

SZAKDOLGOZAT

Arany Marcell
Gépészmérnök, Bsc

2024



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Műszaki Intézet
Gépészmérnök BSc**

**Automatikus kormányzási rendszerek mezőgazdasági
alkalmazása**

Belső konzulens: Dr. Bártfai Zoltán tanszékvezető

**Belső konzulens
intézete/tanszéke: Műszaki Intézet,
Mezőgazdasági és
Élelmiszeripari Gépek Tanszék**

Készítette: Arany Marcell (G6R4TL)

Gödöllő

2024

MŰSZAKI INTÉZET
GÉPÉSZMÉRNÖK ALAPSZAK
Mérnökinformatika specializáció

SZAKDOLGOZAT
feladatlap

Arany Marcell (G6R4TL)

részére

A diplomadolgozat címe:

Automatikus kormányzási rendszerek mezőgazdasági alkalmazása

Feladatkiírás:

Vizsgálja meg az automatikus kormányzási rendszerek mezőgazdasági alkalmazhatóságát. Hasonlítsa össze a különböző kormányzási megoldásokat. Tegyen javaslatot a fejlesztési lehetőségekre.

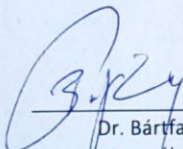
Közreműködő tanszék: Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Gépek Tanszék

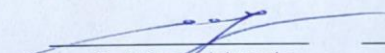
Belső konzulens: Dr. Bártfai Zoltán tanszékvezető, MATE, Műszaki Intézet

A dolgozat beadási határideje: 2024 év, 10 hó, 07 nap

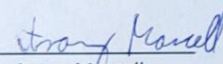
Kelt: Gödöllő, 2024 év, 10 hó, 12 nap

Jóváhagyom


Dr. Bártfai Zoltán
tanszékvezető


Prof. Dr. Szabó István
szakfelelős

Átvettem


Arany Marcell
hallgató

Tartalomjegyzék

1.Bevezetés, célkitűzés	1
1.1 Bevezetés.....	1
1.2 Célkitűzés	1
2. Szakirodalmi áttekintés.....	3
2.1. A precíziós mezőgazdaság fogalma: Definíció, története, céljai.....	3
2.1.1. Definíció és alapelvek	3
2.1.2. A precíziós mezőgazdaság története.....	3
2.1.3. A precíziós mezőgazdaság fő céljai.....	4
2.2. A precíziós mezőgazdaság jövője	5
3. Alapvető technológiák a precíziós mezőgazdaságban	6
3.1. GPS (Global Positioning System) – A navigáció és helymeghatározás alapja	6
3.2. IoT (Internet of Things) – A hálózatba kapcsolt eszközök rendszere.....	7
3.3 Miért fontos a GPS a precíziós mezőgazdaságban?	8
3.3.1. A GPS szerepe a navigációban.....	9
3.3.2. A GPS által biztosított előnyök a gazdálkodók számára	9
4. Alkalmazott módszerek.....	11
4.1. Mi az AgOpenGPS?.....	11
4.2. A projekt háttere és célja.....	11
4.3. AgOpenGPS és a GPS-alapú navigáció.....	12
4.4. A GPS-alapú navigáció működése az AgOpenGPS-ben.....	12
4.5. AgOpenGPS alkalmazása a gyakorlatban	13
4.6. A főbb jellemzők.....	13
4.7. Navigációs és munkavégzési funkciók.....	14
4.8. Miért különleges az AgOpenGPS?.....	14
4.9. Funkciók és jellemzők: Az AgOpenGPS funkcionalitása.....	15
4.9.1. Autonóm vezetés és automatikus irányítás	15
4.9.2. Képernyős megjelenítés és valós idejű adatok	16
4.10. Az AgOpenGPS Szoftver Architektúrája.....	17
4.11. Összegzés.....	17
5. Eredmények és értékelésük	18
5.1 Fogaskerekes kormányzási rendszer	22
5.2 Agymotoros kormányzási rendszer.....	21
5.3 Hidraulikus kormányzási rendszer.....	21

5.4.Összehasonlítás	24
5.5.A különböző megoldások bekerülési költsége	26
5.5.1.Fogaskerekes kormányzási rendszer	26
5.5.2.Agymotoros kormányzási rendszer	27
5.5.3.Hidraulikus kormányzási rendszer	28
5.6.A beruházás megtérülése	29
6.Következtetések, javaslatok	30
7.Kezelés és karbantartás	32
8.Összefoglalás	35
9.Summary	36
10.Irodalomjegyzék	37
11.Ábrajegyzék	38
12.Köszönetnyilvánítás	39
13.Nyilatkozat	40

1.Bevezetés, célkitűzés

1.1 Bevezetés

A traktor robotkormányzás olyan technológia, amely lehetővé teszi a traktorok automatizált irányítását a mezőgazdasági területeken. Ennek során a traktorokat GPS vagy más helymeghatározó rendszerek segítségével vezérlik, így pontosan követik a kijelölt útvonalat vagy munkaterületet. Ez a technológia jelentős előnyökkel jár a mezőgazdasági munkák során, mivel növeli a hatékonyságot, csökkenti a gépkezelők terhelését és lehetővé teszi a pontosabb munkavégzést. A traktor robotkormányzás egyre elterjedtebb az iparágban, és hozzájárul a fenntarthatóbb mezőgazdasági gyakorlatok kialakításához.

Az AgOpenGPS egy nyílt forráskódú, közösség által fejlesztett mezőgazdasági kormányzási rendszer. Ez a rendszer lehetővé teszi a mezőgazdasági járművek automatizált irányítását, például traktorok navigációját a szántóföldön. Az AgOpenGPS számos funkciót kínál, mint például a GPS-alapú autonóm irányítás, a vonalvezetés és a munkavégzés nyomon követése. A közösség által folyamatosan fejlesztett és javított rendszer számos mezőgazdasági alkalmazásban használható, és lehetőséget nyújt a gazdálkodók számára a hatékonyabb és pontosabb működésre. Az AgopenGPS alkalmazható különféle mezőgazdasági tevékenységekhez, beleértve a vetést, a permetezést, a betakarítást és a talajművelést. A precíziós mezőgazdaság révén a gazdák csökkenthetik a költségeket, optimalizálhatják a termelést, és javíthatják a fenntarthatóságot.

1.2 Célkitűzés

Azt a célt tűztem ki a szakdolgozatomban, hogy a már meglévő traktorjainkat a lehető legolcsóbban, jó ár/érték arányú RTK képes robotkormányval szereljem fel. Mivel otthon foglalkozunk szántóföldi növénytermesztéssel, többek között őszi kalászosok (búza, árpa) és tavaszi kapások (kukorica, napraforgó), szeretnénk elindulni a precíziós gazdálkodás útján. A kis gazdaságunk mérete nem jelentős, nem főállású munka, így a drága, gyári kormányzási rendszerek szinte megfizethetetlenek nekünk és csak sok év múlva hozná vissza az árát, ezért

döntöttem el, hogy belevágok az otthon is összeépíthető rendszer elkészítésébe. A szakdolgozat során kiválasztom a megfelelő alkarészeket és összehasonlítom a különböző kormányzási megoldásokat. Az összehasonlítás továbbá kiterjed a kézi illetve a robotkormány közti különbségek feltárására. A dolgozat második részében részletesen bemutatom az AgOpenGPS szoftver felépítését, működését és alapvető jellemzőit. A főbb kérdések, amelyekre válaszolok:

- Mi az AgOpenGPS és milyen célokra lett kifejlesztve?
- Hogyan működik a GPS-alapú navigáció az AgOpenGPS-en?
- Milyen hardverek szükségesek az AgOpenGPS használatához? (GPS vevő, számítógép, vezérlőegység)
- Hogyan segíti az AgOpenGPS a mezőgazdasági gépek automatikus vezérlését?
- Milyen különböző típusú gépekkel és alkalmazásokkal kompatibilis az AgOpenGPS?
- Hogyan támogatja az AgOpenGPS a precíziós mezőgazdaságot, különösen a GPS-alapú navigációval?
- Hogyan csökkenti az AgOpenGPS a költségeket és növeli a hatékonyságot?
- Miért van szükség nyílt forráskódú szoftverekre a mezőgazdaságban, és hogyan segíthetnek a közösségi fejlesztések?
- Milyen kihívások és fejlesztési irányok várnak az AgOpenGPS projekt számára a jövőben?

Az AgOpenGPS tehát nem csupán egy technológiai megoldás, hanem egy olyan innováció is, amely új lehetőségeket kínál a mezőgazdaság számára, és jelentős hatással lehet annak fenntarthatóságára és gazdasági hatékonyságára.

A dolgozat elején egy bevezető szakaszban bemutatom a precíziós mezőgazdaság fogalmát és annak jelentőségét a modern mezőgazdasági gyakorlatban. Részletesen kitérek a precíziós gazdálkodás előnyeire, mint a hatékonyság, a fenntarthatóság és az erőforrások optimalizálása. Majd bemutatom, miért vált fontosá a GPS-alapú navigáció és az automatizált rendszerek szerepe a mezőgazdaságban.

Ezután rátérek az AgOpenGPS projekt bemutatására: miért különleges, hogyan kapcsolódik a precíziós mezőgazdasághoz, és hogyan képes támogatni a gazdálkodókat az optimális munkavégzésben.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1. A precíziós mezőgazdaság fogalma: Definíció, története, céljai

A precíziós mezőgazdaság (angolul: *Precision Agriculture*, rövidítve: PA) egy olyan mezőgazdasági megközelítés, amely az informatikai rendszerek, a modern technológia, a szenzorok, a GPS, valamint az adatgyűjtés és -elemzés segítségével törekszik a mezőgazdasági tevékenységek optimalizálására, hogy azok minél hatékonyabbak, gazdaságosabbak és fenntarthatóbbak legyenek. Az alapvető célja, hogy a gazdálkodók pontosan és az adott terület igényeinek megfelelően végezhessek el a mezőgazdasági munkákat, például a vetést, öntözést, permetezést, aratást és egyéb földmunkákat. (<http1>)

2.1.1. Definíció és alapelvek

A precíziós mezőgazdaság olyan mezőgazdasági gyakorlat, amely a technológiai eszközök és az adatvezérelt döntéshozatal révén növeli a termelési hatékonyságot és csökkenti az erőforrások pazarlását. Az alkalmazott technológiák közé tartozik a GPS alapú navigáció, a drónok, a szenzorok, az IoT (Internet of Things), a big data elemzés, valamint a távmérés (remote sensing).

