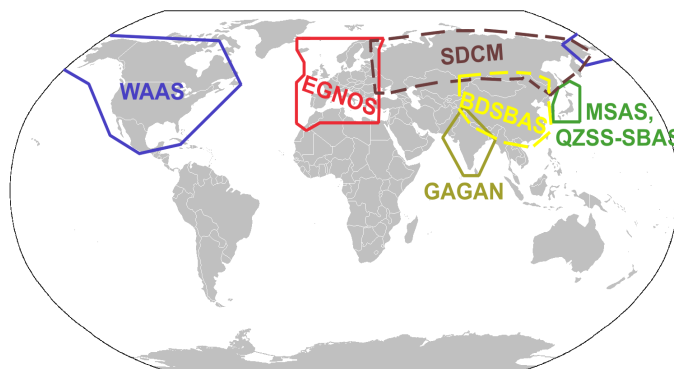
- WAAS (Wide Area Augmentation System): Az amerikai Szövetségi Légügyi Hivatal (FAA) felel ezért a műholdas kiegészítő rendszerért. A geostacionárius pályán haladva Mexikó, Észak-Amerika területén alkalmazzák. Polgári légi közlekedés biztonságossága céljából készítették. [12]
- GAGAN (GPS Aided Geo Augmented Navigation): India területén alkalmazott műholdas kiegészítő rendszer, melyet az Indiai Űrkutatási Hivatal (IRSO – Indian Space Research Organization) fejlesztett ki. [14]
- SDCM (System of Differential Correction and Monitoring): Ez az oroszok által tervezett rendszer három műholdból áll és 2011-től, geostacionárius pályán kering a Föld körül. Lefedettsége az egész világot érinti. Célja a GPS és GLONASSZ adatközlés monitorozása, illetve a korrekciós jelek továbbítása. [15]
- MTSAT vagy MSAS (Multifunctional Satellite Augmentation System): 2007-ben kezdett üzemelni a Japán által tervezett rendszer. A MLIT (Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism) és a JCAB (Japan Civil Aviation Bureau) üzemelteti. [16]

2.3.2. GBAS (Ground Based Augmentation System):

A GBAS abban különbözik a SBAS- rendszertől, hogy az adatközlés nem a mesterséges holdakon keresztül valósul meg, hanem földi kommunikációs csatornákon keresztül. [12]

- IGS (International GNSS Service): Nemzetközi szolgáltatás, független az üzemeltetőitől. Az egész bolygót lefedi és nem kevesebb, mint 512 állomással rendelkezik, melyeken keresztül nyílt hozzáférésű szolgáltatást biztosít a felhasználók számára. (Lehet akár kereskedelmi, oktatási vagy tudományos szolgáltatás.) [17]
- EPN (EUREF Permanent Network): Brüsszelből szabályozza üzemeltetését az IAG (International Association of Geodesy). Fejlődése hasonlós az IGS rendszeréhez. Közel 30 európai országban elérhető. Több, mint 200 állomás látja el feladatait, amihez hozzátartozik az ETRS89 rendszer működtetése is. [18]

További magyar hálózatok: mAXI-NET, KITE RTK, GNSSnet.hu



6. ábra GNSS kiegészítő rendszerek [19]

2.4 Műholdas helymeghatározás alkalmazása a mezőgazdaságban

A katonaság vívmányai nagyban hozzájárultak a modern technológia virágzásához. Az 1960-as években az amerikai haditengerészet saját navigációs rendszert kezdett fejleszteni. Létrejött a TRANSIT nevezetű rendszer, mellyel a hadsereg hajói és tengeralattjárói voltak felszerelve. Ez ekkor még háborús célokat szolgált. [1]

A katonaság találmányait több területen elkezdték alkalmazni, így a mezőgazdasági szektorban is. A GPS a TRANSIT rendszernek vette át a helyét, az 1990-as évek tájékán, ami ma már szabadon, ingyenesen elérhető a civil lakosság számára is. [1] Tulajdonképp ez a szabad hozzáférés volt a kiindulópontja a GPS mezőgazdaságban való szerepének.

Kezdetben kevesen alkalmazták a GPS technológiát, a gazdálkodás során (többen tartanak is tőle a mai napig), ám az emberek egyre növekvő igényeinek, valamint a

fejlődésnek, haladásnak és pozitív tapasztalatoknak köszönhetően a műholdas helymeghatározás bevezetése elengedhetetlen volt a mezőgazdaságban. Ennek a technológiai támogatásnak az alkalmazása megkönnyíti és eredményessé teszi a különféle folyamatokat, ezért érdemes megfontolni, a mezőgazdaság mely területein alkalmazzuk. A technológiai fejlődés feladata, ebből a szempontból az, hogy a helymeghatározást egyre pontosabbá tegye. Ugyanakkor ezek az innovációk igen költségesek és megfordulhat a kezelőinek gondolataiban: Vajon megtérül-e?

Az előzetes mérések alapján, még a kezdetekben, ez a rendszer nem volt a legoptimálisabb a pontosság tekintetében, főleg, mert a polgári felhasználók számára zavarójel (SA) hatására, hozzávetőlegesen 100-150 m volt az élessége, (ezt az USA 2000-ben beszüntette). Nagy ugrásnak bizonyult, továbbiakban a DGPS (differenciál korrekció) használata. Utólagosan akár 2-5 m-ig is lehetett korrigálni. [1] A mérések alkalmával figyelembe kell venni, hogy különféle tényezők, változások is hatással lehetnek a munkára (léghőmérséklet változások, műhold pályája, stb.)

A GPS mezőgazdasági alkalmazása során, feltűnt, hogy ezzel a módszerrel, az adott földterületen belül számottevő az eredménykülönbség a termények hozamára nézve, mint az ezen technológia nélküli lehetőséggel. Ezzel pedig az egységes művelést felváltotta a GPS támogatta helyspecifikus gazdálkodás. Azonban ezzel együtt, akadtak nehézségek, bonyodalmak is, mint például bizonyos térképek előállítás vagy betöltése hosszú időbe telik.

A munkagépek GPS technológiájának pontosságát növelve, Európában díjmentesen elérhető többek között, az úgynevezett EGNOS műholdas kiegészítő rendszer (SBAS). Ám nem minden munkafolyamathoz alkalmazható a pontossága miatt, inkább manuális kormányzás mellett használatos. Ez a fajta működtetés az olyan eljárásoknál létezik, mint például a tápanyag-visszapótlás. [20]

A műholdas kiegészítő rendszerekre való igényt a magánbefektetők is érzékelték. Ilyen előfizetős rendszer például az OmniSTAR. (OmniSTAR VBS, OmniSTAR XP, OmniSTAR HP) [20]

A mezőgazdasági munkálatok során +/- 2,5 cm -es pontosság is rendelkezésre áll, melyet RTK (Real Time Kinematic) névvel illetnek. A technológia képes a kormánymechanikával felszerelt munkaeszközök önvezérelt irányítására. A mezőgazdasági felhasználók számára a legoptimálisabb rendszer az RTK. [20]

Az RTK egy olyan extra GPS mellett, mely lehetőséget kínál egy pontosabb, precíziós gazdálkodásra alkalmas rendszer használatára. Azon alapszik, hogy a vevő közelében helyezkedjen el egy olyan pont (bázisállomás), melynek koordinátáit az RTK jel alkalmazza, a pontosabb helymeghatározás érdekében. Ez a jel egy önálló csatornán jut el a GPS-be. Ezt a közlést végezhetjük: URH rádión vagy egy országos bázisállomáson keresztül (GNSSnet.hu). [21]

Azt a gazdálkodási szerveződést, melynél a legújabb technológiákat alkalmazzuk, minden mezőgazdasági munka területén, precíziós gazdálkodásnak nevezzük. Ennek a módnak különböző oldalai léteznek. [22]

Ez a módszer lehetőséget biztosít nem csak az olyan műveletek, mint például, a vetés, műtrágyázás, talajmunkák esetében, de a sajátos folyamatoknál is remekül támogatja a gazdák munkáját. Nélkülözhetetlen a heterogenitás elérésében, mely a tervezett gazdálkodás egyik célja.



7. ábra Case IH Magnum 315, GPS antennával a tetején (saját kép)

2.5. Hagyományos és precíziós mezőgazdálkodás

Hagyományos mezőgazdaság	Precíziós mezőgazdaság
❑ Mezőgazdasági kezelési és szervezési egység a mezőgazdasági tábla, amelyet homogén termőhelyi tulajdonságúnak fogadunk el. ❑ Átlagolt mintavételezésen alapuló tápanyag gazdálkodás ❑ Átlagolt növényvédelmi kárfelvételezés és beavatkozás ❑ Azonos töszám, 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	❑ Mezőgazdasági és szervezési egység a termőhely, amelyet pontról-pontra eltérőnek és táblaszinten 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 az elemzés során a térinformatikai eszközök révén a térbeli összefüggéseket kiemelten képes figyelembe venni ❑ Az Információ Technológia a termesztés valamennyi fázisában egységes rendszert alkotva jelen van

8. ábra Főbb különbségek a hagyományos és a precíziós gazdálkodás között [22]

2.5.1 Hagományos mezőgazdálkodás

Ma a hagyományos gazdálkodás azokra az országokra jellemző, melyek gazdaságilag szegényebbek, illetve azokra a településekre, ahol kis létszámú lakosság él (pl. falu). Továbbá megemlíthetjük azokat is, akik hobbi szinten üzik a hagyományos földművelést. A hagyományos gazdálkodás jellemzői közé tartozik, hogy az önellátó földművelők nagy energiabefektetéssel és egy életet körülölelő munkával gondozzák termőföldjeiket, hisz ez jelenti számukra a mindennapi megélhetést és élelemforrást.

