

SZAKDOLGOZAT

Tapazdi Tamás Gábor

2023 ÉV



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Gödöllő Campus

**Precíziós Mezőgazdasági Szakmérnöki szakirányú
továbbképzési szak**

**John Deere 6R traktorok gyakorlati használata a precíziós
mezőgazdaságban**

Belső konzulens: Dr. Bártfai Zoltán

tanszékvezető, egyetemi docens

Belső konzulens intézete/tanszéke:

Mezőgazdasági- és Élelmiszeripari Gépek Tanszék

Külső konzulens: Karancz Tamás

Precíziós Szaktanácsadó

Készítette: dr. Tapazdi Tamás Gábor

Gödöllő

2023

Tartalomjegyzék

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Bevezető..... | 3 |
| 2 | Irodalomfeldolgozás..... | 4 |
| 2.1 | Művelési feltételek, erőgép meghatározása..... | 5 |
| 2.2 | Működési feltételek munkagép kiválasztása..... | 6 |
| 2.2.1 | Vonóerő..... | 7 |
| 2.2.2 | Vontatási teljesítmény..... | 7 |
| 2.2.3 | Szükséges traktormotor teljesítmény..... | 7 |
| 2.3 | Művelési feltételek, táblaadottságok meghatározása..... | 7 |
| 2.4 | Automatizálás a szántóföldi növénytermesztésben..... | 7 |
| 2.5 | Szántóföldi precíziós növénytermesztés..... | 8 |
| 2.6 | Térinformatika..... | 9 |
| 2.6.1 | Hogyan működik?..... | 9 |
| 2.6.2 | Mi az RTK?..... | 10 |
| 2.6.3 | Műholdas távérzékelés..... | 10 |
| 2.7 | Adatok kiértékelése..... | 11 |
| 2.8 | Gazdasági számítások..... | 13 |
| 3 | A szántóföldi precíziós gazdálkodás eszközszerrendszere..... | 15 |
| 3.1 | A vizsgálatba bevont 6R traktorok ismertetése..... | 15 |
| 3.2 | Helymeghatározáshoz szükséges jel..... | 16 |
| 3.3 | A munkagép működtetése..... | 18 |
| 3.3.1 | Elektronikus működtetés..... | 18 |
| 3.3.2 | Hidraulikus működtetés..... | 19 |
| 3.4 | Precíziós berendezések..... | 20 |
| 3.4.1 | A precíziós működés eszközei..... | 21 |
| 3.4.2 | Vezérlő programok a traktoron..... | 23 |
| 3.4.3 | Adatokat kiértékelő programcsomag..... | 25 |
| 4 | Precíziós szántóföldi termesztés értékelése partner kérdőív és PGR adatok segítségével..... | 29 |
| 4.1 | John Deere 6130R traktor Bátaszéken..... | 29 |
| 4.2 | John Deere 6215R traktor Felsőnyéken..... | 35 |
| 5 | Eredmények..... | 39 |
| 5.1 | John Deere 6130R traktor Bátaszék..... | 40 |
| 5.2 | John Deere 6215R traktor Felsőnyéken..... | 41 |
| 6 | Következtetések, javaslatok..... | 43 |
| 7 | Összefoglalás..... | 45 |

| | | |
|---|-----------------------|----|
| 8 | Irodalomjegyzék | 47 |
| 9 | Ábrajegyzék | 48 |

1 Bevezető

Szaktervezésemben bemutatom a mezőgazdasági munkák során egyre nagyobb teret nyerő, a precíziós gazdálkodást segítő traktorokba integrált rendszerek, ill. ezek működésének hatásait a partnerek gazdálkodására.

Napjainkban jelentős mértékben megváltozott a mezőgazdaság szántóföldi termesztésével szemben az elvárás úgy az Európai Unió, mint a környezettudatos állampolgárok részéről.

Az Európai Unió az ún. Green deal (zöld megállapodás) keretében törekszik a műtrágyák, a növényvédőszeres és a technológiai folyamatok meghatározásával csökkenteni a szántóföldi termesztés ökológiai lábnyomát. ill. elérni a környezet terhelésének valós, mérhető csökkentését.

Jogos elvárás a gazdálkodók részéről, hogy a gépsor kialakításának jelentős költségei megtérüljenek, a szántóföldi kultúrák termesztése nagyobb hasznot hozzon az gépkapcsolatok optimális alkalmazásával.

Jelentős mértékben kiteljesedett a precíziós technológia kialakulása során az agronómiai, talajállapoti és időjárási körülmények hatására táblán belül változó követelmények figyelembevételének lehetősége. Lehetőség van a tőtáv, a vetési mélység, az inputanyag kijuttatás mennyisége stb. igények szerinti módosítására is.

Ezeknek az elvárásoknak a precíziós szántóföldi gazdálkodás konzekvens, egymásra épülő technológiai lépéseinek betartásával és az ezt lehetővé tevő dokumentációval lehet megfelelni. Ilyen berendezések a „Mezőgazdaság digitális átállásához kapcsolódó precíziós fejlesztések támogatása” program keretében kerültek a gazdálkodókhoz (Pályázati portál 2021).

Dolgozatom célja, hogy a fenti elvárásoknak megfelelő, a precíziós pályázat során megvalósult gépcsoportot vizsgálja, különös tekintettel az erőgépre, amely alapját képezi a következő, azonos alapokon nyugvó, dokumentálható szántóföldi termesztési technológiának. Amennyiben az erőgép rendelkezik azokkal a képességekkel, amelyek integrálják a helyzetmeghatározás eszközeit, képes napjaink korszerű munkagépeinek működtetésére és a dokumentációs adatok tárolására és tovább küldésére, akkor lehetőség nyílik a precíziós gazdálkodásra.

A John Deere cég traktor fejlesztéseinek jelentős hányadát képezi a precíziós képességek javítása, a gépek rendszerbe illesztésének egyre szélesebb körű megvalósítása.

Munkámban bemutatom a John Deere 6R sorozatú traktorait és elvégzem az alkalmazástechnikai, üzemeltetési szempontú vizsgálatát gyakorlati körülmények között. A vizsgálatokba bevonom a termelésben már részt vevő munkagép kapcsolatokat. Ismertetem a kutatómunkám során összegyűjtött, rendszerezett és feldolgozott adatokból nyert gazdálkodási eredményeket leíró információkat, amelyekből következtetéseket, ajánlásokat fogalmazok meg a precíziós mezőgazdasági technológiák bevezetésének, hatékony alkalmazásának támogatása céljából.

2 Irodalomfeldolgozás

A sajtóban megjelent meghökkentő hír tudatta velünk, ha nem változtatunk az eddigi művelési módokon, akkor már csak 60 aratás vár az emberiségre. A talajpusztulás szempontjából Kína áll legrosszabbul, ott majd 60-szor gyorsabban pusztulnak a talajok, mint ahogyan újratermelődnek. Európában ez az arány 17-szeres, Észak-Amerikában 10-szeres, Ausztráliában pedig ötszörös. (Dózsa 2020). Ez a hír elgondolkoztatott, hogyan lehet ezt megelőzni?

Szagi Tamás információi alapján tudjuk, hogy jelentős erőfeszítések folynak a talaj állapotának fenntartására, mivel 1 cm humuszréteg kialakulásához rendkívül hosszú időre van szükség, mialatt a talajerózió hatására ennél lényegesen gyorsabban csökken a humuszréteg. Fontos cél a talaj növényekkel fedésének fenntartása és egyidejűleg a talaj élővilágának fenntartása. Ennek feltétele a talajlakó mikroorganizmusok és gombák életkörülményeinek biztosítása, hogy az érzékeny egyensúlyt fenntarthatassuk és segíteni tudják a talajba került elhalt élő szervezetek lebontását, valamint a humuszréteg megtartását (Szegi 2022).

Érdekes tanulmány jelent meg a Nature tudományos folyóiratban, amelyben a szerzők azt állítják, hogy a talaj szerves szénkészlete az elhalt mikrobiális sejtekből és melléktermékekből halmozódik fel, ahogyan ezek az élőlények a táplálkozás során elfogyasztják a növények gyökereit, szármagadványait, nem pedig magukból a növényekből, ahogy azt korábban feltételezték (Cynthia M. Kallenbach 2018). Az előző két információ is arra sarkall bennünket, hogy érdemes a témával foglalkozni, erőfeszítéseket tenni, így lehet eszközünk a talaj termőképességének elvesztése ellen.

Új tevékenység mutatkozik a mezőgazdasági talajhasznosítás konkurenciájaként. A Top Agrar című német folyóiratban jelent meg az a cikk, amelyik szerint az Európai Parlament 2023 tavaszán kiemelte, hogy milyen fontos a mezőgazdasági és erdőgazdasági tevékenység hatása a környezetvédelemben, mivel különösen a széndioxid megkötő képességével segíti a karbonsemlegesség felé vezető megoldásokat, ezzel is elismerve a tevékenység pozitív hatását. E megállapítás jelentőségét az emeli ki, hogy az Európai Unió országok agrárminiszterei felhívták a figyelmet annak veszélyére is, hogy egyre jelentősebb szerepet játszanak a talajok széndioxid „hasznosításában” (Carbon Farming) a mezőgazdasági tevékenységen kívüli tevékenységet folytató cégek, amelyek a széndioxid talajba juttatásával (Landgrabbing) gondolják a karbonsemlegesség elérését. Ezzel viszont konkurenciájaként jelenik meg a mezőgazdasági termesztés hagyományos tevékenységeivel szemben. A COPA (Comité des Organisations Professionnelles Agricoles de l'Union Européenne, vagyis a Mezőgazdasági Szakmai Szervezetek Bizottsága) és a COGECA (Comité Général de la Coopération Agricole de l'Union Européenne, vagyis a Mezőgazdasági Szövetkezés Általános Bizottsága) Európai Uniói képviselői azonban ismét elérték, hogy az EU mezőgazdasági bizottsága elismerje a szántóföldi és erdőgazdálkodási tevékenység karboncsökkentő hatását (Deter 2023). Fontos tehát, hogy széles körben felhívjuk a figyelmet napjaink mezőgazdasági tevékenységének erőfeszítéseire, a karbonsemlegesség felé vezető célhoz történő egyre jelentősebb hozzájárulását is, nem engedni e tevékenység háttérbe szorulását.

Szegi Tamás meghatározása szerint a talajpusztulás, amire a fenti forrás hivatkozik, a talaj minőségében bekövetkező káros változások, többnyire a nem megfelelő mezőgazdálkodási, ipari és városi tevékenységek „eredménye”. Olyan káros folyamatok, melyek a talaj minőségét rossz irányba befolyásolják, és amelyek eredményeként kevésbé felel meg bizonyos céloknak, mint pl. a növénytermesztés. A talajok funkcióinak csökkenését, elvesztését emberi tevékenységek hatására okozza (Szegi 2022). A fenti megállapítással egyetértek, meg kell találnunk a talajpusztulás megállításának, de legalább csökkentésének módszerét.

Tehát feladatunk annak megakadályozása, hogy ez megtörténjen. Szántóföldi tevékenységünk során törekedni kell a talajvédelem szempontjainak lehető legnagyobb mértékű figyelembevételére:

„A talajvédelem a termőföldtermékenységének és minőségének megóvása, javítása, fizikai, kémiai és biológiai romlásának megelőzése. Ennek során a talajvédő földhasználat a földhasználó a termőhely ökológiai adottságaihoz igazodó talajvédő gazdálkodást vagy tevékenységet köteles folytatni” (Szegi 2022).

Ahhoz, hogy a talajvédelmet hatékonyan végezhessük, szükség van a talaj funkcióinak megismerésére. Ezt az ismeretet felhasználva kell tevékenységünk során területünkön a talajállapot módosítását, a vízgazdálkodást, a tápanyagutánpótlást, természetstechnológiát meghatározni. A jelenlegi technológiai szinten lehetőségünk nyílik a precíziós technológiák alkalmazásával helyspecifikus tevékenységet folytatni. Az optimális művelés feltétele:

- a megművelendő tábla adottságainak ismerete; terepviszonyok, talajállapot, talajösszetétel
- a tábla adottságaihoz és a természeti kívánt növény igényeinek megfelelő talajállapotot megvalósítani és fenntartani képes munkagép
- A kiválasztott munkagép vontatására alkalmas traktor meghatározása és használata.

2.1 Művelési feltételek, erőgép meghatározása

A növénytermesztés egyik legfontosabb munkafolyamata a talajművelés. Bártfai Zoltán meghatározása alapján a termesztett növények csak megfelelő talajállapot esetén képesek fejlődésnek indulni és termést hozni. A talajművelő gépekkel ezt a kedvező talajállapotot akarjuk létrehozni (Z. -B.-K. Bártfai, A mezőgazdasági gépüzemeltetés alapjai 2020).

A korszerű, hatékony szántóföldi talajművelés a termesztés technológiáját megvalósítani képes műszaki egységekre épül fel. A technológiában gépkapcsolatokat alkalmazunk, amelyek erőgépekből és munkagépekből állnak össze.

Az erőgépek csoportjába soroljuk a mechanikai munkát adó ún. motoros gépeket, amelyek a természetben fellelhető energiaformákat mechanikai munkává alakítják. A munkagépek a mechanikai munkát hasznosítják kitűzött feladataik elvégzésére. Az erő- és munkagépek összekapcsolásával gépcsoportot hozunk létre. A mezőgazdaságban a mobil gépcsoportok erőgépe a traktor (Z. -B.-K. Bártfai, A mezőgazdasági gépüzemeltetés alapjai 2020).



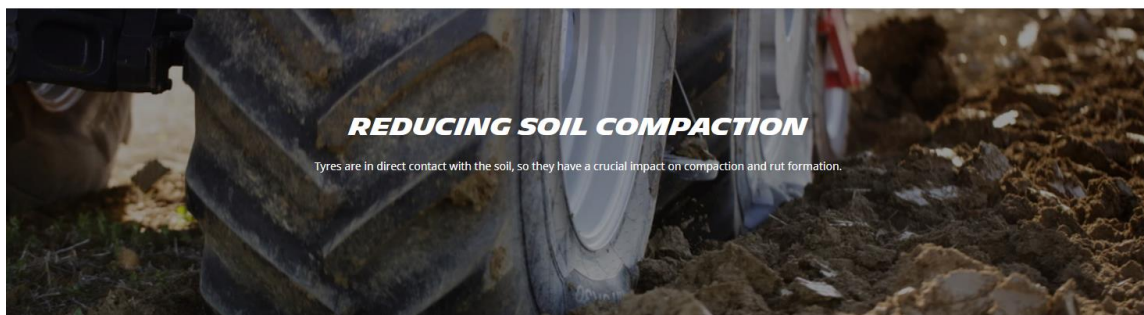
1. ábra John Deere traktorra épülő szántóföldi gépkapcsolat; John Deere Collective weboldal 2022

Dolgozatomban traktorokra épülő gépkapcsolatokat vizsgálok a precíziós gazdálkodásban betöltött szerepük alapján. Az általam vizsgált, a szántóföldi talajművelésben alkalmazott mezőgazdasági traktorok az univerzális traktorok csoportjába esnek. Az univerzális traktorok lehetővé teszik az adott szántóföldi műveléshez kiválasztott munkaeszköz teljesítőképességének kihasználását úgy, hogy a traktor beállításait széleskörűen módosítani tudjuk:

- 16-24 előre fokozattal rendelkező vagy fokozatmentesen állítható sebességű nyomatékvaltó lehetővé teszi a munkavégzéshez optimális haladási sebesség kiválasztását és automatikus tartását a terhelés változásától kevéssé befolyásolva.
- Az első segédhajtás lehetővé teszi az erőgép motorja által létrehozott és a pillanatnyi munkavégzéshez szükséges teljesítmény és nyomaték talajra vitelét. Ezt jelentősen befolyásolja a megfelelő pótsúlyozás alkalmazása is.
- Nagy szállítási teljesítményű hidraulika rendszer segítségével működtetni tudjuk az aktív munkavégző elemekkel rendelkező munkaeszközt.
- A több fordulatszámot biztosító teljesítményleadó tengely (TLT) segítségével az előző bekezdésében említett hidraulikus funkciókat kiegészítve vagy helyettesítve működtethetjük a munkaeszközt.

Emellett a gépek üzemeltetésének hatékonyságát meghatározza a járószerkezet és a talaj kapcsolata. Az üzemeltetés hatékonysága mellett a talaj kímélése is fontos tényező. Az üzemeltetési és környezetvédelmi szempontból fontos tényezők:

- A talajnyomás
- A kerékcsúszás
- A gördülési ellenállás
- A talajtömörödés (Z. -B.-K. Bártfai, A mezőgazdasági gépüzemeltetés alapjai 2020)



2. ábra Talaj-gumiabroncs kapcsolat; [business.michelin.co.uk/Reducing Soil compaction 2023](https://business.michelin.co.uk/Reducing-Soil-compaction-2023)

A fenti szempontokat alapvetően befolyásolja a járószerkezet kialakítása. A korszerű univerzális traktorok járószerkezete:

- Kerekes kialakítású, amely több különböző munkaművelet esetén is használható, mint a talajművelés és a közúti szállítás
- Gumihevederes kialakítású, amely lehet 2- ill. 4-hevederes kivitelű. Ezek talajtaposása és vonóerő átvitele optimális beállítások esetén kedvezőbb, mint a kerekes traktoroknál elérhető, de korlátozottan vagy egyáltalán nem alkalmasak pl. közúti szállításra.

2.2 Működési feltételek munkagép kiválasztása

A megfelelő teljesítményű traktor kiválasztásához szükség van a munkagép működési paramétereinek ismeretére, amit fel kell használnunk a gépkapcsolat kialakításának számításos meghatározásához. A munkagép üzemeltetésének fontos kérdése a vontatáshoz szükséges vonóerő és motorteljesítmény nagysága. A vontatáshoz szükséges fontosabb jellemzőket meghatározhatjuk a következő számításokkal (Z. -B.-K. Bártfai, Gépek üzemeltetése a mezőgazdaságban 2020)

2.2.1 Vonóerő

$$F_v = k \cdot n \cdot a \cdot b [kN], \text{ ahol:}$$

k: fajlagos talajellenállás [N/m²]

n: művelőelemek száma [db]

a: művelési mélység [m]

b: fogásszélesség [m]

2.2.2 Vontatási teljesítmény

$$P_v = F_v \cdot v_h [kW], \text{ ahol}$$

F_v: vonóerő [N]

v_h: haladási sebesség [m/s]

2.2.3 Szükséges traktormotor teljesítmény

$$P_m = \frac{P_v}{\eta} [kW], \text{ ahol}$$

P_v: vontatási teljesítmény [kW]

η: vontatási hatásfok [%]

Meghatároztuk a szükséges traktormotor teljesítményt a teljes munkagépparkra, ezt felhasználva kiválasztható a teljesítményigényhez alkalmas traktor vagy traktorok, ha széles teljesítmény tartományt kell lefedni, amit egy gép nem képes és a vállalkozás gazdasági teljesítménye ezt lehetővé teszi. Az így meghatározott univerzális traktor képezi vizsgálatom tárgyát.

2.3 Művelési feltételek, táblaadottságok meghatározása

A korszerű, precíziós gazdálkodást folytató vállalkozások számára elengedhetetlen, hogy pontosan megismerjék termelési területük adottságait. Ebben egyes paraméterek állandóak, mások lassan változóak, ismét mások pedig folyamatosan változnak.