A precíziós mezőgazdaság alapelve, hogy a különböző mezőgazdasági műveleteket (pl. öntözés, műtrágyázás, növényvédelmi kezelés) az egyes földterületek különböző igényeihez igazítja, ezzel optimalizálva az erőforrás-felhasználást. Az optimalizált működés nemcsak a gazdálkodók gazdaságos működését támogatja, hanem hozzájárul a fenntarthatósághoz is, mivel csökkenti a környezeti terhelést. (Jürgen L. Meier, René J. A. L. Goossens, 2016)

2.1.2. A precíziós mezőgazdaság története

A precíziós mezőgazdaság elnevezése és alapfogalma az 1980-as évek végén és 1990-es évek elején alakult ki, mikor a mezőgazdasági technológiák, különösen a műholdas helymeghatározás (GPS) és az informatikai rendszerek jelentős fejlődésen mentek keresztül.

Az alábbiakban röviden összefoglalom a precíziós mezőgazdaság történetének fontosabb mérföldköveit: (H. L. Hummel, J. S. Johnson, 2011)

- **1960-1970-es évek:** A precíziós mezőgazdaság alapjaiban az 1960-as években az automatikus irányítású rendszerek és az első távmérési technikák megjelenése teremtette meg a lehetőséget a technológiai fejlődéshez. Ekkor kezdtek el kifejleszteni olyan eszközöket, amelyek képesek voltak adatokat gyűjteni és értékelni a mezőgazdasági területekről.
- **1980-as évek:** A GPS technológia és az irányított alkalmazás (Variable Rate Technology - VRT) első fejlesztései lehetővé tették a pontos helymeghatározást és az eszközök precíz irányítását a mezőgazdasági területeken. Ez idő tájt kezdtek el alkalmazni olyan rendszereket, amelyek a műtrágyát, növényvédő szereket és víz használatát a terület specifikus igényeihez igazították.
- **1990-es évek:** Az internet, a számítástechnika és a szenzortechnológiák gyors fejlődésével megjelentek az első olyan szoftverek, amelyek segítettek a gazdálkodóknak a munkafolyamatok optimalizálásában, és elindult a precíziós mezőgazdaság szélesebb körű elterjedése. Ebben az időszakban kezdtek el megjelenni az első valódi automatizált irányítású rendszerek is, mint például az autonóm traktorok.
- **2000-es évek és napjaink:** A precíziós mezőgazdaság fejlődése az új technológiák, mint a drónok, a mesterséges intelligencia (AI), a big data, és a felhőalapú számítástechnika révén gyorsul. Ezek a fejlesztések még pontosabb adatokat biztosítanak a gazdálkodóknak, és lehetővé teszik a még precízebb irányítást, automatizált döntéshozatalt és teljesen integrált rendszerek kialakítását.

2.1.3. A precíziós mezőgazdaság fő céljai

A precíziós mezőgazdaság célja a termelés hatékonyságának maximalizálása a következő módokon: (S. L. Xie, Y. Wang, J. Han, 2020)

- **Optimalizálás:** A növények és a termelési környezet pontos felmérése révén az erőforrásokat (víz, tápanyagok, növényvédő szerek stb.) a lehető legoptimálisabb módon osztják el a termőföldön.

- **Költségek csökkentése:** A precíziós mezőgazdaság lehetővé teszi a költségcsökkentést azáltal, hogy elkerüli a túlzott inputokat (pl. műtrágya, víz, üzemanyag), és csökkenti a munkafolyamatok redundanciáját.
- **Fenntarthatóság:** Az egyes erőforrások hatékonyabb felhasználása segít csökkenteni a környezeti terhelést, például a talajeróziót, a vízfogyasztást és a káros vegyszerek használatát.
- **Termelési hatékonyság növelése:** A folyamatos adatgyűjtés és elemzés révén a gazdák jobban megérthetik a termőföldek és növények egyedi igényeit, és javíthatják a termés hozamot, miközben fenntartják a környezeti egyensúlyt.

2.2. A precíziós mezőgazdaság jövője

- A precíziós mezőgazdaság jövője az innovációk folytatására és a technológia fejlődésére épít. A következő évtizedekben valószínűleg tovább nő a mesterséges intelligencia szerepe, ami lehetővé teszi a még pontosabb döntéshozatalt és a dinamikus alkalmazkodást a változó környezeti feltételekhez. Az IoT (Internet of Things) technológiák és a drónok elterjedése még pontosabb adatokat biztosítanak, amelyek a gazdálkodók számára segítenek az egyes területek specifikus igényeinek jobb kielégítésében.
- A precíziós mezőgazdaság tehát nemcsak a gazdálkodók számára jelent előnyöket, hanem hozzájárulhat a globális élelmiszertermelés fenntarthatóságához is, miközben csökkenti a mezőgazdaság környezeti terhelését. ([http2](#))

3. Alapvető technológiák a precíziós mezőgazdaságban

A precíziós mezőgazdaság sikeres alkalmazása számos fejlett technológiát ötvöz, amelyek segítségével a mezőgazdasági műveletek hatékonysága, gazdaságossága és fenntarthatósága növelhető. Az alábbiakban részletesebben bemutatom azokat az alapvető technológiai elemeket, amelyek a precíziós mezőgazdaság alapját képezik: GPS, IoT (Internet of Things), drónok, szenzorok, és az automatizálás.

3.1. GPS (Global Positioning System) – A navigáció és helymeghatározás alapja

A GPS a precíziós mezőgazdaság egyik alapvető technológiája, amely lehetővé teszi a mezőgazdasági gépek pontos helymeghatározását a mezőn. A GPS technológia alkalmazása a mezőgazdaságban olyan új lehetőségeket nyitott, amelyek lehetővé teszik a gépek automatikus navigálását és a pontos mezőgazdasági munkák elvégzését.

Hogyan működik a GPS a precíziós mezőgazdaságban?

A GPS rendszer műholdak segítségével meghatározza a pontos helyzetet, és a jeleket a földön elhelyezett vevőegységek érzékelik. A mezőgazdasági gépeken elhelyezett GPS vevőképességek segítenek a gép pontos navigálásában, az automatikus irányításában, és a munkák megtervezésében. (R.K. Gupta, S.K. Choudhary, 2014)

Alkalmazások:

- **Traktorok és egyéb gépek automatikus irányítása:** A GPS lehetővé teszi a traktorok és más mezőgazdasági gépek automatikus vezérlését a földterületen, így biztosítva a pontos munkavégzést, például vetésnél, permetezésnél vagy aratásnál.
- **Georeferált adatgyűjtés:** A GPS segítségével a gazdák a pontos helyszínen történő adatgyűjtéssel mérhetik fel a talaj minőségét, a növényállományt, a víz- és tápanyagellátottságot, stb.

Előnyök:

- Növeli a termelékenységet, mivel csökkenti a munkák átfedését és a fölösleges munkát.

- Csökkenti az erőforrás-pazarlást (pl. műtrágya, víz, vegyszerek), mivel az alkalmazás pontosan a szükséges helyeken történik.

3.2. IoT (Internet of Things) – A hálózatba kapcsolt eszközök rendszere

Az IoT vagy Internet of Things olyan eszközök és rendszerek összessége, amelyek szenzorokkal és hálózati kapcsolattal rendelkeznek, és képesek adatokat gyűjteni, elemezni és továbbítani a hálózaton keresztül. A mezőgazdaságban az IoT lehetőséget ad arra, hogy a különböző mezőgazdasági eszközök és rendszerek közvetlen kapcsolatban álljanak egymással, és valós időben gyűjtsenek adatokat a környezeti feltételekről. (http3)

Hogyan működik az IoT a precíziós mezőgazdaságban?

Az IoT alkalmazásával a mezőgazdasági gépeken és területeken elhelyezett szenzorok folyamatosan mérik a fontos paramétereket, mint például a talajnedvesség, a hőmérséklet, a légnyomás, a növények fejlődése, vagy a tápanyagok szintje. Az összegyűjtött adatokat a hálózat segítségével valós időben elérhetjük, és a gazdák azokat elemzésre használhatják, hogy megalapozott döntéseket hozzanak. (http4)

Alkalmazások:

- **Folyamatos talajmonitorozás:** Az IoT szenzorok folyamatosan mérhetik a talaj pH-értékét, nedvességét és tápanyagszintjét, lehetővé téve a precíz műtrágyázást és öntözést.
- **Vízgazdálkodás:** Az IoT technológia segíthet az öntözőrendszerek pontos vezérlésében a talaj nedvességére vonatkozó adatok alapján, így csökkentve a vízfogyasztást.

Előnyök:

- Valós idejű adatgyűjtés és monitorozás lehetővé teszi a gyors reagálást a változó környezeti feltételekre.
- Hatékonyabb erőforrás-felhasználás és pontosabb gazdálkodás.

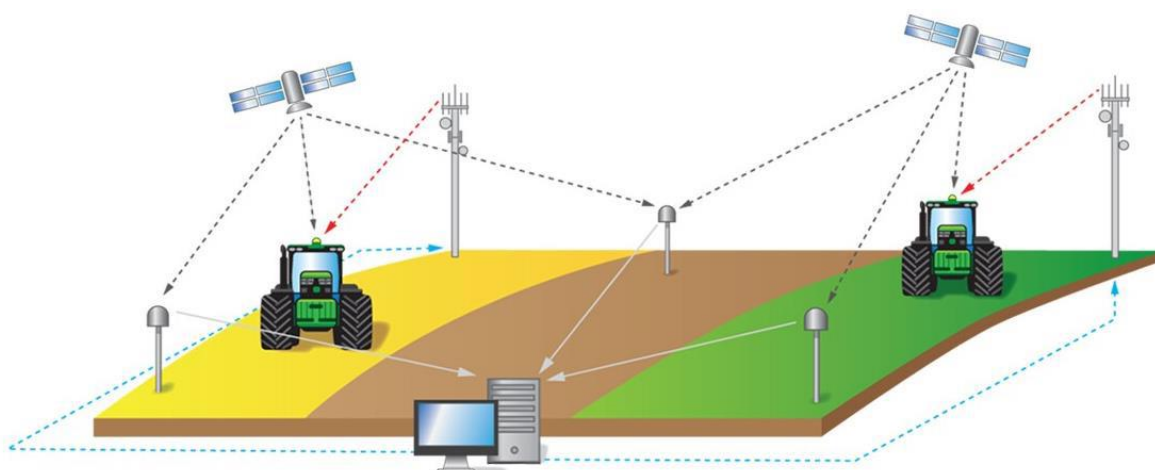
Összefoglalás

A precíziós mezőgazdaság alapvető technológiai eszközei, mint a GPS, IoT, drónok, szenzorok és automatizálás forradalmasítják a mezőgazdaságot, és lehetővé teszik a gazdálkodók számára, hogy hatékonyabban, fenntarthatóbban és költséghatékonyabban végezzék el a mezőgazdasági munkákat. Az ezekből származó adatok és automatizált rendszerek segítenek optimalizálni az erőforrások felhasználását, növelni a hozamokat és csökkenteni a környezeti hatásokat.

