

Diplomadolgozat

Hegedűs Zsolt
Műszaki menedzser szak

Gödöllő
2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Műszaki menedzser szak

A modern technológia hatásai a mezőgazdaságban

Belső konzulens:	Tóth Réka egyetemi tanársegéd
Külső konzulens:	Büksi János Szervezetfejlesztési igazgató AXIÁL Kft.
Készítette:	Hegedűs Zsolt N1792D nappali tagozat
Intézet/Tanszék:	Műszaki menedzsment tanszék

Gödöllő
2024

**MŰSZAKI INTÉZET
MESTERSZAK**
Projektmenedzsment specializáció

DIPLOMADOLGOZAT
feladatlap

Hegedűs Zsolt (N1792D)

részére

A diplomadolgozat címe:

A modern technológia hatásai a mezőgazdaságban

Feladatkiírás:

Végezze el a modern kombájnnak automatizálási rendszerének összevetését a manuális vezérléssel egy farmmenedzsment-szoftver alkalmazását igénybe véve, melyen keresztül szemlélteti a modern technológia hatásait a mezőgazdasági termelésre és menedzsment folyamatokra. Mutassa be a témához felhasznált szakirodalmat, anyagokat és módszereket, végezzen gazdasági számításokat, illetve alkosson következtetéseket és javaslatokat a téma hatékonyságával kapcsolatban, majd összegezze az eredményeket!

Közreműködő tanszék: Műszaki Menedzsment

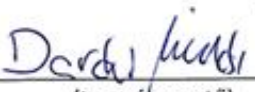
Külső konzulens: Büksi János Szervezetfejlesztési igazgató, AXIÁL Kft., 6500 Baja, Szegedi út 147

Belső konzulens: Tóth Réka egyetemi tanársegéd, MATE, Műszaki Intézet

A dolgozat beadási határideje: 2024. év 11. hó 05. nap

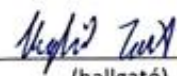
Kelt: Gödöllő, 2024. év 04. hó 15. nap

Jóváhagyom


(tanszékvezető)


(szakfelelős)

Átvettem


(hallgató)

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

Kelt: Gödöllő, 2024. év 10. hó 28. nap


AXIÁL KFT. Kereskedelmi
és Szolgáltató Kft.
6500 Baja, Szegedi út 147.
Tel: 76 315 100
(Külső Konzulens) 525-447
Árnyékszám: 11370000-2-03

Tartalom

1. BEVEZETÉS	6
1.1. A DIPLOMAMUNKA CÉLJA	6
1.2. A TÉMA AKTUALITÁSA	7
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS	9
2.1. A MEZŐGAZDASÁG TÖRTÉNETE	9
2.2. A SMART FARMING ELEMEI ÉS JELENTŐSÉGE A MODERN MEZŐGAZDASÁGBAN	10
2.3. PRECÍZIÓS MEZŐGAZDASÁGI (PRECISION AGRICULTURE, PA) RENDSZEREK	11
2.3.1. A precíziós mezőgazdaság fő összetevői	11
2.4. MEZŐGAZDASÁGI AUTOMATIZÁLÁS ÉS ROBOTIKA	13
2.4.1. Mezőgazdasági automatizálás és robotika elemei	13
2.4.2. Az intelligens gazdálkodási technológiák előnyei	14
2.5. A „DOLGOK INTERNETE” A MEZŐGAZDASÁGBAN	16
2.6. MESTERSÉGES INTELLIGENCIA, GÉPI- ÉS MÉLY TANULÁS A MEZŐGAZDASÁGBAN	17
2.7. TELEMATIKA ÉS MEZŐGAZDASÁG-TELEMATIKA	20
2.7.1. Telematikai rendszerekből származó információk a mezőgazdaság számára	22
3. ANYAG ÉS MÓDSZER	24
3.1. CLAAS TELEMATICS FARM MENEDZSMENT-SZOFTVER BEMUTATÁSA	24
3.1.1. A CLAAS TELEMATICS kezelőfelülete és funkciói	25
3.2. A CEMOS AUTOMATIC BEMUTATÁSA	27
3.2.1. A CEMOS AUTOMATIC funkciói	29
4. AZ ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLAT	33
4.1. SZEMÉLYES KAPCSOLÓDÁS A TÉMÁHOZ	33
4.2. CÉGBEMUTATÁS: AXIÁL KFT.	34
4.3. INFORMÁCIÓGYŰJTÉS	37
4.4. A VIZSGÁLAT ALAPKONCEPCIÓJA	38
4.5. KALIBRÁCIÓK ÉS VESZTESÉGMÉRÉS	42
4.6. A KÍSÉRLETEK MENETE	45
4.6.1. A 2024.06.15-i vizsgálat	46
4.6.2. A 2024.06.25-i vizsgálat	50
4.6.3. A 2024.06.28-i vizsgálat	53
4.6.4. A 2024.06.26-i vizsgálat	57
4.7. GAZDASÁGI SZÁMÍTÁSOK	61

4.7.1. A manuális beállításokhoz tartozó költségek	63
4.7.2. A CEMOS által vezérelt beállításokhoz tartozó költségek	63
4.7.3. A munkaórák és költségek összevetése.....	64
4.7.4. Adott gabonatömegre vetített költségek alakulása	64
4.7.5. A manuális beállításokra vonatkozó költségek tömegre vetítve	64
4.7.6. A CEMOS alapú beállításokra vonatkozó költségek tömegre vetítve	65
4.7.7. A munkaórák és költségek összevetése adott tömegre vetítve	65
4.7.8. Az aratási szolgáltatásból származó bevételek	65
5. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK	67
6. ÖSSZEFOGLALÁS	72

1. BEVEZETÉS

1.1. A diplomamunka célja

A diplomamunkám elkészítése során az elsődleges célom a modern technológia mezőgazdaságra gyakorolt hatásainak bemutatása, elemzése, illetve ezen hatások mértékének a felmérése.

Úgy gondolom, hogy ez egy rendkívül aktuális, fontos és érdekes téma, mivel az utóbbi évtizedekben a technológia ugrásszerűen fejlődött, és ez a fejlődés minden iparágban megjelent, vagyis a mezőgazdaságra is kiemelt hatást gyakorolt, ami talán az egyik legfontosabb ágazat, hiszen ez biztosítja a társadalom élelmiszerellátását.

Ennek ellenére sokan feltételezhetik azt, hogy a mezőgazdaság a többi iparággal ellentétben kevésbé naprakész az újítások terén, és nem jellemző rá az a nagyfokú csúcstechnológia, amit például a gyártásban, vagy más ágazatokban alapvetőnek tekintünk. Ez azonban nem így van, hiszen a növekvő élelmiszer-előállítási igények és az új termelési akadályok leküzdéséhez ebben az ágazatban is a legkorszerűbb eszközökre és módszerekre van szükség, melyeket a továbbiakban részletesen szeretnék szemléltetni, illetve a saját vizsgálatom keretében bemutatni.

A diplomamunkám első felében egy átfogó és általános képet szeretnék adni a mezőgazdaság fejlődéséről a kezdetektől egészen napjainkig, illetve a problémákról és kihívásokról, amikkel ezekben az időkben a mezőgazdasággal és annak fejlesztésével foglalkozóknak meg kell küzdeniük a különböző technikai vívmányok segítségével.

Szeretnék részletesen kitérni a „Mezőgazdaság 4.0” és a „Smart farming” eszközeire és azok alkalmazására, illetve azon előnyökre és lehetőségekre, amiket ezek a fejlesztések és gazdálkodási módok nyújtanak.

A dolgozatom második felében a saját vizsgálatom szeretném bemutatni, melyben a Claas Telematics farmmenedzsment szoftver, és a CEMOS AUTOMATIC szoftver játszanak központi szerepet. Mindkét program a smart farminghoz és a mezőgazdaság 4.0-hoz kapcsolódik. Az előbbi alkalmazásával szeretném szemléltetni azokat a funkciókat, amik segítségével lényegesen könnyebbé és átláthatóbbá válnak a farmmenedzsment során felmerülő elemzési és összehasonlítási feladatok, míg az utóbbi program lesz a vizsgálat tárgya, mivel a CEMOS AUTOMATIC a kombájnok optimalizálását ellátó szoftver.

A vizsgálatom során a célom a betakarítási módszerek és gépbeállítások vizsgálata és optimalizálása, amit egy kísérlettel szemléltetek, melynek során két CLAAS LEXION 7600 TT típusú kombájn működését követem nyomon.

Úgy gondolom, hogy ez a vizsgálat igen sokrétű és átfogó, mivel a Claas Telematics rendszerén keresztül nem csupán a modern kombájnok automata üzemmódját, hatékonyságát és egyéb tulajdonságait tudom szemléltetni és vizsgálni, hanem magának a farmmenedzsment szoftvernek a működését is prezentálni tudom.

Azt gondolom, hogy ez is egy nagyon fontos része a tanulmányomnak, mivel a digitális adatgyűjtés és a naprakész információáramlás nemcsak a modern mezőgazdaságnak, hanem napjaink szinte minden iparágának alappillére.

Mindezek mellett a vizsgálatom lehetőséget biztosít arra is, hogy számszerűsített formában, profit és megtakarított idő szempontjából is felmérjem a modern technológiát, amit gazdasági számításokkal fogok alátámasztani.