- Állandó paraméterek: terepadottságok, talajösszetétel, talajtípus
- Lassan változó paraméter: eróziós hatások, szervesanyag csökkenés stb.
- Folyamatosan változó paraméterek: nedvességtartalom, növényfedettség, tápanyagtartalom stb. (Szegei 2022)

2.4 Automatizálás a szántóföldi növénytermesztésben

Az előző fejezetekben ismertetett technológiák optimális használata akkor lehetséges, ha automatizálható a gépkapcsolatok működése.

Az automatizálásnak különböző szintjeit értelmezhetjük:

- Elektro-hidraulikus vezérlési megoldások elterjedése minden, a gépkapcsolat munkavégzéséhez szükséges részegység működtetése során
- Automatikus kormányrendszerekkel végzett műveletek a növénytermesztés technológiai lépései során

- Az elektro-hidraulikus rendszerek és a kormányrendszerek intelligens összekapcsolásából adódó automatizált munkavégzés lehetséges

Bártfai Zoltán vizsgálta a mezőgazdaság automatizálásnak lehetőségeit és megállapította, hogy az iparban lejátszódó folyamatok, technológiai fejlesztések a mezőgazdaság automatizálására is kedvező hatással vannak. A mezőgazdasági szektornak azonban számos olyan sajátossága van, amelyek önmagukban is szükségessé teszik a modernizációt, a precíziós technológiák alkalmazását, akár a termelés robotizálását is (Z. Bártfai 2021).

A technológia jelenlegi állása szerint lehetséges a teljesen önálló működés a szántóföldi munkák során is, a felügyeletet a kezelő okostelefonjára telepített alkalmazás segítségével lehet biztosítani. Az Európai Unió jelenlegi biztonsági előírásai meg nem engedélyezik a kezelő nélküli mozgást a szántóföldi munkák során, de a technológia kipróbálása folyamatban van, ilyen traktorok működnek már az Egyesült Államokban a John Deere traktorgyára közelében.



3. ábra Robotizált John Deere traktor táblavégi forduló közben; <https://ces2022.deere.com/media>

A traktorokban alkalmazott technológia részletes bemutatását a „3. A szántóföldi precíziós gazdálkodás eszközrendszere” fejezetben végzem el.

2.5 Szántóföldi precíziós növénytermesztés

A szántóföldi precíziós növénytermesztés a helyspecifikus gazdálkodási módok közül a legszélesebb körben ismert és használt gazdálkodási forma.

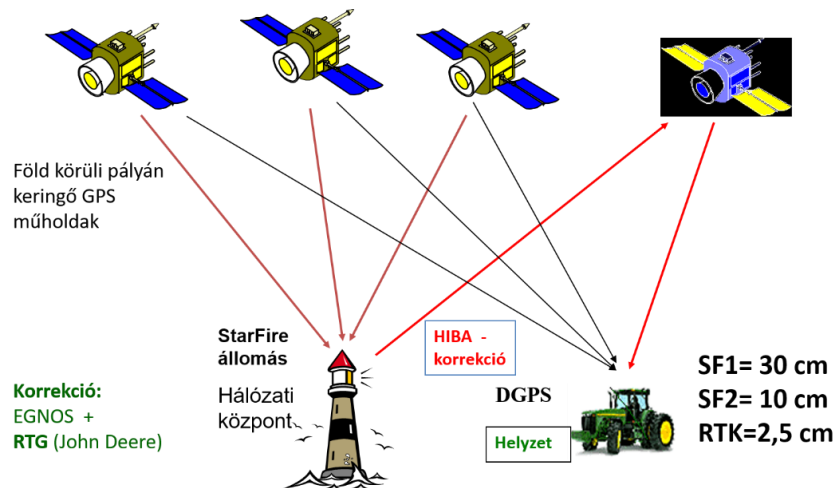
A Nemzetközi Precíziós Gazdálkodási szervezet (ISPA) definíciója alapján: „A precíziós mezőgazdaság egy olyan menedzsment stratégia, amely széles körű technológiai megoldásokat használ, hogy adatokat gyűjtsön, dolgozzon fel és elemezzen annak érdekében, hogy olyan célzott beavatkozásokat végezzen, amelyek a mezőgazdasági műveletek hatékonyságát, produktivitását és a fenntarthatóságot növelik” (Milics Gábor 2020).

A precíziós gazdálkodás fogalmaként a termelést hatékonyabbá tevő műszaki, informatikai, információs és termesztéstechnológiai alkalmazások együttműködését határozhatjuk meg. Ezek pontosan mért, észlelt információk segítségével elvégzett agrotechnikai műveletek, gyakran automatikus működtetésű gépekkel (Mészáros 2022).

2.6 Térinformatika

Műholdas helyzetmeghatározás alkalmazása a precíziós szántóföldi termesztésben elengedhetetlenné vált. Műholdas helyzetmeghatározó rendszerek, GNSS (Global Navigation Satellite System) a következő jellemzőkkel rendelkeznek:

- navigációra és időmeghatározásra alkalmas műholdak segítségével, mint
- GPS (USA), GLONASS (Oroszország), GALILEO (Európai Unió), BEIDOU és COMPASS (Kína), meghatározzuk a gépcsoport pozícióját.
- A hazai gyakorlatban először a GPS rendszer terjedt el, mivel ez a rendszer kínált először használható megoldást.



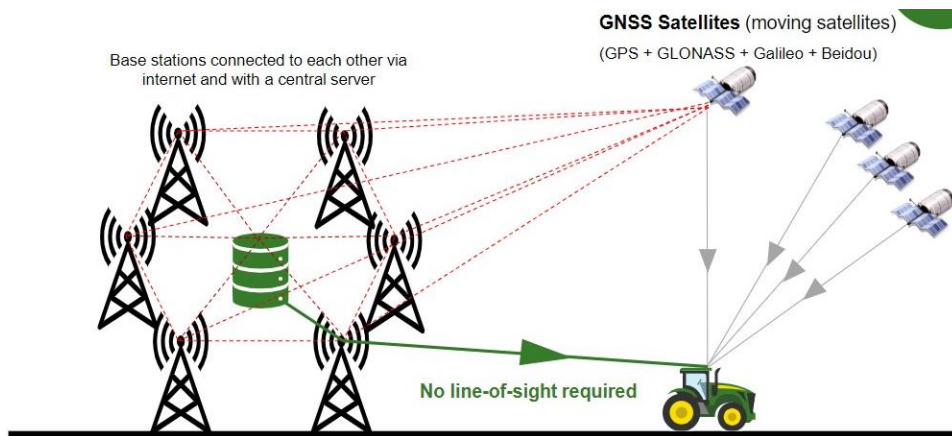
4. ábra A műholdas helyzetmeghatározás elve; Bártfai Z.: Robotok a mezőgazdaságban (2021)

GPS (Global Positioning System) az Egyesült Államok által felbocsátott műholdak által sugárzott időjel vevőtől való távolságából adódó észlelési különbségeket használja fel:

- 24 db Föld körüli pályán keringő műhold képezi a hálózatot,
- azonos pontos időt és a saját pozíciójukat sugározzák,
- legalább 4 műhold egyidejű érzékelése szükséges a térbeli adatok meghatározásához,
- földi korrekciós állomás (bázis-, permanens-, referencia állomás gnss.hu) RTK szükséges a polgári felhasználásoknál a jel pontosítására (Z. Bártfai 2021)

2.6.1 Hogyan működik?

A működési elv - nagyon leegyszerűsítve - a következő: a föld körül keringő műholdak által kibocsátott jel - többek között - tartalmazza a kibocsátás pontos időpontját is. A vevőkészülék kiszámolja mennyi ideig tartott, amíg a jel eljutott a műholdtól a vevőkészülékig. A terjedési sebesség ismert, így ki tudjuk számolni a megtett út hosszát. Ha három ismert ponttól (műholdak) meg tudom mérni a távolságomat, akkor a pozíció már meghatározható. Egy negyedik műhold jele lehetővé teszi a magassági értékek meghatározását is. Mivel a Föld körül számos műhold szolgáltat jelet, így biztosítható, hogy minden időpillanatban legalább három látható mindenhol.



5. ábra RTK hálózat kialakítása; John Deere Machine and implement guidance, Value Selling Guide 2023

A méréseket különböző hibák terhelik, a helymeghatározás így elérhető pontossága 1 métertől néhány méterig terjedhet, ami nekünk nem elegendő. A helymeghatározás pontossága különböző kiegészítő jelekkel növelhető. A föld felszínén elhelyezett bázisállomások ugyanúgy meghatározzák a műholdak segítségével a pozíciójukat, mint a vevőkészülékek és a mért, valamint a pontos adat eltéréséből számított korrekciós jelet eljuttatják a vevőkészülékekhez, amelyek ezt felhasználva korrigálják a mért eredményeket. Ha egy műholdról érkező korrekciós jelet, az az ingyenes EGNOS jelet vagy a John Deere StarFire korrekciós jeleit (SF1, SF2 és SF3) használjuk, a helymeghatározás így elérhető pontossága 3 cm-től néhány 10 cm-ig terjed, azonban az időbeni megismételhetőség korlátozott.

2.6.2 Mi az RTK?

Egy másik módszer a korrekciós jel vevőkészülékhez való eljuttatására, ha valamilyen föld felszíni adattovábbítási módot választunk. Ilyen lehet például a mobil adatkommunikáció vagy az ultrarövid hullámú rádióadók. Ezekben az esetekben, mivel a bázisállomások közel helyezkednek el a vevőkészülékhez az elérhető pontosság is nagyobb és a megismételhetőség is időben korlátlan. Ez az RTK korrekciós jel, (Real-Time Kinematic positioning – valós idejű helymeghatározás). Tehát, ha RTK korrekciós jelet használunk, három jel vétele szükséges a vevőkészülékeken. Ha ezek közül bármelyik hiányzik, nem lehetséges RTK pontosságú helymeghatározás. A KITE Zrt. 2010-ben egy országos RTK rendszer kiépítését kezdte meg, melynek segítségével a felhasználóknak megfelelő RTK jelhez juthatnak. A hálózat 129 bázisállomásból és 339 ismétlő állomásból épül fel. A +/-2cm pontosságú korrekciós jel vételével időben bármikor megismételhetők a kívánt nyomvonalak a szükséges munkaműveletekhez (KITE Zrt 2022).

2.6.3 Műholdas távérzékelés

A táblán belüli hozamarányok különbözőek – ez ismert széles körben. Ennek ellenére nagyon elterjedt még mindig a táblán belüli egyenletes műtrágya kijuttatás. Emiatt a táblán belül az alacsony hozamú területeken túlzott műtrágya kijuttatás jelentkezhet. Ennek következménye a magas költség mellett, mivel nagy mennyiségű drága hatóanyagot juttatunk ki, emelkedik a nitrát terhelés, ha a növény nem képes az alacsony hozamú területeken felvenni a kijuttatott műtrágya mennyiségét. Ezzel a környezetet is feleslegesen terheli. Másrészt előfordulhat, hogy a magashozamú területeken egyes növények ellátatlanul maradnak és a hozam képességüket nem tudják kihasználni.

A részterület specifikus gazdálkodás szerepe éppen itt jelenik meg: Ahhoz, hogy a műtrágyákat és egyéb segédanyagokat pontosan a ténylegesen szükséges helyre juttassuk ki, a gazdálkodók a saját Know-how-jukat növény érzékelők adataival egészíthetik ki és az állományt optimalizálhatják. Éppen az emelkedő műtrágyaárak idején lehet jelentős költséget megtakarítani (Profi 2022).

Azokat az adatgyűjtési és -feldolgozási eljárásokat értjük távérzékelés alatt, melynek során tárgyakról, területekről és hatásokról, különböző módszerekkel, eszközökkel és távolságból, azok érintése nélkül gyűjtünk és rögzítünk adatokat. A távérzékelés fogalma kiterjed az adatok feldolgozási folyamatára is, amellyel azokat feldolgozzuk, ilyen módon nyerve az adatokból információkat. A számunkra fontos, teljes elektromágneses spektrumnak a távérzékelés szempontjából jelentős részét két fő tartományra, az optikai és a mikrohullámú tartományra oszthatjuk.

- Optikai távérzékelés, amely a látható tartományba eső fény hullámhosszát tartalmazza, így a 0,3 és 15 μ m közötti intervallumot optikai sávnak nevezzük.
- Mikrohullámú távérzékelés, ahol a mikrohullámú tartományon az 1mm és 1m közötti hullámhossz tartományt értjük (Csorba 2022).

Az érzékelés magassága szerint a precíziós mezőgazdasági termeléshez kapcsolódó távérzékelés szempontjából lényeges eszközök:

- Drónok vagy angol rövidítéssel UAV-k (Unmanned Aerial Vehicle – személyzet nélküli légi járművek). Általában 30 és 600 m közötti magasságig emelkednek.
- A multispektrális űrtávérzékelés és a radar távérzékelés leggyakrabban a műholdakat használja hordozóeszközként, amelyeket a pályájuk szempontjából két fő csoportra oszthatunk:
 - a) Földszinkron (geostacionárius) pályán a Földdel együtt keringenek. A Földhöz ugyanabban a pontban helyezkednek el, az Egyenlítő felett nagy, mintegy 36000 km-es magasságban.
 - b) Napszinkron (kvázipoláris vagy poláris) pályán keringenek. Ha a földközeli műholdpályák (magasságuk kisebb, mint 1000 km) esetében úgy választják meg a pályamagasságot, hogy a műhold egy adott hely fölött mindig azonos helyi idő szerint haladjon el, akkor a műhold pályáját napszinkronnak nevezzük (Csorba 2022).

Mivel a geostacionárius műhold mindig egy adott pont felett helyezkedik el, a sarkok közelében nagy a torzulás. A szántóföldi termelés szempontjából használhatóbbak a **poláris** pályán keringő műholdak:

- Landsat 8, amelyet az Egyesült Államokban az űrprogram polgári felhasználásra, a NASA kezdeményezésére az amerikai Institute of Geological Studies (USGS) és a Mezőgazdasági Minisztérium a 1960-as években indított el. Jelenleg a 8. műhold kering földkörüli pályán
- Sentinel 2A, 2B, az Európai Unió által alapított ESA (European Space Agency) műholdja, amely a látható fény és a közeli infravörös hullámhossz tartományában, összesen 13 sávban (színben) készítene felvételeket, elsősorban a szárazföldi területek vizsgálatát megelőzve. A család első tagja, a Sentinel 2A 2015 júniusában indult. A második, a 2B jelű 2016 vége előtt startolt. Poláris napszinkron pályáról 290 km széles felszíni sávokat térképeznek fel, 10 m-es felszíni felbontással (Csorba 2022).

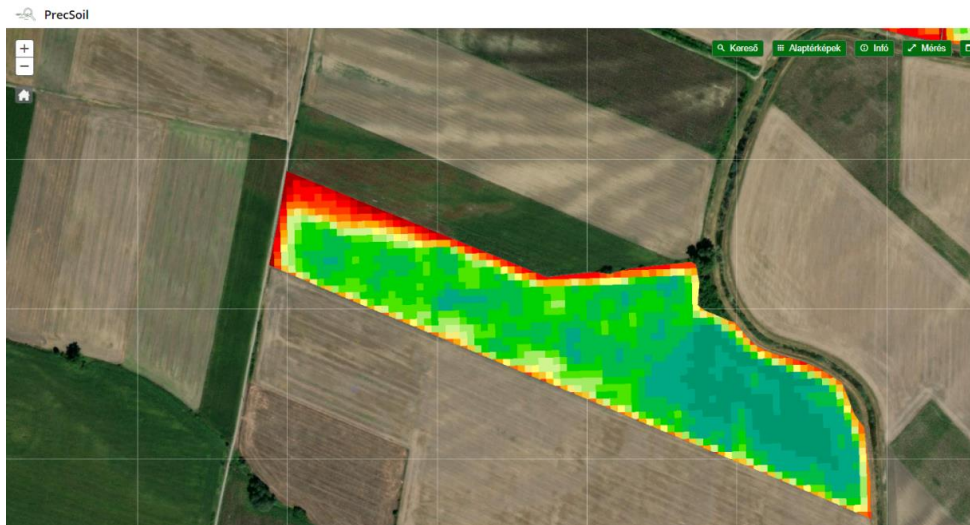
2.7 Adatok kiértékelése

Értékeléseink során az Európai Sentinel 2A és 2B műholdak információit használjuk. A műhold páros egyik tagja 5 naponként repül el felettünk és pásztázza le a területet. A műhold által rögzített hullámhosszok közül a vörös (RED) és az ún. közeli infravörös (NIR) tartományok értékeit használva képezünk egy mutató számot, az NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) indexet:

$$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED}$$

Ezzel meghatározhatók azok a területek, amelyek hasonló termesztési feltételeket biztosítanak. Majd kialakíthatók lesznek azonos feltételeket igénylő zónák, és azonos gépbeállítások is. A felvételek a műholdak működésének kezdete óta rendelkezésre állnak, kivéve, amikor felhővel fedett volt a vizsgálandó terület, mivel a felhőkön keresztül ezek a hullámhosszok nem hatolnak át. Így is megfelelő

menyiségű adatból lehet dolgozni, amely lehetővé teszi a vegetáció változásának meghatározását, ebből a természetés hatékonyságára következtethetünk.



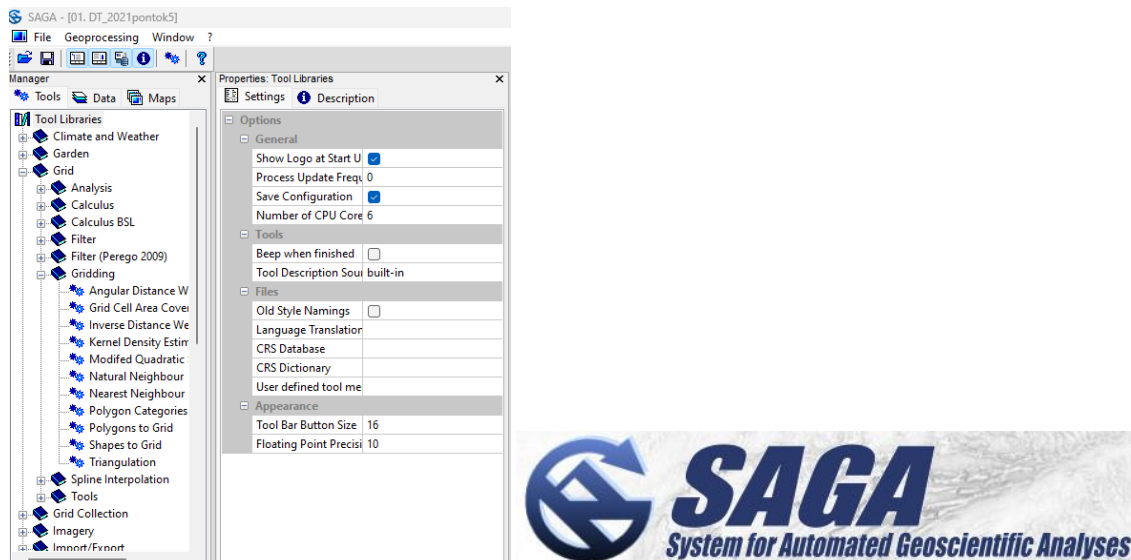
6. ábra Terméseredmények eloszlása az NDVI index alapján meghatározva; PGR KITE Precsoil 2023

Az így nyert adatok segítségével meghatározható a szántóföldi munkák során kijuttatandó input anyagok mennyisége, a munkát végző gépcsoport helyspecifikus beállítása is.

A műhold üzemeltetőjétől, az ESA European Space Agency, Copernicus Open Access Hub webfelületéről lehet egy regisztrációt követően a felvételeket letölteni.

(<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>).