3.3 Miért fontos a GPS a precíziós mezőgazdaságban?

A **GPS (Global Positioning System)** a precíziós mezőgazdaság egyik legfontosabb technológiai alapja. A GPS-technológia lehetővé teszi a gazdálkodók számára, hogy rendkívül pontosan irányítsák gépeiket és végezzék el mezőgazdasági műveleteiket, mint például a vetés, műtrágyázás, permetezés és aratás. A GPS segítségével a gazdálkodók képesek optimális erőforrás-gazdálkodást végezni, csökkenteni a költségeket, növelni a termelékenységet, miközben a környezeti hatásokat minimalizálják. (http5)

A GPS szerepe a precíziós mezőgazdaságban több szempontból is kulcsfontosságú, és az alábbiakban részletesebben bemutatom, hogyan támogatja a navigációt, valamint a precíziós munkák elvégzését.



1. ábra Precíziós helymeghatározás (Forrás: John Deere HU)

3.3.1. A GPS szerepe a navigációban

A **GPS navigáció** a mezőgazdasági gépek pontos irányítását segíti, legyen szó traktorról, arató- és betakarítógépekről, öntöző- vagy permetező rendszerekről. Azáltal, hogy a GPS képes az adott gép pontos helyzetét és irányát meghatározni, a mezőgazdasági gépek automatikusan végezhetik el a munkákat, anélkül, hogy emberi beavatkozásra lenne szükség.

Hogyan segíti a GPS a navigációt?

- **Autonóm gépek irányítása:** A GPS alapú automatikus irányítási rendszerek (AutoSteer, vagy auto-guidance) a gépeket a megfelelő úton és sebességgel irányítják, lehetővé téve a gazdálkodók számára, hogy a traktorokat vagy más gépeket pontosan vezessék a területen. Ez különösen hasznos nagy területeken, ahol az emberi navigáció gyakran hibázhat. (http6)
- **Pontosság a munkavégzésben:** A GPS segítségével a gépek képesek a föld területén a legnagyobb pontossággal végrehajtani a munkákat. Mivel a GPS képes a gépek mozgását folyamatosan nyomon követni és a megfelelő módon korrigálni, a gépek nem hagynak ki semmilyen területet, és nem dolgoznak kétszer ugyanazon a részen (ezáltal elkerülve a túlzott erőforrás-felhasználást). (http7)

3.3.2. A GPS által biztosított előnyök a gazdálkodók számára

A GPS alkalmazása a precíziós mezőgazdaságban számos előnyt kínál a gazdálkodók számára: (http8)

1. Költségcsökkentés:

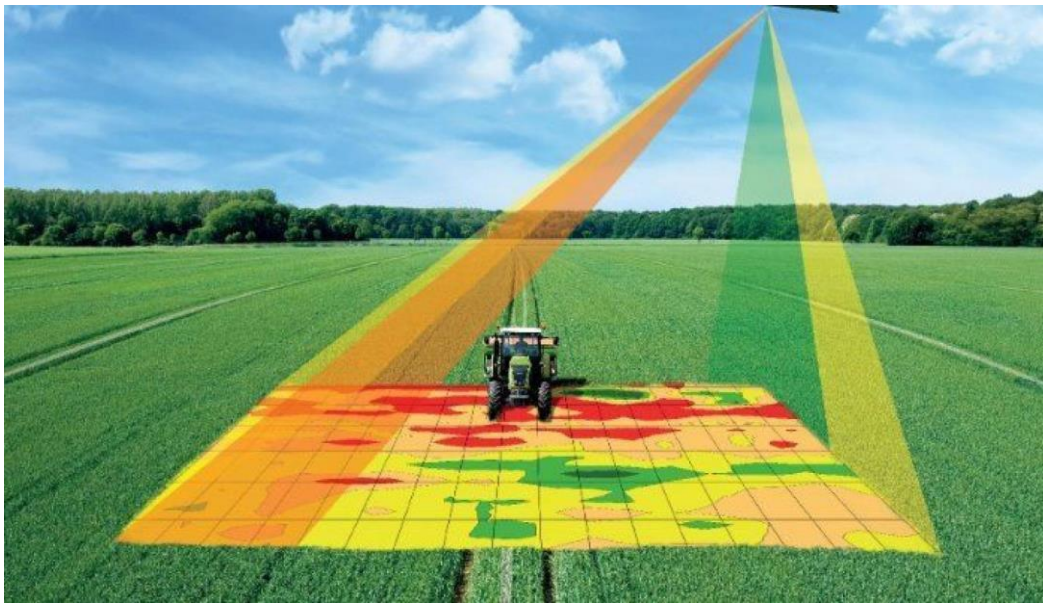
- A GPS lehetővé teszi az erőforrások, mint például a műtrágya, növényvédő szerek és víz pontos elosztását, ami jelentős költségmegtakarítást eredményezhet. Az erőforrások felhasználása optimális, így csökkenthetők a felesleges kiadások.

2. Növekvő termelékenység:

- A GPS által biztosított pontosság révén a mezőgazdasági gépek nem hagynak ki területeket, és nem dolgoznak kétszer ugyanazon a részen. Ez javítja a termelékenységet és biztosítja a növények optimális fejlődését.

3. Fenntarthatóság és környezetvédelem:

- A GPS alapú precíziós mezőgazdaság segít csökkenteni a környezetre gyakorolt negatív hatásokat. A pontosan elvégzett munkák csökkenthetik a vegyszerek és műtrágyák túlzott használatát, amely hozzájárulhat a talaj- és vízszennyezés mérsékléséhez.



2. ábra Differenciált műtrágya kijuttatás (Forrás: mestverwaarding.nl)

4. Alkalmazott módszerek

AgOpenGPS: GPS-alapú navigáció és precíziós mezőgazdaság

4.1. Mi az AgOpenGPS?

Az AgOpenGPS egy nyílt forráskódú szoftveres platform, amely a precíziós mezőgazdaság számára készült, és a GPS-alapú navigációval segíti a mezőgazdasági gépek, például traktorok, vetőgépek, permetezőgépek és egyéb munkagépek vezérlését. Az AgOpenGPS lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy saját igényeikhez igazított, költséghatékony navigációs rendszert építsenek ki, amely nemcsak az irányítást segíti, hanem a mezőgazdasági munkák hatékonyságát és precizitását is növeli.

Az AgOpenGPS alapvetően egy számítógépes szoftver, amely a GPS jeleket használja a gépek vezetésének segítésére, automatikusan irányítva a járművet a mezőgazdasági területen. A rendszer nemcsak a gépek vezetésében segít, hanem más fontos funkciók biztosításában is, például az útvonal optimalizálásában, a munka átfedésének minimalizálásában és a munkaterület nyomon követésében. (<http9>)



3. ábra AgOpenGPS hivatalos logó (Forrás: AgOpenGPS)

4.2. A projekt háttere és célja

Az AgOpenGPS projektet egy mezőgazdasági mérnök, Brian Tischler indította el, és azóta globálisan elterjedt. Az alapötlet az volt, hogy egy olyan szoftveres megoldást hozzon létre, amely lehetővé teszi a gazdálkodók számára a precíziós mezőgazdaság alkalmazását anélkül,

hogy szükség lenne drága kereskedelmi rendszerek vásárlására. A cél tehát egy olyan nyílt forráskódú platform megteremtése volt, amely minden gazdálkodó számára elérhető és testre szabható. (http10)

4.3. AgOpenGPS és a GPS-alapú navigáció

A GPS-alapú navigáció a precíziós mezőgazdaság egyik legfontosabb technológiai alapja. A GPS (Global Positioning System) lehetővé teszi, hogy a mezőgazdasági gépek precízen meghatározzák saját helyzetüket a földön, és irányítsák őket a megfelelő irányba. Az AgOpenGPS ezt a technológiát használja, hogy a gépek automatikusan navigáljanak a mezőgazdasági területeken, miközben minimalizálják a munkaterület átfedését, a termelési költségeket, és növelik a munkák precizitását.

4.4. A GPS-alapú navigáció működése az AgOpenGPS-ben

Az AgOpenGPS szoftver több kulcsfontosságú komponensből áll, amelyek együtt biztosítják a GPS-alapú navigáció működését:

1. **GPS vevőkészülék:** Az AgOpenGPS a GPS jeleit használja a mezőgazdasági gép helyzetének meghatározásához. A GPS vevő pontos koordinátákat szolgáltat, amely alapján a szoftver meghatározza a gép helyzetét a mezőgazdasági területen.
2. **Képalkotás és útvonalak megjelenítése:** Az AgOpenGPS vizuális felületet biztosít, amelyen a felhasználó nyomon követheti a gép aktuális pozícióját, valamint előre beállított útvonalakat is tervezhet. Ez különösen fontos, hogy az egyes munkagépek pontosan, átfedés nélkül végezzék el a feladatokat (pl. vetés, permetezés), így csökkentve az anyagfelhasználást és az üzemanyagköltségeket.
3. **Automatizált vezetési rendszer:** Az AgOpenGPS képes arra, hogy a gépek automatikusan kövessék a megtervezett útvonalat. Ez különösen hasznos a szántóföldi munkákban, ahol nagy pontosságra van szükség a sorok követésében. A rendszer képes az irányítást úgy beállítani, hogy a gép a kívánt pályán haladjon, és elkerülje a felesleges átfedéseket.

4. **Műszaki háttér és hardver:** Az AgOpenGPS-hez szükséges egy számítógép (PC vagy tablet), GPS vevő, valamint egy vezérlőegység, amely képes irányítani a gép működését. Az AgOpenGPS többféle hardveres környezettel kompatibilis, így a felhasználók különböző típusú GPS vevőket, érzékelőket és kijelzőket csatlakoztathatnak

4.5. AgOpenGPS alkalmazása a gyakorlatban

Az AgOpenGPS különösen hasznos lehet az alábbi mezőgazdasági munkák során:

- **Vetés:** A pontos GPS-navigáció segít a vetőgépeknek az egyes sorok követésében, csökkentve az átfedéseket és javítva a vetés minőségét.
- **Permetezés:** A rendszer biztosítja, hogy a permetezőgépek a kívánt területeket kezeljék anélkül, hogy átfedést vagy hiányosságot hagynának, csökkentve a növényvédő szerek használatát.
- **Aratás:** A traktorok és kombájnok pontos navigálása biztosítja a hatékony és gyors aratást, miközben minimalizálja a hulladékot és maximalizálja a termés hozamot.