1.2. A téma aktualitása

Az éghajlatváltozás globális probléma, amely az 1992-es Föld-csúcstalálkozó óta nagy figyelmet kapott. A világ minden tájáról származó számos tanulmány előrevetítette az emberi tevékenységre gyakorolt jelentős gazdasági és környezeti hatását. A mezőgazdaság természetesen érzékeny az éghajlati viszonyokra, és az egyik legsérülékenyebb ágazat is az időjárásnak való kitettsége miatt, ezért komoly kihívásokkal néz szembe az éghajlatváltozás erősödése óta. (Krisnawijaya, et al., 2024)

Ez a jelenség számos módon megzavarhatja a mezőgazdaságot. Az éghajlati viszonyok változása, mint például az átlaghőmérséklet növekedése, a csapadék változékonysága és a szélsőséges éghajlati viszonyok kedvezőtlenül befolyásolhatják a termelést. A hőmérséklet és a páratartalom változó mintázata növényi kártevők és állatbetegségek megjelenését és terjedését eredményezi, a légköri szén-dioxid és az ózon koncentrációjának változása pedig hatással lehet az ökoszisztémára a talajszinten, és befolyásolhatja az egyes növényi élelmiszerek tápanyagtartalmát is. Emellett az éghajlatváltozás különféle közvetett negatív hatásokat is okoz a termelésben, ilyen lehet például a kártevők számának növekedése és a talaj minőségének romlása, ami veszteséget okoz a gazdálkodóknak azáltal, hogy a mezőgazdasági műveletek erőforrás-felhasználásának a költsége magasabbá válik. Például előfordulhat, hogy a gazdáknak több növényvédő szert és műtrágyát kell használniuk, mint korábban. (Smit & Skinner, 2002)

Mivel az éghajlatváltozás rossz hatással van a mezőgazdasági termelés hatékonyságára, negatívan befolyásolja a gazdaságok bevételeit is. Az éghajlatváltozás hatásai miatt a gazdálkodók számos veszteségi tényezővel számolhatnak. Számos tanulmány értékelte az éghajlatváltozás hatását a terméshozamra, és a világ különböző mezőgazdasági területein jelentős terméseszkökenést állapítottak meg. (FAO, 2018)

Ezenkívül a gazdálkodók a mezőgazdasági terület elvesztését is tapasztalhatják. Az éghajlatváltozás hatással van a megművelhető területekre, például az extrém körülmények, mint az árvizek, aszály, a földcsuszamlások vagy az ökoszisztéma biokémiai anyagainak változásai, károsan befolyásolják a termőtalaj minőségét és mennyiségét, ami hosszú távon jelentős veszteséget okoz a szántóföldek mennyiségében.

A mezőgazdasági termelőknek további forrásokra lenne szükségük az éghajlatváltozás negatív hatásainak kezelésére, ezért a veszteségek korlátozásának vágya arra ösztönzi a gazdákat, hogy új, intelligens és kifizetődő gazdálkodási technológiákat alkalmazzanak. (Krisnawijaya, et al., 2024)

Az éghajlatváltozás mellett felmerülő másik jelentős probléma az, hogy a globális élelmiszer-kereslet 2050-re várhatóan jelentősen megnő a népességnövekedés és a társadalmi-gazdasági tényezők miatt, mint például a növekvő jövedelem, a demográfiai struktúrák és az urbanizáció. A becslések szerint a mezőgazdaságnak körülbelül 50%-kal több élelmiszert kell majd termelnie 2050-re, a növekvő globális népesség táplálása érdekében. Számos tényező, például a természeti erőforrásokra nehezedő nyomás, a mezőgazdasági beruházások hiánya és a technológiai hiányosságok miatt azonban kihívást jelenthet a termelésnövekedés ütemének fenntartása, ezért a mezőgazdasági szektor mélyreható átalakítására van szükség a termelékenység és a fenntartható élelmiszertermelés fokozása érdekében. (FAO, 2018)

A termelékenység fenntartásának vagy akár növelésének egyik legígéretesebb megközelítése az intelligens gazdálkodási technológiák alkalmazása. Az intelligens gazdálkodási rendszereket különböző gazdálkodási területeken alkalmazzák, például a növénytermesztésben, állattenyésztésben, üvegháztermelés esetén, vagy akár a haltenyésztés területén is.

A különböző intelligens rendszerek javítják a döntéshozatali folyamatokat azáltal, hogy felbecsülhetetlen értékű és mennyiségű információval segítik a gazdálkodókat a szántóföldi állapotokat illetően, azonban számos adatfolyamat és fejlett technológia szükséges egy intelligens gazdálkodási rendszer működtetéséhez annak érdekében, hogy az áttekinthető és releváns információkat szolgáltatasson. (Krisnawijaya, et al., 2024)

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A mezőgazdaság története

A mezőgazdaság korszakokon keresztül fejlődött azzal a céllal, hogy növelje a termelési hozamot és csökkentse az emberi munkát. A mezőgazdaság kezdete körülbelül 22 000 évvel ezelőttre nyúlik vissza, amikor az ember megtanulta begyűjteni a vadon termő gyümölcsöket élelmiszerként. A régészeti bizonyítékok arra utalnak, hogy különböző növényeket már Kr. E. 9500-ban is termesztettek.

Az egyre növekvő népesség élelmezéséhez szükséges növekvő mennyiségű élelmiszer iránti igény a mezőgazdaság fejlődését a hagyományostól a kifinomultabb formák felé hajtotta. Az evolúció során a mezőgazdaság a Mezőgazdaság 1.0-tól a Mezőgazdaság 4.0-ig jutott el. A hagyományos gazdálkodás, amelyet Mezőgazdaság 1.0-nak is neveznek, teljes mértékben a munkaerőtől és az állati erőtől függött. A Mezőgazdaság 1.0 munkaigényes volt, alacsony teljesítménnyel és egyszerű eszközök használatával. (Zhai, et al., 2020)

A gőzgép feltalálása és fejlesztése a tizenkilencedik században nemcsak progresszív befolyást gyakorolt a különböző iparágakra, hanem a második mezőgazdasági forradalom meghajtó erejévé is vált. A Mezőgazdaság 2.0 magában foglalta a mezőgazdasági gépek és a szintetikus agrokémiai anyagok használatát. A mezőgazdaság teljesítménye a hatékonyság és a termelékenység szempontjából óriási mértékben nőtt ebben a szakaszban a Mezőgazdaság 1.0-hoz képest. A jobb mezőgazdasági teljesítményt azonban számos káros hatás is kísérte, mint például a környezetszennyezés, az ökológiai környezet pusztulása, a természeti erőforrások pazarlása és az erőforrások túlzott fogasztása. (Zhai, et al., 2020)

A huszadik században a számítástechnika és a robotika gyors fejlődése egy harmadik mezőgazdasági forradalmat is eredményezett. A robotikával és számítógépes programokkal rendelkező mezőgazdasági gépek hatékonyabbá és intelligensebbé váltak. Az agrárkultúra 3.0-ban a mezőgazdasági gépek pontossága és intelligenciája csökkentette az agrokémiai anyagok használatát és a természeti erőforrások pazarlását, ami termelékenyebb agrárkultúrához vezetett. (Singh, 2021)

Az elmúlt néhány évben az információs és kommunikációs technológia (IKT) integrálódott a hagyományos mezőgazdaságba. Ez az integráció eredményezte a negyedik mezőgazdasági forradalmat, amelyet Mezőgazdaság 4.0-nak neveztek el.

A legújabb technológiák, például a dolgok internete (IoT), a felhőalapú számítástechnika (CC), a távérzékelés (RS), a mesterséges intelligencia (AI), a gépi tanulás (ML) és a BigData adatelemzés (BDA) megvalósítása az intelligens gazdálkodási gyakorlatok fejlesztése révén előrelépést hozott a mezőgazdaságban. (Singh, 2021)

A Mezőgazdaság 4.0 a terepi adatok nyomon követésének, rögzítésének, gyűjtésének és feldolgozásának elvein alapul a megfelelő és stratégiaileg operatív döntések meghozatalához. A hagyományos gazdálkodás megkövetelte a gazdálkodóktól, hogy látogassanak el a földekre, ellenőrizzék terményeik állapotát, és tapasztalataik alapján döntsenek, vagy szakértőktől kérjenek javaslatot. Becslések szerint a gazdálkodók átlagosan a gazdálkodási idő 70% -át a termény állapotának nyomon követésével és megértésével töltötték, ahelyett, hogy tényleges szántóföldi munkát végeztek volna. (Singh, 2021)

A nagy gazdaságok kézi nyomon követésének és irányításának hagyományos megközelítése nem megvalósítható, különösen a munkaerő korlátai miatt. A jövő mezőgazdaságának olyan technológiákat kell kifejlesztenie és azokra támaszkodnia, amelyek korlátozott munkaerő mellett hatékonyságot és fenntarthatóságot biztosíthatnak. Az IoT-alapú intelligens gazdálkodási technológiák gyakorlati megoldást nyújthatnak a jövőbeli igényekre. (Singh, 2021)

2.2. A smart farming elemei és jelentősége a modern mezőgazdaságban

A smart farming, amelyet gyakran intelligens mezőgazdaságnak neveznek, magában foglalja az élvonalbeli technológiák és az adatközpontú mezőgazdasági műveletek használatát a mezőgazdasági termelés fenntarthatóságának maximalizálása és hatékonyabbá tétele érdekében. (Banerjee, et al., 2024)

Az állatok gazdaságokon belüli és kívüli elhelyezkedésének nyomon követése, az állattartás viselkedési mintáinak megfigyelése, a növények korai betegségfelismerése, a kevesebb növényi hulladék és a hatékony betakarítás csak néhány módja annak, hogy a gazdálkodók profitálhassanak az intelligens mezőgazdasági technológiákból. Ennek a stratégiának a célja a mezőgazdasági termelékenység, a fenntarthatóság és a hatékonyság javítása a legmodernebb technikai vívmányok és adatelemzések kihasználásával. A smart farming alkalmazása során olyan technológiák kerülnek előtérbe, mint az érzékelők, drónok, robotok vagy akár a mesterséges intelligencia, hogy hatékonyabbá, fenntarthatóbbá és jövedelmezőbbé váljon az adott gazdaság. (Navarro, et al., 2020)

A precíziós mezőgazdasági rendszerek, a mezőgazdasági automatizálás és robotika, valamint a mezőgazdasági farmvezetési információs rendszerek (Farm Management Information Systems, FMIS) az a három elsődleges kategória, amelybe az intelligens gazdálkodási technológiák tartoznak.