A mezőgazdaság kialakulása a civilizációs fejlődés egyik legjelentősebb lépcsőfokának tekinthető, mely körülbelül 10000 évvel ezelőttre datálható. Akárcsak ma, az éghajlat és a talajviszonyok is szerepet játszottak a sikeres termelésben. Erre őseink is rájöttek és megtanultak a természettel együttműködve gazdálkodni. Kezdetben olyan kellékeket használtak, mint a sarló, faeke vagy ásóbot.

Az ókori világ, víz közelében élő kultúrái az öntözéses földművelést alkalmazták (Egyiptom, Mezopotámia, Kína, India). Ugyanakkor a vadtalajváltó gazdálkodás is létezett, melynek célja voltaképpen a kiirtott erdők helyén ültetett növények termesztése.

Amint a talaj kimerült, egy új területen végezték el ugyan ezt a műveletet. Egy másik féle mód pedig az égető-legelőváltó gazdálkodás, ami azt jelenti, hogy felégetik azt a területet, amelyen földművelést szándékoznak végezni és a hamut beleszántják a földbe, ami tápanyagot szolgáltat a növényeknek. Végül, ha kimerült a termőföld, szintén új után néztek, de a régin még tudtak legeltetni. [23]

Később a középkor kezdetén, legalább ennyire függött az ember a földműveléstől. A fejlődéssel feltűnt a kétnyomásos gazdálkodás, melynek egy részén a gazdák állataikat legetették, másik részén pedig a földet művelték, majd ez évenként cserélődött.

A kétnyomásos gazdálkodást követően bevezették a háromnyomásos gazdálkodást, mely abból állt, hogy egy részét ugarként hagyták az állatok legeltetésére, míg a másik 2/3 részt megművelték és évenként váltakoztak egymás után a szántók. [23]

Az újkor beköszöntével a gazdák áttértek a vetésforgóra. (Itt már nem volt ugar). Ennek az volt a jelentősége, hogy mivel minden évben mást termesztettek ugyan azon a területen, kisebb mértékben fogyatkozott a föld tápanyagtartalma. Olyan növényeket termesztettek, mint az őszi-és tavaszi búza vagy a kukorica, árpa, rozs, köles és zab. Eszközeik is fejlődtek, például: eke, csoroszlya, kasza, sarló, kapa, vasvilla, vasfogas borona, illetve a lovak alkalmazása a szántás folyamatában. Megjelent az örlés és a kézi malmokat, ettől kezdve a szél és vizi malmok helyettesítették. Lényegében ez a gazdálkodási mód a 18. századig nem igazán változott. [23]

Igazi előrehaladást, a mezőgazdasági forradalmat, az első és második ipari forradalom hozta meg. A 19. század végén már megjelentek a gépek, aminek hatására a mezőgazdasági termelés is előre mozdult (cséplőgép). Nem sokkal később, a 20. század elején immár hernyótaplas, robbanómotoros traktorok dolgoztak a földeken. Ekkor már a műtrágyát is alkalmazták. [23]

Ez a fejlődés a gazdaságilag fejlettebb országokban, különösen az Amerikai Egyesült Államokban virágzott (farmergazdálkodás). [23]

Ez a fejlődés kihatott a népesség növekedésre és a gazdaságra egyaránt.

2.5.2 Precíziós mezőgazdálkodás

Azok az innovációk, melyek az elmúlt korszakokban megvalósultak, mind ahhoz a gazdálkodási formához vezettek, melyet ma precíziós gazdálkodás (precision agriculture)

néven ismerünk. Az évtizedek, évszázadok mezőgazdasági újításait, mind az emberek igényei táplálták.

Ezeknek a mérföldköveknek köszönhetően a települések egyre bővültek és a népességszám növekedett. Az urbanizáció fokozatosan egyre nagyobb méreteket öltött, az ipar és a gazdaság is gyarapodott. [24]

A 20 századot a nagytáblás, míg a 21. században a kis táblás művelés a jellemző. Ez leginkább azért alakult így, mert a földterületek nagy része a rendszerváltás után magántulajdonba került és ezek mérete sokszor kisebb, mint 1 ha. [24]

A fejlődés nagyszerűsége mellett azonban van árnyoldala is. Az ökológiai problémák, (globális felmelegedés, szennyezés, talaj romlás stb.) próbatételek elé állítják az embereket. Emellett a népességnövekedés, (melyből adódik az élelmiszer hiány jövőbeli megoldása) a fenntarthatóság és a modernizációval járó követelmények jelentősége sem elhanyagolható. [22]

A mezőgazdaságban az igazi fellendülést az Információs Technológia (IT) és ezzel az Információs Társadalom feltűnése eredményezte. Az előállított információ és azok kezelése, használata és terjesztése által a társadalom a termőhelyeket a precíziós gazdálkodás formájában kezdte művelni. Különböző összetevők által, bemutatva, talán jobban érthető a rendszer különlegessége: [22]

- Termőhelyhez alkalmazkodó gazdálkodás (Site specific production): A fenntarthatóságot támogatva, a környezet igényeit szemelőtt tartva működő módszer.
- Termőhelyhez alkalmazkodó technológia (Site specific technology – SST): A földterületek tulajdonságait figyelembe vevő technológia.
- Térbeli változó technológia (Spatial variable technology – VRT): Szintén a technológiai lehetőségeket támogatja.
- Műholdról vezérelt technológia (Satellite farming): GPS technológia és távérzékelés szerepét hangsúlyozza. [22]

A precíziós gazdálkodást a precíz, állandó helymeghatározás, térinformatikai és távérzékelési analízálás és a modern, önműködő gépek jellemzik. [22]



9. ábra Precíziósan megművelt kukoricaföld (saját kép)

3. ELEMZÉSI MÓDSZEREK

3.1. Szolgáltatók, eszközök és rendszerek bemutatása

Mint azt a bevezetésben, a célkitűzésemként említettem, szeretném összehasonlítani a kézi és automatizált kormányzással működő mezőgazdasági gépek munkafolyamatát, két bizonyos nagyságú termőterületen (a viszonyítás miatt), kisebb és nagyobb gazdaságok életében. Különböző munkafázisok által jól bemutatatható, hogy mennyi előny származik a műholdas helymeghatározás és a kiegészítő rendszerek mezőgazdasági célú alkalmazásából. Erre a környezetemben élő gazdák eszközeit és szakértelmét hívtam segítségül, véleményem szerint így a legéletszerűbb.

A gazdák közül, akad, olyan aki már a kezdetektől alkalmazza a műholdas helymeghatározást és van, aki az elmúlt néhány évben tett szert a technológiára. Érdekes és tanulságos volt látni, hogy egy kis gazdaság, hogyan tapossa azt az utat, ami ahhoz vezet, mit a nagyobb gazdaságnál megtapasztaltam. A következő mezőgazdasági gépek és eszközök nem mindegyike volt alkalmas arra, hogy a felvázolt feladatom számításainak megfeleljen. Ám ettől függetlenül úgy éreztem meg kell említenem, hiszen szerves részét képezik a gazdaság életének.

3.1.1. Szolgáltatók

- Elsőként Tóth Balázs, vállalkozó családi gazdaságát mutatnám be, melynek alapítása 2016.-ban történt. Balázsék sokat segítettek nekem a gépek és történetük kapcsán és olyan lelkesedéssel, tele ambícióval meséltek magukról, munkáikról, hogy kétségem sincs affelől, a jövőben még gyömölcsözőbb lesz gazdaságuk.

Jelenleg klasszikus értelemben vett szántóföldi gazdálkodással foglalkoznak. Sajnos ők még csak az első lépéseket teszik a precíziós gazdálkodás útján, de törekvésük a minél fejlettebb géppark létrehozására irányul. Az évek során tapasztalataikból okulva és a

szakirodalmakat tanulmányozva egyre világosabbá vált számukra a tény, hogy fejleszteni kell eszközeiket. Szükségszerű hatékonyá tenni a gazdálkodást és ez által növelni. Hiszen nekik is egyre több igénynek kell megfelelniük, mind az emberek, mind a technológiai előrehaladás irányából. Ahogy Tóth Balázs is mondta: "Nyitni kell a precíziós gazdálkodás felé."

Eleinte szűkös eszközparkkal rendelkeztek és leginkább bér munkára szerződötték őket. Mára, ezt minimalizálták. Termesztett növényeik közé tartozik a búza, árpa, kukorica és napraforgó, melyeknél a termést szinte azonnal értékesítik az aratáskor szerződött partnerrel. Fontos megemlíteni, hogy a permetezés munkafolyamatát, már precíziósan végzik.