4.6. A főbb jellemzők

Az AgOpenGPS legfontosabb jellemzői közé tartozik a GPS-alapú navigáció, az automatikus vezérlés és a nyílt forráskódú fejlesztési lehetőség. A szoftver képes kezelni a különböző típusú szenzorokat és GPS jeleket, lehetővé téve a gazdálkodók számára, hogy precízen irányítsák gépeiket, miközben csökkentik az emberi hibákat és a felesleges üzemanyagot.

A projekt érdekes főbb jellemzői és miért kiemelkedő:

1. **Nyílt forráskódú szoftver:** Az AgOpenGPS szabadon hozzáférhető, amely lehetővé teszi a gazdálkodók és fejlesztők számára, hogy testreszabják a rendszert, valamint különböző mezőgazdasági gépeken alkalmazzák.

2. **Költséghatékony megoldás:** Mivel az AgOpenGPS nem igényel drága szoftveres és hardveres licenszeket, így a kisebb gazdaságok számára is hozzáférhetővé válik a precíziós mezőgazdaság fejlett technológiai szintje.
3. **Rugalmasság és testreszabhatóság:** A rendszer moduláris felépítése és a nyílt forráskódú jelleg lehetővé teszi, hogy a gazdák az egyedi igényeikhez illesszék a szoftvert. A fejlesztők és a felhasználók közvetlenül is hozzájárulhatnak a rendszer fejlesztéséhez.
4. **Költséghatékonyság:** Az AgOpenGPS alapvetően ingyenes, és jelentős költségmegtakarítást kínál azok számára, akik nem szeretnék drága kereskedelmi szoftvereket vásárolni. A nyílt forráskódú jelleg lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy egyéni igényeik szerint módosítsák a rendszert.
5. **Kompatibilitás más rendszerekkel:** Az AgOpenGPS különböző GPS-vevőkkel, vezérlőrendszerekkel és érzékelőkkel is kompatibilis, így könnyen integrálható a gazdálkodók meglévő technológiai infrastruktúrájába.
6. **Hozzáférhetőség a mezőgazdasági közösség számára:** Az AgOpenGPS közösségi alapú fejlesztése a globális mezőgazdasági közösség számára lehetőséget ad arra, hogy együtt dolgozzanak a technológiai újításokon, és azonnal alkalmazzák azokat a gazdálkodásban.

4.7. Navigációs és munkavégzési funkciók

A szoftver fő funkciója, hogy segít az autonóm navigációban a mezőgazdasági gépek számára. A GPS-alapú vezérlés lehetővé teszi a gép számára, hogy precízen kövesse a tervezett útvonalat. A rendszer emellett képes pontosan irányítani a traktorokat, permetező gépeket és vetőgépeket, hogy azok ne hagyjanak ki területeket, és ne dolgozzanak kétszer ugyanazon a részen, így optimalizálva az erőforrások felhasználását.

4.8. Miért különleges az AgOpenGPS?

A legfontosabb vonása az AgOpenGPS-nek, hogy nyílt forráskódú, így bárki hozzáférhet a kódhoz, módosíthatja azt, és a saját igényei szerint testre szabhatja a rendszert. Ez különösen fontos a mezőgazdaságban, ahol minden gazdaság különböző igényekkel rendelkezik. A nyílt forráskód lehetőséget ad arra, hogy a gazdálkodók és fejlesztők egy közösségi környezetben dolgozzanak együtt, folyamatosan fejlesztve és javítva a rendszert.

4.9. Funkciók és jellemzők: Az AgOpenGPS funkcionalitása

Az AgOpenGPS egy rendkívül sokoldalú és rugalmas nyílt forráskódú platform, amely a GPS-alapú automatizálást és navigációt alkalmazza a mezőgazdaság különböző területein. A rendszer célja, hogy a gazdálkodóknak segítse a gépek pontos irányítását, csökkentse az emberi hibákat, növelje a hatékonyságot, és fenntartható módon támogassa a precíziós mezőgazdasági munkákat. Az alábbiakban részletesen bemutatom az AgOpenGPS legfontosabb funkcióit és jellemzőit, különös figyelmet fordítva a vezetés automatikus segítésére, az üzemeltetési hatékonyság növelésére és a gépek precízebb irányítására.

4.9.1. Autonóm vezetés és automatikus irányítás

Az AgOpenGPS egyik legfontosabb funkciója a gépek autonóm irányítása, amely a GPS jelek felhasználásával segíti a mezőgazdasági gépeket a precíziós navigációban. Az automatikus vezérlés lehetővé teszi, hogy a mezőgazdasági gépek (pl. traktorok, vetőgépek, permetezők) önállóan végezzenek el bizonyos munkákat, miközben az operátor minimális beavatkozása szükséges.

Hogyan működik?

- **GPS-alapú navigáció:** Az AgOpenGPS a GPS-vevő segítségével folyamatosan nyomon követi a gép helyzetét, és biztosítja, hogy a gép pontosan kövesse a kijelölt útvonalat a földön. Az operátor beállítja a kívánt utat vagy munkaterületet a szoftverben, és a rendszer folyamatosan irányítja a gépet, hogy az pontosan a kívánt helyen dolgozzon.

- **Automatikus kormányzás (AutoSteer):** A rendszer képes automatikusan irányítani a kormányt a traktorok vagy más mezőgazdasági gépek számára. Ez a funkció különösen fontos nagy területeken végzett munkák során, mivel jelentősen csökkenti a gépek által végzett hibákat (pl. túlzott vagy nem megfelelő fedés).
- **Pontos vonalvezetés:** A GPS-alapú irányítás segítségével a gép mindig pontosan követi a kívánt vonalat, elkerülve a "dupla munkát" (amikor ugyanazon a területen kétszer dolgoznak), vagy az elhagyott területeket, amelyeket nem művelnek meg.

Előnyök:

- **Pontosság:** Az autonóm irányítás biztosítja a munkák maximális pontosságát, ami különösen fontos a vetés, műtrágyázás és növényvédelem során.
- **Időmegtakarítás:** Az automatikus vezérlés lehetővé teszi, hogy a gazdálkodók kevesebb időt töltsenek a gépek vezetésével, miközben a gép pontosan végzi el a munkát.
- **Testreszabhatóság:** A gazdálkodók a saját igényeik szerint alakíthatják ki a rendszer működését, így az ideális működést érhetik el a saját eszközeikkel és területeikkel.
- **Széleskörű kompatibilitás:** Az AgOpenGPS többféle GPS-vevővel és mezőgazdasági eszközzel kompatibilis, így sokféle gazdálkodói igényt képes kiszolgálni.
- **Fáradtságmentes munka:** A gazdálkodó kevesebb fizikai erőfeszítést igényel a gépek vezetésében, különösen hosszú órákon át történő munkavégzés esetén.

4.9.2. Képernyős megjelenítés és valós idejű adatok

A szoftver felhasználói felülete intuitív és könnyen érthető, amely lehetővé teszi a gazdálkodók számára, hogy valós időben figyelemmel kísérjék a gépek helyzetét és a munkafolyamatokat.

Hogyan működik?

- **Valós idejű térképek és munkamenedzsment:** Az AgOpenGPS képernyőjén a gazdálkodók valós időben láthatják a gép aktuális helyzetét, a már elvégzett munkákat, és az előre meghatározott munkaterületek határait. Ez lehetővé teszi, hogy gyorsan és hatékonyan módosítsák a munkát, ha szükséges.

- **Adatgyűjtés és dokumentáció:** Az AgOpenGPS képes dokumentálni a mezőgazdasági munkákat, így a gazdálkodók könnyen nyomon követhetik az elvégzett műveleteket, például a műtrágyázás mennyiségét, az öntözési adatokat vagy a vetési paramétereiket.

Előnyök:

- **Átláthatóság:** Az intuitív felület és az adatok valós idejű megjelenítése segít a gazdálkodóknak gyors döntéseket hozni és pontosan követni a munkát.
- **Adatkezelés:** A szoftver lehetővé teszi a munkák nyomon követését és az adatgyűjtést, amely segíthet a gazdálkodóknak a későbbi elemzésekhez és a döntéshozatalhoz.

4.10. Az AgOpenGPS Szoftver Architektúrája

Az AgOpenGPS egy nyílt forráskódú szoftveres platform, amely lehetővé teszi a GPS-alapú navigációt és az autonóm vezérlést mezőgazdasági gépeken, mint például traktorok, vetőgépek, permetezők, vagy más mezőgazdasági munkagépek. A szoftver architektúrája jól megtervezett, hogy biztosítsa a precizitást, a megbízhatóságot és a rugalmasságot a különböző mezőgazdasági műveletekhez. Az AgOpenGPS technikai szintű működését úgy alakították ki, hogy biztosítsa a közvetlen interakciót a mezőgazdasági gépekkel, az érzékelőkkel, és a különféle vezérlő rendszerekkel, miközben lehetővé teszi a gazdálkodók számára a pontos és hatékony munkavégzést.

4.11. Összegzés

Az AgOpenGPS a GPS-alapú navigáció segítségével jelentős előnyöket kínál a precíziós mezőgazdaság számára. A rendszer nagy pontossággal és hatékonysággal irányítja a mezőgazdasági gépeket, javítva ezzel a termelési eredményeket és csökkentve a költségeket. Az automatizálás, a testreszabhatóság és a nyílt forráskódú jelleg lehetővé teszi, hogy a gazdák optimalizálják a mezőgazdasági műveleteiket, miközben fenntartják a környezeti és gazdasági fenntarthatóságot.

5. Eredmények és értékelésük

AgopenGPS összeépítése

Mivel az teszt során mindhárom kormányzási lehetőség össze lesz hasonlítva, ezért azokkal az alkatrészekkel kezdek ami mendegyik megoldásnál megtalálható. Az antennát és a vevőt az ardu-simple oldaláról rendeltem meg. Választásom a fehéret antennára esett, a jobb jelvétel miatt. A lehető legjobb elhelyezés a fülke elején van. Az antenna talpa mágneses, ezért nem kellett fémlapra ragasztani az mtz fém fülketetőre. A kormányzó szenzort a mouser oldaláról rendeltem meg. Az első hídra rögzítettem fel a képen látható módon. Mivel a program windowson fut, ezért a tabletet is beraktam a fülkébe. A vezérlődobozt azt jobb oldalon helyeztem el a gázpedál előtt. A kábelkorbácsot a különböző kormányzási típusoknak megfelelően alakítani kell, de nyilván kell az összes megoldáshoz. Az RTK korrekcióhoz szükséges csatlakozni a szerverhez, amihez ugye a bázisállomás is csatlakozik, ezért kell internet a tabletnek. Ezt többféle képpen is meg lehet oldani, például telefonról megosztva, ha a tablet képes rá, akkor abba helyezni a sim kártyát, vagy (ami szerintem a legjobb) külső routert beépíteni a traktorba. Ezzel a megoldással a külső router antennáknak köszönhetően javul az internet elérés.