2.3. Precíziós mezőgazdasági (Precision Agriculture, PA) rendszerek

A precíziós gazdálkodás a földterület sajátos adottságain alapuló mezőgazdasági gazdálkodási technikák alkalmazását jelenti. Filozófiának, ötletnek és vezetői technikának tekinthető ez a gazdálkodási módszer. Lényegében a precíziós gazdálkodás során a gépek működtetése és irányítása bizonyos számítógépes programok segítségével történik, amelyek műholdas jeleket vagy helyi érzékelőket használnak helymeghatározásra a lehető leghatékonyabb, legpontosabb termelés és talajművelés érdekében. A precíziós mezőgazdaság, amelyet gyakran csúcstechnológiás érzékelő- és analitikai technológiákkal jellemeznek, a mezőgazdasági hozamok növelésének és a gazdálkodási döntések támogatásának tudománya. A precíziós mezőgazdaság mögötti fő elképzelés az volt, hogy az adott területhez kell igazítani a művelési módszereket, mivel a talaj egy földrajzilag változó kontinuum, és ezért a termelésre gyakorolt hatása térben is változó. (Banerjee, et al., 2024)

2.3.1. A precíziós mezőgazdaság fő összetevői

- *A globális helymeghatározó rendszer (Global Positioning System, GPS):*

A GPS alapú precíziós gazdálkodás lehetővé teszi a gazdák számára, hogy pontosan meghatározzák a növények helyzetét a földeken, ami segíti a vetést, műtrágyázást és permetezést. A traktorok és más mezőgazdasági gépek GPS segítségével automatikusan vezethetők, csökkentve a munkaerőigényt és növelve a pontosságot. Az ilyen rendszerek segítségével minimalizálhatók az átfedések és kihagyások a mezők művelésekor. (Karada, et al., 2023)

A hozamtérképező rendszerek GPS segítségével követik a termés hozamot a betakarítás során. Ez lehetővé teszi a terméseloszlás és a termőföldek teljesítményének részletes elemzését.

A gazdálkodók akár minden évben pontosan gyűjthetnek talajmintákat a szántóföld egy kijelölt helyéről GPS-navigátorok segítségével.

Ez lehetővé teszi számukra, hogy figyelemmel kísérjék a termés körülményeit, és megfigyeljék a talajok makro- és mikroméretű térbeli változékonyságát, valamint a gyomok és betegségek által érintett területek is könnyebben kiszűrhetővé válnak.

Az állattenyésztésben GPS eszközökkel követhető a szarvasmarhák és más állatok mozgása és helyzete, javítva az állatok kezelését és a legelők hatékony használatát. (Karada, et al., 2023)

- *Földrajzi információs rendszer (Geographical Information System, GIS):*

A földrajzi információs rendszer (GIS) a precíziós mezőgazdaság agyának is tekinthető. A GIS kulcsfontosságú a helyspecifikus adatok kezeléséhez és tárolásához, mivel hatalmas mennyiségű adat gyors értékelésére és feldolgozására képes. A műholdas információs rendszerek által a termőföldek állapotáról kapott műholdképek és térképek egyidejű elemzése szintén időt és pénzt takaríthat meg. (Al-Ismaili, 2021)

- *Távérzékelés (Remote Sensing, RS):*

A távérzékelés (RS) adatgyűjtését műholdakra helyezett vagy repülőgépekre szerelt érzékelők végzik, a Földről visszaverődő energia észlelésével. Passzív és aktív távérzékelők egyaránt rendelkezésre állnak ehhez a technológiához. Míg az aktív érzékelők a saját maguk által kibocsátott belső jeleket és azok visszaverődését használják a Földről való adatgyűjtéshez, a passzív érzékelők nem bocsátanak ki jeleket, hanem reagálnak a külső ingerekre, leggyakrabban a Föld felszínéről visszavert napfényre, és ezt a természetes energiát érzékelik. (Al-Ismaili, 2021)

- *Variable Rate Technology (VRT):*

A változtatható mértékű kijuttatási technológiát (VRT) a precíziós gazdálkodásban arra használják, hogy pontosan alkalmazzák a változó típusú és mennyiségű inputokat különböző földterületeken a növények igényeinek és az adott helyzetnek megfelelően. A VRT alkalmazása során többéves elemzést végeznek egy vagy több, a terméshozamot befolyásoló változóról, valamint a kérdéses növény termésértékéről, és az alkalmazás eredményeként egyértelműen meghatározott jellemzőkkel és kezelési ajánlásokkal rendelkező kezelési zónák hozhatók létre. Változtatható mennyiségű kijuttatási technológiát használnak a modern permetezőgépek a megfelelő mennyiségű vegyszer kijuttatására, ezzel a permetezés optimalizálható termény állapotának és fejlődési szakaszának megfelelően a növények növekedéséről korábban gyűjtött adatok alapján. (Naithani, 2023)

2.4. Mezőgazdasági automatizálás és robotika

Az automatizálás és a robotika kiemelt szerepet játszik abban, hogy segítse a társadalmat a mezőgazdasági termelékenység iránti igényeinek kielégítésében. Az ipari termelés hatékonyabbá, a termékek pedig olcsóbbá váltak, nagyrészt a robotok hozzájárulásának köszönhetően. A főként GPS-re támaszkodó önvezető traktorok és kombájnok már kereskedelmi forgalomban is elérhetővé váltak, ami az elmúlt két évtized alapján egy növekvő tendencia kezdetét jelzi a mezőgazdaságban. Az elmúlt néhány évben a gazdálkodók elkezdtek kísérletezni olyan autonóm eszközökkel, amelyek helyettesíthetik vagy automatizálhatják az olyan feladatokat, mint a gyomirtás, a kaszálás, a permetezés, a metszés, a ritkítás és a betakarítás. Például a robotplatformokat használó munkások kétszer olyan hatékonyak, mint a létrákat használó társaik gyümölcstermesztési ágazatban. Az erőforrások leghatékonyabb felhasználását, valamint a kártevők és betegségek integrált kezelését az érzékelők és ellenőrzési rendszerek fejlődése teszi lehetővé. Az eredmények termesztésének, gondozásának és betakarításának módja forradalmi változáson megy keresztül, amely éppen csak elkezdődött. (Bergerman, et al., 2013)

2.4.1. Mezőgazdasági automatizálás és robotika elemei

Napjainkban már automatizált vezérlőrendszerek és GPS technológia állnak rendelkezésre az intelligens traktorokhoz és egyéb mezőgazdasági berendezésekhez, melynek eredményeként csökkenhet a veszteség mennyisége, és növelhető az általános termelékenység pontos és hatékony ültetéssel, betakarítással és egyéb feladatokkal. Emellett a mezőgazdasági robotok számos munkát el tudnak végezni, beleértve a gyomirtást, a gyümölcsszedést és a termés állapotának nyomon követését. Ezek a robotok távolról irányíthatók vagy önállóan működtethetők is lehetnek. (Bergerman, et al., 2013)

Időjárás-előrejelző eszközök: A gazdálkodók hatékonyabban szervezhetik meg műveleteiket, beleértve az ültetést, a betakarítást és az öntözést, ha hozzáférnek az időszerű és pontos időjárás-előrejelzésekhez például Doppler radar, rádiószondák vagy időjárási műholdak segítségével. (Banerjee & Dambale, 2024)

- *Farmmenedzsment szoftverek:*

A teljes gazdaságirányítást átfogó szoftvermegoldások könnyítik meg a gazdálkodók számára. Ezek a platformok betekintést nyújtanak a terméshozamokba, a költségekbe és a jövedelmezőségbe azáltal, hogy számos forrásból származó adatokat integrálnak.

- *Állatállomány-figyelő rendszerek:*

Ez egy olyan technológia az állattartás területén, amely valós idejű adatokat szolgáltat az állatok viselkedéséről, a környezetéről és az egészségéről. Az állattenyésztés intelligens eszközeinek néhány példája a szarvasmarha-figyelő rendszerek, automatizált fejőrendszerek, drónok, és hőérzékelők. (Chen & Yang, 2019)

- *Farmvezetési információs rendszerek (Farm Management Information Systems, FMIS):*

A pontos és egyszerűen használható farmvezetési információs rendszerek (FMIS) elengedhetetlenek a termelékeny gazdaság működtetéséhez. Ezek a rendszerek segíthetik a mezőgazdasági termelőket a mezőgazdasági információk kezelésével, a döntéshozatal megkönnyítésével, a termelési költségek csökkentésével, valamint a termékminőség és termékbiztonság fenntartásával.