10. ábra Permetező szerelvény, Mezőszentgyörgy határában (saját kép)

Jelenleg egy MachineryGuide SM1 GPS sorvezetőt alkalmaznak a 2020-as év óta ami kifejezetten hasznosnak bizonyult a munkálataik során. A sorvezető sikeresen igénybe vehető szinte minden művelethez, legyen az akár a műtrágya szórás, permetezés vagy tárcsázás. Balázs elmondása szerint, éjszaka sokkal könnyebb az olyan műveleteket elvégezni, mint a tárcsázás, műtrágya szórás és kombinátorozás.

Jelenleg 58 hektáron gazdálkodnak:

- 1 db 53 ha méretű termőföld van a tulajdonukban Lepsény nagyközség határában.
- 1 db 4 ha nagyságú terület Mezőszentgyörgy határában.

– Végül 1 db 1 ha terület, mely szintén Mezőszentgyörgy határában terül el. (Ezen a területen zajlott a mérés.)

- Említenék egy Sárbogárd, Örs pusztán lévő családi gazdaságot, pár mondatban, ugyanis az ő segítségükkel vált a feladatom teljessé.

Ebben a gazdaságban egy család végzi a szántóföldi növénytermesztést és az állattenyésztést. 130-140 hektár területen gazdálkodnak normál, szántóföldi növényekkel, mint a búza, árpa, kukorica, repce vagy napraforgó. Pályázaton nem indultak, saját erőből vásároltak gépeket és eszközöket, amiket a következő fejezetben fogok taglalni.

- Végül egy nagyobb gazdálkodást szeretnék ismertetni, mely Gárdonyi Róbert nevéhez fűződik. Gárdonyi Róbert Keszthelyen végzett agrármérnökként, ezzel párhuzamosan pedig növényorvosi szakon. Ezek után, mint informatikai statisztikus és gazdasági tervező képezte tovább magát, emellett elvégzett egy egészségügyi gázmesteri kurzust is. Ebből kiindulva nem kis tudással rendelkezett a szakmában, mikor testvérével átvették a családi vállalkozásukat szüleiktől 2006-ban. Vállalkozásuk sokfelé ágazik, mely magában foglalja a mezőgazdasági munkálatokat, növényvédőszer, vetőmag és terménykereskedést, de foglalkoznak fuvarozással, valamint könyvelőirodát és dohányboltot is működtetnek. Bevételük felét az 1100 ha termőterülettel kapcsolatos teendők teszik ki, másik felét pedig a kereskedelem. A gazdálkodást 1993 óta végzik és 2001-ben már rendelkeztek GPS-el ellátott traktorral. Ahogy bővült a gazdaságuk, szinte egyik napról a másikra érezték a szükségét ennek a technológiának. Ettől kezdve már a műholdas helymeghatározás elengedhetetlen volt a munkavégzéshez. A kényszer vitte rá őket, hiszen a fejlődést és az elvásárokat követniük kellett. Gyorsan megértették a hasznosságát és rögvest vissza hozta az árát.

Mint említettem 1100 ha területen gazdálkodnak, ez az, ami a sajátjuk. Ehhez integrálnak még 1000 ha földet, és ezeken ők szolgáltatnak bér munkát. Változó milyen munkákat végeznek, valahol csak permeteznek, valahol műtrágyáznak, máshol pedig komplett folyamatokat hajtanak végre. Többek között Tóth Balázsék tulajdonában lévő termőföldeken is végeznek talajelőkészítést és vetést.

Több, mint 5 éve csak precíziósan művelnek. Tapasztalatok szerint 300 ha után már látszik a megtérülés. Heterogén táblák esetében a differencia kimutatható. Arra a

következtetésre jutottak, hogy a GPS technológia segítségével (figyelembe véve pár tényezőt, mint mondjuk a gépkopás) sokkal előnyösebb a munkavégzés. Róbert véleménye szerint, a legalább 100 ha nagyságú termő területtel rendelkező gazdaságoknak, már alkalmaznia kellene ezt a technológiát. Elmondása szerint, a műholdas technológia előtti állapot komoly összegeket nyelt el, ami évek alatt bizony összeadódott, de mára már ismerik a jelentőségét és, hogy mennyit lehet vele spórolni.

Termesztett növényeik közé tartozik a jól gépesíthető kukorica, búza, árpa, napraforgó és a kevésbé jól gépesíthető hibrid kukorica.

Dróntechnológiával is próbálkoztak, de jelenleg nem foglalkoznak vele. Egyetértettünk abban, hogy ugyan van benne potenciál, de még gyerekcipőben jár. Említett egy esetet, mikor egy szarvas tévedt a földterületre és megrágta a terményt. Akkor a vadásztársaság segítségével, vadkár szakértőkkel felmérték az okozott veszteséget egy drón segítségével. Ezzel a technológiával egyelőre az a probléma, hogy nincs megoldott automatizálás és a kezelőjének kell az adatok feldolgozásával kapcsolatos komplex feladatokat elvégezni. A műholdas technológia tehát előnyösebb.

A gazdaságnak megannyi mezőgazdasági gép van a tulajdonában. Ezeket egy következő fejezetben fogom bemutatni.

SMS Basic szoftvert használnak, ami a különböző munkafolyamatok során gyűjtött adatokat dolgozza fel. Alkalmazott térképeiket (hozamtérkép, tápanyag térkép, vetési térkép, műtrágyázási térkép) feltöltik a gépekbe és ezek alapján zajlanak a feladatok.

2021-ben kiírt pályázatot céloztak meg sikeresen, melyet 2022-ben bíráltak el. Tavaly történt a beruházás, ekkor lecseréltek három traktort, három műtrágyaszórót, egy vetőgépet és egy kombájnt.

3.1.2. Eszközök és rendszerek

- Első esetben Tóth Balázsék gazdaságának eszközeit ismertetném.
- Permetező szerelvény, mely egy 50 (!) éves MTZ 50-es tarktorból és egy magyar, mai napig is Szegeden gyártott Garden Jet 1500 típusú szántóföldi permetezőből áll, tornádó szivattyúval ellátva.

A Minszki Traktorgyárat 1946-ban alapították és ettől kezdve a jelen időkig több, mint 4 millió traktort gyártottak le. A világon szinte mindenhol ismerik a BELARUS márkát,

hiszen közel száz típus szerepel a gyár kínálatában. Magyarországon 2003-ban alapították meg leányvállalatukat, de MTZ traktorok már 1958-ban is voltak Magyarországon.

Megbízhatóságuk és javításuk olcsó költségei, valamint hosszú élettartalmuk miatt, kedvelt az országban. [25] Az újabb traktorok alkatrészei nem különböznek túlságosan a régiektől. Ez azt jelenti, hogyha egy 50 éves géphez alkatrészt szeretnénk vásárolni, akkor újat fogunk kapni.

Ez az MTZ csupán azért került most alkalmazásba, mert sajnos a GPS rendszerrel felszerelt MTZ 80-as javítás alatt állt. Így kénytelenek voltak egy ideig a precíziós helyett, hagyományos módon folytatni a gazdálkodást.



11. ábra MTZ 50-es traktor és Garden Jet 1500 típusú szántóföldi permetező (saját kép)

A Garden Jet 1500 tartalmazza a csepegésgátló szórófejet (30db), atmosó-és kézmosótartályt. Rendelkezik három állású csappal, önfelszívós szívószűrővel, kerámiabetétes visszakeverővel valamint beöntőszűrővel. Tartályának térfogata 1500 liter. Munkaszélessége pedig 15 méter.

- Szárhúzó eszköz, ami két méter széles. Nyíregyházán gyártják. Nevéből is eredően, gáz, szotyolaszárat, váganak és zúznak vele. Hatékony, és egyszerű szerkezet kardán meghajtással, 540-es fordulaton működik.

- Műtrágyaszóró, mely 700 kg kapacitású és 12-18 méter szélességben szór. Állítható nyílásmérettel rendelkezik.



13. ábra Műtrágyaszóró (saját kép)

Ezek mellett még alkalmaznak különféle talajművelő eszközöket is:

- Három méteres vontatott tárcsa
- Egy 1,8 méteres tárcsa a kis földekhez, kertekhez.
- Három fejes szántóföldi eke.



14. ábra Kis tárcsa, szántóföldi eke, vontatott tárcsa (saját kép)

- 2020-ban vásároltak egy MachineryGuide SM1 Sorvezető GPS rendszert, mely

nagy segítségnek bizonyult termőföldi munkálataik során.

A rendszer Android alapú, amelynek részeit képezi egy Bluetooth-os GPS-antenna, a Machinery Guide szoftver és a kijelző, mely tulajdonképpen táblagép. Antennája alkalmas, mind a GALILEO-, GPS-, és GLONASSZ – jeleket kezelni. Emellett EGNOS kiegészítő rendszert használ, mely szabadon és díjmentesen elérhető. Pontossága miatt, mely 25-30 cm körüli, a műtrágyázás és permetezés folyamatában igen hasznosnak bizonyul. [26]



15. ábra MachineryGuide SM1 Bluetooth GNSS vevő (saját kép)

- Ezek mellett Balázsék próbálkoznak a dróntechnológia hasznosításával is vadkár felmérés céljából, de a kukorica és búza kelésének folytonosságát vagy a gaz fejlettebb állapotának telítettségét is felmérték már vele. Ehhez egy DJI Mavic Air drónt használtak.