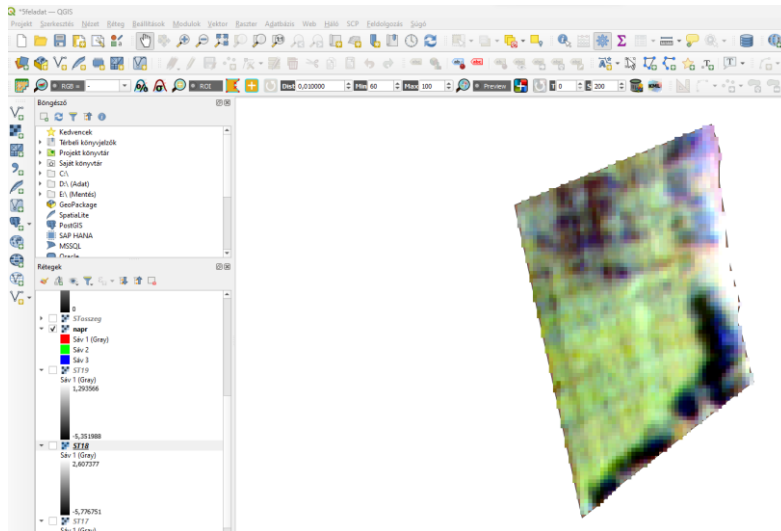
A letöltött anyagokat a SAGA-GIS (System for Geoscientific Analyses – Automatizált Geotudományos analízisek rendszer) programmal lehet kiértékelni és a QGIS Desktop térinformatikai program segítségével jeleníthető meg (Kocsis 2021).



7. ábra SAGA-GIS program matematikai modelljeinek részlete; SAGA-GIS szoftver 7.8.2

A talajvizsgálatok során GPS koordinátákkal együtt rögzített mérések értékét excel táblázat segítségével rendszerezhetjük. Ezt az adatbázist átkonvertálhatjuk a SAGA-GIS szoftver programba, ahol különböző matematikai algoritmusok állnak rendelkezésre az adatok feldolgozására.

A feldolgozott adatokat megjeleníthetjük a QGIS 3.22.12 szoftverben, ahol elmenthető az adat későbbi feldolgozásra. Lehetőség nyílik az egymást követő műholdas felvételek NDVI képeinek alapszínekhez, egy időpont a piroshoz, egy későbbi időpont a kékhez, egy harmadik időpont a zöldhöz történő illesztésére. Ez alapján kialakul egy színes kép, amelyet hamis színnek hívunk, mivel nem a természetes színeket jeleníti meg (Menyhárt 2022).



8. ábra QGIS szoftver munkafülete hamis színhasználatú NDVI kiértékeléssel; QGIS 3.22.12

Az adatok származhatnak:

- talajvizsgálatokból
- kijuttatási térképekből
- hozamadatokból stb. (Menyhárt 2022)

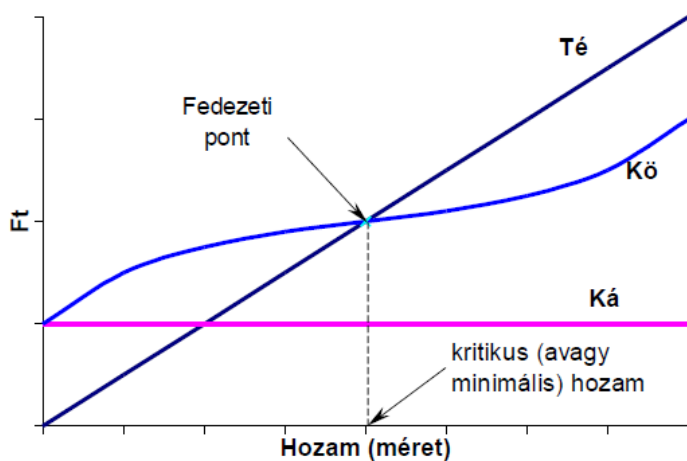
A feldolgozást felgyorsítja, ha olyan rendszerekkel dolgozunk, amelyek a fenti funkciókat integrálják és az alapadatok megadása után, a folyamatos adatfrissítéssel teljes képet kaphatunk a gazdálkodási folyamatról. Ezt a célt igyekszik megközelíteni a KITE Zrt saját fejlesztésű programcsomagja és webes felülete, a PGR.hu. Az erőgépre átvitelhez szükség van egy további programcsomagra is, esetünkben a MyJohnDeere-re is. Ezt a két csomagot a következő fő részben részletesen be fogom mutatni.

2.8 Gazdasági számítások

A kialakított adatbázishoz kapcsolódóan el kell végezni gazdasági számításokat is. A mezőgazdasági vállalatok tervezési folyamatai rendkívül bonyolult, összetett rendszert alkotnak. A vállalati alrendszerek térbeli és időbeli kapcsolatai, metszetei idézik ezt elő, ezek összehangolása jelentősen befolyásolja a vállalati eredményt. A tervezést nem lehet egyszeri alkalomnak tekinteni, permanens folyamatnak kell lennie (Kovács 2023).

A gazdasági tevékenység célja hosszú távon olyan bevétel biztosítása, amely a beruházás megtérülését eredményezi és emellett a kitűzött eredményt is biztosítja.

Költségfedezeti diagram.



9. ábra Költségfedezeti diagram; *Precíziós gazdálkodás szervezése és gazdaságtana előadás Gödöllő 2023*

Ahol:

K_a : Állandó költség [Ft]

T_e : Termelési érték [Ft]

K_o : Termelési összköltség [Ft]

A fedezeti pontban a termelési érték megegyezik az összköltséggel. A cél a termelési tevékenység során, hogy meghaladjuk a fedezeti pontot, hasznot termeljünk (Kovács 2023).

A vállalkozások működésének gazdasági számításait lehetővé teszi a NAIK Mezőgazdasági Gépesítési Intézet munkatársai által összeállított mezőgazdasági gépi munkák költsége táblázatos szerkesztésben. Ezzel a kisebb méretű gazdaságok megtérülési számai is meghatározhatók (Erdeiné 2020).

3 A szántóföldi precíziós gazdálkodás eszközszerrendszere

Ahhoz, hogy lehetőségünk nyíljon a szántóföldi precíziós gazdálkodásra, szükségünk van a feladat ellátására funkcionálisan alkalmas műszaki berendezésekre (pl. erő-, és munkagépekre, ezekből képzett gépcsoportokra, a termelési technológia megvalósítására alkalmas összetett gépszerrendszere), valamint megfelelő információs-, és kommunikációs rendszerre pl. a helymeghatározást biztosító jelforrásokra és az információkat összehangoló programokra, termelést támogató pénzügyi, ügyviteli és térképezést lehetővé tevő programokra.

Dolgozatomban a John Deere különböző 6R típusú traktoraira épülő gépkapcsolatokat vizsgálom, amely rendelkezik a precíziós szántóföldi gazdálkodáshoz szükséges berendezésekkel. Ezek a berendezések a „Mezőgazdaság digitális átállásához kapcsolódó precíziós fejlesztések támogatása” program keretében kerültek a gazdálkodókhoz. A precíziós művelésre azzal válnak alkalmassá, hogy a következő kiegészítő funkciókkal is rendelkeznek:

- A helymeghatározáshoz szükséges műholdas jel szolgáltatója és pontosságot biztosító RTK jel sugárzója a John Deere cég és a KITE Zrt
- A feldolgozást a KITE Zrt PRG, valamint a John Deere Operation Center programcsomagja biztosítja.
- A teljes technológia használatához szükség van precíziós tapasztalatokkal rendelkező szakmérnökökre is, akik ezt az információt rendezni és a partnerek számára hasznosítható módon biztosítani tudja.

3.1 A vizsgálatba bevont 6R traktorok ismertetése

A John Deere cég közép-univerzális traktorcsaládja több különböző méretű, jellemzően az alváz és ezzel a tengelytáv méretében különböző modellekből áll. A vizsgálataimba bevont gépeket táblázatban mutatom be (John Deere Werke Mannheim 2022). A dolgozatomban vizsgált gazdálkodók által használt traktorokat az „1. táblázat Vizsgált 6R traktorok adatait” mutatja.



10. ábra John Deere 6R sorozatú traktorok; John Deere Collective weboldal 2023

A vizsgált traktorok 6 hengeres, 6,8 l henger űrtartalmú vagy 4 hengeres 4,5 l-es hengerűrtartalmú motorral rendelkeznek. A hatályos környezetvédelmi szabályoknak megfelelően minden motor alulmúlja az Európai Unió Stage V károsanyag előírásainak határértékeit. A traktorok paramétereit az **Hiba! A hivatkozási forrás nem található..** táblázat mutatja.

| Típus | JD 6130R | JD6155R | JD 6175R | JD 6215R |
|--------------------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|
| <i>Motor típus</i> | 6045HL555 | 6068HL555 | 6068HL557 | 6068HL557 |
| <i>Motor névleges teljesítménye</i> | 96 kW (130 Le) | 114 kW (155 Le) | 129 kW (175 le) | 158 kW (215 Le) |
| <i>Motor maximális teljesítménye</i> | 105 kW (143Le) | 125 kW (171 Le) | 142 kW (193 Le) | 174 kW (237 Le) |
| <i>Váltó típusa</i> | AutoPowr, fokozatmentes | AutoQuad 20/20 fokozat | DirectDrive 24/8 fokozatú | DirectDrive 24/8 fokozatú |
| <i>Tengelytáv</i> | 2580 mm | 2765 mm | 2800 mm | 2800 mm |
| <i>Saját tömeg</i> | 5900 kg | 6630 kg | 7810 kg | 7810 kg |
| <i>Megengedett tömeg</i> | 9950 kg | 11750 kg | 12700 kg | 13450 kg |

1. táblázat Vizsgált 6R traktorok adatai; (John Deere Werke Mannheim 2022)

A vállalkozások a gépbeszerzések során a traktor várható felhasználási profiljától függően a John Deere traktor sorozat modelljeit különböző kialakítású nyomaték váltóval rendelhetik meg:

- PowerQuad, AutoQuad és CommnadQuad váltó, amely 4 fokozat terhelés alatt kapcsolható főegységéből, valamint 5 tartományból álló szorzóváltó kapcsolatából épül fel a 20 fokozat. Három változatban létezik, különböző mértékű automatikus fokozatváltást valósít meg a gyár, azonban mechanikus felépítésük nagyon hasonló.
- DirecDrive váltó, amely ún. duplakuplungos váltó 8 terhelés alatt kapcsolható mechanikus fokozatból és 3 tartományból álló szorzóváltó egységéből jön létre a 24 előre fokozat. A váltó kapcsolása teljesen automatizálható.
- AoutoPowr, vagy IVT váltó, amely fokozatmentes haladási sebesség kiválasztását teszi lehetővé 50 m/óra és 50 km/óra között. Eközben nem mechanikus fokozatok kapcsolásával oldja meg az áttétel változását, hanem egy-egy mechanikus és hidrosztatikus hajtási egység vezérlésével biztosítja az összhangot és így a kívánt haladási sebességet.

A precíziós gazdálkodásban használt traktorok természetesen különböző kiegészítő berendezésekkel rendelkeznek, amelyek lehetővé teszik a pontos helyzet meghatározását, a munkagép működésének vezérlését és a gépkapcsolat mozgásának koordinálását.

- Helymeghatározáshoz szükséges jel és annak fogadása
- A munkagép működtetése és vezérlése a pillanatnyi helyzet igényeinek megfelelően
- Az erőgép-munkagép kapcsolat mozgásának vezérlése

3.2 Helymeghatározáshoz szükséges jel

A traktor szántóföldi mozgását a munkavégzés során folyamatosan követni kell tudni, hogy minden pillanatban lehetőség nyíljon a pontos földrajzi helyhez (koordinátához) tartozó beállítások, kijuttatási értékek használatára.

A precíziós működéshez a traktor felszerelésének része a műholdas jelet érzékelni és hasznosítani tudó antenna. Ez a vizsgált traktor esetében a John Deere termékeként forgalmazott Starfire 7000 antenna (11. ábra). Az egység képes különböző műholdrendszerek jelét használni a helymeghatározáshoz, attól függően, hogy melyik a pillanatnyilag a legjobban érzékelhető. Az antenna képes használni a GPS (Egyesült Államok), GLONASS (Oroszország), Galileo (Európai Unió), BeiDou vagy COMPASS (Kína) helymeghatározó műholdak jeleit is.



11. ábra John Deere Starfire 7000 antenna; (John Deere International 2023)

Az antenna lehetőséget nyújt különböző pontosságú precíziós munkavégzésre, attól függően, hogy milyen kiegészítőkkal, ill. engedélyező kóddal rendelte meg a felhasználó.

Eszerint lehetőség nyílik:

- SF1 +/- 15 cm-es pontosság
- SF3 jel +/- 3 cm-es pontosság, 9 hónapig visszatérhet azonos helyzetbe
- valamint Kiegészítő RTK modem felszerelésére is, amely +/- 2,5 cm-es pontosságú, korlátlan ismételhetséggel.
- Az antenna rendelkezik billenés kompenzáló modullal is (TCM), amely lehetővé teszi a domborzati viszonyok pontosabb figyelembevételét a traktor mozgása alapján is.

Az RTK a Real Time Kinetik angol kifejezés rövidítése. Segítségével lehetőség nyílik a pontatlanabb műholdas jelek helyi pontosítására. A vizsgált traktoron RTK modemmel kiegészített Starfire 7000-es antenna volt felszerelve (12. ábra).



12. ábra John Deere Starfire 7000 RTK vevő egységgel; (John Deere International 2023)

Az RTK jelforrás különböző lehet, RTK állomásról, Mobil RTK jelként.

- SF-RTK: +/- 2,5 cm-es pontosság és 5 éves ismételhetség
- RTK: Bázisállomás vagy Mobil RTK, RTK Extend kiterjesztéssel – 14 nap

3.3 A munkagép működtetése

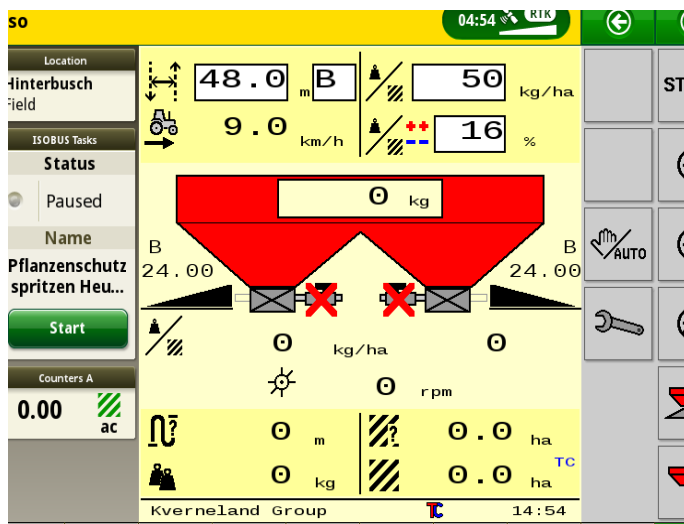


13. ábra John Deere precíziós rendszere; (John Deere International 2023)

A precíziós mezőgazdaságban használt gépkapcsolatok működtetéséhez olyan elektronikai és hidraulikus kapcsolatra van szükség, amely lehetővé teszi a munkagép precíz vezérlését (13. ábra). Ez lehetővé teszi a gépkapcsolat pontos helyzetéhez a gazdálkodást támogató számítógépes programok, pl. KITE PGR vagy My John Deere, által kalkulált működési paraméterek folyamatos követését.

3.3.1 Elektronikus működtetés

A különböző gyártók munkagépeivel összhangban kell dolgozni az erőgépeknek. A kezdeti kommunikációs problémák áthidalására létrehozták a jelentős mezőgazdasági gépgyártók az ún. ISOBUS szabványt. Az ISOBUS szabványt követő berendezések összekapcsolhatók egymással és végrehajtják a beállítások módosítását az utasításoknak megfelelően. Így például egy szántóföldi vontatott permetező képes változtatni a kijuttatott permetlé mennyiségén, szakaszolni tudja az igények szerint a kijuttatást, tehát nem juttat permetlevet a nem kívánt helyekre, valamint a domborzati viszonyokat le tudja követni a 3.2. fejezetben ismertetett billenés kompenzációs modul információját felhasználva.



14. ábra Munkagép működtetés ISOBUS kijelzéssel John Deere GEN4 kijelzőn; John Deere Tech overview 6R Stage IV/FT4; CSP-34-SE2AL018

Az ISOBUS szabvány működőképességét az AEF szervezet tartja naprakészen, akik ellenőrzik, hogy az összekapcsolt gépek valóban úgy működnek, ahogy a felhasználó szeretné. Ehhez a szervezet meghatározott néhány funkciót, ami alapján eldöntheti a felhasználó, hogy melyik a számára megfelelő munkagép:

- Univerzális terminál – UT – lehetővé teszi különböző gyártók eszközeinek adatcseréjét, együttműködését

- Traktor ECU – TECU – ez biztosítja a traktor működési paramétereinek továbbítását, pl. haladási sebesség, TLT fordulatszám
- Joystick – AUX-N – lehetővé teszi a szabványnak megfelelő, de más gyártótól származó munkagépek vezérlését is
- Dokumentáció – TC-BAS dokumentálja a munkavégzés során keletkező alap adatokat: kijuttatott mennyiség, felhasznált anyagok
- Dokumentáció – TC-GEO dokumentálja a munkavégzés során keletkező helyspecifikus adatokat, az adott helyhez tartozó dózisokat, összetételt is
- Szakaszvezérlés – TC-SC a munkagép részeinek ki- és bekapcsolását tudja vezérelni az átfedések megszüntetésére és a szomszéd táblák szükségtelen művelésének elkerülésére

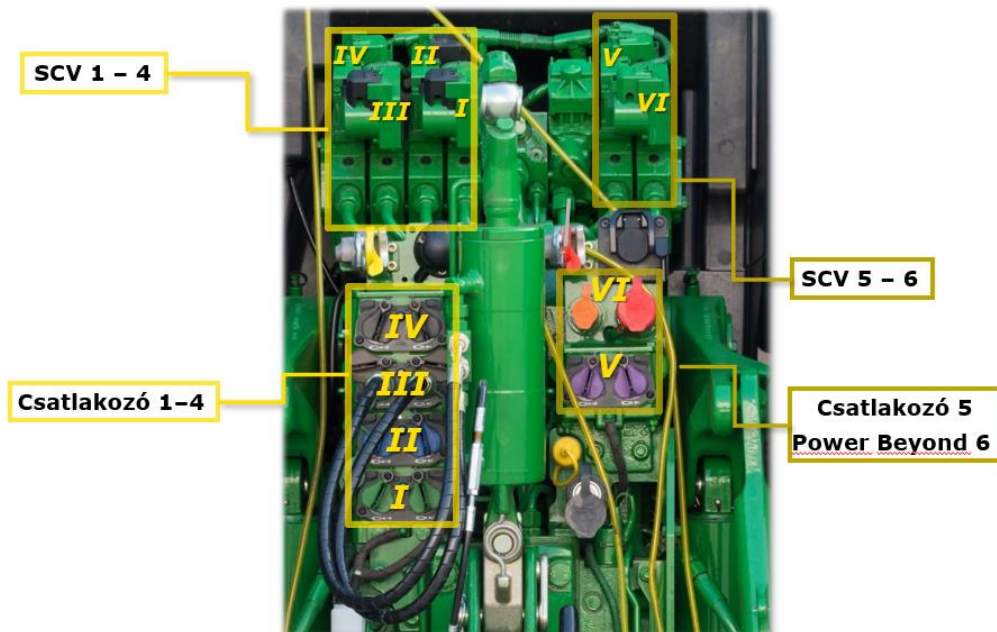


15. ábra ISOBUS TC-SC szakaszolás funkció alkalmazása kukorica állomány vetésekor (Mészáros, 2022)

3.3.2 Hidraulikus működtetés

A munkagépek a jelenleg használatos kivitelükben működhetnek hidraulikusan vagy elektrohidraulikusan.