A gazdaságirányítási információs rendszerek alkalmazása magába foglalja az adatgyűjtést, mely során a rendszer valós időben rögzít információkat számos tényezőről, például a növények állapotáról, az állatok tevékenységéről, a hőmérsékletről, illetve a talaj nedvességtartalmáról. GPS rendszerek vagy a drónok használatával ezek a rendszerek digitális térképeket készítenek a mezőgazdasági táblákról, azok jellemzőiről, határaitól, de a gépek üzemeltetéséről is adatokat gyűjtenek az azokra helyezett érzékelők által. Ezenfelül a különböző pénzügyi tranzakciókat, a munkaidőt és egyéb, a gazdaság irányítása szempontjából fontos adatokat a gazdálkodók manuálisan megadhatják a szoftvernek, hogy azokat később áttekinthetően felhasználhassák a különböző kalkulációkhoz. Ezek a szoftverek a gyors hozzáférés és elemzés érdekében biztonságosan tárolják az összegyűjtött adatokat egy központosított rendszerbe, illetve távoli adatelérést is biztosítanak. (Banerjee, et al., 2024)

A gazdaságirányítási információs rendszerek használata nagy mértékben elősegíti a kommunikációt és a döntéshozatalt, mert időben tájékoztat a lehetséges problémákról, például a berendezések meghibásodásáról. Az ültetési és betakarítási ütemtervek megtervezéséhez, a kockázatok kezeléséhez és az erőforrások optimális elosztásához pedig adatvezérelt elemzések készíthetők az ilyen rendszerek segítségével. (Chen & Yang, 2019)

2.4.2. Az intelligens gazdálkodási technológiák előnyei

Az intelligens gazdálkodási technológiák átalakítják a mezőgazdasági ágazatot az adatgyűjtés, -elemzés és -automatizálás fejlődésének köszönhetően. A gazdaságosabb, fenntarthatóbb és termelékenyebb gazdálkodás jövője a technológiák számos előnye miatt lehetséges.

Íme néhány kiemelendő pont:

- *Csökkentett környeztkárosító hatás:* A precíziós gazdálkodás megőrzi a talaj egészségét és csökkenti a szennyezést azáltal, hogy kevesebb vizet, műtrágyát és növényvédőt szert használ. Az adatalapú döntések elősegítik a hatékonyabb öntözést, a hulladék csökkentését és az optimális használat garantálását. Az automatizálás és a precíziós technikák csökkenthetik a károsanyag-kibocsátást és az üzemanyag-felhasználást, ami segít enyhíteni az éghajlatváltozás hatásait.
- *Nagyobb hatékonyság és termelékenység:* A veszteség minimalizálása és a profit maximalizálása érdekében az érzékelők és a célzott alkalmazások biztosítják, hogy az erőforrások a megfelelő helyre kerüljenek a megfelelő időben. A gazdálkodók növelhetik a pontosságot, illetve humán erőforrást és időt szabadíthatnak fel drónok, robotok és önvezető eszközök használatával a monoton munkák elvégzéséhez. A jobb tervezés nagyobb hozamot és jobb erőforrás-gazdálkodást eredményez, mivel valós idejű információkon és prediktív elemzéseken alapul. (Banerjee, et al., 2024)
- *Jobb élelmiszerbiztonság és -minőség:* Az élelmiszerek iránti növekvő keresletet világszerte a termelékenység és a hatékonyság növelésével elégítik ki. A jobb élelmiszerbiztonságot és -minőséget a folyamatos nyomon követés és nyomon követhetőség biztosítja a gyártási folyamat során. Több élelmiszer áll rendelkezésre, mivel a betakarítás utáni veszteségeket a pontos eljárások és a jobb tárolási lehetőségek csökkentik, a jobb nyomon követhetőség és átláthatóság miatt pedig a vásárlók biztosak lehetnek az élelmiszerek eredetét és kezelési módszereit illetően.
- *Fokozott jövedelmezőség és pénzügyi rugalmasság:* A megnövekedett hozamok és talán a magasabb piaci árak a hatékonyabb erőforrás-felhasználás és az optimalizált eljárások eredményei. A jövedelmezőséget növelik a hatékony erőforrás-felhasználásból, az automatizálásból és a koncentrált alkalmazásokból származó megtakarítások. A mezőgazdasági termelők valós idejű nyomon követéssel és prediktív elemzéssel előre jelezhetik és csökkenthetik a kockázatokat, amelyek csökkenthetik a veszteségeket és növelhetik a pénzügyi stabilitást. (Liu & Wu, 2021)
- *A munkakörülmények javítása:* A gazdálkodók az automatizálásnak köszönhetően fontosabb feladatokra összpontosíthatnak, ami javítja a munka és a magánélet egyensúlyát, és új tehetségeket vonz az ágazatba.

Az intelligens gazdálkodási technológiáknak azonban vannak hátrányai és nehézségei is, annak ellenére, hogy számos előnnyel járnak a fenntartható mezőgazdaság szempontjából.

- *Magasabb költségek:* Az intelligens gazdálkodási technológia gyakorlati bevezetésével kapcsolatos kezdeti költségek magasak lehetnek, amik magukban foglalhatják az infrastruktúrát, a szoftvereket, a berendezéseket és az érzékelők beszerzését. (Banerjee, et al., 2024)
- *Kezdetlegesség:* Az intelligens gazdálkodási megoldások elfogadása és hatékonysága akadályoztatva lehet a vidéki és elszigetelt területeken a technológiához és a megbízható internetkapcsolathoz való korlátozott hozzáférés miatt. A hatalmas mennyiségű mezőgazdasági adat összegyűjtése és adminisztrációja biztonsági és adatvédelmi kérdéseket vethet fel. Az intelligens gazdálkodási technológia hatékony működéséhez és fenntartásához gyakran speciális szakértelemre és képességekre van szükség. (Banerjee & Dambale, 2024)

2.5. A „dolgok internete” a mezőgazdaságban

Az intelligens gazdálkodás koncepciójának magja az Internet of Things-en (IoT) alapul. Az IoT-rendszerek fő koncepciója a fizikai és digitális elemek kombinálása, amelyek valós objektumokat, például érzékelőket és eszközöket kapcsolnak össze az internettel a globális hálózaton keresztül. Ez összekapcsolja a fizikai tevékenységet a virtuális világgal. Az IoT, a felhőalapú számítástechnika és a BigData növekvő népszerűsége a mezőgazdasági gyakorlatok innovációjának következő szintjét hozta el, amely az intelligens gazdálkodás megjelenéséhez vezetett. (Wolfert, et al., 2017)

Az Internet of Thing (IoT) eszközöket digitális adatgyűjtésben használják a tényleges terepi állapot rögzítésére, illetve a gépi tanulásban. A hagyományos adatkezelő rendszerek azonban nem megfelelőek a szenzorok és az IoT-eszközök által generált adatok mennyiségének, sebességének és változatosságának kezelésére, ezért egy fejlett adatkezelő rendszer az intelligens gazdálkodási koncepció létfontosságú eleme.

Az intelligens gazdálkodásban általában az adatkezelés négy elemre osztható: adatgyűjtés és tárolás, adat előfeldolgozás, adatelemzés és adatvizualizáció.

Az adatgyűjtés az a folyamat, amikor adatokat gyűjtenek a terepen, majd digitális tárhelyen tárolják azokat jövőbeni elemzési célokra.

Ezeket az adatokat különféle forrásokból gyűjtik, például érzékelőkből, elektronikus forrásokból (pl. szöveg, videó, kép) és nyilvános forrásokból, és mint ilyenek, az adatok különböző formákban (pl. strukturáltan, félig strukturáltan és strukturálatlanul) jönnek létre. (Zhang, et al., 2018)

A következő lépés az adatok előfeldolgozása, amely úgy definiálható, mint az adatok minőségének javítása, ami befolyásolja az analitikai feldolgozást. Ebben a szakaszban a szükségtelen adatokat (pl. zaj, hiányzó érték, inkonzisztens adatok, ismétlődő adatok) eltávolítják az adatkészletből, mielőtt adatelemzési technikákat alkalmaznának a tudás feltárására. Az előfeldolgozást követően az adatokat elemzik annak érdekében, hogy értékes információkat állítsanak elő a felhasználók számára a jobb döntések meghozatalához. Az adatelemzés az adatok rejtett információinak felfedezésének folyamata. Az adatvizualizáció segít vizuálisan bemutatni az adatokat különféle grafikonok vagy diagramok segítségével a döntéshozatalhoz. Ezek az adatkezelési fejlesztések lehetővé teszik a gazdálkodók számára, hogy hatékonyan és eredményesen irányítsák gazdaságukat. (Krisnawijaya, et al., 2024)

2.6. Mesterséges intelligencia, gépi- és mély tanulás a mezőgazdaságban

Az intelligens számítástechnika a fejlett számítástechnikai technológiák és számos más terület, például a mesterséges intelligencia (AI), a gépi tanulás (ML), és a mély tanulás (DL) integrációja, amely utánozza az emberi képességeket, például a tanulást, a döntéshozatalt, az érvelést és a problémamegoldást. Ezek a rendszerek képesek nagy mennyiségű adat elemzésére és feldolgozására a döntések meghozatala érdekében, és így idővel javítják teljesítményüket a tapasztalatok és interakciók alapján. (John & Rose, 2024)

Ezeknek a technológiáknak a bevezetése a mezőgazdasági ágazatban számos magas szintű átalakulást és előrelépést hozott a gazdálkodásban. A mesterséges intelligencia évek óta felkapott téma a számítástechnikában. Ez egy általánosan használt kifejezés egy olyan számítógép leírására, amely intelligenciát használ egy adott feladat végrehajtásához. Más szóval, ez a gép azon képessége, hogy tanuljon a korábbi tapasztalatokból egy adott probléma megoldásához. A tapasztalatokból való tanulásnak és az emberi intelligencia reprodukálásának ezt a formáját különböző algoritmusok segítségével valósítják meg, amelyeket kifejezetten erre a célra határoztak meg.