16. ábra DJI Mavic Air [27]

- Sárbogárd, Örs pusztai gazdaság is szép gépparkkal rendelkezik. Nem pályázat útján, hanem önerőből építették fel, mind azt, amit elértek.
- Fendt 312, univerzális traktor: Gyakorlatilag mindenféle művelethez alkalmazható kistraktor. Használják vetéshez, műtrágya szóráshoz, pótkocsizáshoz és permetezéshez is. Erős és lendületes gép, mely négyhengeres motorral van felszerelve.
- Fendt 722, nehéz, talajmunkás traktor: Alkalmazzák, szántás, tárcsázás, gruber és magágy készítés céljából.
- Tucano 420 kombájnt is működtetnek.
- 2020 tavaszára vásároltak egy automata kormányzást a Fendt 312-be.
- 2020-ban az őszi permetezés időszakára, beszereztek egy Amazone UX 3000 permetezőt, ami ISOBUS-os keresztül fűvókánként szakaszol.
- 2021 tavaszára pedig hozzájutottak egy Amazone műtrágyaszórót ISOBUS-os keresztül szakaszol.

További terveik közé tartozik, hogy szemenkénti vetőgépet szeretnének cserélni ISOBUS-os szakaszvezérlésre. Illetve a talajmunkás traktort szeretnék lecserélni egy korszerűbbre.



17. ábra Fendt 312 traktor[28], Tucano 420 kombájn [29] és Fendt 722 talajmunkás traktor [30]

- Végül szeretném bemutatni Gárdonyi Róberték gazdaságának munkaeszközeit, mely az előző két gazdasághoz képest bővebb gépparkkal rendelkezik. Alkalmam nyílt arra, hogy megismerjem, melyik gépet vásárolták először és milyen újításokat vittek végbe a közelmúltban
 - Első mezőgazdasági gépeik közé tartozott egy John Deere 6910-es traktor, melyet 2001 tájékán szereztek be. Ez még nem volt GPS vezérelt.
 - Az első GPS irányította traktoruk egy John Deere 6820 volt.
 - Majd ezt követte két darab John Deere 6930-as gép, melyek szintén fel voltak szerelve műholdas technológiával.
 - A későbbiekben beszereztek két John Deere 8430 traktort.
 - A gépparkhoz tartozik még két Fendt 936-os és két Fendt 724-es típusú mezőgazdasági gép is, melyek a John Deere 8430-as gépet váltották fel.
 - A traktorok mellett kombájnokat is működtetnek. Kezdetekben egy John Deere

Z2256-os kombájnt alkalmaztak, melyben még nem volt műholdas navigáció.

- Nem sokkal később beszereztek egy John Deere 9660 típust, ami már alkalmazott GPS-t.
- John Deere T660-os kombájnut lecserelték egy LEXION 7700-as típusra, mely önjáró.

Jelenleg a vetőgépektől a permetezőkig, az összes munkagép GPS vezérelt. 2022-ben sikeresen



18. ábra John Deere 6910 [31]



19. ábra John Deere 6820 [32]



20. ábra John Deere 6930 [33]

elbírált pályázatnak köszönhetően, annyira megújult a géppark, hogy legalább öt évig nem terveznek beruházást.



21. ábra John Deere 8430 [34]



22. ábra Fendt 936-os [35] és Fendt 724-es típusú traktor [36]



23. ábra John Deere Z2256 [37] és John Deere 9660 kombájn [38]



24. ábra John Deere T660 [39] és LEXION 7700 kombájn [40]

3.2. A vizsgálat ismertetése

Témaválasztásom környezetemből kifolyólag adott volt. Elgondolkodtatott, hogy vajon, akik a hagyományos, műholdas technológia nélküli gazdálkodást folytatnak, szemben azokkal, akiknek lehetőségük van alkalmazni ezt a technológiát:

- Mennyire elégedette vele?
- Mennyi időbe telik nekik egy munkafolyamat, amit GPS segítségével is el lehet végezni?
- Megtérül-e nekik?
- Terveznek-e a jövőben a precíziós gazdálkodásba fektetni?

Ehhez akkor kapok válaszokat, ha bizonyos talajművelő tevékenységek során meghatározom a precíziós és a hagyományos gazdálkodásban dolgozó földművesek munkájának időszintű megtérülését és ebből kifolyólag munkaidejét és annak díját.

Ezek nem bonyolult számítások, de nem is kell annak lennie, viszont annál kifejezőbbek, hiszen a gazdálkodók életében nagy jelentőségük van.

A tavaszi hónapok, mikorra a vizsgálatot terveztük, igen szeszélyesnek bizonyultak. Nem volt egyszerű olyan időpontot találni, mikor talajművelő feladatokat figyelhettem meg. Ugyanakkor nem minden folyamatot tudtam szemügyre venni, mivel annak ideje függ többek között az évszaktól és a növénykultúrától. Emiatt tehát a tapasztalatokra hagyatkoztam.

A vizsgálat egy bizonyos, 540 m x 380 m-es termőhelyen zajlott, mely 18 ha földterülettel rendelkezik. Úgy gondoltam, csak az egy telken való műveletek nyújthatnak olyan

viszonyítási alapot, mely megmutatja a műholdas technológia hasznosságát. Ehhez szükséges volt az eszközök munkaszélességére, illetve az ebből fakadó átfedés százalékos mértékének ismeretére. Ebből az effektív munkaszélesség meghatározható volt és ezzel a szükséges fogások száma is. Emellett a teljes kormányautomatika árát is lehetőségem volt megadni, melynek éves költsége 170 000 Ft + áfa. Így különböző eszközökkel, de egy környezetben végezhettem a vizsgálatot. A kezeléseket végző gépek sebessége azonos: 12 km/h.

- A tárcsa munkájával olyan hatások járnak, mint a porhanyítás és keverés. Lazítja a talajt és egyre apróbb részekre munkálja. Megoszlanak a vélemények teljesítményével kapcsolatban, hisz sok minden befolyásolja, mint az időjárás vagy a talajminőség. A tárcsa arra alkalmas, hogy például a műtrágya szórás után, a földbe dolgozza az anyagot, de, például, ugyan ilyen jól használható a szántás utáni művelésre vagy a tarlóhántásra.

- A kombinátor tulajdonképp onnan kapta nevét, hogy több talajművelő eszköz kombinációját tartalmazza. Ahhoz, hogy kiválasszuk melyik műveletet akarjuk folytatni, ismernünk kell a termőföldet és a talajművelés folyamatát. Nagy munkaszélességgel rendelkezik. A kultivátor a talajkapilláris megfelelő kialakításában, míg az utána következő borona a föld porhanyósságában segít. Lényeges a vetőágy mélysége is, hogy a magok a megfelelő helyre kerülhessenek.

- A vetőgép kiválasztja a magok mennyiségét és adott mélységbe a talajba viszi. Léteznek gabonavető – és szementkénti vetőgépek. A gabonavetés alkalmával olyan növényeket is a talajba juttatnak, mint a lucerna vagy repce. A szemenkénti vetőgép pedig a kukoricánál vagy napraforgónál hasznos, tehát a kapás növények esetében.



25. ábra Kombinátor (saját kép)

3.3. A vizsgálat menete

Két gazdaság gépeinek és eszközeinek tulajdonságait hívtam segítségül a feladatom elvégzéséhez. Adott volt egy 540 méter x 380 méteres földterület, mely 20 hektáron terül el és egy 2000 m x 750 méteres termőhely, amelyet 150 hektáron művelnek. A művelés iránya a tábla hosszabbik oldala mentén zajlott. Erre a két területre néztem meg a most felsorolt növényekkel kapcsolatos műveleteket:

- kukorica
- napraforgó
- árpa
- búza

Első körben két talajmunkás gépet alkalmazva, vontatott, nyolc méteres tárcsa funkcióját vizsgáltam, hagyományos (kézi), illetve automata kormányzással. A szerkezet munkaszélessége egy állandó adat, míg az ebből adódó átfedés a hagyományos

munkamenet esetében 10%-ot tesz ki. azaz a 8 méteres tárcsának az átfedése 0,8 méter. Automata kormányzással ezt az értéket sikerült 0,08 méterre változtatni. Ezek alapján pedig meg lehet adni az effektív munkaszélességet, vagyis valójában ennyi a valós munkaszélesség. Végeredményben a szükséges fogások száma csökkent, ezzel értelmet nyert a helyspecifikus gazdálkodás jelentése. A két módszer számított fogás különbségének alapján pedig szembe tűnik, hogy a földterületre nézve mennyire hatékony a munkavégzés.

A kombinátor esetében ugyan így jártam el, de itt természetesen más adatok szerepeltek. Ennek az eszköznek a munkaszélessége 8 méter hosszúságú, az átfedés pedig szintén 10%.

A vetőgép helyzete ennél érdekesebb volt, ugyanis a 12 soros vetőgép esetében, 12 darab vetőkocsi van felszerelve a gépre, melynek sortávolsága 75 cm. Mivel a fordulók esetében is tartani kell a sortávolságot (75 cm), így nem tudunk átfedést számolni. Vetés esetében csak az esztétikában és az optimális munkakörülmények elérésében tud segédkezni a robot kormányzás, ezt pedig nem lehet számszerűsíteni. A gabonavetésnél ugyan ez az elv érvényesül. Ebben az esetben 15 cm a sortávolság és szintén nem tudunk számbeli értéket megadni.