A traktor kezelőeszközeivel szabályozott kihelyezett hidraulikus csatlakozásokon átvezetett olajjal. Ezek az egységek lehetnek mechanikus vagy elektronikus működtetésűek. Az egységek rövid elnevezése M-SCV, ill. E-SCV. A precíziós rendszerekben az elektronikus vezérléssel működtetett egységek jöhetnek szóba, mivel ezeknél beszélhetünk folyamatos szabályzási lehetőségről és ezzel automatizálási képességekről.



16. ábra John Deere 6155R traktor hidraulikus csatlakozásai – JD Tech overview 6R Stage IV-V/FT4; CSP-34-SE2AL018

Lehetőség van ún. Power Beyond csatlakozások használatára is, amikor a traktor csak a szükséges olajmennyiséget biztosítja a munkagépnek, amely rendelkezik saját hidraulikus vezérlő egységgel. A Power Beyond egység 3 csatlakozással rendelkezik:

- Nyomóág (piros)
- Visszafolyó ág (fekete)
- Terhelés érzékelő ág (Load Sense – LS) a szivattyú vezérléséhez (narancs)

Ez a saját hidraulikus vezérlő egység összekapcsolható a korábban, az Elektronikus működtetés fejezetben bemutatott ISOBUS rendszerű elektronikus vezérléssel is. Ez a rendszer különösen alkalmas a precíziós működtetés során szükséges automatizálás és helyspecifikus vezérlés kivitelezésére.

Egyes esetekben forgó mozgást teljesítmény leadó tengely segítségével – TLT biztosítjuk, amely a kiválasztott traktoron, John Deere 6R, elektro-hidraulikus működtetésű, így ennek ki-bekapcsolása, fordulatszám szabályzása teljesen automatizálható, így részét képezheti a precíziós munkagép vezérlő rendszernek.

Az előzőkben bemutatott funkciókat közösen működtetni tudja egy táblavégi fordulók automatizálását lehetővé tevő, a traktor felszerelését képező vezérlőprogram, az AutoTrac Turn Automation. Ez kiegészülve a traktor egyéb funkcióinak automatizálásával, mint a sebességváltás, haladási sebesség differenciálzás és elsőkerék hajtás ki-bekapcsolása stb., biztosítja a precíziós működtetés technikai alapjait.

3.4 Precíziós berendezések

A traktor precíziós gazdálkodásra alkalmasságát meghatározzák:

- a helymeghatározást és beavatkozást lehetővé tevő részegységek
- a részegységek működését befolyásoló vezérlőprogramok a traktoron
- az információt feldolgozó, az asztali számítógépen található kiértékelő programok
- 1-click-autosetup

3.4.1 A precíziós működés eszközei

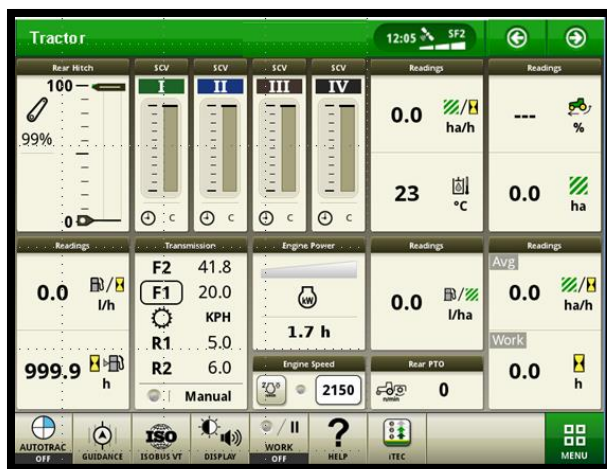
Korábban bemutattam a Helymeghatározáshoz szükséges jel fejezetben a Starfire 7000 műholdvevő antennát, így ebben a fejezetben az ezt kiegészítő részegységeket mutatom be.

A működés követését lehetővé teszi a John Deere saját tervezésű, a traktor felszerelését képező az ún. GEN 4, 4. generációs színes kijelző, a 4600-as kijelző.



17. ábra John Deere 4600-as kijelző; JD Tech overview – 6R Stage IV/FT4; CSP-34-SE2AL018

Technikailag két egységből áll, a processzorból, az IPVS – Integrated Premium Vehicle Server elnevezésű központi egységből és a 4600-as 10,0"-os érintőképernyős kijelzőből áll. A kijelző összekapcsolható egy azonos nagyságú kiegészítő egységgel is, így párhuzamosan több funkció követhető egyszerre, mint a gép működési paraméterei, beállítási értékei, táblán elfoglalt pozíciója.



18. ábra A John Deere 4600-as kijelző induló oldala; JD Tech overview – 6R Stage IV/FT4; CSP-34-SE2AL018

Ez a megjelenítő egység alkalmas ISOBUS kommunikációra alkalmas munkagépek információinak megjelenítésére is, amelyet az 14. ábra mutat. Ezen a kijelzőn jeleníthető meg a műhold és az RTK jel alapján meghatározott pillanatnyi pozíció is, így csökkenthető a kezelő közelében elhelyezendő megjelenítő eszközök száma.

A működtetéshez feltétlenül szükséges egy a kezelő utasításait végrehajtani képes beavatkozó egység, amely a korábban bemutatott elektro-hidraulikus működtetőelemeket vezérelni tudja. Két fő csoportot nevezhetők meg, amely alkalmas a működtetésre:

- Jobb oldali modul vagy könyöktámasz billenőkapcsolókkal vagy nyomógombokkal. Ezek elektronikai rendszeren keresztül tudják a kezelő kívánságát a munkagép felé közvetíteni



19. ábra John Deere 6R traktor jobb oldali konzol kialakítással; JD 6R traktor áttekintés CSP-34-SE2AL006



20. ábra John Deere traktor CommandArm könyöktámasszal joystick kezelőelemekkel is kettős kijelzővel; JD 6R traktor áttekintés CSP-34-SE2AL006

- Másik és talán ergonomikusabb megoldás az elektronikus joystick 9 ill. 12 különböző funkció kezelésére (20. és 21. ábra).



21. ábra John Deere elektronikus joystick kéz érzékelő funkcióval; JD New 6R advanced training

A működés elengedhetetlen feltétele a korábban a „

Hidraulikus működtetés” fejezetben ismertetett elektro-hidraulikus egységek felszerelése a traktorra. Ez az eszköz lehetővé teszi egy kézzel több funkció egyidejű működtetését, anélkül, hogy át kellene fogni egy másik művelet végrehajtásához így gyorsítva a munkaeszköz kezelését. A következő funkciók a 21. ábra John Deere elektronikus joystick kéz érzékelő funkcióval; JD New 6R advanced training egységre vonatkoznak:

- A joystick előre-hátra, ill. jobbra-balra mozgatásával egy-egy részfeladatot vezérelhet a kezelő. Egy vontatott permetező esetén ezzel a permetező keret emelése-süllyesztése, ill. billentése megoldható.
- A kar elején található billenő kapcsoló lehetővé teszi a permetező keret nyitását és zárását.
- A narancs színű billenő kapcsoló a traktor irányváltását teszi lehetővé, míg a mellette levő gombok a sebesség fokozatokat váltják.
- További gombok találhatóak a kar oldalán, amelyek elindíthatják a permetezést, vagy bekapcsolhatnak egyéb funkciókat is.

Ez a joystick kiválóan alkalmazható ISOBUS rendszerben működtetett munkagépek vezérlésére is. Megfelel az ISOBUS AUX-N előírásainak is, így működtethetők különböző gyártók munkagépei is.

3.4.2 Vezérlő programok a traktoron

Az eddigiekben bemutatott részegységek és berendezések használhatók kézi működtetéssel, amely fontos a munkagép beállítása, a gépkapcsolat összeállítása során. A precíziós szántóföldi művelés azonban akkor teljesebbé válik, ha a gép képességeit kihasználva automatizáljuk ezeket a funkciókat. Ezzel jelentős mértékben segítjük a monoton, ismétlődő, de nagy figyelmet igénylő feladatok hibátlan kivitelezését a kezelő részéről.



22. ábra Szántóföldi talajművelés helyspecifikus adatok felhasználásával; (Mészáros, 2022)

Adódik azonban a lehetőség, hogy rendelkezünk automatizálható erőgép-munkagép kapcsolattal, valamint a műholdas jel feldolgozásával ismerjük a gépkapcsolat pillanatnyi pontos elhelyezkedését is. Ezeket a funkciókat összekapcsolva a megfelelő vezérlő programok segítségével alkalmas eszközhöz jutunk a precíziós szántóföldi gazdálkodás kivitelezéséhez.

A programok vezérléséhez felhasznált információ részben a traktor GEN4 kijelző egységén állítható be, de lehetőség van a talajművelés irányítására használt irodában számítógépen előzetesen meghatározott nyomvonal, de a táblán a vizsgált traktorral együtt dolgozó gépek által meghatározott nyomvonal használatára is.

A dolgozatomban vizsgálatba vont John Deere 6R traktorok ehhez megfelelő vezérlő programokkal rendelkeznek:

- Automatikus kormányzás úgy a traktor esetében, mint a művelőutas gazdálkodásnál pl. a vontatott permetező kényszer kormányzásánál. Ez a rendszer alkalmas egyenes és görbe, pl. rétegvonal követő nyomvonal létrehozására.
- Automatikus táblavégi forduló kivitelezése, amelynek során a tábla körvonal koordinátáinak pontos ismeretében tervezhetők a táblavégi fordulók. Annak kezdete és vége pontosan

meghatározható és ismételhető, a traktor és a munkagép szükséges műveletei programozhatóak. Ilyenek a haladási sebesség, sebességfokozat módosítása, a munkagép kiemelése-munkahelyzetbe állítása, kormánykerék elfordítása, TLT és differenciálzár kikapcsolása, elsőkerék-hajtás ki- és bekapcsolása, a munkaszélesség által meghatározott nyomba pontos beállítás (akár a 2. vagy 3. nyomba), stb.



23. ábra Autotrac Turn Automation - automatikus táblavégi forduló (Mészáros 2022)

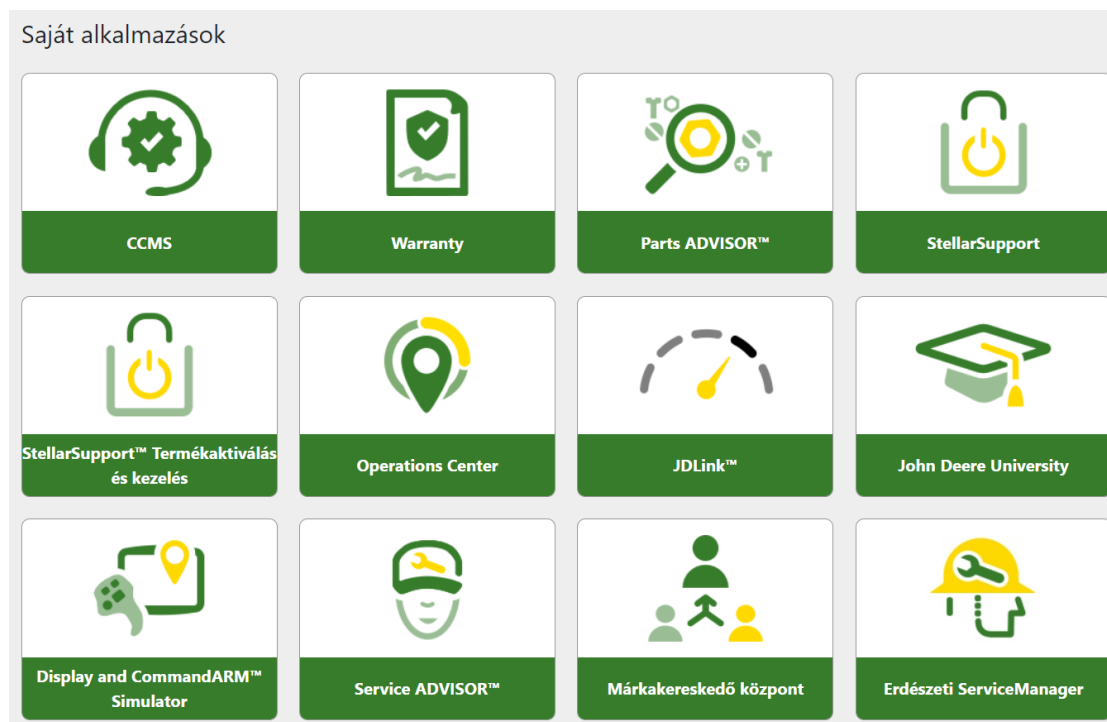
- Szakaszolt munkagépvezérlés lehetővé teszi a korábban bemutatott módon a permetezőgép, műtrágyaszórógép vagy a vetőgép stb. szakaszos működtetését az agronómiai elvárásoknak megfelelően.
- Változó mértékű kijuttatás figyelembe tudja venni a megelőző évek termelési, talajvizsgálati, időjárás és tapasztalati adatai alapján meghatározott költséghatékonysági számítások eredményeit. Ennek alapján módosíthatja a talaj elmunkálás, a vetés mélységét, a tőtávot, a szükséges műtrágya, növényvédőszer vagy öntözővíz mennyiségét az adott helyen.
- Munkagép vezetés lehetővé teszi a munkagép lejtő irányú elsodródásának megakadályozását, ill. az erőgép mozgásának olyan módosítását, amely kompenzálni tudja a munkagép elsodrását. Létezik passzív rendszer, amely csak az erőgép mozgásával kompenzál és aktív rendszer nagyobb lejtőszögeknél, amely a munkagépre elhelyezett kormányzott kerekek segítségét is igénybe veszi a korrigáláshoz.
- In-field data shearing –az egyidőben egy táblán belül elvégzett műveletek adatainak megosztása a táblán dolgozó gépek között. Ekkor a többi erőgép rendszere figyelembe veszi a már megmunkált sávokat, pontosan látszik, melyik gép mikor, mennyit dolgozott.
- Motoros gépek táblán belüli mozgásának összehangolása különösen betakarítás során lényeges, hogy a betakarító gépnek nem kell megszakítani a munkáját, ha menet közben tud üríteni. Ha a traktor-pótkocsi gépkapcsolat relatív mozgását a kombájn kezelője módosítani tudja, lehetőség nyílik a gyorsabb, veszteségmentes pótkocsi feltöltésre, amit a traktor vezetője nem tudna elvégezni, mert nem lát a pótkocsi rakterébe, a kombájn kezelője viszont igen.
- ISOBUS dokumentálás a fenti műveletek elvégzését lehetővé teszi, így a termény eladásakor hiteles igazolást lehet kiállítani az elvégzett munkaműveletekről, a felhasznált műtrágya mennyiségéről, a szükséges növényvédő szerekről stb., ezek az adatok helyspecifikusak, így a gazdálkodó is figyelembe tudja venni a következő termelési időszakok műveleteinek tervezése során (John Deere International 2023).

3.4.3 Adatokat kiértékelő programcsomag

A kialakított gépkapcsolat a meglévő elektro-hidraulikus működtetésével, ISOBUS rendszerű munkagép vezérlésével és a rendelkezésre álló vezérlő programok használata a precíziós szántóföldi művelésben akkor válik teljessé, ha a rendelkezésre álló információkat összegezzük, kiértékeljük és a tapasztalatokat felhasználva tervezzük meg a következő termelési ciklust.

Ehhez többféle célprogram használható. Egy John Deere traktor esetében adódik a lehetőség, hogy a MyJohnDeere programcsomagot és a KITE Zrt PGR programcsomagját használjuk.

A MyJohnDeere programcsomag foglalja össze azokat a tevékenységeket, amelyek a távérzékelési rendszeren keresztül értelmezhetőek. Ebben a felhasználó tevékenységétől függően különböző funkciók érhetők el.



24. ábra A MyJohnDeere weblap főoldala

Egyes ikonok a szerviz tevékenységét segítik, ilyen a CCMS – a gyártói kommunikáció felülete, Service- és Parts Advisor – szerviz dokumentáció és alkatrész katalógus, Warranty – jótállás, valamint a John Deere University – oktatási felület.

Más ikonok a termékaktiválást szolgálják, mint a StellarSupport – műholdas jelszolgáltatással kapcsolatos engedélyek és frissítések, Display és CommandARM Simulator – online kezelést oktató program, Márkakereskedői központ és Erdészeti Servicemanager – a kereskedői feladatok kezelésére.

A JDLink és az Operations Center két olyan felület, amely a precíziós szántóföldi munkák kezelését szolgálják. A JDLink egy régóta használt marketing elnevezés, amely az év végéig beolvad az Operations Center funkciói közé. Dolgozatomban a fenti funkciók közül az Operations Center működésének bemutatására térek ki. A fontosabb funkciók a következők:

- Irányítási vonalak
- Autotracc, valamint releváns munka- és erőgép eltolások
- Automatikus beállítás / Autotracc online
- Vezeték nélküli adatátvitel (WDT)
- Táblahatárok

- Ügyfél gazdaság és szántóföld
- Adattárolás
- Szántóföldi adatok megosztása, adatszere
- Csatlakozás más gyártók termékeihez is, nyílt platformok
- Adatkompatibilitás vegyes flották esetén
- Agronómiai jelentések
- Alapvető agronómiai terepadatok
- Terméklisták
- Munkatervező
- Navigáció Google map segítségével
- Terméshozam növelése
- Változó költség csökkentése

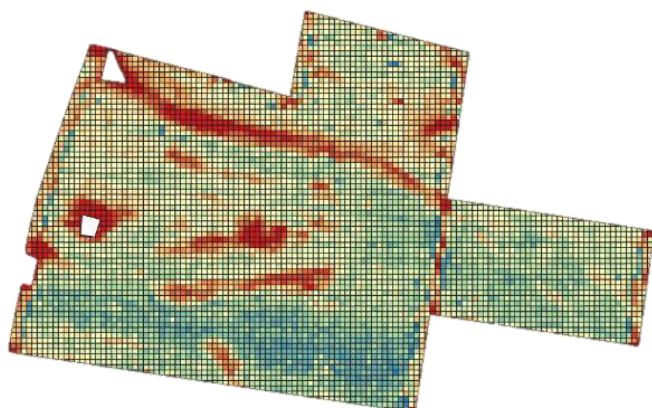


25. ábra Operations Center funkció csoportjai; JD Operations Center VSG 2022

A rendszer sokrétűsége nem teszi lehetővé, hogy minden funkcióval foglalkozunk. A funkciókat bemutató ábrákat az I. mellékletben helyeztem el. Ezután kiválasztottam azt a feladat csoportot, amelyik a szántóföldi precíziós termesztés gépesítéséhez szükséges és a dolgozatom témájához kapcsolódik:

1. Szükség van egy előzetes, a szezonális munkákat megelőző előkészítő tevékenységre.
 - A korábbi évek termesztési adataiból, tapasztalataiból, a műholdak által rendelkezésre bocsátott adatokkal, talajvizsgálati eredményekből, időjárás adatokból, a vetésforgó követelményeinek, ill. a támogatások feltételeként szabott kötelező előírások betartásából meg kell határozni a következő szezon növény termesztési arányokat. Ki kell jelölni az egyes művelésbe vont táblákon a termesztési kívánt növényfajtákat.
 - Költséghatékonysági számítások alapján meg kell határozni a vetőmag tőszámát, vetési paramétereit, szükséges pre- és postemergens műtrágyáit, az alkalmazott technológiai lépéseket.
 - Ki kell választani azokat a gépsorokat, amelyek a termesztés technológia során szóba jöhetnek, ill., amelyek rendelkezésre állnak. Milyen beruházásra vagy bérletre lehet még szükség ahhoz, hogy a kívánt időben végre hajthassuk a műveletet?
 - Figyelembe véve a MEPAR adatait és a gépek adottságait, létre kell hozni a táblahatárokat, a művelési irányokat, a vetésforgókat stb. A további hely hiánya miatt csak egy részét lehet a feladatoknak bemutatni, amelyeket el kell végezni. A megfelelően összeállított adatsor az alapja minden későbbi munkavégzésnek. A sorok iránya, a sortávolság, a táblán levő






akadályok fontos információk a már kikelt állományban végzett mechanikai vagy kémiai gyomirtás során, de még a betakarításkor is erre támaszkodva tudjuk irányítani a betakarító gépet.