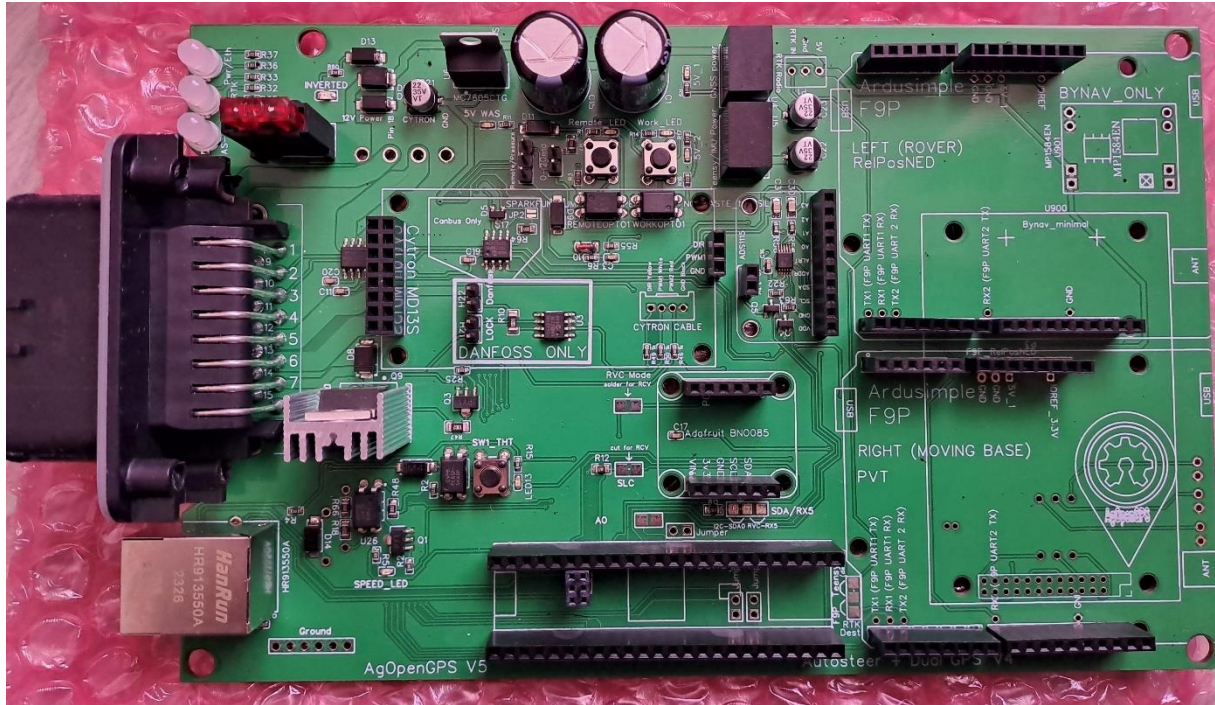


4. ábra Ardu-simple antenna (Forrás: Ardu-simple)

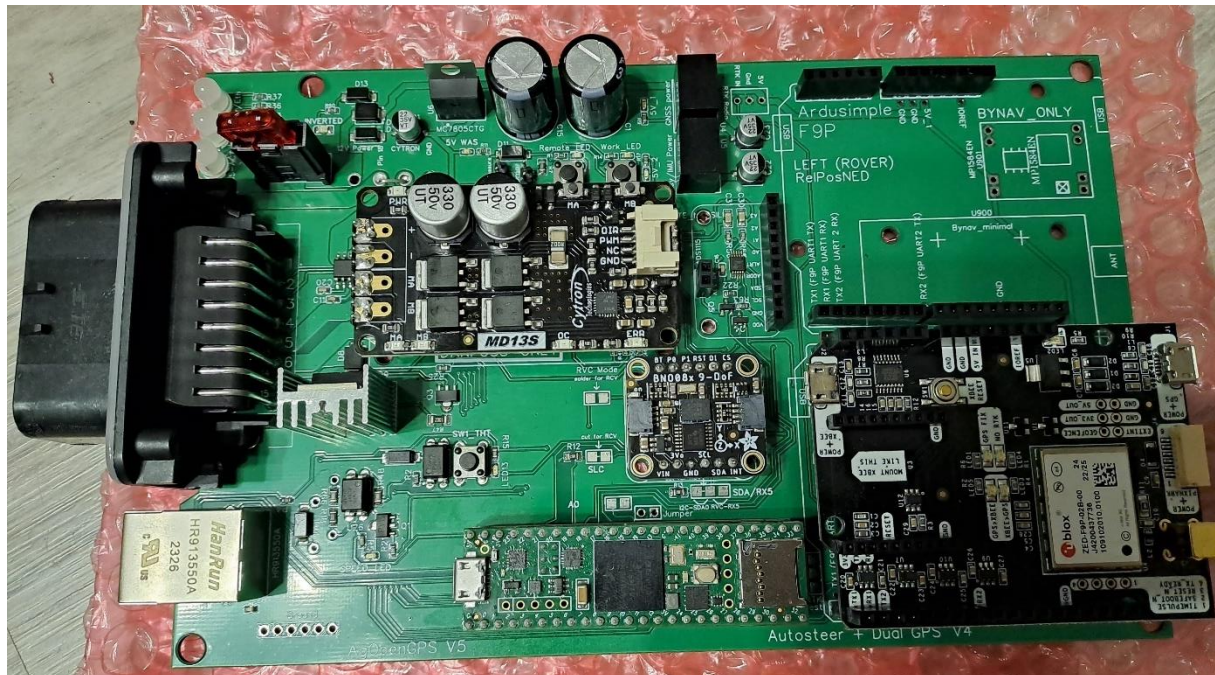


5. ábra F9p vevő (Forrás: Ardu-simple)

A rendszerben az antenna feladata a műholdak által sugárzott GPS jeleket vétele és ezeket a vevő továbbítja.



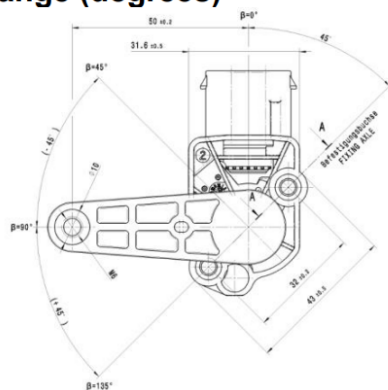
6. ábra All in One PCB összeállítás előtt (Forrás: Saját kép)



7. ábra All in One PCB összeállítás után (Forrás: Saját kép)

A close-up photograph of a vehicle's rear suspension system. The image shows a coil spring, a shock absorber, and a black metal cross-member. A black plastic component with a silver metal bracket is attached to the cross-member. The background is a light-colored, textured surface, possibly concrete or gravel.

Supply	5 V	Output – voltage range	(0.5 ... 4.5) V	Sealing grade	IP 6K9K (with fitted female connector)
Temperature range	-40 °C to 100 °C	Angle range	± 45°	Output signal	1 signal (analog)
Connector	AMP No. 114-18063-21 (coding A) gold plated, Female connector on request	Independent linearity	≤ 1 %	Current consumption	Max 5.5 mA



Ausgangskennlinie
output characteristic

4.5
2.5
0.5

45° 90° 135°

Auslenkwinkel β (°)
deflection angle β (°)

Signalspannung (Volt)
signal voltage (volt)

20

A szögszenzornak az a feladata a rendszerben, hogy a kerék elfordulását pontosan mérje. Az AgOpenGPS 5 voltos szenzorral működik aminek a mérési tartománya 0,5 és 4,5 volt között van. Lehetőleg úgy kell felhelyezni a hídra egyenes keréknél legyen a mérési tartomány közepe azaz 2,5 volt. Amennyiben ez jelentősen eltér, akkor a szenzor a kerekek jobb és baloldali végállásánál nem ad értéket és így nem lesz jó a kormányzás, viszont a $\pm 45^\circ$ -os tartományt a lehető legjobban ki kell használni a minnél pontosabb érték érdekében.



10. ábra Antenna és router erősítők felhelyezése a tetőre (Forrás: Saját kép)

Az antennának a lehető legtöbb műholdtól érkező jel fogására a traktor legmagasabb pontján kell elhelyezkednie.



11. ábra Vezérlődőboz stabilan rögzítve (Forrás: Saját kép)

A vezérlődobban, az alaplapon van a dőlésérzékelő, ami a traktor tengelyirányú billegését méri és a nem sík talajfelszínt.

5.1 Fogaskerekes kormányzási rendszer

A nyomtatott fogaskereket rögzítettem a kormányon és villanymotort a kormányoszlopon. Az mtz típusú traktoroknak nem olyan könnyű a kormányja mint a mai modern gépeknek, ezért a 12 voltos villanymotor helyett 24 voltosat használtam.



12. ábra 24 voltos motor rögzítése
(Forrás: Saját kép)



13. ábra Fogaskerék a kormányon
(Forrás: Saját kép)

5.2 Agymotoros kormányzási rendszer

A keya márkájú motort a kormány helyére rögzítettem.