A gépek minden esetben 12 km/óra sebességgel haladtak.

Ebben a három esetben adott volt a kézi, illetve a robot kormányzás másodperc/fordulós értéke. Könnyedén kilehetett számolni a megtakarítás időbeli mértékét a fordulókra nézve. A szükségesfogások segítségével és azzal, hogy a fordulót hány másodperc alatt teszi meg a termőföld végein, mindhárom talajmunkás gép esetében megadható a perc / fordulós érték. Ezzel összehasonlítható a kézi, illetve automata kormányzás megtakarítása a fordulók értelmében is.

A fent említett számított adatok alapján, a munkafolyamatok időszintű megtérülése is megadható, mind a kézi, mind a műholdas vezérlés alkalmával.

Az időszintű megtérülés, ugyanakkor betekintést nyújthat a mezőgazdasági dolgozók, elvégzett munkájukért járó honorárium mértékébe is. Ezt az óránkénti fizetséget, jelen esetben, 3000 Ft-ban állapítottuk meg.

A második gazdaság esetében, ugyancsak két talajmunkás gép alkalmazásában, csatlakoztatott tárcsa műveleteit figyeltem meg. Ebben az esetben 5 méteres munkaszélességgel számoltam és 10%-os átfedéssel, a hagyományos gazdálkodás

tekintetében. Robot kormányzásnál ez a érték, 1%-ra tehető. Szintén megkaptam a tényleges munkaszélességet és a fogások számát, ugyan arra a földterületre nézve. Lényegében ugyan azokat a számításokat végeztem.

Ehhez a gazdasághoz tartozik szintén egy 7 méteres kombinátor és egy 4 méteres gabonavetőgép is, mely 6 soros és 75 cm-es a sortávolsága. Ez leginkább a kapás növények esetében alkalmazható, mint például a kukorica. Ez a családi gazdaság a permetezést és műtrágyázást is maguk végzik, de ezekben az esetekben nem végzek számolást, ugyanis itt nincs átfedés.

Gondoltam még a gépkopás mértékének számítására, de túl sok tényezőt kellene figyelembe venni és ekkora távolságon és ennyi munkaidő alatt elenyésző ennek értéke. Illetve a komplett kormányautomatika árát is meghatároztam, mely 1 traktorra nézve 7 000.000 Ft+ áfa. Mivel két gépről van szó, mind a két helyen, ezért ezt kétszer kell venni. Éves költsége pedig 170.000 Ft + áfa.



26. *Precíziós műveléssel végzett kukorica vetés eredménye (saját kép)*

3.4. Eredmények

A tábla területi adottságai és a környezete alapján, a hagyományos és a precíziós gazdálkodás összehasonlítása, illetve a GNSS technológia szerepének bemutatása volt a

cél, a mezőgazdaságban.

Adott földterületre végeztem a számításaimat az első esetben: 540 m x 380 m és 20 ha. Ehhez ismernem kellett a területi adottságokat, munkaszelességet méterben megadva és az átfedés mértékét százalékosan. Ezzel a tudással első lépésként az effektív munkaszelességet határoztam meg.

Effektív munkaszelesség = munkaszelesség – átfedés

A földterület méreteinek fényében, a megmunkálás irányát figyelembe véve a kisebbik befoglaló és az effektív munkaszelesség hányadosaként, megkaptam a szükséges fogások számát.

Szükséges fogások száma = kisebbik befoglaló / effektív munkaszelesség

A kézi és robot kormányzás eredményeinek különbségével megkapjuk, hogy hány fogással térül meg a gyorsabb módszerrel végzett folyamat. Majd ezt a megtérülést a területre is kivetítjük.

*A szükséges fogások különbsége * a tábla azon hossza, mely irányában a művelés zajlik*
** kézi kormányzás effektív munkaszelessége = x m² = x ha*

A gépekre számítva és a két féle kormányzás másodperc / forduló eredményét figyelembe véve megtudhatjuk, hogy mennyi időt tud megtakarítani a fordulók során a szerkezet kezelője.

Időszintű megtérülés esetén a fogások számát megszorozom a tábla azon hossza, mely irányában a művelés zajlik, majd a kapott eredményt elosztom a munkagépek sebességével és így megkapjuk a munkaidőt.

*x db fogás * tábla azon hossza, mely irányában a művelés zajlik = x km*

x km / x km/h = x óra x perc

Ezek után egy bizonyos összegben meghatározott munkadíjat már egyszerű kiszámolni.

Utoljára pedig a gépeknél alkalmazott komplett kormányautomatika árát adtam meg, mely traktoronként 7 000.000 Ft + áfa és éves költsége 170.000 Ft + áfa.

1. Tóth Balázsék családi gazdasága:

Földterület: 540 m x 380 m és 20 ha

Tárcsára számított eredmények:

- Kézi vezérlés esetében:

Effektív munkaszelesség: 5 m – 0,5 m = 4,5 m

Szükséges fogások száma: 380 m / 4,5 m = 84,4 db = 85 db

Tárcsa munkaszélessége:	5 méter
Átfedés:	0,5 méter
Effektív munkaszélesség:	4,5 méter
Szükséges fogások száma:	85 db

- Robot vezérlés esetében:

Effektív munkaszélesség: $5 \text{ m} - 0,05 \text{ m} = 4,95 \text{ m}$

Szükséges fogások száma: $380 \text{ m} / 4,95 \text{ m} = 76,7 \text{ db} = 77 \text{ db}$

Tárcsa munkaszélessége:	5 méter
Átfedés:	0,05 méter
Effektív munkaszélesség:	4,95 méter
Szükséges fogások száma:	77 db

A szükséges fogások különbsége: $85 \text{ db} - 77 \text{ db} = 8 \text{ db}$

Megtérült terület mértéke: $8 \text{ db} * 540 \text{ m} * 4,5 \text{ m} = 19\,440 \text{ m}^2 = 1,9440 \text{ ha}$

Kombinátorra számított eredmények:

- Kézi vezérlés esetében:

Effektív munkaszélesség: $7 \text{ m} - 0,7 \text{ m} = 6,3 \text{ m}$

Szükséges fogások száma: $380 \text{ m} / 6,3 \text{ m} = 60,3 \text{ db} = 61 \text{ db}$

Kombinátor munkaszélessége:	7 méter
Átfedés:	0,7 méter
Effektív munkaszélesség:	6,3 méter
Szükséges fogások száma:	61 db

- Robot vezérlés esetében:

Effektív munkaszélesség: $7 \text{ m} - 0,07 \text{ m} = 6,93 \text{ m}$

Szükséges fogások száma: $380 \text{ m} / 6,93 \text{ m} = 54,8 \text{ db} = 55 \text{ db}$

Kombinátor munkaszélessége:	7 méter
Átfedés:	0,07 méter
Effektív munkaszélesség:	6,93 méter
Szükséges fogások száma:	55 db

A szükséges fogások különbsége: $61 \text{ db} - 55 \text{ db} = 6 \text{ db}$

Megtérült terület mértéke: $6 \text{ db} * 540 \text{ m} * 6,3 \text{ m} = 20\,412 \text{ m}^2 = 2,0412 \text{ ha}$

Szemenkénti vetőgépre számított eredmények (6x75 cm sortávolság):

- Kézi és robot vezérlés esetében:

Effektív munkaszélesség: 4 m (Vetőgépnél nem tudunk átfedést számolni.)

Szükséges fogások száma: $380 \text{ m} / 4 \text{ m} = 95 \text{ db}$

Vetőgép munkaszélessége:	4 méter
Átfedés:	-
Effektív munkaszélesség:	4 méter
Szükséges fogások száma:	95 db

Gabonavetőgépre számított eredmények (12 x 75 cm sortávolság):

- Kézi és robot vezérlés esetében:

Effektív munkaszélesség: 8 m (Vetőgépnél nem tudunk átfedést számolni.)

Szükséges fogások száma: $380 \text{ m} / 8 \text{ m} = 47,5 \text{ db} = 48 \text{ db}$

Vetőgép munkaszélessége:	8 méter
Átfedés:	-
Effektív munkaszélesség:	8 méter
Szükséges fogások száma:	48 db

Ebben az esetben a műholdas technológia a sorok esztétikájában és a könnyedebb munkamenet elérésében játszik szerepet.