Az idő előrehaladtával számos előrelépés történt ebben a tudományágban, melyek a gépi tanulás (ML) és a mély tanulás (DL) néven ismert alszakaszok fejlesztését eredményezték.

A gépi tanulási technológiák a legújabb fejlesztések egyik széles körben használt megvalósulásai. Ezek a mesterséges intelligencia egyik részhalmazát képezik, ahol ahelyett, hogy a gépeket programozzák, betanítják őket, hogy ugyanúgy viselkedjenek, mint az emberi agy. A gépi tanulás forradalmi, mivel nem kell minden alkalmazást ugyanúgy programozni, mint a hagyományos számítástechnikai technológiák esetében. Ehelyett általában képek vagy szöveges fájlok formájában lévő adatokat gyűjtenek és használnak fel a rendszer betanításához. Az ilyen betanított rendszerek jó eredményeket produkálhatnak, ha a betanítottakéhoz hasonló adatokkal tesztelik őket. Egy jó példa a gépi tanulásra, amelyet a mezőgazdasági ágazatban már alkalmaznak, hogy a betegségek és kártevők kimutathatók a növényeken ilyen rendszerek segítségével. (John & Rose, 2024)

A gépi tanulási algoritmusok háromféle csoportba sorolhatók. Ezek a felügyelt, a felügyelet nélküli és megerősítő tanulási technikák. A regressziós és osztályozási algoritmusok a felügyelt tanulás kategóriájába tartoznak, ahol a modellt minden szakaszban megtanítják a műveletek végrehajtására az adatokból nyert címkék és jellemzők segítségével.

Nem felügyelt tanulás esetén nem lesznek társított címkék az adatokból gyűjtött funkciókhoz. Itt a cél csak a jellemzők és az adott minta alapján érhető el. A klaszterezés és az asszociációs szabályok a felügyelet nélküli tanulás gyakori típusai. A minták hasonlósága alapján az adatok ennek megfelelően lesznek kategorizálva. (Tyagi & Chahal, 2022)

A megerősítési tanulás fő eleme azonban a döntéshozatal. Ez nem más, mint a rendszer betanítása arra, hogy optimálisan viselkedjen egy adott környezetben, hogy pontos eredményt adhasson. (Rose, et al., 2022)

A mély tanulás a mesterséges intelligencia egy másik alterülete, amely a neurális hálózatokat használja az emberi agy működéséhez hasonló adatelemzésére és feldolgozására. Sokak szerint ez a technika fejlettebb és hatékonyabb, mint a gépi tanulás, mivel nagy mennyiségű adatkészletet használ a kifinomult feladatok végrehajtásához. A mezőgazdaságban a DL-t olyan feladatokra használják, mint a növények betegségeinek azonosítása a levelek képeinek elemzésével. Ilyenkor a rendszer automatikusan felismeri a betegségek vizuális jeleit, lehetővé téve az időben történő beavatkozást. (Tyagi & Chahal, 2022)

A mesterséges intelligencia (AI) technológiák integrálása által vezérelt intelligens gazdálkodás forradalmasítja a hagyományos mezőgazdasági gyakorlatokat.

A mesterséges intelligenciában rejlő élvonalbeli potenciál számos alkalmazásban látható, a növényegészségügy előrejelzésétől a döntéshozatalhoz szükséges valós idejű adatelemzésig. Ezek a fejlesztések képesek átalakítani a gazdálkodási módszereket és jelentősen fellendíteni a termelést. A valós idejű adatelemzés az AI egyik legfontosabb hozzájárulása az intelligens gazdálkodáshoz. Az AI-algoritmusok kiválóan elemzik ezeket az adatokat, hasznos betekintést nyernek, és könnyen érthető módon mutatják be őket a tájékozott döntéshozatalhoz. (John & Rose, 2024)

A gazdálkodók azonnali információkat kaphatnak a kártevők tevékenységéről, a hőmérséklet változásairól és a talaj nedvességtartalmáról, lehetővé téve az időben történő beavatkozásokat, amelyek maximalizálják az erőforrás-felhasználást és a terméshozamot. Ezenkívül az AI prediktív ereje jelentős előrelépést jelent a gazdálkodók termények egészségének nyomon követésében. A rendkívül kifinomult gépi tanulási algoritmusok használatával az AI képes előre látni a betegség valószínű kitöréseit a korábbi adatok és a valós idejű információk elemzésével. Ez segíti a gazdálkodókat abban, hogy aktív intézkedéseket hozzanak annak érdekében, hogy mielőbb gyógymódokat találjanak, és megvédjék terményeiket a betegségektől.

Ezenkívül elősegíti a környezetbarát gyakorlatokat azáltal, hogy minimálisra csökkenti a túlzott peszticid- vagy műtrágya-kijuttatás szükségességét. A mesterséges intelligencia ereje túlmutat az egyéni gazdaságokon, és magában foglalja az összekapcsolt mezőgazdasági környezetet is. Alapos ismereteket nyújthat, amelyek képesek irányítani a teljes ellátási láncot azáltal, hogy több forrásból származó adatot kombinálnak, például műholdakból, piaci trendekből vagy időjárás-előrejelzésekből. Ezek az adatközpontú stratégiák segítik a gazdálkodókat abban, hogy döntéseket hozzanak arról, hogy mit és mikor ültessenek és takarítsanak be a növényekkel, ami növeli a hatékonyságot, csökkenti a hulladékot és javítja a teljes mezőgazdasági ágazat jövedelmezőségét. (John & Rose, 2024)

A mesterséges intelligencia intelligens gazdálkodásba való integrálásának azonban megvannak a maga kihívásai és hátrányai.

- *Az adatok hozzáférhetősége és minősége:* Ezeknek a rendszereknek jó minőségű adatokra van szükségük a pontos működéshez. A mesterséges intelligencia intelligens gazdálkodásba történő integrálása során azonban az egyik legnagyobb kihívás az adatkészletek elérhetetlensége és következtetlensége. Ezért az adatok minőségének és rendelkezésre állásának biztosítását jelentős mértékben biztosítani kell.

- *Az adatok védelme és biztonsága:* A gazdálkodók adatai és a terményinformációk rendkívül fontosak, mivel ezek érzékeny és értékes adatok. Fontos, hogy a technológia által indukált gazdálkodási módszerek alkalmazása során adatvédelmet és biztonságot nyújtsunk a gazdálkodók számára.
- *Kezdeti beruházások és költségek:* Az AI-alapú részvények megvalósítása költséges, és szakértelmet igényel a részletek elvégzéséhez. A kistermelők és azok, akik újak a területen, nehezen tudják kielégíteni ezeket az igényeket. Ezért szankcionálni és gondoskodni kell a hatóságok megfelelő finanszírozásáról és iránymutatásáról.

Ezeket a gyakran felmerülő kihívásokat kezelni kell és orvosolni kell, mivel a gazdálkodók technológiai jártassága különböző tényezőktől függően változhat. Ezen kívül vannak más kihívások is, mint például a kiszámíthatatlan környezeti tényezők, etikai aggályok stb., amelyek szintén előfordulhatnak az AI alapú intelligens gazdálkodáshoz való alkalmazkodás során. (John & Rose, 2024)

2.7. Telematika és mezőgazdaság-telematika

A telematikát, mint a rendszerek összekapcsolásának területét, a távközlést és az informatikát manapság az emberi élet szinte minden területén használják. A koncepció közel áll a telemetria (távoli mérőrendszerek) és a telemechanika (távvezérlő rendszerek) koncepcióihoz. Műszaki szempontból a telematikai rendszerek és távközlési rendszerek együttműködése az adatbázisban lévő külső eszközökről származó információk és az adatbázisból származó információk külső eszközökre és külső eszközök közötti továbbítására, megosztására és bemutatására szolgál. A telematikai eszközök hardver- és szoftvermegoldások egész sorát foglalhatják magukba. Általában a telematika kifejezést azzal a területtel együtt használják, ahol használják, például közlekedési telematika, orvosi telematika, vagy akár mezőgazdasági telematika.

A telematikai rendszereket egyrészt az e rendszerekre szakosodott független gyártók, másrészt a jármű- vagy gépgyártók is kínálják az ügyfélnek nyújtott ajánlat kiegészítéseként. A független gyártóktól származó rendszerek általában lehetővé teszik bármilyen járműbe vagy gépbe történő beszerelést, melyek beépített érzékelőkkel rendelkeznek, és gyakran képesek további bemeneti jeleket csatlakoztatni a jármű vagy gép számítógépes rendszereiből vagy további érzékelőkből. Ennek a megoldásnak az az előnye, hogy a független rendszerek szükség szerint átvihetők más járművekre vagy gépekre.

A jármű- vagy gépgyártó által kínált telematika általában szorosan igazodik az értékesített termékhez. Ez egyrészt azt jelenti, hogy optimalizálva van a termékkel való együttműködéshez, például kifejezetten a gép típusához tervezett interfésszel van felszerelve, és közvetlen hozzáférést biztosít az adatokhoz a gép logikája szerint. Emellett a telematika a gép szerves része, és nem telepíthető szabadon más típusú gépekbe. (Brzowska & Zacharski, 2015)

A felhasználó szempontjából a legfontosabb kritérium a telematikával megszerezhető információk köre. Ezek az információk különböző forrásokból szerezhetők be:

- közvetlenül a telematikai eszközbe szerelt érzékelőkből,
- további érzékelőkből, például: hőmérőkből, páratartalom-érzékelőkből, vagy infravörös jelnyalábból
- a jármű számítógépes rendszereiből, melyek információt adnak például: a sebességről, a motor fordulatszámáról, a gázpedál vagy a tengelykapcsoló-pedál helyzetéről, a kormánykerék helyzetéről, a folyadékok mennyiségéről vagy az üzemanyagszintről
- a félpótkocsik, pótkocsik érzékelőiből
- a munkagép érzékelőiből,
- A gép vezetője vagy kezelője által bevitt információk, például: munkaidő, információk az aktuális tevékenységről, a berakodott vagy kirakodott áruk mennyiségéről, további információk például a károkról.