14. ábra Gyári kormány helyére felrakott agymotor (Forrás: Matécsa Márk)

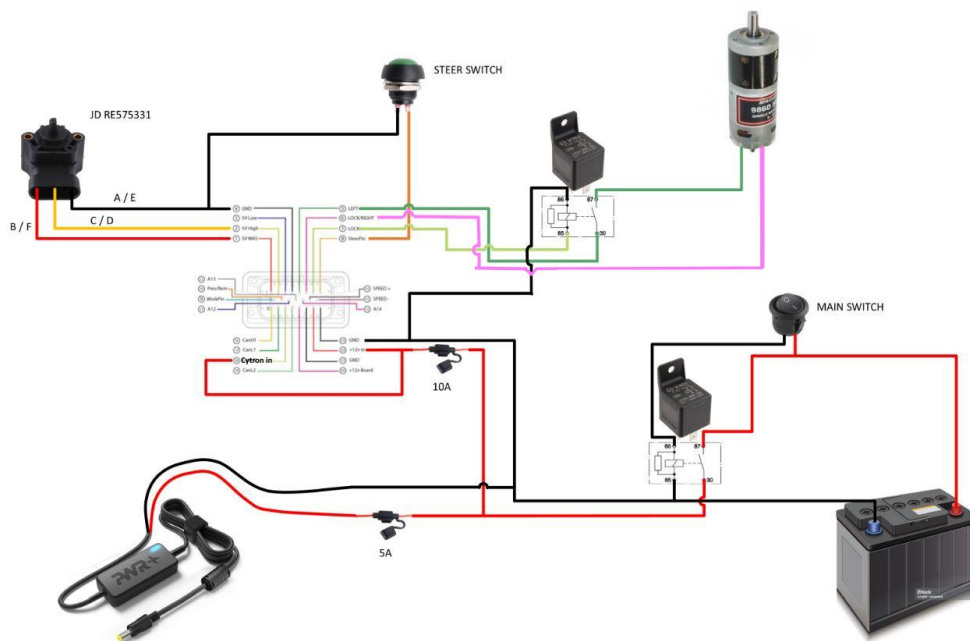
5.3 Hidraulikus kormányzási rendszer

A hidraulikus vezérműtömböt rögzítettem és bekötöttem. A tömb kiválasztásánál figyelembe kell venni az orbit típusát, hogy OC (open center) vagy LS (load sensing). A két típus között egyszerűen megfogalmazva annyi a különbség, hogy 4 vagy 5 cső megy be az orbitba. Pontosabban megfogalmazva az OC rendszernél a hidraulika szivattyú mindig működésben van, az LS rendszernél a nyomás állandó viszont a szállított mennyiség változik, attól függően mennyi olajra van szükség. Az utóbbinál alapesetben csak annyi keringetés van, hogy a szivattyúnak legyen kenése. A tömbnél a másik fontos kiválasztási szempont a szállított olaj mennyisége.



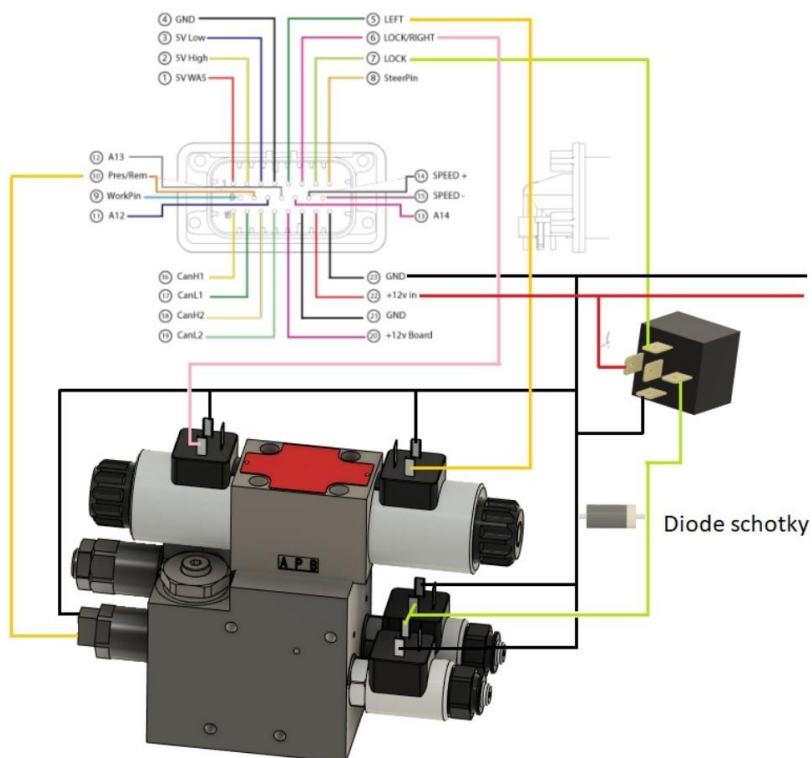
15. ábra 30 literes OC hidraulikus vezértömb (Forrás: Saját kép)

A különböző megoldások megépítése nem okozott különösen nagyobb gondot, mivel az interneten találni róla pontos leírást.



16. ábra Fogaskerekes szett elektromos bekötési ábra (Forrás: AgOpenGPS)

AMPSEAL Connector 23 position AgOpenGPS PCB



17. ábra Hidraulikus vezértömb elektromos bekötése (Forrás: AgOpenGPS)

5.4.Összehasonlítás

Az otthoni gazdaságunk mérete miatt a robotkormányzási rendszereket mtz típusú traktorokba terveztem beépíteni. Az elkészült rendszereket kalibráltam és kezdődhetett a teszt. A beszerelés és a kalibrálás különböző nehézségi szinteken volt. A fogaskeréknél a motor rögzítése és a megfelelő foghézag beállítása okozott kicsit több időt. Az agymotornál mivel a kormány helyére megy a motor ezért csak az elfordulás ellen kell rögzíteni a motorhoz kapott bilincsel. Ennek volt a leggyorsabb/ legkönnyebb a beszerelése. A hidraulikus vezértömböt telt a legtöbb időbe beépíteni, mivel szinte a munkahenger és az orbit közé kell bekötni ezért hidraulikus tömlőket is gyártani kellett. Nehézség nem volt a dologban, inkább csak időben volt több mint az előzőek. Az összehasonlítás során a traktor ment soloban, magágyat készített és vetett. A munkasebesség változtatásával a fogaskerekes szett beállításain kellett a legjobban módosítani. Mivel a hidraulikus vezértömb van a legközvetlenebbül csatlakoztatva a traktor kormányzási rendszerbe, ezért az kezelte a legjobban a táblavégi fordulót és a menet közben változó talajt és sebességet. Az agymotoros megoldás tudásra a két előző rendszer között van és nemsokkal marad el a hidraulikus verziótól. Mivel már megvoltak a földeknek a koordinátái és tudja kezelni ezeket az agopen, ezért RTK korrekcióval pontosan ki lettek húzva a határok.



18. ábra Pontos vetés a táblahatárokon belül (Forrás: Saját kép)



19. ábra Fogaskerekes megoldásnál nagyobb sebességnél képes bekacsázni, de kormányzás beállításával ez korrigálható (Forrás: Saját kép)

Az összehasonlítás továbbá kiterjedt az AgOpenGPS és a kézi kormányzás összehasonlítására. Eleinte furcsa volt megszokni, hogy nem én vezetek, de összességében sok terhet levett a vállamról. A munkát egész nap precízen elvégezte és ezt a pontosságot egész nap, akár a nap 24 órájában is tartotta. Nekem, viszont főleg a nap végére már komoly koncentrációt igényelt a precíz munkavégzés.

5.5A különböző megoldások bekerülési költsége

A weboldalak egy részénél az árak nem forintban vannak megadva, hanem euróban és dollárban, a leírásban a Magyar Nemzeti Bank aktuális középárfolyamán átváltott összegek láthatók. 1 EUR = 408,22 Ft, 1 USD = 383,16 Ft

5.5.1.Fogaskerekes kormányzási rendszer

Szögsszenzor: 9 290 Ft

<https://www.conrad.hu/hu/p/kyocera-avx-hall-erzekelo-9197000010-4-75-5-25-v-meresi-tartomany-45-45-dugo-amp-2826994.html>

Kábelkorbács: 25 000 Ft

4G router: 22 843 Ft

https://www.aliexpress.com/item/1005006917393816.html?spm=a2g0o.order_list.order_list_main.16.562c1802dssUAa

Antenna+vevő egység: 105 973 Ft

<https://www.ardusimple.com/product/simplertk2b/>

<https://www.ardusimple.com/product/survey-gnss-multiband-antenna/>

Mikrovezérlő és dőlésérzékelő: 24 361 Ft

<https://www.digikey.fr/fr/products/detail/sparkfun-electronics/DEV-16996/13158152?s=N4IgTCBcDaICIFEBqBaAjANgJxYyAugL5A>

<https://www.digikey.fr/fr/products/detail/adafruit-industries-llc/4754/13426653>

Alaplap: 27 000 Ft

<https://agopengps.hu/termek/agopengps-v4-1-aio-std-alaplap/>

Tablet: 69 190 Ft

https://www.ebay.com/itm/134488950706?_skw=dell+5290&itmmeta=01JCB BB1H285NK8MNH9KD7C72K&hash=item1f502a87b2:g:3NwAAOSwK0dKEEaM

Tablet tartó: 25 823 Ft

https://www.aliexpress.com/item/1005006339204697.html?spm=a2g0o.order_detail.order_detail_item.3.57ebf19cOuKln3

https://www.aliexpress.com/item/1005006745735530.html?spm=a2g0o.order_detail.order_detail_item.5.57ebf19cOuKln3

Nyomtatott fogaskerék: 9 990 Ft

Villanymotor: 36 136 Ft

<https://www.autosteer.cc/produkt/motor-mit-halterung/>

Egyéb költségek (motortartó, csavarok, rögzítő elemek): 30 000 Ft

Összesen: 385 606 Ft

5.5.2. Agymotoros kormányzási rendszer

Szögsszenzor: 9 290 Ft

<https://www.conrad.hu/hu/p/kyocera-avx-hall-erzekelo-9197000010-4-75-5-25-v-meresi-tartomany-45-45-dugo-amp-2826994.html>

Kábelkorbács: 25 000 Ft

4G router: 22 843 Ft

https://www.aliexpress.com/item/1005006917393816.html?spm=a2g0o.order_list.order_list_main.16.562c1802dssUAa

Antenna+vevő egység: 105 973 Ft

<https://www.ardusimple.com/product/simplertk2b/>

<https://www.ardusimple.com/product/survey-gnss-multiband-antenna/>

Mikrovezérlő és dőlésérzékelő: 24 361 Ft

<https://www.digikey.fr/fr/products/detail/sparkfun-electronics/DEV-16996/13158152?s=N4IgTCBcDaICIFEBqBaAjANgJxYyAugL5A>

<https://www.digikey.fr/fr/products/detail/adafruit-industries-llc/4754/13426653>

Alaplap: 27 000 Ft

<https://agopengps.hu/termek/agopengps-v4-1-aio-std-alaplap/>

Tablet: 69 190 Ft

https://www.ebay.com/itm/134488950706?__skw=dell+5290&itmmeta=01JCB BB1H285NK8MNH9KD7C72K&hash=item1f502a87b2:g:3NwAAOSwKOdkEEaM