26. ábra A MyJohnDeere rendszer által használt shape fájl; (Mészáros 2022)

- Ezekből kiindulva létre kell hozni az ún. Shape fájlokat (26. ábra), amelyek tartalmazzák a szükséges információkat a gép vezérléséhez. Az Operations center létre tudja hozni ezeket a vezérlő adatokat, majd lehetőség nyílik arra is, hogy ezeket a programcsomag továbbítsa a munka megkezdése előtt a művelet elvégző gépkapcsolat traktorára. Ez az adat továbbítás lehetséges:
 - USB adattárolóra történő adatmásolással és -átvitellel
 - Felhőkapcsolaton keresztül adatátvitellel

Adatok áthelyezése az Operations Centerbe X

| | | | | |
|---|---|---|--|---|
|  |  |  |  |  |
| Manuálisan a MyOperations™ alkalmazásba | Manuálisan USB-feltöltéssel | Vezeték nélkül a MyTransfer™ mobilalkalmazással | Automatikusan a JDLink™ Connect (WDT) használatával | Adatok az FMIS-ből |
| Minden gyártmány és modell | Nem JDLink™ gépek John Deere-kijelzők Harmadik felek kijelzői | Nem JDLink™ gépek John Deere-kijelzők Harmadik felek kijelzői | John Deere-kijelzők | ISOXML-adatok |

27. ábra Adatkezelés a John Deere Operations centerben; JD Operations center VSG

2. Az átvitt adatokat a kijelző processzorában levő memória egység tárolja, amely a megadott táblára érkezés után az előírásnak megfelelő arányban, sorkialakítással és irányban elvégzi a munkát. A művelet elengedhetetlen része a korábban bemutatott műholdas helymeghatározás, és lehetőleg ennek legpontosabb felhasználatának, az RTK-nak az alkalmazása. Az RTK jel teszi lehetővé az első művelet során meghatározott sor -irány, -távolság információinak ismételt felhasználását a későbbi műveletek során ± 2 cm pontosságu ismétléssel.
3. A munkavégzés során dokumentált adatokat, mint a kijuttatott mennyiség, felhasznált anyagok, pozíció adatok stb. ismét a traktor processzora tárolja, majd a munka elvégzése után ez az információ visszajuttatható a tervezés során használt számítógépre, az Operations center programba. Az adatátvitel módja visszafelé azonos, mint azt az 1. bekezdésben

bemutattam USB vagy felhő alapon. Ez egyrészt alapját képezi a szükséges dokumentálásnak, de fontos része a következő műveletek tervezésének is.

A fent felsorolt folyamat automatizálható, a már bevitt alapadatok ismételten felhasználhatók, így jelentősen gyorsul a tervezés.

A John Deere 6R sorozatú traktorai rendelkeznek egy új funkcióval, a 1-Click-Setup (egy kattintású beállítás) elnevezésű funkcióval. Ez a fenti bekezdésekben bemutatott, a tervezésben létrehozott Shape fájl traktorra juttatásában jelent előre lépést. Felhőalapú szolgáltatásként a gépkapcsolat megfelelő szántóföldi táblához eljutásakor a kezelő egy kattintással elindíthatja a beállítási adatok letöltését és a gépkapcsolat beállítását a diszpécser által megkívántak szerint. Így azonnal azokkal a paraméterekkel dolgozhat a munkagép, amelyeket szeretnénk az adott táblán használni.

A Magyarországon gazdálkodó vállalkozások munkáját segíti a KITE Zrt PGR – Precíziós Gazdálkodási Rendszer elnevezésű programcsomagja a következő funkciókkal:



28. ábra KITE PGR rendszer összefüggő funkciói; (Mészáros 2022)

- A rendszer gazdálkodó vállalkozás területét a MEGPAR és egyéb műholdas adatok segítségével pontosan beazonosítja. A Sentinel 2A/B műholdak adatait a kijelölt táblákra akár évekre visszamenőleg le tudja kérdezni, kiválogatva a használható, felhővel nem fedett felvételeket. A korábbi gazdasági időszakokra csoportosított képekből létre tudja hozni az NDVI képeket.
- A műholdas adatok kiértékelésével zónákat határoz meg a rendszer, majd kijelöli a zónákban a talajvizsgálatok pontos helyét.
- A régióban található meteorológiai állomások adatai segítségével meghatározza az öntözési időt és annak intenzitását, a szántóföldi műveletek idejét.
- A régió gazdálkodási, időjárési körülményeit jól ismerő szaktanácsadók a fenti adatok felhasználásával segítik a gazdálkodót a vetőmag, növényvédőszer, tápanyag utánpótlás akár zónánkénti kiválasztását és változó kijuttatás meghatározását. Ezzel kialakítható a táblánkénti hozamcél.
- A termelési ciklus végén a betakarítógép hozamtérképei segítségével teljessé válik az információ. A termény értékesítésével meghatározható az árbevétel. Ebből létrehozza a rendszer jövedelem pontos értékét zónánként. Így lehetővé téve ezzel a természet dokumentálását és a következő termelési ciklus precíziós művelésének előkészítését, tervezését (Mészáros 2022).

4 Precíziós szántóföldi termesztés értékelése partner kérdőív és PGR adatok segítségével

A korábban bemutatott MyJohnDeere és PGR rendszerekben partnerként részt vevő gazdálkodókat kerestem fel. Készítettem egy kérdőívet, amelynek kitöltésével gyűjtöttem össze a következő, a gazdálkodást bemutató tényezőket:

- Gazdálkodó neve, a terület elhelyezkedése
- A gazdálkodás területén az előző és az aktuális gazdálkodási ciklus vetemény eloszlása
- Milyen növénykultúra termesztésében tudja jól használni a precíziós technológiát?
- A precíziós fejlesztést megelőző gépállomány
- A precíziós pályázatban megvalósított gépberuházás
- Milyen funkciókat használ a precíziós szántóföldi gazdálkodás lehetőségei közül?
- Milyen eredményeket, előrelépést tud felmutatni a gazdálkodásban az új rendszer bevezetése után?

Az adatsorokat anonim módon kezelem, dolgozatomban csak a gépesítésre, eredményekre vonatkozó adatokat használom. A kérdőíveknek része egy kérdés, ahol a partner hozzájárulását kértem az adatok felhasználásához. A kérdőív egy példányát a II. mellékletben helyeztem el

A kérdőívet 6 szántóföldi gazdálkodást folytató vállalkozás képviselőjével, ill. vezetőjével töltettem ki. Megkaptam az engedélyüket, hogy az adataikat kiolvassam a KITE PGR programjából és az eredményeiket a MyJohnDeere programból felhasználjam.

A kiértékelt adatsorokból két partner egy-egy táblájának adatait használtam fel, a következőkben ezeket mutatom be.

4.1 John Deere 6130R traktor Bátaszéken

A gazdaság 100 ha-t művel 2023-ban a következő vetéseloszlásban:

- 40 ha búza
- 19 ha kukorica
- 12 ha ősziárpa
- 29 ha napraforgó

A pályázat célja az eddig használt MTZ 82 traktor, Gambetti 2000l-es permetező és Vaprol műtrágyaszóró kiváltása precíziós eszközökre. A gazdaság méretei és lehetőségei a gépkapcsolatok egy részének kiváltását tették lehetővé. Egy korábbi fejlesztésben már rendelkezik a gazdaság egy John Deere 6195R traktorral is, amellyel a talaj elmunkálást, lazítást, szántás és tárcsázást végzik el.

A pályázat keretében megvalósult beruházás:



29. ábra John Deere 6130R traktor a partner telepén; saját kép

- John Deere 6130R IVT traktor fokozatmentes váltóval
- John Deere 732i vontatott permetező 3200 l-es tartállyal, intelligens vezérléssel a precíziós gazdálkodáshoz



30. ábra John Deere M732i vontatott permetező a partner telepén; saját kép

- Rauch Axis H 30.2 műtrágyaszóró intelligens precíziós vezérléssel, súlymérési lehetőséggel



31. ábra Rauch Axis H 30.2 függesztett műtrágyaszóró a partner telepén; saját kép

A szántóföldi precíziós gazdálkodásban használt funkciók:

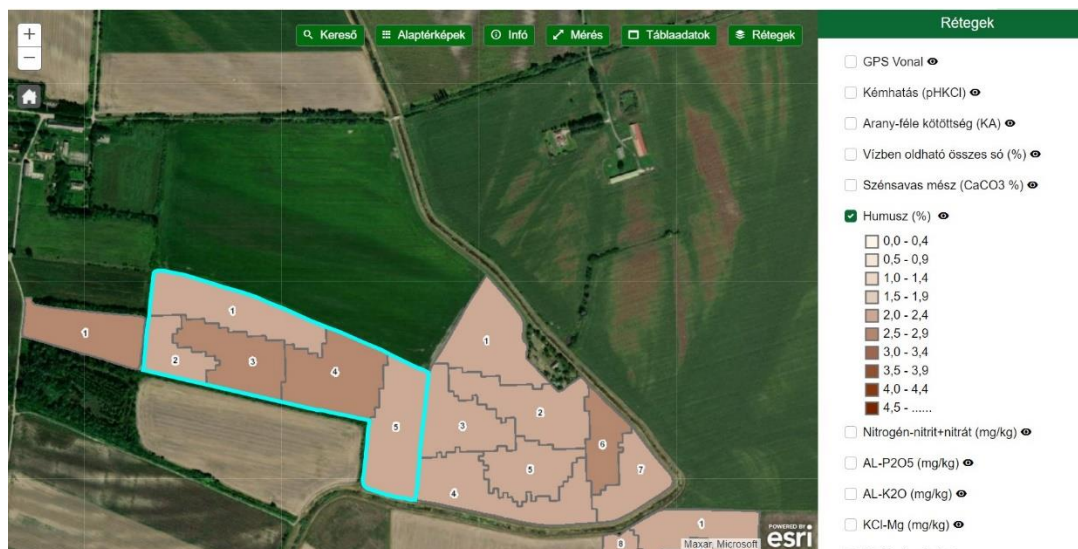
- Vetés során a sorelzárás, szakaszolás a szabálytalan táblák jobb kihasználása érdekében történt.
- A műtrágyaszórás során a KITE PGR rendszere által meghatározott zónák szerint történt.
- Sajnos az aratás során nem történt hozammérés, így csak az átlag érték változását látjuk. Kiértékelés az eredmények fejezetben következik.

A tábla területe 13 ha. A tábláról rendelkezésre állnak a talajállapotot mutató adatok, mint pl. az Arany-féle kötöttségi szám, humusztartalom, Nitrogén+nitrit+nitrát tartalom, amelyeket a következő ábrákon mutatok be:



32. ábra Arany-féle kötöttségi szám a vizsgált táblán; PGR 2023

A talajvizsgálat alapján a tábla egységes vályogtalajként értelmezhető. Ez nem indokol további zónakialakítást.



33. ábra Humusztartalom a vizsgált táblán; PGR 2023

A humusztartalom két tartományban értelmezhető, az 1., 2. és 5. zóna 1,5-1,9 % humusztartalmú, míg a 3. és 4. zóna magasabb, 2,0-2,4 % közötti humusztartalmú, összességében gyenge humusztartalom.



34. ábra Nitrogén+nitrit+nitrát eloszlás a vizsgált táblán; PGR 2023

Az 1. és 4. zóna Nitrogén+nitrát+nitrit tartalma magas 24 mg/kg felett tartalmaz, a 2. zóna 21-26 mg/kg-ot tartalmaz, a 3. zóna 18-20 mg/kg-ot tartalmaz, míg az 5. zóna 15-17 mg/kg-ot tartalmaz.

Hatóanyag szükséglet:

| Zóna | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
|------------|---------------|-------------------------------|------------------|
| | Dózis (kg/ha) | | |
| Táblaátlag | 130 | 56 | 152 |
| 1 | 136 | 56 | 151 |
| 2 | 129 | 54 | 142 |
| 3 | 126 | 58 | 156 |
| 4 | 126 | 58 | 156 |
| 5 | 134 | 56 | 149 |

2. táblázat Hatóanyag szükséglet Bátaszék; PGR 2023

A tervezett napraforgó állományba karbamid 46-ot szórt ki a gazdálkodó, átlag 300 kg/ha adagban. A PGR rendszerben először a korábbi évek és a fenti talajvizsgálatok adatait felhasználva elkészült a zónafelosztás alapján a műtrágya kijuttatási terv, a gazdálkodó célja az átlag fenntartása, de zónák kialakítása a terület lehetőségeinek kihasználásával:



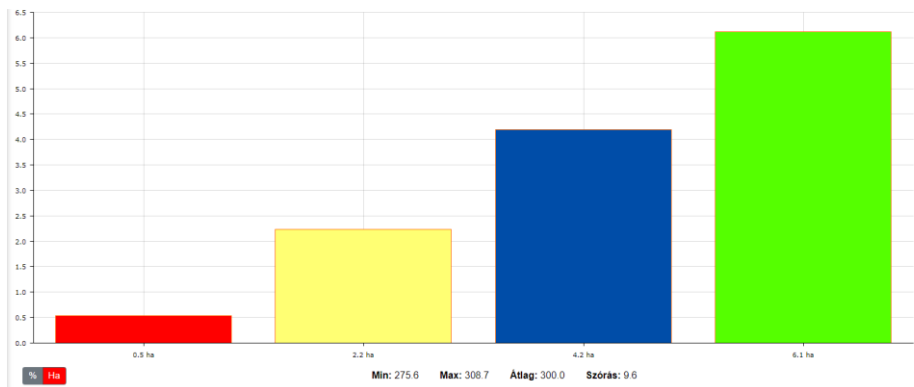
35. ábra Kukoricához karbamid 46 műtrágyaterv; PGR 2023

A tervezés során négy zónát különítettünk el egymástól:

| Zóna | Kijuttatott mennyiség [kg/ha] | Terület [ha] |
|-------|-------------------------------|--------------|
| piros | 275,6 | 0,5 |
| sárga | 286,6 | 2,2 |
| kék | 297,6 | 4,2 |
| zöld | 308,7 | 6,1 |
| Sum | | 13,0 |

3. táblázat Karbamid 46 eloszlás terv; PGR 2023

A tervezett műtrágya kijuttatás átlagos mennyisége így 300 kg/ha, a szórás 9,6 kg/ha lett.



36. ábra Karbamid eloszlás terv diagramos ábrázolása; PGR 2023

A fenti kijuttatástervből generált a rendszer egy RX Shape fájlt, amelyet a JD 6130R traktor vezérlő processzorába betöltött a kezelő és vezérelte a Rauch 30.2 műtrágyaszórót. A munkavégzés során a gép rögzítette a valós kijuttatás mennyiségét, mivel a műtrágyaszóró mérleggel felszerelt.



37. ábra Karbamid 46 megvalósult kijuttatás; MyJohnDeere 2023

A JD 6130R traktor a munkavégzés során a következő haladási sebességgel és terheléssel dolgozott:

| Megnevezés | Érték | Mértékegység |
|------------------|-------|--------------|
| Sebesség | 10,9 | km/h |
| Termelékenység | 16,4 | ha/ó |
| Munkaidő | 49 | perc |
| Üzemanyag | 0,9 | l/ha |
| Összes üzemanyag | 11,8 | l |

4. táblázat John Deere 6130R üzemelési adatai műtrágyaszórás közben; MyJohnDeere 2023

A műtrágyázást követően egy hónappal később elvetésre került a napraforgó. Ennek során kihasználta a partner a változó tőszám állítás lehetőségét. A cél 65000 kaszat/ha kijuttatása volt átlagosan, a módosításokkal 65300 kaszat/ha valósult meg. A következő ábra mutatja megvalósult vetést és a tőszám változását:



38. ábra Kukorica vetés tőszám változás alakulása; MyJohnDeere 2023

A JD 6130R traktor a munkavégzés során a következő haladási sebességgel és terheléssel dolgozott:

| Megnevezés | Érték | Mértékegység |
|------------------|-------|--------------|
| Sebesség | 10,7 | km/h |
| Termelékenység | 4,8 | ha/ó |
| Munkaidő | 166 | perc |
| Üzemanyag | 3,0 | l/ha |
| Összes üzemanyag | 40,2 | l |

5. táblázat John Deere 6130R üzemelési adatai napraforgó vetés közben; MyJohnDeere 2023

A tábla közelében levő meteorológiai állomás adataiból rendelkezésre áll a havi csapadék mennyisége. Fontosnak tartottam a 2023-as adatok mellett a 2022-es adatokat is megjeleníteni:

| Hónap | 2022 [mm] | 2023 [mm] |
|------------|-----------|-----------|
| március | 15,2 | 29,1 |
| április | 51,6 | 51,8 |
| május | 33,1 | 81,3 |
| június | 86,7 | 75,3 |
| július | 18,1 | 58,7 |
| augusztus | 59,1 | 29,1 |
| szeptember | 87,4 | 38,5 |
| október | 11,4 | 31,8 |
| Összesen | 362,6 | 395,6 |

6. táblázat Bátaszék környéki havi csapadék mennyisége 2022 és 2023 termesztési időszaka alatt; PGR weblap 2023

Az aratás során a partner gépe nem rendelkezett hozamtérkép létrehozására alkalmas berendezéssel, így csak a tábla átlaggal tudtam dolgozni. Kiértékelést az eredmények fejezetben fogok végezni.