Kézi, illetve robotkormányzás esetén a fordulók sebessége:

- Kézi kormányzás: 37, 5 s / forduló
- Robot kormányzás: 11,7 s / forduló
- Megtakarítás: 25,8 s / forduló

Tárcsa esetében:

Szükséges fogás:	77 db
Megtakarítás:	33 perc / 77 forduló

Kombinátor esetében:

Szükséges fogás:	55 db
Megtakarítás:	24 perc / 55 forduló

Szemenkénti vetőgép esetében:

Szükséges fogás:	95 db
Megtakarítás:	39 perc / 95 forduló

Gabonavetőgép esetében:

Szükséges fogás:	48 db
Megtakarítás:	20 perc / 48 forduló

Időszintű megtérülés és munkadíj (3000 Ft / óra):

Tárcsa esetében:

- Kézi kormányzás: $85 \text{ db fogás} \cdot 0,54 \text{ km} = 46 \text{ km}$
 $46 \text{ km} / 12 \text{ km / h} = 3 \text{ óra } 49 \text{ perc} + \text{forduló (54 perc)} = 4 \text{ óra } 43 \text{ perc}$
- Robot kormányzás: $77 \text{ db fogás} \cdot 0,54 \text{ km} = 42 \text{ km}$
 $42 \text{ km} / 12 \text{ km / h} = 3 \text{ óra } 30 \text{ perc} + \text{forduló (15 perc)} = 3 \text{ óra } 45 \text{ perc}$

Kézi kormányzás:	4 óra 43 perc
Robot kormányzás:	3 óra 45 perc

Különbség:	58 perc
------------	---------

Órabér:

Kézi kormányzás: 4 óra 43 perc * 3000 Ft = 14143 Ft

Robot kormányzás: 3 óra 45 perc * 3000 Ft = 11256 Ft

Különbség: 16796 Ft – 12150 Ft = 2887 Ft

Kombinátor esetében:

- Kézi kormányzás: 61 db fogás * 0,54 km = 33 km
 $33 \text{ km} / 12 \text{ km} / \text{h} = 2 \text{ óra } 45 \text{ perc} + \text{forduló (46 perc)} = 3 \text{ óra } 31 \text{ perc}$
- Robot kormányzás: 55 db fogás * 0,54 km = 30 km
 $30 \text{ km} / 12 \text{ km} / \text{h} = 2 \text{ óra } 30 \text{ perc} + \text{forduló (21 perc)} = 2 \text{ óra } 51 \text{ perc}$

Kézi kormányzás:	3 óra 31 perc
Robot kormányzás:	2 óra 51 perc
Különbség:	40 perc

Órabér:

Kézi kormányzás: 3 óra 31 perc * 3000 Ft = 9554 Ft

Robot kormányzás: 2 óra 51 perc * 3000 Ft = 8564 Ft

Különbség: 9554 Ft – 8564 Ft = 990 Ft

Szemenkénti vetőgép esetében:

- Kézi kormányzás: 95 db fogás * 0,54 km = 52 km
 $52 \text{ km} / 12 \text{ km} / \text{h} = 4 \text{ óra } 20 \text{ perc} + \text{forduló (1 óra } 21 \text{ perc)} = 5 \text{ óra } 41 \text{ perc}$
- Robot kormányzás: 95 db fogás * 0,54 km = 52 km
 $52 \text{ km} / 12 \text{ km} / \text{h} = 4 \text{ óra } 20 \text{ perc} + \text{forduló (49 perc)} = 5 \text{ óra } 9 \text{ perc}$

Kézi kormányzás:	5 óra 41 perc
Robot kormányzás:	5 óra 9 perc
Különbség:	-

Órabér:

- Kézi kormányzás: 5 óra 41 perc * 3000 Ft = 17 055 Ft
- Robot kormányzás: 5 óra 9 perc * 3000 Ft = 15 450 Ft
- Különség: 17 055 Ft – 15 450 Ft = 1605 Ft

Gabona vetőgép esetében:

- Kézi kormányzás: 48 db fogás * 0,54 km = 26 km
26 km / 12 km / h = 2 óra 45 perc + forduló (16 perc) = 3 óra 1 perc
- Robot kormányzás: 48 db fogás * 0,54 km = 26 km
26 km / 12 km / h = 2 óra 45 perc + forduló (10 perc) = 2 óra 55 perc

Kézi kormányzás:	3 óra 1 perc
Robot kormányzás:	2 óra 55 perc
Különbség:	-

Órabér:

- Kézi kormányzás: 3 óra 1 perc * 3000 Ft = 9050 Ft
- Robot kormányzás: 2 óra 55 perc * 3000 Ft = 8752 Ft

Kormányautomatika ára:

- Vizsgálatom során kettő darab mezőgazdasági gép végzett földmunkát. Ezek mindegyike fel volt szerelve 7 000 000 Ft + áfa értékű komplett rendszer.
 $2 * 7\,000\,000 \text{ Ft} + \text{áfa} = 14\,000\,000 \text{ Ft} + \text{áfa}$
- Emellett ezek éves költsége 170 000 Ft + áfa
 $2 * 170\,000 \text{ Ft} + \text{áfa} = 340\,000 \text{ Ft} + \text{áfa}$

2. Sárbogárd Örspusztán lévő családi gazdaság:

Földterület: 2000 m x 750 m és 150 ha

Tárcsára számított eredmények:

- Kézi vezérlés esetében:
Effektív munkaszélesség: 5 m – 0,5 m = 4,5 m

Szükséges fogások száma: $2000 \text{ m} / 4,5 \text{ m} = 444,4 \text{ db} = 445 \text{ db}$

Tárcsa munkaszélessége:	5 méter
Átfedés:	0,5 méter
Effektív munkaszélesség:	4,5 méter
Szükséges fogások száma:	445 db

- Robot vezérlés esetében:

Effektív munkaszélesség: $5 \text{ m} - 0,05 \text{ m} = 4,95 \text{ m}$

Szükséges fogások száma: $2000 \text{ m} / 4,95 \text{ m} = 404,04 \text{ db} = 405 \text{ db}$

Tárcsa munkaszélessége:	5 méter
Átfedés:	0,05 méter
Effektív munkaszélesség:	4,95 méter
Szükséges fogások száma:	405 db

A szükséges fogások különbsége: $445 \text{ db} - 405 \text{ db} = 40 \text{ db}$

Megtérült terület mértéke: $40 \text{ db} * 2000 \text{ m} * 4,5 \text{ m} = 360\,000 \text{ m}^2 = 36 \text{ ha}$

Kombinátorra számított eredmények:

- Kézi vezérlés esetében:

Effektív munkaszélesség: $7 \text{ m} - 0,7 \text{ m} = 6,3 \text{ m}$

Szükséges fogások száma: $2000 \text{ m} / 6,3 \text{ m} = 317,46 \text{ db} = 318 \text{ db}$

Kombinátor munkaszélessége:	7 méter
Átfedés:	0,7 méter
Effektív munkaszélesség:	6,3 méter
Szükséges fogások száma:	318 db

- Robot vezérlés esetében:

Effektív munkaszélesség: $7 \text{ m} - 0,07 \text{ m} = 6,93 \text{ m}$

Szükséges fogások száma: $2000 \text{ m} / 6,93 \text{ m} = 288,6 \text{ db} = 289 \text{ db}$

Kombinátor munkaszélessége:	7 méter
Átfedés:	0,07 méter
Effektív munkaszélesség:	6,93 méter
Szükséges fogások száma:	289 db

A szükséges fogások különbsége: $318 \text{ db} - 289 \text{ db} = 29 \text{ db}$

Megtérült terület mértéke: $29 \text{ db} * 2000 \text{ m} * 6,3 \text{ m} = 365400 \text{ m}^2 = 36,54 \text{ ha}$

Gabonavetőgépre számított eredmények (12 x 75 cm sortávolság):

- Kézi és robot vezérlés esetében:

Effektív munkaszélesség: 8 m (Vetőgépnél nem tudunk átfedést számolni.)

Szükséges fogások száma: $2000 \text{ m} / 8 \text{ m} = 250 \text{ db}$

Vetőgép munkaszélessége:	8 méter
Átfedés:	-
Effektív munkaszélesség:	8 méter
Szükséges fogások száma:	250 db

Ezen a területen csak gabonát vetettek. Ebben az esetben a műholdas technológia a sorok esztétikájában és a könnyedebb munkamenet elérésében játszik szerepet.

Kézi, illetve robotkormányzás esetén a fordulók sebessége:

- Kézi kormányzás: 37, 5 s / forduló
- Robot kormányzás: 11,7 s / forduló
- Megtakarítás: 25,8 s / forduló

Tárcsa esetében:

Szükséges fogás:	405 db
Megtakarítás:	1 óra 19 perc / 405 forduló

Kombinátor esetében:

Szükséges fogás:	289 db
Megtakarítás:	57 perc / 289 forduló

Gabonavetőgép esetében:

Szükséges fogás:	250 db
Megtakarítás:	49 perc / 250 forduló

Időszintű megtérülés és munkadíj (3000 Ft / óra):

Tárcsa esetében:

- Kézi kormányzás: $445 \text{ db fogás} * 2 \text{ km} = 890 \text{ km}$
 $890 \text{ km} / 12 \text{ km / h} = 74 \text{ óra } 9 \text{ perc} + \text{forduló (9 óra 16 perc)} = 83 \text{ óra } 25 \text{ perc}$
- Robot kormányzás: $405 \text{ db fogás} * 2 \text{ km} = 810 \text{ km}$
 $810 \text{ km} / 12 \text{ km / h} = 67 \text{ óra } 30 \text{ perc} + \text{forduló (8 óra 26 perc)} = 75 \text{ óra } 56 \text{ perc}$

Kézi kormányzás:	83 óra 25 perc
Robot kormányzás:	75 óra 56 perc
Különbség:	7 óra 29 perc

Órabér:

Kézi kormányzás: $83 \text{ óra } 25 \text{ perc} * 3000 \text{ Ft} = 250\,250 \text{ Ft}$

Robot kormányzás: $75 \text{ óra } 56 \text{ perc} * 3000 \text{ Ft} = 227\,804 \text{ Ft}$