A telematika által gyűjtött információk mellett ezek az eszközök lehetővé teszik a központi rendszerekből továbbított adatok megjelenítését is, például információkat nyújtanak a további megrendelésekről, szöveges információkról, navigációs információkról vagy a munkaügyi normák szintjéről. (Brzowska & Zacharski, 2015)

A piacon elérhető telematikai rendszerek bővíthetők, kifinomultságuk és a rendelkezésre álló funkciók szerint is feloszthatók. Itt megkülönböztethetünk olyan rendszereket, melyek egyszerű telematikai eszközök felhasználói felület nélkül (úgynevezett fekete dobozok), olyan eszközöket, amelyek interfésze rögzített információkészlettel és szilárd űrlapokkal rendelkezik az információk beviteléhez, illetve olyan berendezéseket, amelyek lehetővé teszik a nyilvános internetes információ-forrásokhoz való hozzáférést.

Az eszköz által gyűjtött adatokat vezeték nélküli kommunikációval továbbítják az alaprendszerbe. Az általános elérhetőség és az egyre gyengülő árak miatt támogatja a külső eszközök és az adatbázis közötti kommunikációt mobiltelefon-hálózat segítségével. A megfelelő rendszer kiválasztása a kívánt funkciótól, az eszköz felhasználási területétől, a rendelkezésre álló pénzügyi forrásoktól, az eszköz járművel vagy géppel való kompatibilitásától függ. (Brzowska & Zacharski, 2015)

2.7.1. Telematikai rendszerekből származó információk a mezőgazdaság számára

A modern gazdálkodónak számos adatot kell figyelembe vennie, hogy optimalizálja a folyamatokat és az információáramlást a gazdaságban. Az információáramlás annak eredete és iránya szempontjából a következőkre osztható:

- Külső információk (internet, külső adatbázisok, könyvtárak): Az ilyen információkhoz való hozzáférés számítógépeket, táblagépeket, mobiltelefon-alkalmazásokat igényel. Az internetes kommunikációs megoldásokhoz való könnyű hozzáférés, a közösségi média és a Web 2.0 fejlesztése serkenti az ügyfelek aktivitását.
- A szántóföldön dolgozó munkások és gépek tájékoztatása a központi telephelyről: Ezek az információk magukba foglalhatják a munkamegrendeléseket, a munkagépek paraméterbeállításait, az alkalmazottaknak szóló szöveges információkat, a műtrágyák vagy növényvédő szerek adagolását. Ezen információk továbbítását telematikai rendszerek segíthetik, és hatékonyabbá tehetik.
- A telefonos kommunikációhoz képest a fő előnyök: a továbbított információk pontossága (nincs lehetséges interferencia a telefonbeszélgetésekkel), az elküldött üzenetek archiválásának és dokumentálásának képessége (továbbított és fogadott naplódatok formájában), lehetőség az információ kézhezvételének megerősítésére és megrendelések esetén - azok végrehajtásának megerősítésére.
- A területen dolgozó személyzettől és gépektől a gazdaságba érkező információk: A szántóföldről érkező információk nagyon változatosak lehetnek. Ezek az információk a következőkre oszthatók: információk a járműről, a munkavállalóról vagy éppen információk a kezelt termékről.
- A járműre vonatkozó információk szintén sokfélék lehetnek, például annak sebessége, iránya, nyomvonala, gyorsulása, fékezése, üzemanyag- és egyéb folyadékszintjei vagy a motor-fordulatszáma mind nyomon követhető. (Brzowska & Zacharski, 2015)

- Az ilyen eszközök gyártóihoz és technikusaihoz eljuttatott járművekre és gépekre vonatkozó információk: A közvetlenül a gyártó által telepített telematikai rendszerek szintén hasznos információkat gyűjthetnek a jármű vagy gép működési állapotáról, és elküldhetik azokat a gyártó szervizegységeinek. Ez javíthatja a karbantartás minőségét, felgyorsíthatja a szervizeljárásokat azáltal, hogy lehetővé teszi az egyes járművek javításának jobb tervezését a különböző ügyfelek számára.

A telematika használatának érdekes aspektusa a munkavállalói adatok gyűjtése. A telematikai rendszerek felhasználhatók a folyamatok automatizálására, a munkavállalók munkaidejének ellenőrzésére és nyilvántartására. Ezek az adatok a munka hatékonyságának ellenőrzésére is alkalmasak. Ebből a szempontból érdekes lehet a gép és az alkalmazott állásidő adatainak áttekintése. Az ilyen adatok a hozzájuk kapcsolódó kiegészítő információkkal együtt, mint például a gép állapota vagy a térképen elfoglalt helye alapul szolgálhatnak az állásidő csökkentésére irányuló megoldások kereséséhez. Emellett a telematikai rendszerek adatokat gyűjthetnek a gép vetéskor vagy betakarításkor történő újratöltésének állapotáról, a tartályok feltöltéséhez vagy kiürítéséhez szükséges hátralévő időről, a munkaeszközök beállítási paramétereiről, a termékparaméterekről például a gabonafélék páratartalmáról.

A telematika által feldolgozott információk beérkezése időben is nyomon követhető. Ez alapján a következő kategóriákba sorolhatók a beérkezett adatok: valós idejű információk, előzményinformációk, például előző napi adatok, jelentések, rekordok, valamint előrejelzések és javaslatok, illetve navigációs útvonalak. (Brzozowska & Zacharski, 2015)

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. CLAAS TELEMATICS farmmenedzsment-szoftver bemutatása

A CLAAS TELEMATICS mobiltelefonos hálózaton, automatikusan és rendszeresen részletes információkat küld a csatlakoztatott gépekről a farmmenedzsment-szoftver webszerverére, ezáltal az interneten keresztül, helytől függetlenül, bármikor elérhetők a gépek szükséges teljesítményadatai, és a GPS-nek köszönhetően valós időben nyomon követhető a flotta bármely gépének tartózkodási helye.

A CLAAS TELEMATICS segítségével összehasonlíthatjuk a gépek teljesítményadatait, és optimalizálhatjuk a flotta működését. Az üzemidők elemzésével javíthatjuk a munkafolyamatok hatékonyságát, hiszen felismerhetővé válnak a gazdasági szempontból kedvezőtlen és kiküszöbölhető állásidők, illetve elemezhetővé válnak a táblánkénti üzemanyagfogyasztásra vonatkozó adatok is, ezáltal hatékonyabbá, gazdaságosabbá, és átláthatóvá válik maga a flottamenedzsment is, ami optimálisabb költség-kontrollíngot jelent.

A karbantartásmonitoring és távdiagnosztika segítségével a szoftveren keresztül azonnal információt kaphatunk a kötelező szervizelések esedékes időpontjairól, ami lehetővé teszi a karbantartás előrevetített ütemezését, (például az elvégzendő munkafolyamatokat úgy ütemezhetjük, hogy azokat ne akadályozza a kötelező, adott üzemóránként esedékes szervizelés), illetve a nem várt, munka közbeni meghibásodásokról is azonnal értesülhetünk, ami minimálisra csökkenti a gépek kiesési idejét a munkából, hiszen a lehető leggyorsabban intézkedhetünk a javítás megszervezésének ügyében.

A Claas Telematics egyszerűen kezelhető, és könnyen átlátható importálási és exportálási funkciókkal rendelkezik, melyeknek köszönhetően minden fontosabb adat időtakarékosan és hibamentesen dolgozható fel. Például a könyvelési szempontból fontos adatokat ISO-XML formátumban exportálhatjuk univerzálisan más cégek különböző farmmenedzsment szoftvereibe.

3.1.1. A CLAAS TELEMATICS kezelőfelülete és funkciói

A CLAAS TELEMATICS kezdőoldala az irányítópult, ahol gyorsan és jól áttekinthetők a legfontosabb adatok. Itt négy fő ablakot találunk, melyek közül az első a térkép, amin a rendszer automatikusan frissíti a gépek aktuális állapotinformációit és helyadatait. A következő ablakban az összesített mutatószámok összefoglalják a gépek teljesítményét és hatékonyságát.

A harmadik ablakban az aktuális üzenetek jelennek meg az esedékes karbantartásokról és riasztásokról, emellett pedig a negyedik ablakban a géplistát láthatjuk, ami lehetővé teszi a gyors összehasonlítást, illetve információt szolgáltat a gépek aktivitási idejéről, a munkaidő megoszlásáról (egy kördiagramon kerül szemléltetésre az álló helyzetben, a vonulással és a tényleges munkával töltött idő aránya), az üzemanyagtartály töltöttségéről, az átlagos üzemanyagfogyasztásról és az átlagos motorterhelésről. Ezen adatok mellett a menüszalagon belül természetesen minden információs almenüt részletesen is áttekinthetünk bővített nézetben és egyéb hasznos funkciókkal.