4.2 John Deere 6215R traktor Felsőnyéken

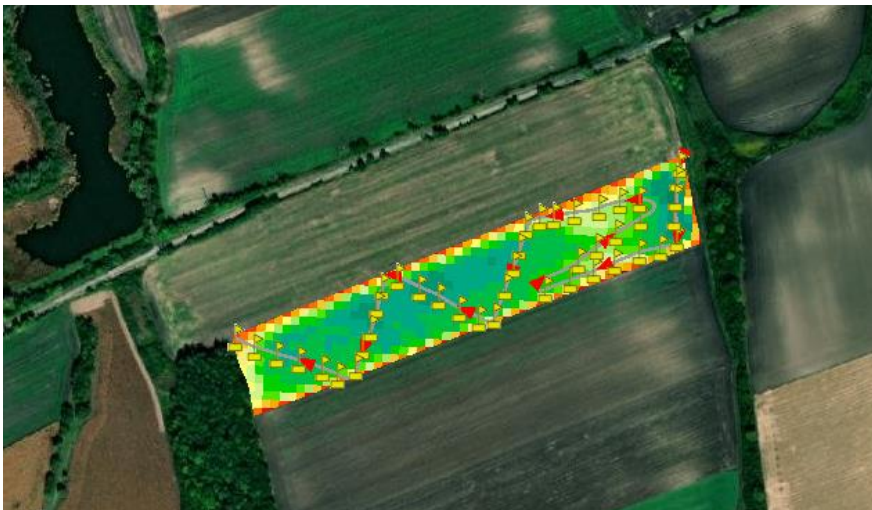
A gazdálkodó 445 ha-t művel Felsőnyék közelében. A következő növényeket vetették a 2023.as évben:

- őszi búza 160 ha
- kukorica 54 ha
- napraforgó 92 ha
- repce 118 ha
- legelő 21 ha

A vállalkozás hosszabb ideje gazdálkodik, folyamatosan fejleszti precíziós gazdálkodásra alkalmas gépállományát, először traktorokkal, majd a jelenlegi pályázat keretében munkagépekkel is a következő gépek állnak rendelkezésükre:

- John Deere 8370R traktor RTK jelfeldolgozásra alkalmas rendszerrel
- John Deere 6215R traktor RTK jelfeldolgozásra alkalmas rendszerrel
- John Deere 6155R traktor
- John Deere S670 Kombajn RTK jelfeldolgozásra alkalmas rendszerrel
- Dammann önjáró permetezőgép JD RTK jelfeldolgozásra alkalmas rendszerrel
- Farnet K 1000 PS kompaktor
- Rauch Axent 100.1 műtrágyaszóró
- John Deere 732i vontatott permetező
- Orthmann sávós művelőeszköz család
- Väderstad Tempo L 8 szemenkénti vetőgép
- Väderstad Rapid A 600 C gabonavetőgép

A gazdálkodás sokrétűsége és a rendelkezésre álló adatok miatt egy tábla értékeire támaszkodtam, mivel itt az előveteményt, a teljes idei művelési folyamatot, valamint a felkészülést a következő termelési ciklusra is nyomon követhetem.

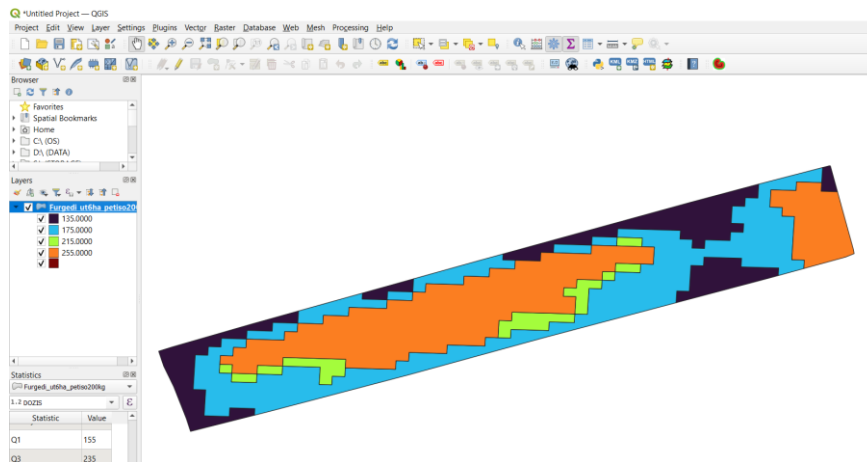


39. ábra A vizsgált tábla elhelyezkedése és a talajmintavételi pontok megjelenítése; PGR 2023

A tábla mérete 6 ha, az elővetemény 2022-ben búza volt, amelynek termése 8 t/ha volt. Maradt szármaradvány a táblán, ez bedolgozásra került. A tábla anyaga agyagos vályog $K_A=39$. Humusz tartalma 3,5 %, igen jó. A talaj elmunkálását John Deere 8370R traktor és egy Farnet K1000PS

kompaktor végezte, míg a vetés, tápanyag kijuttatás feladatait egy John Deere 6215R traktorhoz kapcsolódó gépcsoport végezte el.

Hatóanyag szükséglet a KITE talajvizsgálata alapján:



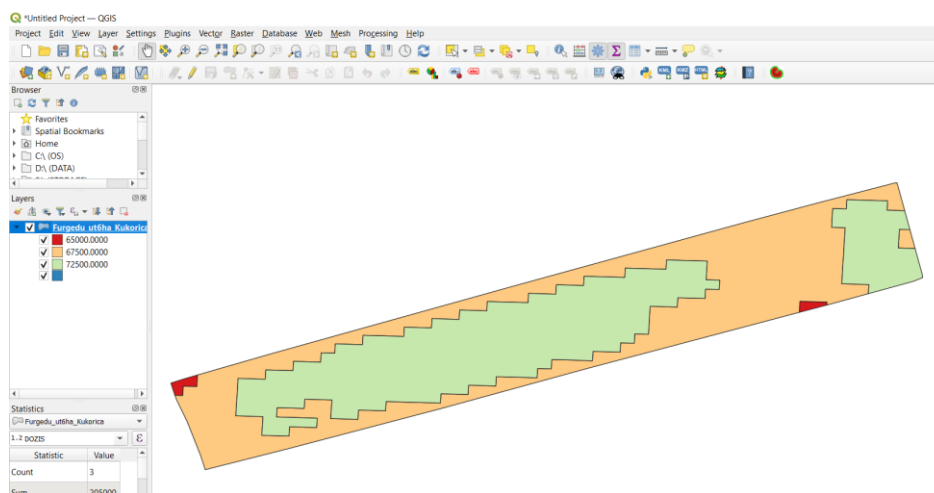
40. ábra Pétisó kijuttatás térkép a vizsgált táblán; KITE adatgyűjtés, QGIS szoftver

| Zóna | Pétisó kg/ha |
|------------|-----------------|
| Táblaátlag | 200 |
| 1 fekete | 135 |
| 2 kék | 175 |
| 3 zöld | 215 |
| 4 narancs | 235 |

7. táblázat Pétisó kijuttatás zóna felosztás; KITE adat

A táblán volt koratavaszi pétisó kijuttatás 200 kg/ha, majd azonos napon kompaktossal átművelték a táblát.

A vetéssel egyidőben volt ismételt pétisó kijuttatás 30 kg/ha mennyiségben. A vetés során megcélzott dózis 70500 mag/ha volt, a valós érték 70300 mag/ha lett. Syngenta Solandri kukorica fajtát vetettek:

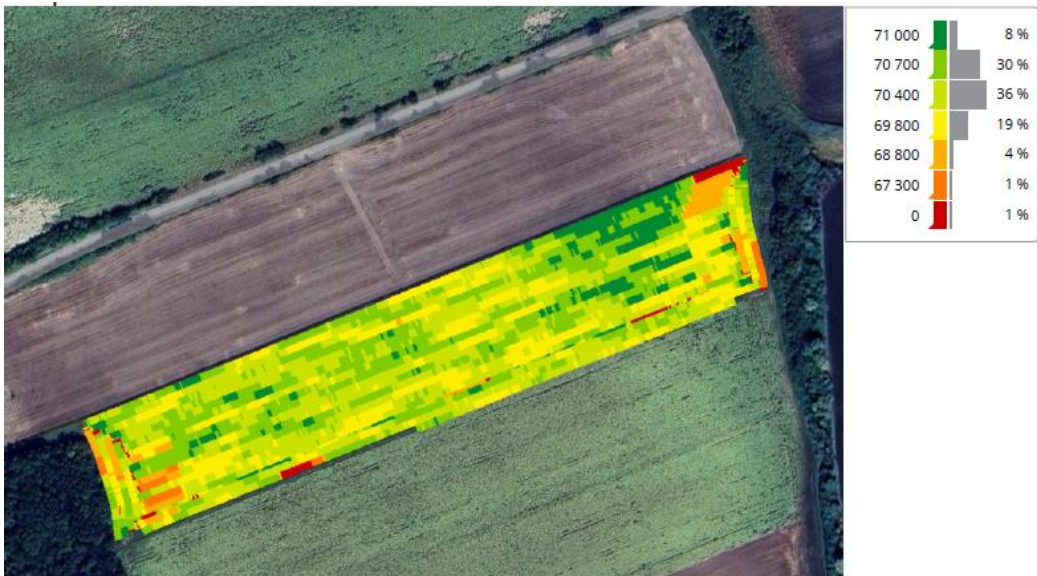


41. ábra Vetés tőszám eloszlás terv; KITE adatgyűjtés, QGIS szoftver

| Zóna | Tőszám/ha |
|---------|-----------|
| 1 piros | 65000 |
| 2 zöld | 67500 |

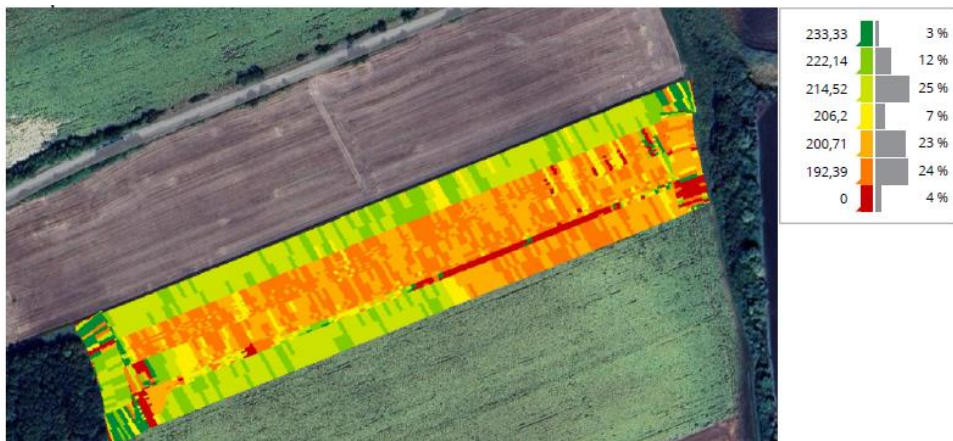
3 narancs 72500

8. táblázat Tőszám eloszlás terv a vizsgált táblán; KITE adat



42. ábra Kukorica vetőmag eloszlás a táblán belül; MyJohnDeere 2023

A növekedési időszak során történt még mechanikus és vegyszeres gyomirtás, ahol lehetőség nyílt a precíziós gazdálkodás lehetőségeinek kihasználására, ahol a céldózis 200 l/ha folyadék volt:



43. ábra Kukorica gyomirtása; MyJohnDeere 2023

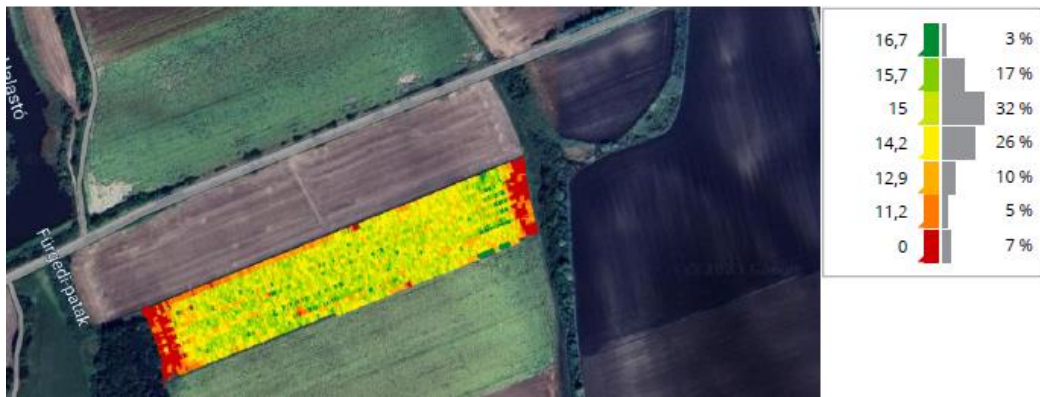
A kijuttatás során 210 l/ha vegyszer került a táblára 192-233 l/ha között változó dózisokban.

| Termék | Kijuttatott dózis | Összesen |
|--------------|-------------------|----------|
| Víz | 205,9 l/ha | 1360,7 l |
| Milagro | 1,58 l/ha | 10,4 l |
| Calaris pro | 2,1 l/ha | 13,9 l |
| Eucarol plus | 0,53 l/ha | 3,5 l |

9. táblázat Vegyszerkeverék összetétele a vizsgált táblán; MyJohnDeere 2023

A három vegyszert egységcsomagként lehet beszerezni.

A ciklus végén egy John Deere S670 kombajn aratta le a kukoricát, amely rendelkezett hozammérő rendszerrel, így pontosan vissza lehetett mérni a megtermelt terményt:



44. ábra Kukorica betakarítás termés eloszlás; MyJohnDeere 2023

A tábla terméseredményeit befolyásolja a területen leesett csapadék mennyisége. A termelési időszakban lehullott csapadékot mutatja a mellékelt táblázat 2022 és 2023 évre:

| Hónap | 2022 | 2023 |
|------------|-------|-------|
| március | | 63,1 |
| április | 39,5 | 32,8 |
| május | 65,7 | 84,8 |
| június | 38,6 | 56,4 |
| július | 22,6 | 46,2 |
| augusztus | 49,7 | 63,8 |
| szeptember | 100,7 | 30,2 |
| október | 9,1 | 39,3 |
| Összesen | 325,9 | 416,6 |

10. táblázat Lehullott csapadék mennyisége 2022 és 2023 tenyészidőszak alatt; PGR 2023

Az eredményeket a következő fejezetben fogom kiértékelni.

5 Eredmények

Az előző, „Precíziós szántóföldi termesztés értékelése partner kérdőív és PGR adatok segítségével” fejezetben bemutatott gazdálkodási tevékenységek eredményeit mutatom meg.

A rendelkezésre álló adatok gyakran hiányosak, a folyamatos technológiai fejlesztés ellenére, ill. következményeként nehéz az egyes gépcsoportok tagjait összehangolni. A traktor és a rajta elhelyezett antenna, ill. a processzor az adatfeldolgozáshoz általában jól szabályozhatóan működik. A gépkapcsolatok munkagép oldala, függetlenül a gyártótól, nem minden esetben képesek a beállított kijuttatási tervet végrehajtani, az elvégzett munkát dokumentálni. Az akár több napig elhúzódó kapcsolódás közben az időzített műveleteket el kellett végezni, a kukorica vetését a tápanyag kijuttatás után záros határidőn belül el kell végezni.

Mindezen problémák mellett olyan táblákat választottam, ahol a teljes folyamat lekövethető, a lehető legtöbb adat áll rendelkezésre.

A gazdasági számításoknál figyelembe vettem a NAIK Mezőgazdasági Gépesítési Intézet által készített „Mezőgazdasági gépi munkák költsége 2020-ban” tanulmány számításait. Ugyan időközben módosultak a költségek, azonban ezek a számítások részletességüket tekintve mégis iránymutatóak a mai tevékenység értékelése során is.

A számítások során átlagos értékeket határoztak meg a Magyarországi szántóföldi tevékenység során felmerülő költségekből:

- A gép ára és ebből a kapacitáskihasználás
- Hajtóanyag, kenőanyag felhasználás, tárolási költségek, biztosítási költségek
- Karbantartási költségek
- A kezelő munkabére és ennek járulékai
- Értékcsökkenés

Ezekből a költségekből teljesítmény kategóriánként meghatározták az ún. norma hektárra eső költséget [Ft/nha] (Erdeiné 2020).

| Traktor kategória | Teljes üzemeltetési költség [Ft/nha] |
|--------------------------|---|
| 76-100 kW | 11424 |
| 101-150 kW | 9943 |
| 151-200 kW | 8738 |
| 251-300 kW | 7350 |

11. táblázat Traktorok teljes üzemeltetési költséget teljesítmény kategóriánként; (Erdeiné 2020)

| Munkagépek | Teljes üzemeltetési költség [Ft/nha] |
|--|---|
| Szántóföldi kultivátor | 3776 |
| Sorművelő kultivátor | 5844 |
| Kukorica vetőgép | 18039 |
| Permetező, és foly.műtr. kijut.adapter | 3504 |
| Műtrágyaszóró gép | 4444 |
| Arató cséplőgép | 14277 |

12. táblázat Munkagépek teljes üzemeltetési költsége; (Erdeiné 2020)

A számításaim során ezekkel az értékekkel számoltam.

5.1 John Deere 6130R traktor Bátaszék

A bemutatott táblán a napraforgó vetése előtt talajvizsgálat készült, ennek figyelembevételével tápanyag kijuttatási terv készült. A vetés során is történt vetőmag tőszám differenciálás, bár csak szerény mértékben.

| Költségek | Egység | Mennyiség | Egységár | Σ | Egység | Forrás |
|--|-----------|------------------------|-----------------|-----------------------------|--------|--|
| Karbamid 46 | BigBag BB | 1m ³ /705kg | 203 000 Ft/BB | 4 440 kg/ 1 421 000 Ft | 7 BB | KITE Műtrágya árjegyzék 2023.03.17-től |
| Teljes üzemeltetési költség, műtrágya kijuttatás | Ft/nha | 1 | 15 868/ha | 206 278 Ft | 13 ha | NAIK |
| Pioneer P64LE244 napraforgó vetőmag | Zsák | 150 000 kaszat/zsák | 109 819 Ft/zsák | 868 484 mag / 658 914 Ft | 6 zsák | KITE Pioneer napraforgó hibrid árjegyzék 2022.12.01- |
| Teljes üzemeltetési költség, vetés | Ft/nha | 1 | 29 463/ha | 383 014 Ft | 13 ha | NAIK |
| Összesen | ha | | | 2 669 206 Ft | 13 | |

13. táblázat Termelési költségek; saját számítás

A precíziós gazdálkodás a tulajdonossal való értékelés során a következő eredményeket hozta:

| Művelet | Inputanyag | Inputanyag -5% | Üzemeltetési költség -5% | Összesen |
|---------------------|-------------------------------------|----------------|--------------------------|------------|
| Karbamid kijuttatás | 203000 Ft/BB zsák | 71 050 Ft | 10 314 Ft | 81 364 Ft |
| Napraforgó vetés | 109819 Ft/zsák (150000 kaszat/zsák) | 32 945 Ft | 19 50 Ft | 52 095 Ft |
| Összesen | | 103 995 Ft | 29 465 Ft | 133 460 Ft |

14. táblázat Megtakarítás a precíziós technológiával; Agroinform weblap 2023

A felhasznált műtrágya esetében a tábla átlagot kijuttatta a partner, a differenciálás a táblán belül történt. Megtakarítás abban jelentkezett, hogy a pontos helyspecifikus kijuttatás során csökkentek az átfedések, a feleslegesen bejárt területek.

A költségekhez természetesen további tételek is tartoznak, mint talajművelés, szállítás, tárolás költségei, ill. amortizáció és egyéb fix költségek. A költségeket a NAIK táblázataiból határoztam meg.

- A vizsgált tevékenység költsége 2 669 206 Ft,
- Mivel 5% megtakarítást ért el a gazdálkodó, még 133 460 Ft-tal magasabb lett volna a költség, összesen 2 802 666 Ft.

A napraforgó betakarítás eredménye, betakarításkori terményárakat figyelembe véve (Forrás Agroinform) és összehasonlítva korábbi évek termésátlagaival és bevételével:

| Betakarítás éve | Táblaátlag [t] | Változás az előző évhez | Vételi ár [Ft/t] | Bevétel [Ft/ha] | Összbevétel 13 ha [Ft] | Változás az előző évhez |
|-----------------|----------------|-------------------------|------------------|-----------------|------------------------|-------------------------|
| 2021 | 3,6 | - | 178 364 | 642 110 | 8 347 430 | - |
| 2022 | 3,3 | 93,64% | 291 539 | 961 078 | 12 494 014 | 149,67% |
| 2023 | 4,5 | 136,89% | 138 107 | 621 481 | 8 079 253 | 64,66% |

15. táblázat Terményárak és hozamok összefüggése napraforgóban; Agroinform weblap 2023

A gazdálkodóval való egyeztetés alapján megállapítható, hogy amíg a precíziós technológia mintegy 5% megtakarítást hozott tevékenységenként, a cég kezdődő gépesítettsége miatt nem minden szántóföldi munkavégzés során érvényesült a technológia hatása.