Tablet tartó: 25 823 Ft

https://www.aliexpress.com/item/1005006339204697.html?spm=a2g0o.order_detail.order_detail_item.3.57ebf19cOuKln3

https://www.aliexpress.com/item/1005006745735530.html?spm=a2g0o.order_detail.order_detail_item.5.57ebf19cOuKln3

Agymotor: 236 111 Ft

<https://www.aliexpress.com/item/1005006800593966.html?spm=a2g0o.cart.0.0.f4638dabB88A9&mp=1>

Egyéb költségek (csavarok, rögzítő elemek): 20 000 Ft

Összesen: 565 591 Ft

5.5.3. Hidraulikus kormányzási rendszer

Szögsszenzor: 9 290 Ft

<https://www.conrad.hu/hu/p/kyocera-avx-hall-erzekelo-9197000010-4-75-5-25-v-meresi-tartomany-45-45-dugo-amp-2826994.html>

Kábelkorbács: 25 000 Ft

4G router: 22 843 Ft

https://www.aliexpress.com/item/1005006917393816.html?spm=a2g0o.order_list.order_list_main.16.562c1802dssUAa

Antenna+vevő egység:	105 973 Ft
https://www.ardusimple.com/product/simplertk2b/	
https://www.ardusimple.com/product/survey-gnss-multiband-antenna/	
Mikrovezérlő és dőlésérzékelő:	24 361 Ft
https://www.digikey.fr/fr/products/detail/sparkfun-electronics/DEV-16996/13158152?s=N4IgTCBcDaICIFEBqBaAjANgJxYyAugL5A	
https://www.digikey.fr/fr/products/detail/adafruit-industries-llc/4754/13426653	
Alaplap:	27 000 Ft
https://agopengps.hu/termek/agopengps-v4-1-aio-std-alaplap/	
Tablet:	69 190 Ft
https://www.ebay.com/itm/134488950706?_skw=dell+5290&itmmeta=01JCB BB1H285NK8MNH9KD7C72K&hash=item1f502a87b2:g:3NwAAOSwKOdkEEaM	
Tablet tartó:	25 823 Ft
https://www.aliexpress.com/item/1005006339204697.html?spm=a2g0o.order_detail.order_detail_item.3.57ebf19cOuKln3	
https://www.aliexpress.com/item/1005006745735530.html?spm=a2g0o.order_detail.order_detail_item.5.57ebf19cOuKln3	
Hidraulikus vezérműtömb:	328 650 Ft
https://navisklep.pl/p/blok-hydrauliczny-pod-instalacje-oc/	
Hidraulikus szerelvények:	30 000 Ft
Egyéb költségek (csavarok, rögzítő elemek):	30 000 Ft
Összesen:	698 130 Ft

5.6.A beruházás megtérülése

A mezőgazdasági cégek 10-15% átfeséssel számolnak. Ez a plusz költség megmutatkozik az üzemanyagban, inputanyagokban mint például vetőmag, műtrágya, vegyszer, munkagép- és munkaeszköz kopás és természetesen idő. Otthon nem sok, csak 36 hektáron gazdálkodunk, tehát robotkormányzás nélkül olyan mintha 39,6-41,4 hektárt művelnénk.

$$36 \text{ ha} * 1,1 = 39,6 \text{ ha}$$

$$36 \text{ ha} * 1,15 = 41,1 \text{ ha}$$

Egy évben 300 000 forintba kerül egy hektár a tarlóhántástól az aratásig. Ebből arra tudok következtetni, hogy évente nagyjából 1 080 000 – 1 620 000 forintot tudnánk megspórolni évente.

$$300\,000 \text{ Ft} * 36 \text{ ha} = 10\,800\,000 \text{ Ft} \qquad 12\,420\,000 \text{ Ft} - 10\,800\,000 \text{ Ft} = 1\,620\,000 \text{ Ft}$$

$$300\,000 \text{ Ft} * 39,6 \text{ ha} = 11\,880\,000 \text{ Ft} \qquad 11\,880\,000 \text{ Ft} - 10\,800\,000 \text{ Ft} = 1\,080\,000 \text{ Ft}$$

$$300\,000 \text{ Ft} * 41,4 \text{ ha} = 12\,420\,000 \text{ Ft}$$

Az előző részben, ahol a költségek lettek összeszámolva és mezőgazdasági cégek által mondott százalékos túlművelésből arra az eredményre jutottam, hogy még a hidraulikus verzió is, habár az a legdrágább és legprecízebb, de 1 év alatt megtérül. A gyakorlati tapasztalatok is ezt mutatják, mert a hektár/óra teljesítményünk jelentősen javult azonos gépek mellett a kézi kormányzáshoz viszonyítva. Az AgOpenGPS használata mellett csökkent a gépkopás az adott területen és a kijutatott inputanyagok mennyisége is, hiszen jelentősen csökkent az átfedés.

6.Következtetések, javaslatok

Az AgOpenGPS egy rendkívül hasznos, költséghatékony és rugalmas megoldás a precíziós mezőgazdaság számára, amely lehetővé teszi a mezőgazdasági gépek automatikus irányítását GPS alapú vezérléssel. A nyílt forráskódú rendszer előnyei közé tartozik a hozzáférhetőség, a folyamatos fejlesztés, valamint a testreszabhatóság. Az AgOpenGPS jelentős mértékben javíthatja a munkafolyamatok hatékonyságát, csökkentheti a működési költségeket (pl. üzemanyag- és munkaerőköltségek), és növelheti a precizitást a földmunkákban, például vetés, permetezés és aratás során.

Az AgOpenGPS rendszer használatának sikeressége azonban számos tényezőtől függ, mint például:

- A rendszer megfelelő telepítése és konfigurálása.
- A hardveres és szoftveres karbantartás.
- A GPS jel erőssége és megbízhatósága.
- A felhasználók megfelelő képzettsége és tapasztalata a rendszer kezelésében.

Bár az AgOpenGPS sok előnnyel rendelkezik, érdemes figyelembe venni, hogy a rendszer főként a nyílt forráskódú közösség támogatására épít, így előfordulhatnak kisebb problémák a frissítésekkel, hibajavításokkal vagy az új funkciók implementálásával. Ennek ellenére, a rendszer által biztosított rugalmasság és alacsony költség segítheti a gazdálkodókat a magas szintű automatizálás elérésében anélkül, hogy jelentős pénzügyi terhet jelentsen.

A robotkormányzás szerintem még messze áll a precíziós gazdálkodástól, főleg a mi gazdasági méretünkénél. Az irány jó, de figyelembe kell venni a megtérülését is az adott beruházásnak. Az agopen jelenleg nem tud kezelni ISOBUS-t, de egyszerűbb vezérlésekre képes. Gondolok itt a vetőgép sorrelzárásra és a permetező sebességarányos szakaszvezérlésére. Az előbbi a pontos vetés miatt szükséges. A vetőgépet kézzel csak nagy odafigyelés mellett jó helyen, jó időben leengedni vagy felemelni, de még így is előfordul a szegésnél rávetés vagy kihagyás. Permetezőnél a szakaszolással csökkenteni lehet az átfedést és növényvédő szert lehet spórolni. A sebességarányos kijuttatásnál a traktor váltakozó sebessége nem befolyásolja a munka sikerességét csak a permetező mechanika részei (szivattyú, szűrők, szórófejek) szabnak határt.

Az AgOpenGPS jelenleg az ISOBUS-os munkaeszköz vezérlést jelenleg nem tudja, de vannak ezzel kapcsolatban próbálkozások több-kevesebb sikerrel. Ilyen eszköz mint például: vetőgép, műtrágyaszóró, permetező, szükség van egy másik monitorra, ami vezérli az eszközt. Viszont ennek az AgOpenGPS tud sebesség és pozíció adatot küldeni vezetéken keresztül.

7. Kezelés és karbantartás

A rendszer sikeres telepítése alapvető a hosszú távú működéshez. A telepítéshez szükséges:

- **Hardveres eszközök:**
 - **GPS vevő:** A pontos helymeghatározáshoz szükséges.
 - **Kormányzási rendszer:** A traktor kormányzási mechanizmusát vezérlő hardver (pl. elektromos kormányzás).
 - **Vezérlődoboz:** A kormányzás „agy”, ez irányítja a kormányzási rendszert.
 - **PC vagy Tablet:** A szoftver futtatásához szükséges.
- **Szoftver telepítése:** Az AgOpenGPS egy nyílt forráskódú szoftver, amit Windows operációs rendszeren futtathatunk. A legújabb verziót a hivatalos GitHub oldalon találhatjuk meg.
- **Beállítások konfigurálása:**
 - A GPS antenna és a vezérlőegység közötti kapcsolat beállítása.
 - Munkaszélesség, kormányzási beállítások és egyéb paraméterek meghatározása.
 - Az AgOpenGPS szoftverben történő konfigurációk, mint a különböző vezérlési módok (pl. kézi vagy automatikus vezérlés).

2. Rendszer kezelése

Az AgOpenGPS rendszer kezelése az alábbi főbb pontokból áll:

- **Autonóm kormányzás aktiválása:** Az AgOpenGPS a GPS adatok alapján képes automatikusan irányítani a traktort. A kézi vezérlésről automatikus módra váltás egyszerű, ha az eszköz megfelelő GPS jelet kap.
- **Navigáció és térképek:** Az AgOpenGPS a térképek segítségével vezeti a gépet a megfelelő nyomvonalon. A térkép beállításához fontos figyelembe venni a munkaszélességet és a munka előrehaladását.
- **Szoftver használatának megértése:**

- **Kijelzők és adatvizualizáció:** Az AgOpenGPS grafikusán mutatja a traktort a térképen, és figyelmeztet, ha a jármű letér a kívánt útvonalról.
- **Kézi mód és automatikus mód váltása:** Ha szükséges, a gép kezelője átveheti a kézi irányítást.

A rendszer optimális működéséhez fontos a rendszeres karbantartás. Az alábbiakban bemutatjuk a legfontosabb karbantartási teendőket:

- **GPS antenna karbantartása:**
 - **Tisztítás:** A GPS antenna tisztán tartása fontos, mivel a por, szennyeződés vagy jég a jelerősség csökkenését eredményezheti.
 - **Elhelyezés optimalizálása:** Az antenna optimális elhelyezése biztosítja a maximális jelerősséget. Ügyeljünk arra, hogy az antenna ne legyen eltakart épületek, fák vagy más akadályok által.
- **Szoftver frissítése:**
 - Az AgOpenGPS rendszer folyamatosan fejlődik, és új verziók jelennek meg, amelyek hibajavításokat és új funkciókat tartalmaznak. A legújabb verziók telepítése javíthatja a rendszer teljesítményét.
- **Hardveres karbantartás:**
 - **Kábelezés és csatlakozók:** Az összes csatlakozó és kábel állapotát ellenőrizni kell, hogy ne legyenek laza vagy sérült vezetékek, amelyek kommunikációs problémákat okozhatnak.
 - **Belső alkatrészek ellenőrzése:** Az elektronikai komponensek és a vezérlőegységek működése is kulcsfontosságú, különösen a hőmérséklet- és feszültségváltozások figyelembevétele szükséges.
- **Kormányzási rendszer karbantartása:**
 - A kormányzási mechanizmus, amely az AgOpenGPS parancsait követi, folyamatos ellenőrzést igényel. Ellenőrizni kell a kormányzás pontosságát és a mechanikai alkatrészeket.