A géplista a gépeink aktuális adatait tartalmazza. Itt láthatjuk a géptípusokat, a gépekhez tartozó neveket, sorozatszámokat, és az aktuális gép állapotára vonatkozó adatokat, mint például az üzemanyagszint. Emellett itt tudjuk ellenőrizni a gépek által végzett tevékenységeket és azok időtartamait. Ez a fül lehetőséget biztosít az üzemidőelemzésre, és a gépspecifikus mutatószámok leolvasására is.

A térkép almenü szintén rengeteg hasznos adatot tud a felhasználónak nyújtani, hiszen itt informálódhatunk a gépek nyomvonalairól, a telephelyek táblahatáraitól, és a gépspecifikus eseményekről. Ezek mellett a gázolajfogyasztási adatok és a motorterhelés is lokalizálható a térképen, illetve a betakarítógépek esetében a szemnedvesség és a termés hozam alakulása is lekövethető, ami a hozamtérképek készítéséhez elengedhetetlen funkció.

Az analízis menüpont is kiemelt jelentőséggel bír, mivel itt konkrét napokra és gépekre leszűkítve tudjuk elemezni a munkafolyamatok hatékonyságát. Ezen a menüpontra belül további opciók közül választhatunk, melyek leggyakrabban a szoftver diagramokat készít nekünk, ahol tetszőlegesen választhatunk számos adatsor közül, illetve egy csúszka segítségével a pillanatnyi adatokból középérték-diagramok készíthetők, ha esetleg átlagolt adatokra és megjelenítésre lenne szükségünk.

Az arató-cséplő rendszer optimalizálás funkció a gép helyes beállításánál nyújt nagy segítséget, ami azért fontos, mert csak így érhető el jó minőség, magas teljesítmény és nagyfokú hatékonyság.

Emellett az optimális teljesítményhez a folyamatidő optimalizálásán kívül a gép áteresztésének is magasnak kell lennie. Ebben az analízisben az áteresztést láthatjuk a cséplési beállítások függvényében, illetve az ehhez tartozó értékek időbeni alakulásáról is képet kapunk.

Az üzemidő-elemzés menüpontban a kiválasztott gépeknek a munkaidőit lehet elemezni és kategóriákba osztani. Így egy kiválasztott időszakban át tudjuk tekinteni a gépek hatékonyságát. Az üzemidő-elemzés olyan kategóriákat tartalmazhat, mint például a folyamatidő, a fordulási idő vagy a munkaidő.

A teljesítményelemzés fül alatt egy adott gép beállítási paramétereiből és teljesítményadataiból készíthetünk diagramokat, melyeket aztán elemzési célokra használhatunk, illetve az összehasonlítás funkció segítségével két gép adatait tudjuk percre pontosan összevetni egymással.

Az idényjelentés menüben egy tetszőlegesen kiválasztott időszakban tudjuk összegezni a saját gépadatokat. Így például láthatjuk a gép teljes fogyasztását, vagy elvégezhetünk egy teljes üzemidő-elemzést. A gépadatok a terményfajták alapján is rendezhetők, ha ezek a gépen be voltak állítva.

A kombájn ligában névtelenül összehasonlíthatjuk a saját gépünk más gépekkel. A névtelen megjelenítésben látható, hogy milyen beállításokat használnak azok a gépek, amelyek az átlagos áteresztés ranglistájában szerepelnek. A ranglistában szereplő gépek rendezhetők a terményfajta és a hozam alapján, ami egyszerűsíti az összehasonlítást a saját körülményeivel.

Az adat export funkcióval a gépeink adatait CSV (Comma Separated Values) vagy AFT (Claas Agrardatenformat) formátumú fájlokba exportálhatjuk.

A dokumentáció menüpontban lehívhatjuk a gépeinkhez tartozó lezárt munkafolyamatokkal kapcsolatos adatokat, kinyomtathatjuk és exportálhatjuk őket. Itt különböző szűrők segítik átláthatóbbá tenni a keresést azáltal, hogy konkrét gépekre, időintervallumokra, és munkafolyamatokra, például szállításra, feladatokra és szántóföldi munkákra szűkíthetjük a keresést. A feladatok összegzése, vagyis az, hogy akár több gép több napon át dolgozott egy táblán, automatikusan történik a rendszerben.

Az itt megjelenő munkanapló táblázatos formában a következőről nyújt információkat: láthatjuk a munkafolyamatot azonosító kódot, a munka kezdeti időpontját, a termény típusát, a tevékenység jellegét, a tevékenységet végző vállalkozás megnevezését, (hiszen egy Telematics fiókból akár több vállalkozás adatait is kezelhetjük), a mérés időpontját, a tábla megnevezését, amin a munkavégzés történt, illetve a feladat idejét és státuszát.

Ezek mellett lehetőség van további adatok lekérésére is az egyes munkafolyamatoknál, ahol a hozamok, a területadatok és idők részletes kifejtése mellett a hozamtérképek és a gépek által bejárt nyomvonalak megjelenítésére is alkalmunk nyílik.

Az automatikus dokumentáció számos előnnyel jár, hiszen csökkenti a papírmunka jelentette terhelést, illetve kizárja a gépkezelők által esetlegesen elkövetett dokumentációs hibákat.

A kezelés menüben az automatikus dokumentációhoz szükséges üzemeket, telephelyeket, adaptereket és gépeket tudjuk kezelni. Ezen kívül itt találjuk a gépeinkhez tartozó licenszeink állapotát leíró adatokat, és itt állíthatjuk be a napi jelentéseket. Emellett itt van lehetőségünk az adaptereket és a különböző munkagépeket párosítani, illetve hozzárendelni a gépekhez.

A telephelyek almenüben a gazdasághoz tartozó „telephelyeket”, vagyis megművelt területeket, szántóföldeket és a hozzájuk tartozó adatokat találjuk. Itt további területeket importálhatunk, exportálhatunk, törölhetünk és szerkeszthetünk.

A napi jelentések funkció segítségével beállíthatjuk azt, hogy a rendszer automatikus e-mailt küldjön a megadott e-mail címre, amely tartalmazza a kiválasztott gépek napi számlálóinak adatait, ezzel is elősegítve az irodai dokumentációt és a naprakész információáramlást.

3.2. A CEMOS AUTOMATIC bemutatása

A CEMOS kifejezés alatt a CLAAS egyesíti az összes olyan elektronikus rendszert, amely a gépek optimalizálását szolgálja. A CEMOS már évek óta a CLAAS kombájnok legfőbb kezelőtámogató rendszere, amit már traktorokban és silózókban is alkalmaznak.

A CEMOS tulajdonképpen a gazdálkodók személyes szakértője a fedélzeten, ami a mindennapi munkában aktívan segít. Önállóan állítja be magát, optimálisan, folyamatosan, függetlenül és automatikusan tud dolgozni, illetve a rendszer javaslatokat tesz a beállítási értékekre, segítve ezzel a gépkezelőt, hogy folyamatosan a mindenkori munkafeltételekhez igazodva tudja a munkát elvégezni.

A CEMOS AUTOMATIC programjának alapja a CEMOS szoftver. A kezelő bármikor be tud avatkozni, és párbeszéddel megtalálni a megfelelő beállítást, miközben továbbra is aktív marad a CEMOS AUTOMATIC.

Ezen túlmenően természetesen fennáll a lehetőség, hogy kézzel állítsa be a gépkezelő a másodlagos leválasztást és tisztítást. Ilyenkor ideiglenesen kikapcsol a CEMOS AUTOMATIC, illetve a szoftver külön-külön is képes kezelni a másodlagos leválasztás, illetve a tisztítás paramétereit.

A CEMOS AUTOMATIC aktiválása előtt a kezelő pontosan meg tudja adni az elvárt eredmény szerint választott stratégiát, így folyamatosan ellenőrizheti is azt. Az optimális teljesítmény érdekében a CEMOS AUTOMATIC ezen adatok függvényében szabályozza a másodlagos leválasztás és tisztítás beállításait.

A gépkezelőnek ezenkívül természetesen ismernie kell az üzem minőségi elvárásait, például a mag- és szalmaminőséget, illetve a maximálisan elfogadható szemveszteséget. Ennek megfelelően tudja megadni a stratégiát, amely alapján a CEMOS működik.

A CEMOS AUTOMATIC mesterséges intelligenciára épül, amely optimalizálja a kombájn különböző beállításait, de nem csupán matematikai képletekre alapozva, hiszen a betakarítást nem lehet pusztán elméleti oldalról megközelíteni, ezért időről-időre megvizsgálja, hogy teljesen más beállítások jobb eredményre vezetnének-e, és ha igen, akkor automatikusan átvált azokra.

A CEMOS AUTOMATIC mesterséges intelligenciája tehát lehetővé teszi, hogy a másodlagos leválasztás és a tisztítás paramétereit folyamatosan az aratási körülményekhez igazítva, munka közben folyamatosan alkalmazkodjon a kombájn, még akkor is, ha ezek a betakarítási körülmények ismeretlenek a rendszernek.