Ennek ellenére számításaim szerint csak ez a két tevékenység **133 460 Ft** megtakarítást és **36,89%** terméshozadékot hozott (az időjárási változásokat nem vettem figyelembe, de a területet nem sújtotta 2022-ben olyan aszály, mint a kelet-magyarországi szántóföldeket).

5.2 John Deere 6215R traktor Felsőnyéken

A bemutatott táblán a termesztési ciklus során a következő tevékenységek és költségei voltak:

| Művelet | Input költség [Ft] | Teljes üzemeltetési költség [Ft/nha] | Teljes üzemeltetési költség [Ft/6 ha] | Összesen [Ft] |
|--------------------|---------------------------|---|--|----------------------|
| <i>Pétisó</i> | 350 000 | 13 182 | 79 090 | 429 090 |
| <i>Kompaktor</i> | - | 11 126 | 66 757 | 66 757 |
| <i>Sy solandri</i> | 477 000 | 27 982 | 167 894 | 644 894 |
| <i>Permetlé</i> | 202 437 | 13 448 | 80 687 | 283 124 |
| <i>Nitrosol</i> | 1 075 000 | 13 448 | 80 687 | 1 155 687 |
| <i>Kultiválás</i> | | 13 194 | 79 162 | 79 162 |
| <i>Wuxal cink</i> | 46 462 | 13 448 | 80 687 | 127 149 |
| <i>Betakarítás</i> | | 14 277 | 85 664 | 85 664 |
| Összesen | 2 775 782 | 120 104 | 720 627 | 3 496 409 |

16. táblázat Termesztési költségek Felsőnyéken; Saját számítás

Mindösszesen 3 496 409 Ft költséget jelentettek ezek a műveletek a kukorica termesztésében. Ehhez adódnak a fixköltségek, ill. az egyéb járulékos költségek, mint a tárolás, szállítás, szaktanácsadás költségei. A KITE Zrt a gépbeszerzési pályázat keretében előírt 7%-os beruházási költség keretében 250 000 Ft szaktanácsadási díjat számolt fel, aminek 50%-a EU támogatás keretében visszatérített.

| Művelet | Input költség - 8% [Ft] | Teljes üzemeltetési költség -8% [Ft/nha] | Teljes üzemeltetési költség -8% [Ft/6 ha] | Megtakarítás - 8% [Ft] |
|--------------------|--------------------------------|---|--|-------------------------------|
| <i>Pétisó</i> | 28 000 | 1054,532 | 6327,191 | 34 327 |
| <i>Sy solandri</i> | 38 160 | 2238,588 | 13431,53 | 51 592 |
| <i>Permetlé</i> | 16 195 | 1075,824 | 6454,943 | 22 650 |
| <i>Nitrosol</i> | 86 000 | 1075,824 | 6454,943 | 92 455 |
| <i>Wuxal cink</i> | 3 717 | 1075,824 | 6454,943 | 10 172 |
| Összesen | 172072 | 6520,591 | 39123,55 | 211 196 |

17. táblázat Termelési költségmegtakarítás 8%, saját számítás

A kukorica betakarítás eredménye, betakarításkori terményárakat figyelembe véve, összehasonlítva az előző évek termés és eladási áraival (Forrás Agroinform):

| Betakarítás éve | Táblaátlag [t] | Változás az előző évhez | Vételi ár [Ft/t] | Bevétel [Ft/ha] | Változás az előző évhez |
|------------------------|-----------------------|--------------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------------|
| 2021 | 11,0 | - | 92 619 | 1 018 809 | - |
| 2022 | 10,3 | 93,64% | 133 930 | 1 379 479 | 135,40% |
| 2023 | 14,1 | 136,89% | 56 856 | 801 670 | 58,11% |

18. táblázat Kukorica terményárak és a termésátlagok összehasonlítása 2021-23 között; Agroinform weblap 2023

Ez alapján a 6 ha-os táblán **4 810 017** Ft árbevétele keletkezett és **3 496 409** Ft kiadása volt. Ha nem használata volna a precíziós technológiát, akkor további **211 195** Ft költsége keletkezett volna. Akkor a teljes költség **3 707 604** Ft-ot ért volna el.

- **A gazdálkodás eredménye 2023-ban a vizsgált táblán számításaim szerint: 1 313 608 Ft/6 ha.**
- **A precíziós művelés nélkül ez az érték: 1 102 413 Ft/6 ha.**

A termelővel való egyeztetés alapján a teljes költséget tekintve ez a tevékenység kevésbé érte meg a 2023-as évben, jobban emelkedtek a költségei, mint a bevétel a jelenlegi terményárak mellett. Amennyiben nem alkalmaztak volna precíziós gazdálkodási módszereket a vetésben, tápanyag kijuttatásban és növényvédelemben, tapasztalatuk szerint mintegy 8%-kal magasabb lett volna a költség, ennyivel alacsonyabb eredménnyel kellett volna számolniuk. A pontos számok a gazdálkodási év lezárásakor, a termény eladása után, várhatóan a jövő év során állapítható meg.

6 Következtetések, javaslatok

A dolgozatomban bemutatott gazdálkodó szervezetek alkalmazzák a szántóföldi precíziós gazdálkodás technológiáját. A gazdálkodásuk vizsgálata során a következő folyamatot hajtottuk végre:

- Meghatároztam a talaj állapotát, tápanyagigényét. Felhasználtam a Sentinel 2 műholdak adatait a megelőző termelési ciklusok növényállományának megismeréséhez, valamint kollégáimmal talajvizsgálatokat végeztünk, amely megmutatja a talaj tápanyagtartalmát.
- Ennek alapján zónákat alakítottam ki és kijuttatási térképeket hoztam létre.
- A szántóföldi termesztési ciklus során, ahol csak mód volt alkalmaztam a precíziós adatokat, hogy minél jelentősebb megtakarítást érjek el. Ennek határait a gazdaságban rendelkezésre álló géppark szabta meg.
- Megfigyeltem a dolgozatomban kitűzött cél alapján a John Deere 6R sorozatú traktorok szerepét, mivel ez a gép a kulcsa a precíziós gazdálkodás működtetésének, mivel a traktoron található rendszer határozza meg a gépcsoport pozícióját és teszi lehetővé a helyspecifikus művelést. A vizsgált termelő cégek ezekre a John Deere 6R traktorokra alapozzák a teljes precíziós gazdálkodásukat.
- A betakarítás során meghatároztam a táblán belüli terményeloszlást. Ez lehetővé teszi a következő termesztett növény vetése előtt a hiányzó tápanyag pontos, helyspecifikus meghatározását is. Lehetőség nyílt arra is, hogy a táblán belül meghatározzuk minden zónában a gazdasági eredményességet.

Függetlenül a vizsgált terménytől, dolgozatomban egyébként napraforgót és kukoricát termesztő táblákat vizsgáltam, a szántóföldi precíziós művelési technológia a következő, egyébként hasonló, eredményeket, következtetéseket eredményezte:

Pozitívumok:

- A szakaszolás, helyspecifikus technológiából adódik, hogy lecsökken, ill. megszűnik a rávetés, többszöri permetezés, tápanyag kijuttatás, egy jól előkészített kijuttatási térképpel, szakaszolható gépekkel mérhető, 5-8% költségmegtakarítás érhető el, mivel a gép, a kezelő ennyivel kevesebbet dolgozik azonos táblán.
- Ha a talajállapot felmérése megtörténik és a kijuttatási térképek készülnek a megfelelően kialakított zónák használatával jelentős megtakarítás érhető el a növényvédőszer és a tápanyag kijuttatás során.
- Mivel a rendszerek folyamatosan dokumentálják az elvégzett feladatokat, így pontos visszajelzést kaphatunk a ráfordítás mértékéről, a Greendeal környezetvédelmi előírásainak betartásáról is.
- A kezelő feladata egyszerűsödik, kevesebb hibát vét, a technológia szigorú betartatása megvalósítható és pontos munkavégzés miatt kevesebbet is kell dolgoznia.
- A gazdálkodók tapasztalata, hogy a növények stressztűrő képessége javult, egyenletesebb kelést tapasztaltak, homogénebb lett az állomány, ami a megnövekedett termésátlagokban is jelentkezett. Az aszályos időszakokat átvészelték, a később megérkező csapadék még élő vegetációt talált a szántóföldön.

Negatívumok:

- A vállalkozásoknál összeállított gépcsoportok nem minden esetben dolgoznak úgy, ahogy a gyártók ígérik, kompatibilitási problémák léphetnek fel. Pl. a kijuttatási térképet nem lehet használni, mert a gép úgy érzékeli, hogy már van azon a területen valami. A vetéssel, tápanyag kijuttatással nem lehet várni, el kell végezni a munkát, különben technológiai

hátrány keletkezik. Várhatóan a jövőben ez megfelelően fog működni, de egy szoftver frissítés meg tudja zavarni a gépek összhangját később is.

- Egyre nagyobb gondot jelent a képzett munkaerő biztosítása. A szántóföldi precíziós technológia jelentős szakmai felkészültséget és technikai affinitást igényel, hogy a rendszer biztosította előnyöket valóban ki lehessen használni. Rendszeres, ismétlődő képzésekkel javítani lehet ezen az állapoton, de azok a gazdálkodó szervezetek működnek jól, ahol egy szakember folyamatosan elvégzi a beállítási adatok meghatározását, nyomon követi a gépek működését és összegzi az adatokat a következő termelési ciklus céljainak meghatározása előtt.
- Az elmúlt években tapasztalható hektikus terményár és inputanyag árváltozás keresztül tudja húzni a gazdasági számításokat. Noha a vizsgált területen 2022-ben nem volt olyan mértékű a szárazság, mint a kelet-magyarországi területeken (l. 10. táblázat Lehullott csapadék mennyisége 2022 és 2023 tenyészidőszak alatt; PGR 2023), de így is érezhető csökkenést tapasztaltunk a termésátlagokban. A 2023-as évben kiemelkedő termésátlagokat értek el a gazdák, azonban a terményárak visszaesése miatt így is várhatóan szerényebb nyereséget, esetleg veszteséget kell elkönyvelniük.

Összességében a technológia költségcsökkenést hozott, miközben a termésátlagok növekedtek. Az inputanyagok és a termények árainak stabilizálódása után jól tervezhető eredmény várható a precíziós szántóföldi technológia alkalmazása mellett.

A vizsgálat eredménye, hogy a precíziós szántóföldi gazdálkodás használata ajánlott, eredményes.

Meghatároztam a termesztés költségeit és a betakarított termés piaci árából a várható bevételt, így kialakult egy megközelítő eredmény előjelzés. Mivel az üzemeltetési adatok az országos átlagokra támaszkodnak, a helyi körülmények ennek értékét befolyásolhatják. A gazdálkodó szervezetek azonban egyelőre a napi szántóföldi munkákkal vannak elfoglalva, pontos gazdálkodási adatok csak a gazdasági év lezárása után lesznek elérhetőek.

7 Összefoglalás

A korszerű mezőgazdaság szántóföldi növénytermesztési munkálatainak lassan elválaszthatatlan része lesz a helyspecifikus precíziós gépcsoport használat. Dolgozatom célja, hogy megvizsgáljam különböző teljesítményű John Deere 6R traktorok szerepét a precíziós szántóföldi talajművelésben.

A szakirodalmi áttekintés során meghatároztam a gépcsoportok kialakításának feltételeit. Bemutattam, hogyan hasznosítjuk a helyspecifikus művelés során a műholdak által sugárzott információkat és egyéb adatokat a gépcsoport pontos helyének meghatározásához. Ezekre az adatokra épülő rendszereket is bemutattam, amelyek alkalmasak a precíziós gépek vezérléséhez szükséges helyspecifikus beállítási adatok feldolgozására és a munkagéphez való továbbítására, ezek dokumentálására. Bemutattam továbbá, hogy milyen gazdasági számítások kellenek a termelési ciklus eredményének meghatározásához.

A következő fejezetben részletesen bemutattam a vizsgálat tárgyát képező John Deere 6R sorozatú traktorokat, azok hidraulikus, elektronikai és vezérlési lehetőségeit. Különös figyelmet fordítottam arra is, hogy ezek a képességek miként kerülnek alkalmazásra a precíziós szántóföldi művelés során.

Bemutattam azokat a precíziós mezőgazdasági technológiákat, amelyek lehetővé teszik a helymeghatározást, az adott táblán belül a hasonló adottságú zónák kialakítását. Ezek lehetővé teszik a differenciált inputanyag, mint a növényvédőszer, a mű- és szerves trágya, valamint a vetőmag kijuttatást. Feldolgozzák a műveletek adatait és dokumentálják az előírások alapján, hogy a gazdálkodók megfeleljenek az EU szabályainak.

Elkészítettem egy kérdőívet, amivel megkerestem gazdálkodókat, akik részt vettek az Európai Unió által finanszírozott, a precíziós szántóföldi művelést lehetővé tevő gépek beszerzését támogató pályázaton. A kérdőíveket kiértékeltem, majd kiválasztottam két gazdálkodó egy-egy tábláját, amelyen végig követtem a 2023 évi termelési ciklust.

Elkészült az előzetes talajvizsgálat, a tápanyagigény alapján a kijuttatási térkép. Ez átkonvertálásra került a gazdálkodó John Deere 6R traktorának vezérlő rendszerébe, ami vezérelte a munkagépet. A megvalósult tevékenységet dokumentáltam, majd kiértékeltem. Az eredményeket felhasználva gazdasági számításokat végeztem, figyelembe véve a NAIK munkatársainak ajánlásait a teljes termelési költség meghatározásához.

Az eredmények alapján arra a következtetésre jutottam, hogy a precíziós szántóföldi talajművelésre épülő gazdálkodás napjainkban elkerülhetetlen a gazdálkodó szervezeteknek:

- Meghatározhatók egy táblán belül azok a területek, ahol érdemes több ráfordítással jobb eredményt elérni, de azok is, ahol inkább kevesebb ráfordítás elegendő, így elkerülhető az adott zónában a veszteség
- Csökken az inputanyag felhasználás, ezzel a ráfordítás és javul a terület környezeti terhelése, teljesíteni lehet az Európai Unió Greenddeal előírásait is.
- Homogénebb és ellenállóbb lesz az állomány, a termesztési ciklus végén ez látható termés növekedésben jelenik meg. A megvalósult bevétel magasabb lesz.

Ezek a berendezések jelentős beruházási igényt jelentenek. Sok vállalkozás csak lépésenként képes a gazdálkodásának minden műveletét átállítani precíziós szántóföldi művelésre.

Abstract

The use of site-specific precision farming technologies with tractor-implement systems is gradually becoming a significant aspect of the field crop cultivation processes of modern agriculture. My thesis aims to examine the role of different models of John Deere's 6R Series tractors in precision field agriculture.

I provide a literature review, in which I describe the conditions for setting up tractor-implement systems. I explain how we utilize information obtained from satellites during site-specific cultivation and other factors needed to determine the exact optimal location of the tractor-implement system. I also present information technological systems utilizing these data, which are suitable for processing and documenting the site-specific input information and transmitting these to the implements. I introduce the economic calculations that can determine the results of the production cycle.

In the next chapter, I present in detail the John Deere 6R Series tractor models that are the subject of this investigation, focusing on their hydraulic, electronic and control options. I pay special attention to explain how these functions are applied during precision field cultivation.

I present those smart farming and agriculture systems and technologies that allow us to determine and analyze locations, and to demarcate zones with similar properties within the whole field. These programs can manage differentiated inputs, such as for the application of insecticides, artificial- and organic fertilizers, and seeds. The data of operations are processed and documented according to European Union regulations to ensure farmers are compliant.

I have created a questionnaire, which I used with farmers who took part in a tender funded by the European Union to support the purchase of machines enabling site-specific management. I evaluated the questionnaires and then selected two farmers, who allowed me to allocate an area of their farmlands for focused analysis; I then monitored the entire production cycle of 2023 on both fields.

A preliminary soil test was performed, and the application map based on the nutrient requirements has been completed. This was converted into the control system of the farmer's John Deere 6R tractor that controlled the Implement. I documented and then evaluated the implemented activity. Using the results, I performed economic calculations, taking into account the recommendations of NAIK (National Agricultural Research and Innovation Centre) staff, to determine the total production cost.

Based on the results, I concluded that farming management based on precision agriculture is inevitable for farming organizations in this day and age:

- It helps farmers to define the areas within their field where it is worthwhile to invest more for the sake of achieving better crop yield, but also those areas where less expenditure is sufficient, thus avoiding losses in the given zone.
- The use of input material will be reduced. Thus, the expenditure and the environmental burden of the area will be improved. This also helps to meet the Green Deal requirements of the European Union.
- The crop will be more homogeneous and resistant; this will result in increased yield at the end of the cultivation cycle. The realized income will be higher.

The equipment for site-specific applications requires a significant investment, so many farming businesses are not able to transfer the whole of their farming operations to precision cultivation all at once, only step by step.

8 Irodalomjegyzék

Bártfai, Zoltán - Bense László - Kocsis István. *A mezőgazdasági gépüzemeltetés alapjai*. Budapest: Herman Ottó Intézet Nonprofit kft, 2020.

— . *Gépek üzemeltetése a mezőgazdaságban*. Budapest: Herman Ottó Intézet Nonprofit kft, 2020.

Bártfai, Zoltán. *Robtok a mezőgazdaságban*. Digitális Agrár Akadémia, 2021.

Cynthia M. Kallenbach, Serita D Frey, Stuart A Grandy. „Direct evidence for microbial-derived soil organic matter formation and its ecophysiological controls.” *Nature*, 2018.

Csorba, Ádám. *Távérzékelési és proxy technológiák alkalmazása a mezőgazdaságban (KORTU177L)*. Csorba Ádám, Gödöllő. 2022. 10 27.

Deter, Alfons. „Agrarpolitiker warnen vor der Gefahr von Landgrabbing durch Carbon Farming.” *Top Agrar Online*, 2023. 09 2023.09.05.

Dózsa, Gergely. „Még 60 alkalommal arathatunk majd, ha nem figyelünk az élő talajjal bíró területek fogyására?” *Agrárszektor*. 2020. 12 28. <https://www.agrarszektor.hu/noveny/20201228/meg-60-alkalommal-arathatunk-majd-ha-nem-figyelunk-az-elo-talajjal-biro-teruletek-fogyasara-26838> (hozzáférés dátuma: 2023. 09 24).

Erdeiné, Késmárki-Gally Szilvia - Rák Renáta. *Mezőgazdasági gépi munkák költsége 2020-ban*. Gödöllő: NAIK Mezőgazdasági Gépesítési Intézet, 2020.

John Deere. „deere.hu.” 2023. 03 02. <https://www.deere.hu/hu/cegunkrol/hirek-es-media/press-releases/2023/news-g5-display-family.html> (hozzáférés dátuma: 2023.. 09. 19).

John Deere International. *Machine and Implement Guidance, Value Selling Guide 2023*. Kaiserslautern, Németország, 2023.

John Deere Werke Mannheim. *omal225949 - 6145R, 6155R, 6175R, 6195R és 6215R traktorok (MY18 –) 6 hengeres 6068U motorok -: (Európai Kiadás)*. Mannheim, 2022. 01 06.

KITE Zrt. *PGR.hu*. 2022. <https://pgr.hu/mi-az-rtk> (hozzáférés dátuma: 2023. 09 20).

Kocsis, Mihály. *Térinformatikai alapok a digitális talajtérképezéshez*. Keszthely: MATE Keszthely, 2021.