Hibaelhárítás

A rendszer megfelelő működése érdekében érdemes tisztában lenni a gyakori problémákkal és azok megoldásával:

- Gyenge GPS jel: Ha a GPS jel gyenge, próbálja meg az antenna helyét változtatni, hogy kevesebb zavaró tényező legyen. Az antenna elhelyezésének optimalizálása kulcsfontosságú.
- Nincs kommunikáció a vezérlőegységgel: Ellenőrizze a kábeleket és csatlakozókat. Ha a CAN busz nem működik megfelelően, akkor a vezérlőegység nem képes a kormányzási rendszer vezérlésére.
- Kormányzási problémák: Ha a kormányzás pontatlan, akkor a kalibrációs beállításokat érdemes újra ellenőrizni. A rendszerbeállítások (pl. nyomvonalak, szögek) javításával segíthet a rendszer pontosságán.
- Szoftverhiba vagy leállás: A rendszer hibáját gyakran szoftveres frissítéssel, újraindítással vagy a beállítások visszaállításával orvosolhatjuk.

5. Közösségi támogatás és fórumok

Mivel az AgOpenGPS egy nyílt forráskódú rendszer, számos felhasználói fórum és közösség áll rendelkezésre, ahol a felhasználók segíthetnek egymásnak problémák megoldásában, vagy tanácsokat adhatnak a rendszer beállításával és karbantartásával kapcsolatban. A legnagyobb és legaktívabb közösség az AgOpenGPS fórumok és a GitHub oldalon található.

8.Összefoglalás

A szakdolgozatom célja az volt, hogy bemutassam a precíziós mezőgazdaság (PA) szerepét a fenntartható mezőgazdasági termelésben, különös figyelmet fordítva az AgOpenGPS nyílt forráskódú rendszerre. A szakirodalomfeldolgozás során megismertem és áttanulmányoztam a precíziós mezőgazdaság pontos jelentését, alapelveit, történetét, céljait és jövőjét. Továbbá részleteztem a precíziós mezőgazdaság alapvető technológiáit, beleértve a GPS-t és az IoT-t.

A dolgozatban részleteztem, hogy pontosan mi az AgOpenGPS, mi a projekt háttere és célja. Továbbá kitértem ennek a rendszernek a gyakorlati alkalmazására és hogy miért különleges a program. A rendszer jellemzői és funkciói is itt lettek megfogalmazva.

A rendszerhez megvásároltam a különböző alkatrészeket és elkeztem az összeépítést és tesztelést. A szakdolgozat fő célja az AgOpenGPS különböző megoldásainak összehasonlítása egymással és a kézi kormányzással. A teszteken a traktor ment soloban, magágyat csinált és vetett. Az eredmények alapján a fogaskerekes megoldás is pontos, de talaj, munkeszköz, sebesség függvényében sokat kell rajta állítani hogy pontosan tartsa a kijelölt útvonalat. Az agymotoros és hidraulikus megoldás sok állítást nem igényelt, szinte semmit. A rendszer segítségével precízebb munkavégzést és megtakarításokat sikerült elérni. Kézi kormányzás helyett bármelyik megoldás hatalmas előrelépés volt a gazdaságunk számára. Az anyagi oldaláról megközelítve a mi földterületünk méretéhez (36 ha) képest is már az első évben megtérül a beruházás.

9.Summary

The aim of my thesis was to present the role of precision agriculture (PA) in sustainable agricultural production, with particular focus on the open-source AgOpenGPS system. During the literature review, I explored and studied the precise meaning, principles, history, goals, and future of precision agriculture. Furthermore, I detailed the key technologies in precision agriculture, including GPS and IoT.

In the thesis, I explained what AgOpenGPS is, its background, and the goals of the project. I also discussed the practical application of this system and what makes the program unique. The system's characteristics and functions were also outlined here.

For the system, I purchased the various components and began assembling and testing. The main goal of the thesis was to compare different AgOpenGPS solutions with each other and with manual steering. In the tests, the tractor operated in solo mode, prepared seedbeds, and sowed. Based on the results, the gear-driven solution was accurate, but depending on soil, implement, and speed, it required frequent adjustments to maintain the set path. The wheel motor and hydraulic solutions required minimal adjustments, almost none. With the help of the system, more precise work and savings were achieved. Any of these solutions represented a significant advancement for our farm compared to manual steering. From a financial perspective, even with the size of our land (36 hectares), the investment pays off in the first year.

10.Irodalomjegyzék

1. http1: <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>
2. Jürgen L. Meier, René J. A. L. Goossens (2016): Precision Agriculture: Technology and Economic Perspectives
3. H.L. Hummel, J.S. Johnson (2011): The Evolution of Precision Agriculture: A Historical Perspective
4. S. L. Xie, Y. Wang, J. Han (2020): Precision Agriculture for Sustainability and Environmental Protection
5. http2: <https://air-dia.hu/precizios-gazdalkodas-a-jovo-mezogazdasaga/>
6. R. K. Gupta, S. K. Choudhary (2014): Global Positioning System (GPS) and Its Applications in Agriculture
7. http3: <https://www.globalagtechinitiative.com/digital-farming/iot-in-agriculture-how-technology-is-transforming-farming-practices/>
8. http4: <https://www.iotforall.com/the-future-of-farming-how-agtech-reshapes-agriculture>
9. http5: <https://www.gps.gov/applications/agriculture/>
10. http6: <https://www.farmprogress.com/commentary/auto-steer-and-auto-swath-worth-the-money->
11. http7: <https://www.fieldbee.com/blog/5-advantages-of-automatic-steering-technology-in-farming>
12. http8: <https://www.encstore.com/blog/5726-gps-in-agriculture-precision-farming-and-the-future>
13. http9: <https://github.com/farmerbriantee/AgOpenGPS/wiki/01.-What-is-AgOpenGPS%3F>
14. http10: <https://www.realagriculture.com/2020/02/harvesting-your-data-is-easier-than-it-looks-tischler/>

11.Ábrajegyzék

1. ábra Precíziós helymeghatározás (Forrás: John Deere HU).....	8
2. ábra Differenciált műtrágya kijuttatás (Forrás: mestverwaardig.nl)	10
3. ábra AgOpenGPS hivatalos logó (Forrás: AgOpenGPS)	11
4. ábra ArduSimple antenna (Forrás: ArduSimple)	18
5. ábra F9p vevő (Forrás: ArduSimple)	18
6. ábra All in One PCB összeállítás előtt (Forrás: Saját kép).....	2
7. ábra All in One PCB összeállítás után (Forrás: Saját kép).....	2
8. ábra Kyocera szögszenzor felrakása a hídra (Forrás: Saját kép).....	20
9. ábra Kyocera szögszenzor paraméterek (Forrás: Kyocera).....	20
10. ábra Antenna és router erősítők felhelyezése a tetőre (Forrás: Saját kép)	21
11. ábra Vezérlődoboz stabilan rögzítve (Forrás: Saját kép).....	21
12. ábra 24 voltos motor rögzítése (Forrás: Saját kép)	22
13. ábra Fogaskerék a kormányon (Forrás: Saját kép).....	22
14. ábra Gyári kormány helyére felrakott agymotor (Forrás: Matécsa Márk)	21
15. ábra 30 literes OC hidraulikus vezértömb (Forrás: Saját kép)	22
16. ábra Fogaskerekes szett elektromos bekötési ábra (Forrás: AgOpenGPS)	23
17. ábra Hidraulikus vezértömb elektromos bekötése (Forrás: AgOpenGPS).....	23
18. ábra Pontos vetés a táblahatárokon belül (Forrás: Saját kép).....	24
19. ábra Fogaskerekes megoldásnál nagyobb sebességnél képes bekacsázni, de kormányzás beállítással ez korrigálható (Forrás: Saját kép).....	25

12.Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném kifejezni hálámat és köszönetemet mindazoknak, akik valamilyen módon hozzájárultak szakdolgozatom elkészítéséhez.

Elsősorban szeretném megköszönni témavezetőmnek, Dr. Bártfai Zoltánnak, aki szakmai iránymutatásával, türelmével és értékes tanácsaival segítette a dolgozatom elkészítését. A támogatása és folyamatos visszajelzései nélkül nem sikerült volna elérnem ezt az eredményt.

Külön köszönetet mondok családomnak, akik mindig mellettem álltak, és mindenben támogattak. Hálás vagyok a szeretetükért és megértésükért, amely segített abban, hogy a nehezebb pillanatokban is folytatni tudjam a munkát.

Végül, köszönetet mondok barátaimnak, akik szintén hozzájárultak tudományos munkámhoz, és segítettek abban, hogy a mindennapi kihívások közepette is motivált maradjak.

Mindazoknak, akik bármilyen formában támogatták munkámat, hálás vagyok, és nélkülük nem sikerült volna elérni ezt a célt.

13.Nyilatkozat

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat
III. Hallgatói Követelményrendszer
III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat
6.13. sz. függelék: A MATE egységes szakdolgozat /
diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója
4.1. sz. melléklete: Konzulensi nyilatkozat

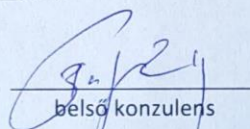
NYILATKOZAT

Arany Marcell (név) (hallgató Neptun azonosítója: G6R4TL)
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a
záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót¹ áttekintettem, a hallgatót az
irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól
tájékoztatottam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő
védésre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*3}

Kelt: Gödöllő, 2024 év november hó 7 nap


belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Arany Marcell
A Hallgató Neptun kódja: G6R4TL
A dolgozat címe: Automatikus kormányzási rendszerek mezőgazdasági alkalmazása
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Műszaki Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Gépek Tanszék

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

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

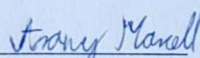
A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

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

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumba. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumban.

Kelt: 2024 év november hó 12 nap


Hallgató aláírása