Különbség: $250\,250 \text{ Ft} - 227\,804 \text{ Ft} = 22\,446 \text{ Ft}$

Kombinátor esetében:

- Kézi kormányzás: $318 \text{ db fogás} * 2 \text{ km} = 636 \text{ km}$
 $636 \text{ km} / 12 \text{ km / h} = 53 \text{ óra} + \text{forduló (6 óra 37 perc)} = 59 \text{ óra } 37 \text{ perc}$
- Robot kormányzás: $289 \text{ db fogás} * 2 \text{ km} = 578 \text{ km}$
 $578 \text{ km} / 12 \text{ km / h} = 48 \text{ óra } 9 \text{ perc} + \text{forduló (1 óra 53 perc)} = 50 \text{ óra } 2 \text{ perc}$

Kézi kormányzás:	59 óra 37 perc
------------------	----------------

Robot kormányzás:	50 óra 2 perc
Különbség:	9 óra 35 perc

Órabér:

Kézi kormányzás: 59 óra 37 perc * 3000 Ft = 178 852 Ft

Robot kormányzás: 50 óra 2 perc * 3000 Ft = 150 100 Ft

Különbség: 178 852 Ft – 150 100 Ft = 28 752 Ft

Gabona vetőgép esetében:

- Kézi kormányzás: 250 db fogás 2 km = 500 km
 $500 \text{ km} / 12 \text{ km} / \text{h} = 41 \text{ óra } 40 \text{ perc} + \text{forduló (5 óra 13 perc)} = 46 \text{ óra } 53 \text{ perc}$
- Robot kormányzás: 250 db fogás 2 km = 500 km
 $500 \text{ km} / 12 \text{ km} / \text{h} = 41 \text{ óra } 40 \text{ perc} + \text{forduló (2 óra 7 perc)} = 43 \text{ óra } 47 \text{ perc}$

Kézi kormányzás:	46 óra 53 perc
Robot kormányzás:	43 óra 47 perc
Különbség:	3 óra 6 perc

Órabér:

- Kézi kormányzás: 46 óra 53 perc * 3000 = 140 655 Ft
- Robot kormányzás: 43 óra 47 perc * 3000 Ft = 131 344 Ft

Kormányautomatika ára:

- Vizsgálatom során kettő darab mezőgazdasági gép végzett földmunkát. Ezek mindegyike fel volt szerelve 7 000 000 Ft + áfa értékű komplett rendszer.
 $2 * 7\,000\,000 \text{ Ft} + \text{áfa} = 14\,000\,000 \text{ Ft} + \text{áfa}$
- Emellett ezek éves költsége 170 000 Ft + áfa
 $2 * 170\,000 \text{ Ft} + \text{áfa} = 340\,000 \text{ Ft} + \text{áfa}$

3.5. Konklúzió és javaslat

A vizsgált két gazdaság között szembe tűnik a kisebb, fejlődő és a nagyobb gazdaság közötti különbség. Tehát a kitűzött feladataimra és megfogalmazott kérdéseimre ezek alapján választ kaptam. Első esetben egy kisebb területű termőföldön végzett munkák adatait használtam fel hagyományos és precíziós gazdálkodás szempontjából. Látszik a megtérülés mind a terület, mind az elvégzett munka ideje, valamint a munkadíj szempontjából, bár nem feltűnő. Illik ide, hogy sok kicsi sokra megy. Igaz kezdetleges, de kisebb gazdaság esetében is alkalmazható a GNSS technológia. Hasznos a gazdálkodó, a gépek, a munka igényessége és a kényelem szempontjából.

Második esetben egy nagyobb táblával foglalkoztam. Itt a számszerű adatok alapján, már jobban kitűnik a megtérülés. Ugyan az elmondható, mint a kisebb gazdaság esetében. A robot vezérlés csakugyan kényelmesebbé teszi a munkamenetet és az esztétika sem alhanyagolható, valamint sokkal pontosabb a művelés.

Levonhatjuk tehát a következtetést, hogy a precíziós gazdálkodás minden olyan gazdának hasznos, aki pontos, precíz, megtérülő földművelést szeretné választani. Aki már 100 hektáros táblán tevékenykedik, számára elengedhetetlen a kormányautomatika. Sajnos ez a technológia, (mint az eredmények fejezetben látszódik), igen költséges, de ma már pályázatok útján segítséget nyújtanak a gazdáknak a fejlődésben. A műholdas helymeghatározás egy olyan segítséget nyújt, amelybe mindenképpen érdemes befektetni.

A környezetemben élő gazdák mindennapi munkája és ambíciója a precíziós gazdálkodással karöltve egyenes út számukra a fejlődéshez.

4. ÖSSZEFOGLALÁS

A szakdolgozatomban három gazdaságot ismertettem, kis, családi gazdaságtól a nagyobb felé irányulva, melyek eltérő időben kezdték el alkalmazni a műholdas technológiát. A fejezetek alatt látható, hogy mekkora mezőgazdasági területtel és gépparkkal rendelkeznek. Sajnálatos módon, csak két gazdaságot volt lehetőségem összehasonlítani, a harmadik sok hasznos tapasztalatot adott volna a munkámhoz. Ugyanakkor ez is elég volt arra, hogy megbizonyosodjunk a műholdas technológia előnyeiről.

Az irodalmi fejezetben igyekeztem bemutatni a GNSS helymeghatározó rendszerek eredetét, típusait és működésüket. Ezzel a technológiával nem csak a polgári felhasználók élete vált könnyebbé, de különböző szakterületeken alkalmazva fellendültek az újítások is. A kezdetektől, napjainkig az emberiség igényei változtak, s ezzel együtt a technológiai fejlődés is. A mezőgazdasági szektor is egy ezek közül.

Dolgozatomban az első két bemutatott gazdaságot vettem alapul a számításaimhoz. Ők biztosították számomra a vizsgálatokat, az eszközöket és a szükséges adatokat.

Célom az volt, hogy összehasonlítsam ezt a két gazdaságot a hagyományos és műholdas vezérlés által. Ehhez mindkét gazdaság biztosított egy-egy földterületet és két-két gépet, valamint a szükséges eszközöket. A különbség meghatározásához olyan adatokra volt szükségem, mint a tábla tulajdonságai és annak környezete, a munkafolyamat típusa és, hogy azt milyen szerkezettel tudjuk elvégezni. Fontos volt még a mezőgazdasági gépek tulajdonsága, és, hogy a területet mely irányból kívánjuk megmunkálni.

A kapott információk alapján lehetőségem volt kiszámolni, hogy hány fogással lehetséges megmunkálni a táblákat, kézi, illetve robot kormányzás esetén, hány fordulóval sikeres a művelet, mekkora területet tudunk megtakarítani és mennyi idő alatt tudjuk ezt elvégezni. Ezt követően az óránkénti munkadíjat és a robot kormányzás árát is sikerült meghatároznom.

Eredményül sikerült bizonyítani, hogy az alkalmazott GPS technológia a két gazdaság életében mekkora szereppel bír és mennyi előny származik belőle a számukra.

Következtetésként levonhatjuk, hogy a műholdas helymeghatározás fejlődése, (egyéb felhasználáson túl), mezőgazdaságon keresztül is befolyással van az emberiség életére. Lassacskán a hagyományos gazdálkodás helyét átveszi a precíziós gazdálkodás, ezt mutatja az az életkép is, mely az én lakhelyemen körülveszi az embert. Elvértve ugyan, még látni hagyományos gazdálkodással művelő gazdát, sőt a legtöbben már csak alternatívaként alkalmazzák, ha esetleg a GPS technológiával felszerelt munkaeszköz javítás alatt lenne.

5. SUMMARY

In my thesis, I have presented three agricultural farms, ranging from small family farms to larger ones, which started using satellite technology at different times. Under each chapter you can see the size of their farmland and machinery. Unfortunately, I only had the opportunity to compare two farms; a third would have provided much useful experience for my work. However, it was enough to convince me of the advantages of satellite technology.

In the literature chapter I attempted to describe the origins, types and operation of GNSS positioning systems. This technology has not only made life easier for civilian users, but has also boosted innovation in various fields. From the beginning to the present day, the needs of mankind have changed, and so have technological developments. The agricultural sector is one of them.

In my thesis, I have based my calculations on the first two farms presented. They have provided me with the studies, the tools and the necessary data.

My aim was to compare these two farms by conventional and satellite control. For this purpose, each farm provided a plot of land and two or three machines, as well as the necessary tools. To determine the difference, I needed data such as the characteristics of the field and its environment, the type of work process and what kind of equipment could be used to do it. Also important were the characteristics of the agricultural machinery and the direction from which the area was to be worked.

Based on this information, I was able to calculate how many passes it would take to work the fields with manual or automatic steering, how many turns would be successful, how much area could be saved and how long it would take. I was then able to determine the hourly rate and the price of robotic steering.

As a result, I was able to demonstrate the role of GPS technology in the lives of the two farms and the benefits it brings to them.

It can be concluded that the development of satellite positioning, in addition to other uses, has an impact on the lives of humanity through agriculture. Conventional farming is slowly being replaced by precision farming, as the picture of life around where I live shows. It is indeed rare to see a farmer still practising conventional farming, and most of them only use it as an alternative if their GPS-equipped tools are being repaired.

6. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönettel tartozom Verőné Dr. Wojtaszek Małgorzata tanárnőnek, aki időt szánt rám és témavezetőmként segítette munkámat. Neki köszönhetem, hogy abban a témában írhattam, melyhez elképzeléseimet társítottam.

Hálás vagyok Simon Zsoltnak az AXIÁL KFT. részéről, hogy meglátásaival, türelemmel adott tanácsokat a munkafolyamatok és mezőgazdasági gépek kapcsán.

Köszönettel tartozom Tóth Baláznak, aki biztosította számomra az első vizsgálatomnál a munkaeszközöket és a nagy lelkesedéssel átadott információkat.

Köszönet illeti Sárbogárd, Örspusztán működő családi gazdaságát, akik a második vizsgálatom esetében biztosították a szükséges mezőgazdasági eszközöket és az azokkal kapcsolatos tulajdonságokat, valamint információkat.

Nem utolsó sorban köszönettel tartozom Gárdonyi Róbertnek és gazdaságának, akinek tudása és előrelátása nagy hatással volt a dolgozatomra és általa bemutathattam egy nagyobb gazdaság életét.

Lepsény, 2023. május 14.

7. IRODALOMJEGYZÉK

- 1 Ádám-Bányai-Borza-Busics-Kenyeres-Krauter-Takács: Műholdas helymeghatározás, Műegyetemi Kiadó, 2004
- 2 <https://www.mobatime.com/hu/article/difference-between-gnss-gps/> [online]
[Hozzáférés dátuma: 2023.04.28.]
- 3 Dr. Busics György: Geodéziai hálózatok 4., A GNSS alapjai, Nyugat-magyarországi Egyetem, 2010
- 4 https://konyv.mant.hu/muholdas_helymeghatarozas/ [online] [Hozzáférés dátuma: 2023.04.28.]
- 5 Műholdas helymeghatározó rendszerek [online] <https://www.geo.u-szeged.hu/~laci/ab-Geoinfo-tananyag/ch12s02.html> [Hozzáférés dátuma: 2023.05.01.]
- 6 Space: Galileo, the EU's satellite navigation system, now reaches one billion mobile users, 2019.09.09. [online]
https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/hu/IP_19_5529 [Hozzáférés dátuma: 2023.05.02.]
- 7 Frey Sándor: Befejeződik a Beidou kiépítése, 2020.06.23., [online]
https://urvilag.hu/kinai_muholdak/20200623_befejezodik_a_beidou_kiepitese
[Hozzáférés dátuma: 2023.05.04]
- 8 Dr. Rózsa Szabolcs: 2011.11.25., [online]
https://epito.bme.hu/sites/default/files/page/Rozsa_gnss-rnss.pdf [Hozzáférés dátuma: 2023.05.04]
- 9 Indian Space Research Organisation, Department of Space:
https://isro.gov.in/IRNSS_Programme.html [Hozzáférés dátuma: 2023.05.06.]
- 10 Quasi-Zenith Satellite System (QZSS): [online]
https://qzss.go.jp/en/overview/services/sv01_what.html [Hozzáférés dátuma: 2023.05.07.]
- 11 Dr. Ádám József: GNSS elmélete és alkalmazása, 2012, [online]
<https://edu.epito.bme.hu/local/coursepublicity/mod/resource/view.php?id=57051>

[Hozzáférés dátuma: 2023.05.07]

12 Busics György: Technológia-Váltás a GNSS korszakban, Geomatika Közlemények X., 2007

13 Koi Tamás: Pontosabb helymeghatározás Európának: itt az EGNOS, 2009.10.01., [online] <https://hwsz.hu/hirek/43106/egnos-gps-navigacio-muhold-kozlekedes-legiiranyitas.html> [Hozzáférés dátuma: 2023.05.07]

14 Frey Sándor: Egy óra, két rakéta, három műhold, 2011.05.22. [online] https://urvilag.hu/a_honap_szama/20110522_egy_ora_ket_raketa_harom_muhold [Hozzáférés dátuma: 2023.05.07]

15 European Space Agency: [online] <https://gssc.esa.int/navipedia/index.php/SDCM> [Hozzáférés dátuma: 2023.05.08.]

16 European Space Agency: [online] <https://eoportal.org/satellite-missions/mtsatsat#mtsatsat-multifunction-transport-satellite> [Hozzáférés dátuma: 2023.05.08.]

17 International GNSS service: [online] <https://igs.org/> [Hozzáférés dátuma: 2023.05.08.]

18 EUREF Permanent GNSS Network: [online] <https://epncb.oma.be> [Hozzáférés dátuma: 2023.05.09.]

19 https://de.wikipedia.org/wiki/Wide_Area_Augmentation_System#/media/Datei:SBA_S_Service_Areas.png [online] [Hozzáférés dátuma: 2023.05.09.]

20 Smuk Norbert, Milics Gábor: Helyzetmeghatározás a mezőgazdaságban, 2013.06.11., [online] <https://agronaplo.hu/szakfolyoirat/2013/05/gepesites/helyzetmeghatározas-a-mezogazdasagban> [Hozzáférés dátuma: 2023.05.10.]

21 Szerkesztőség: Mit kell tudni a traktornak és a traktorosnak a XXI. században? – RTK navigáció a mindennapokban, 2012.04.02., [online] agraragazat.hu/hir/mit-kell-tudni-a-traktornak-es-a-traktorosnak-a-xxi-szazadban-rtk-navigacio-a-mindennapokban/ [Hozzáférés dátuma: 2023.05.10.]

22 Dr. Tamási János: Precíziós mezőgazdaság, Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 2001

23 Magyar Mezőgazdasági Múzeum, Georgikon Majortörténeti Kiállítóhely: Hagyományos gazdálkodás az élményszegény gazdaság tükrében, Keszthely, 2013: [online] https://mezogazdasagikonnyvtar.hu/assets/digitarchiv/Hagyomanyos-gazdalkodas-elmanyszegeny-gazdasag-tukreben_2013_OCR.pdf [Hozzáférés dátuma: 2023.05.10.]

24 Agrárágazat-2021/10. lapszám cikke, 2021.10.31., [online]

- <https://agraragazat.hu/hir/talaj-hasznalat-gazdalkodas-mezogazdasag/> [Hozzáférés dátuma: 2023.05.11.]
- 25 Dr. Jóri J. István: 75 éves az MTZ traktor, 2021.01.28., [online] <https://agroforum.hu/szakcikkek/gepeszet/75-eves-az-mtz-traktor/> [Hozzáférés dátuma: 2023.05.11.]
- 26 Machinery Guide SM1 Sorvezető G.P.S.: https://www.agroinform.hu/aprohirdetes_adatlap/gep/agrarinformatika-gps/machinery-guide-sm1-sorvezeto-gps-akcio/h_6835427 [online] [Hozzáférés dátuma: 2023.05.11]
- 27 <https://www.dji.com/hu/mavic-air> [online] [Hozzáférés dátuma: 2023.05.12.]
- 28 <https://hg.axial.hu/traktor/fendt-312-s4-vario-2901-01-116.html/hu> [online] [Hozzáférés dátuma: 2023.05.12.]
- 29 <https://axial.hu/cikkek/hirek/a-megujult-claas-tucano> [online] [Hozzáférés dátuma: 2023.05.12.]
- 30 <https://www.axial.hu/cikkek/hirek/a-fendt-700-vario-uj-generacioja> [online] [Hozzáférés dátuma: 2023.05.12.]
- 31 <https://agropark.hu/Traktorok/John-Deere-6910-TLS-p13247> [online] [Hozzáférés dátuma: 2023.05.12.]
- 32 <https://agropark.hu/Traktorok/John-Deere-6820-TLS-10-995-uzemoras-p1485> [online] [Hozzáférés dátuma: 2023.05.12.]
- 33 <https://agropark.hu/Traktorok/John-Deere-6930-TLS-Premium-p20998> [online] [Hozzáférés dátuma: 2023.05.12.]
- 34 <https://agropark.hu/Traktorok/John-Deere-8430-ILS-p11779> [online] [Hozzáférés dátuma: 2023.05.12.]
- 35 https://www.agroinform.hu/geppiac/fendt-936-vario-traktor/h_2248081?ref=d6b8d627 [online] [Hozzáférés dátuma: 2023.05.12.]
- 36 <https://www.axial.hu/cikkek/hirek/fendt-724-vario-egy-nemzet-kedvence> [online] [Hozzáférés dátuma: 2023.05.13.]
- 37 <https://agropark.hu/Kombajnok/John-Deere-2256-p16685> [online] [Hozzáférés dátuma: 2023.05.13.]
- 38 https://www.agroinform.hu/aprohirdetes_adatlap/gep/szantofoldi-betakaritogep/john-deere-9660i-wts-kombajn-elado/h_7318073 [online] [Hozzáférés dátuma: 2023.05.13.]

39 <https://www.deere.hu/hu/kombajnok/t-sorozat/t660/> [online] [Hozzáférés dátuma: 2023.05.13.]

40 <https://www.axial.hu/cikkek/hirek/lexion-8000-es-7000-uj-nagy-teljesitmenyu-kombajnok-akar-790-loerovel> [online] [Hozzáférés dátuma: 2023.05.13.]