Kovács, Attila Zsolt. *A precíziós gazdálkodás szervezése és gazdságtana*. Kovács, Attila Zsolt, MATE Gödöllő. 2023. 05 10.

Menyhárt, László. *Agrárinformatika*. Menyhárt, László, MATE Gödöllő hibrid oktatás. 2022. 12 7.

Mészáros, Gábor. *Precíziós technológia lépésről-lépésre*. Mészáros Gábor. 2022.

Milics Gábor, Kauser Jakab. *Digitális Agrárakadémia DAA: Precíziós szántóföldi növénytermesztés*. 2020.

„Pályázati portál.” *Pályázatok*. 2021. palyazat.gov.hu (hozzáférés dátuma: 2023).

Profi. „Moderne Landwirte setzen auf Smart Farming.” *Profi*, 2022.

Szegi, Tamás Gábor. *Precíziós gazdálkodás talajtani alapjai, mintavételi és vizsgálati módszerek*. Dr. Szegi Tamás Gábor, Gödöllő. 2022. 10. 12.

9 Ábrajegyzék

| | |
|--|----|
| 1. ábra John Deere traktorra épülő szántóföldi gépkapcsolat; John Deere Collective weboldal 2022 ... | 5 |
| 2. ábra Talaj-gumiabroncs kapcsolat; business.michelin.co.uk/Reducing Soil compaction 2023 | 6 |
| 3. ábra Robotizált John Deere traktor táblavégi forduló közben; https://ces2022.deere.com/media ... | 8 |
| 4. ábra A műholdas helyzetmeghatározás elve; Bártfai Z.: Robotok a mezőgazdaságban (2021)..... | 9 |
| 5. ábra RTK hálózat kialakítása; John Deere Machine and implement guidance, Value Selling Guide 2023..... | 10 |
| 6. ábra Terméseredmények eloszlása az NDVI index alapján meghatározva; PGR KITE Precsoil 2023 . | 12 |
| 7. ábra SAGA-GIS program matematikai modelljeinek részlete; SAGA-GIS szoftver 7.8.2 | 12 |
| 8. ábra QGIS szoftver munkafülete hamis színhasználatú NDVI kiértékeléssel; QGIS 3.22.12 | 13 |
| 9. ábra Költségfedezeti diagram; Precíziós gazdálkodás szervezése és gazdaságtana előadás Gödöllő 2023..... | 14 |
| 10. ábra John Deere 6R sorozatú traktorok; John Deere Collective weboldal 2023 | 15 |
| 11. ábra John Deere Starfire 7000 antenna; (John Deere International 2023) | 17 |
| 12. ábra John Deere Starfire 7000 RTK vevő egységgel; (John Deere International 2023) | 17 |
| 13. ábra John Deere precíziós rendszere; (John Deere International 2023) | 18 |
| 14. ábra Munkagép működtetés ISOBUS kijelzéssel John Deere GEN4 kijelzőn; John Deere Tech overview 6R Stage IV/FT4; CSP-34-SE2AL018..... | 18 |
| 15. ábra ISOBUS TC-SC szakaszolás funkció alkalmazása kukorica állomány vetésekor (Mészáros, 2022) | 19 |
| 16. ábra John Deere 6155R traktor hidraulikus csatlakozásai – JD Tech overview 6R Stage IV-V/FT4; CSP-34-SE2AL018..... | 20 |
| 17. ábra John Deere 4600-as kijelző; JD Tech overview – 6R Stage IV/FT4; CSP-34-SE2AL018 | 21 |
| 18. ábra A John Deere 4600-as kijelző induló oldala; JD Tech overview – 6R Stage IV/FT4; CSP-34-SE2AL018 | 21 |
| 19. ábra John Deere 6R traktor jobb oldali konzol kialakítással; JD 6R traktor áttekintés CSP-34-SE2AL006..... | 22 |
| 20. ábra John Deere traktor CommandArm könyöktámasszal joystick kezelőelemekkel is kettős kijelzővel; JD 6R traktor áttekintés CSP-34-SE2AL006 | 22 |
| 21. ábra John Deere elektronikus joystick kéz érzékelő funkcióval; JD New 6R advanced training | 22 |
| 22. ábra Szántóföldi talajművelés helyspecifikus adatok felhasználásával; (Mészáros, 2022)..... | 23 |
| 23. ábra Autotrac Turn Automation - automatikus táblavégi forduló (Mészáros 2022)..... | 24 |
| 24. ábra A MyJohnDeere weblap főoldala | 25 |
| 25. ábra Operations Center funkció csoportjai; JD Operations Center VSG 2022 | 26 |
| 26. ábra A MyJohnDeere rendszer által használt shape fájl; (Mészáros 2022) | 27 |
| 27. ábra Adatkezelés a John Deere Operations centerben; JD Operations center VSG | 27 |
| 28. ábra KITE PGR rendszer összefüggő funkciói; (Mészáros 2022) | 28 |
| 29. ábra John Deere 6130R traktor a partner telepén; saját kép | 30 |
| 30. ábra John Deere M732i vontatott permetező a partner telepén; saját kép..... | 30 |
| 31. ábra Rauch Axis H 30.2 függesztett műtrágyaszóró a partner telepén; saját kép | 30 |
| 32. ábra Arany-féle kötöttségi szám a vizsgált táblán; PGR 2023 | 31 |
| 33. ábra Humusztartalom a vizsgált táblán; PGR 2023..... | 31 |
| 34. ábra Nitrogén+nitrit+nitrát eloszlás a vizsgált táblán; PGR 2023 | 32 |
| 35. ábra Kukoricához karbamid 46 műtrágyaterv; PGR 2023..... | 32 |
| 36. ábra Karbamid eloszlás terv diagramos ábrázolása; PGR 2023 | 33 |
| 37. ábra Karbamid 46 megvalósult kijuttatás; MyJohnDeere 2023..... | 33 |
| 38. ábra Kukorica vetés tőszám változás alakulása; MyJohnDeere 2023 | 34 |
| 39. ábra A vizsgált tábla elhelyezkedése és a talajmintavételi pontok megjelenítése; PGR 2023..... | 35 |





| | |
|--|----|
| 40. ábra Pétisó kijuttatás térkép a vizsgált táblán; KITE adatgyűjtés, QGIS szoftver | 36 |
| 41. ábra Vetés tőszám eloszlás terv; KITE adatgyűjtés, QGIS szoftver..... | 36 |
| 42. ábra Kukorica vetőmag eloszlás a táblán belül; MyJohnDeere 2023 | 37 |
| 43. ábra Kukorica gyomirtása; MyJohnDeere 2023 | 37 |
| 44. ábra Kukorica betakarítás termés eloszlás; MyJohnDeere 2023 | 38 |

Táblázatok jegyzéke





| | |
|--|----|
| 1. táblázat Vizsgált 6R traktorok adatai; (John Deere Werke Mannheim 2022)..... | 16 |
| 2. táblázat Hatóanyag szükséglet Bátaszék; PGR 2023 | 32 |
| 3. táblázat Karbamid 46 eloszlás terv; PGR 2023 | 33 |
| 4. táblázat John Deere 6130R üzemelési adatai műtrágyaszórás közben; MyJohnDeere 2023 | 33 |
| 5. táblázat John Deere 6130R üzemelési adatai napraforgó vetés közben; MyJohnDeere 2023 | 34 |
| 6. táblázat Bátaszék környéki havi csapadék mennyisége 2022 és 2023 termesztési időszak alatt; PGR weblap 2023 | 34 |
| 7. táblázat Pétisó kijuttatás zóna felosztás; KITE adat | 36 |
| 8. táblázat Tőszám eloszlás terv a vizsgált táblán; KITE adat | 37 |
| 9. táblázat Vegyszerkeverék összetétele a vizsgált táblán; MyJohnDeere 2023..... | 37 |
| 10. táblázat Lehullott csapadék mennyisége 2022 és 2023 tenyészidőszak alatt; PGR 2023..... | 38 |
| 11. táblázat Traktorok teljes üzemeltetési költséget teljesítmény kategóriánként; (Erdeiné 2020).... | 39 |
| 12. táblázat Munkagépek teljes üzemeltetési költsége; (Erdeiné 2020) | 39 |
| 13. táblázat Termelési költségek; saját számítás | 40 |
| 14. táblázat Megtakarítás a precíziós technológiával; Agroinform weblap 2023 | 40 |
| 15. táblázat Terményárak és hozamok összefüggése napraforgóban; Agroinform weblap 2023 | 40 |
| 16. táblázat Termesztési költségek Felsőnyéken; Saját számítás..... | 41 |
| 17. táblázat Termelési költségmegtakarítás 8%, saját számítás | 41 |
| 18. táblázat Kukorica terményárak és a termésátlagok összehasonlítása 2021-23 között; Agroinform weblap 2023 | 41 |

I. MELLÉKLET





A MyJohnDeere program a precíziós szántóföldi gazdálkodásban használható moduljainak bemutatása:

| | |
|--|--|
|  <p>Berendezéspanel: Gépek és munkaeszközök kezelése, beleértve az eltolásokat is, még a nem John Deere típusú gépek esetében is</p> |  <p>Termékkezelő: Írja be és kezelje az olyan termékeket, mint a vetőmag, műtrágya, vegyszerek és tartálykeverékek a következőket és helyes elnevezés és használat érdekében</p> |
|  <p>Termőföld kezelője: Határok, pályasávok és zászlók létrehozása, szerkesztése és kezelése</p> |  <p>Beállításkezelő: Hozzon létre fájlokat előre meghatározott információkkal (ügyfelek, gazdaságok, táblák, határok, irányítóvonalak stb.) a kijelzőre történő elküldéshez</p> |





Olyan eszközök, amelyek segítik az ügyfeleket a művelet minden aspektusának beállításában, mielőtt a szántóföldre lépnének

| | |
|--|---|
|  <p>Geokerítés és menettírlom: Geokerítések kezelése, hogy riasztást kapjon arra az esetre, ha a gép kilép a művelési területről</p> |  <p>Csapatvezető: A fiókjához hozzáférő munkatársak és partnerek kezelése</p> |
|  <p>Terminálok: A szervezet termináljainak elérése és kezelése (Telematikai eszközök)</p> |  <p>További eszközök (csatlakoztatott szoftervállalatok): Csatlakozzon az egyéni, kiegészítő eszközök széles választékához, és tegye lehetővé az Operations Center-fiók testreszabását</p> |

– Olyan eszközök, amelyek segítik az ügyfeleket a művelet minden aspektusának megtervezésében, mielőtt a szántóföldre lépnének:

| | |
|--|--|
|  <p>Agrian kijuttatási fájl szerkesztő: Zónák és változó kijuttatási előírások a talajművelési, ültetési és kijuttatási műveletekhez</p> |  <p>Karbantartáskezelő: A rendelkezésre álló karbantartási tervek összefoglalásának megtekintése</p> |
|  <p>Vetésforgó-tervező Tervezze meg gyorsan és egyszerűen a következő évi vetésforgót a korábbiakban megtervezett termények és vetésforgók alapján</p> |  <p>Munkavezető: Munka megtervezése és közzétevése egyetlen eszközzel</p> |

Olyan eszközök, amelyek segítik az ügyfeleket a művelet minden aspektusának nyomon követésében, miközben a szántóföldön vannak:

| | |
|--|--|
|  <p>Térkép: Céloldal a szervezet berendezéseinek és szántóföldjeinek megtekintéséhez</p> |  <p>Távoli kijelző-hozzáférés (RDA): A gépbeállítások, a teljesítmény, a terméshozam, a hektárok és egyéb információk távoli megtekintése a kijelzőn</p> |
|  <p>Helyzetnapló: A berendezések logisztikájának kezelése és a működésbeli hatékonysági hiányosságok azonosítása</p> |  <p>MyOperations™ App alkalmazás: Kövesse nyomon a gépflojtját, és folyamatosan tájékozódjon arról, hogy mi történik a működés során</p> |

Olyan eszközök, amelyek segítenek az ügyfeleknek a működésük minden aspektusának elemzésében, hogy elősegítsék a jobb döntéshozatalt, a könnyebb megfeleléségi jelentéstételt, és támogassák az adatokon alapuló számlázást.



Elemezni:

Az adatok összesített formátumban való megtekintése és elemzése a következtetések könnyebb levonása és az esetleges hibák megtekintése érdekében



Táblaelemző:

A dokumentációs adatok kiértékelése kijelzőről és a csatlakoztatott szoftvercégek által nyújtott szolgáltatásokból



Táblaelemző – béta

Speciális funkciók a dokumentációs adatok, például a részterület-elemzés kiértékeléséhez



Gépelemző:

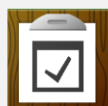
Az egyes berendezések teljesítményének áttekintése a flottában

Olyan eszközök, amelyek segítenek az ügyfeleknek a működésük minden aspektusának elemzésében, hogy elősegítsék a jobb döntéshozatalt, a könnyebb megfeleléségi jelentéstételt, és támogassák az adatokon alapuló számlázást.



Gépjelentések:

Személyre szabott jelentéseket hozhat létre, amelyek például üzemanyag-garanciát, motor-üzemórákat vagy gépkihasználsági információkat tartalmaznak.



Feladatjelentések:

Ügyfél, gép, feladattípus vagy kezelő szerint szűrt feladatokról testre szabott jelentéseket hozhat létre vagy exportálhat.

ADATKÖZPONT



Adatok áthelyezése az Operations Centerbe



Manuálisan a MyOperations™ alkalmazásba

Minden gyártmány és modell



Manuálisan USB-feltöltéssel

Nem JDLink™ gépek
John Deere-kijelzők
Harmadik felek kijelzői



Vezeték nélkül a MyTransfer™ mobilalkalmazással

Nem JDLink™ gépek
John Deere-kijelzők
Harmadik felek kijelzői



Automatikusan a JDLink™ Connect (WDT) használatával

John Deere-kijelzők



Adatok az FMIS-ből

ISOXML-adatok

Vigye magával a gazdaság- és gépinformációkat bárhová

Kísérje figyelemmel a munkáját bárholnan

- Szezonális fejlődés
- Nézze meg, mit végzett ma, tegnap vagy előtte
- Kísérje figyelemmel aktív gépeit



Home

Terményrekordok megtekintése és a berendezések nyomon követése

- Könnyű hozzáférés a gazdaság összes rekordjához
- Gépek és zászlóadatok megtekintése
- A munka nyomon követése a helyelőzményekkel és az RDA-val



Map

Tervezze meg a munkát, és kezdje a munkát egy gombnyomással a terepen

- Nagyobb termelékenység
- Web, mobil és kijelző integrációja
- Kiváló minőségű munka és jobb adatok biztosítása



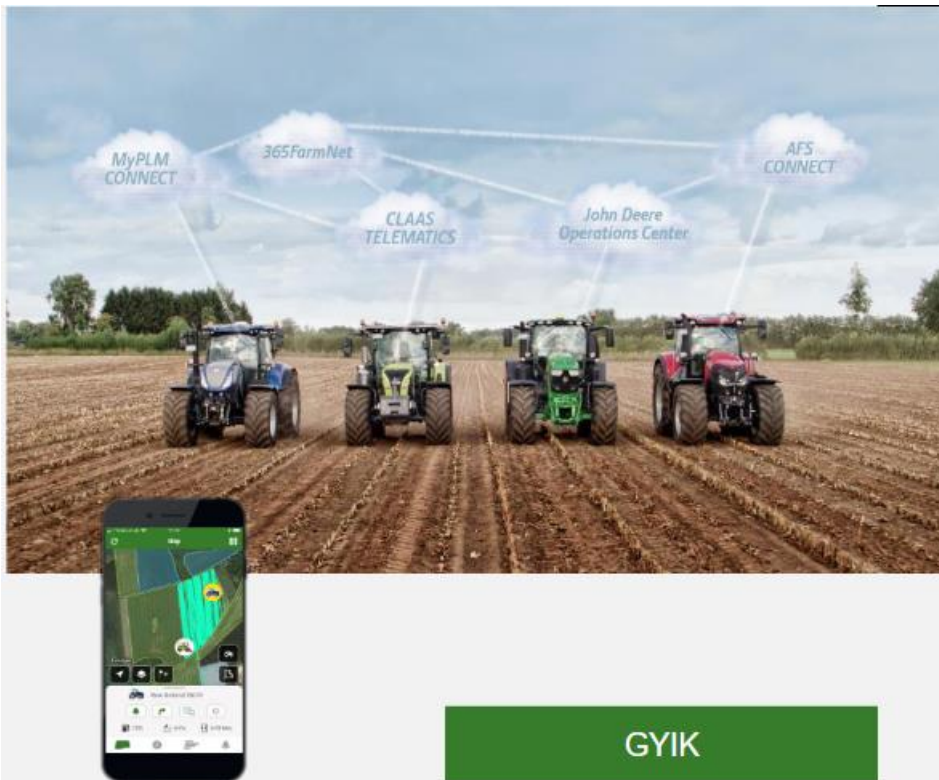
Plan*

A gazdasági teljesítményének egyszerű és gyors elemzése

- Összegzések keresése
- Tekintse meg a részleteket
- Minden kérdésre választ kap



Analyze



II. MELLÉKLET

Dátum:

PRECÍZIÓS SZÁNTÓFÖLDI GAZDÁLKODÁS – PÁLYÁZAT HATÁSA

Név

Borzsó István

Elérhetőség

Gazdálkodás helye:

Bélabod

Terület mérete

100 ha 40ha búza 18ha kalifornia
11ha duppa 28ha napraforgó

Korábbi gépesítés

JD 6195 R - 5 talajminta, kórtól, meliód, kórtól
MTZ 82 Garbetti 2000 l. 18 m pommelér, kaprol lenggél műtrépanó 12 l/ha
Pályázattal megvalósított gépsor
JD 6130 R IVT Monocrom ISOBUS, kórtól, meliód, kórtól
JD 732i pommelér
Kauca 30.2 l/ha műtrépanó

Eredmények

Hogyan változott a termelés az új gépsor beállításával?

Sajt ^{100 kg/ha} ~~100 kg/ha~~ ^{100 kg/ha} 2002 1034 kalifornia volt eddig max 11 t volt eddig
Kórtól ^{100 kg/ha} 13,4 t kalifornia alkay
Solomon volt eddig kórtól
Indigo

Kiváltott több gépet, gépsort is?

Az egyes műveletek elvégzéséhez szükséges idő hogyan változott?

Indigo
műtrépanó, kórtól, pommelér E

A termelés költségei hogyan változtak? (kicsit függetlenül a beszerzési áráktól)

PGK - műtrépanó 15 ha kalifornia 1 es kórtól kalifornia megváltoztatás
nem volt kórtól kórtól kórtól

A termésátlagok hogyan változtak?

10-11 -> 13,4 t

Használ-e változó gépbeállításokat egy táblán belül?

S

Hozzájárul-e, hogy a feldolgozott eredményeket anonim módon a szakdolgozatomhoz felhasználjam?

B

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

| | |
|---------------------------------|---|
| A hallgató neve: | dr. Tapazdi Tamás Gábor |
| A Hallgató Neptun kódja: | GDS3R5 |
| A dolgozat címe: | John Deere 6R traktorok gyakorlati használata a precíziós mezőgazdaságban |
| A megjelenés éve: | 2023 |
| A konzulens intézetének neve: | Műszaki Intézet, Mezőgazdasági Gépesítési Központ |
| 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 állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

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

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

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

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

Kelt: Gödöllő, 2023. év november hó 04 nap


Hallgató aláírása


NYILATKOZAT

dr. Tapazdi Tamás Gábor (hallgató Neptun azonosítója: **GDS3R5**) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom¹.

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

Kelt: Gödöllő 2023 év október hó 31. nap


belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.