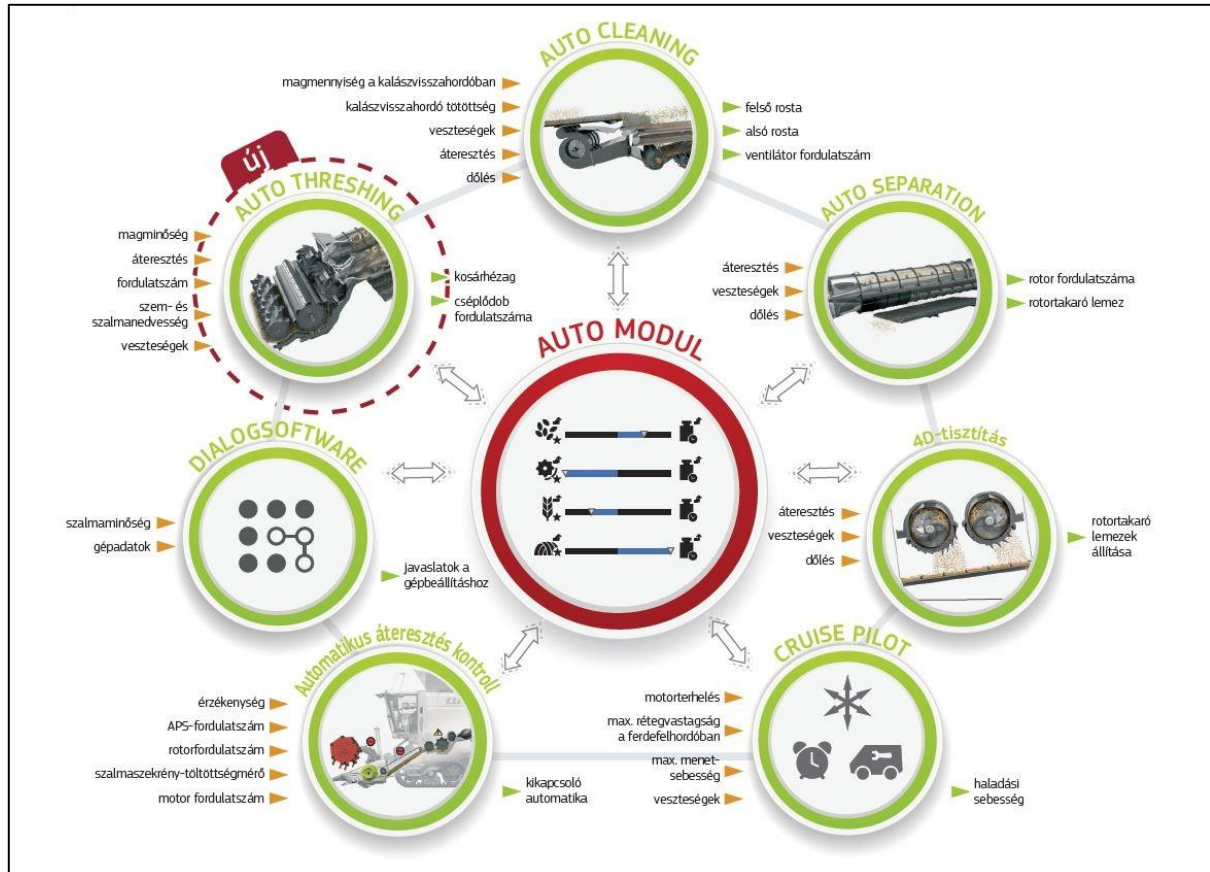
A CEMOS AUTOMATIC teljesítménynövelésének jóvoltából csökkenhet a munkaerő- és az anyagköltség, a rossz beállításokból vagy hibákból adódó állásidő, az üzemanyag-fogyasztás, és nem utolsósorban a szemveszteség, illetve ezáltal a követő talajmunkálás, tarlóhántás munkaigénye. Javul a betakarított termés minősége, nő a teljesítmény fogáskezdéskor és dőlt gabonában, ráadásul kisebb stressznek van kitéve a gépkezelő.

A következő fejezetben ennek a szoftvernek a részegységeit fogom bemutatni, melyekről egy szemléletes ábrát is mellékelek, amin jól látszik, hogy az egyes funkciók milyen adatok alapján miket szabályoznak.

3.2.1. A CEMOS AUTOMATIC funkciói

1. ábra: A CEMOS AUTOMATIC funkciói

(forrás: Agritech 2018. július)



• CRUISE PILOT

Az optimális betakarítási sebesség növeli a termelékenységet, ezért kulcsfontosságú ennek az értéknek a helyes megválasztása. A CRUISE PILOT a LEXION-nál az optimális munkasebességet szabályozza az állomány függvényében. Alapvetően négy befolyásoló tényezőt vesz figyelembe a rendszer: az anyagmennyiséget a ferdefelhordóban, a motorterhelést, a leválasztási és a tisztítási szemveszteséget. A ferdefelhordóban középen egy anyagárammérő henger méri a rétegvastagságot. A termény felfelé nyomja a behordóláncot, és ezzel együtt a támasztóhengert is. Minél nagyobb a kitérés, annál nagyobb a terménymennyiség a ferdefelhordóban, így a terhelési csúcsok időben felismerhetők.

A CRUISE PILOT figyelembe veszi a leválasztási és tisztítási szemveszteséget is. Ha például növekszik a veszteség, a rendszer csökkenti a munkasebességet.

A CRUISE PILOT alkalmazása során három stratégia közül lehet választani:

- Maximális teljesítmény veszteségfigyeléssel: ilyenkor a gép mindig a teljesítményhatáron arat.
- Állandó áteresztőképesség: minden részegység változó körülmények mellett is egyenletesen kerül kihasználásra
- Sebességtartó automatika: mindig állandó sebességgel történik az aratás.
- *CEMOS DIALOG*

A CEMOS DIALOG rendszer kérdések segítségével vezeti el a gépkezelőt az optimális beállításokhoz. Ekkor nem szükséges konkrét értékeket megadni a programnak, hanem az is elegendő, ha az adott körülményeket és elvárásokat fogalmazza meg a kezelő a DIALOG funkcióban belül, melyek eléréséhez a program javasolt beállításokat ajánl fel, amiket az operátor elfogadhat, vagy további optimalizációs javaslatokat kérhet a programtól. Ha a kezelő megerősíti a szoftver javaslatait, a CEMOS DIALOG közvetlenül elvégzi a beállításokat. (Vas, 2018)

- *CEMOS AUTO TRESHING*

A CEMOS AUTO TRESHING a cséplőrendszerek automatizálásának egy újabb mérföldköve. Az kezelőtámogató rendszer teljesen automatikusan szabályozza a tangenciális cséplőrendszerek kosárhézagát és a cséplődob fordulatszámát.

Hogyan teszi ezt? A GRAIN QUALITY CAMERA szenzorja megméri a törtszem-arányt, a pelyva és a kalászdarabok mennyiségét, és ezeket az értékeket egy központi modulnak küldi el. További adatok alapján, például szemvesztesség, szemnedvesség, anyagmennyiség a ferdefelhordóban és a kalászviesszahordóban, az automatika a kiválasztott optimalizálási stratégia függvényében kiszámítja a cséplődob fordulatszámának és a kosárhézag nagyságának legkedvezőbb beállítását. Ezek kiválasztásához további gyakorlati tapasztalati értékeket is felhasznál.

A rendszer tanulási folyamata zseniálisan egyszerű: az aratás kezdetekor a terményszárműhöz eltárolt ismeretek alapján dolgozik. A gép a munka előrehaladtával „megtanulja” az aratási körülményeket, és ezekhez a konkrét körülményekhez igazítja a beállításokat. Ezekkel a tapasztalatokkal egyre okosabb lesz, és folyamatosan tovább optimalizálja magát, egészen a lehető legjobb cséplési teljesítmény eléréséig. (Vas, 2018)

A CEMOS AUTOMATIC-kal felszerelt kombájnokban a CEMOS AUTO TRESHING összeköttetésben áll az összes többi kezelőtámogató rendszerrel. A terményfajtától függő alapbeállításokból kiindulva az AUTO TRESHING így mindig megtalálja a cséplőrendszer optimális beállításait, és a lehető legkíméletesebben, de a szükséges mértékű agresszivitással csépel. Mindezt a másodlagos magleválasztás, a tisztítás és a betakarítási sebesség függvényében teszi, megkönnyítve az ezeken a pontokon működő automatikus rendszerek munkáját is.

- *AUTO CROP FLOW*

Az AUTO CROP FLOW felismeri a terhelési csúcsokat azáltal, hogy folyamatosan figyeli a cséplőszerkezet, a másodlagos leválasztás és a motor fordulatszámait. Az előre beállított csúszási határ túllépése esetén a rendszer beavatkozik és megakadályozza, hogy több anyag kerüljön a gépbe. Ezzel elkerülhetők az eltömődés, sérülés vagy túlterhelés miatti leállások.

- *AUTO SLOPE*

A dombvidékes területek kihívást jelentenek a tisztítás számára, azonban az AUTO SLOPE lejtőn is tisztít, mivel a szelelő fordulatszámát felfelé csökkenti, lefelé növelni, ezáltal növeli a tisztítás hatékonyságát a kevésbé ideális terepviszonyok között is, illetve tehermentesíti a gépkezelőt azáltal, hogy mindig az optimális szelelési mértéket választja külső beavatkozás nélkül. Növeli az áteresztőképességet és csökkenti a szemvesztést a lejtőkön, így a tisztítási teljesítmény mindig stabil marad, és az anyagáram a tisztítás során is fennmarad.

- *AUTO CLEANING*

A szelelő fordulatszáma, valamint a felső rosta és az alsó rosta nyitásának mértéke azok a paraméterek, amelyek alapján a CEMOS AUTO CLEANING automatikusan szabályozza a tisztítást. A rendszer folyamatosan teszteli a különböző beállításokat a teljesítmény optimalizálása érdekében. A rendszer azonnal reagál, amint változik a hozam, a szemminőség, az áteresztés vagy a nedvesség.

- *AUTO THRESHING*

A rendszer javítja a cséplés és az elsődleges leválasztás teljesítményét. Teljesen automatikusan szabályozza a kosárhézagot és a cséplődob sebességét. A teljesítményoptimalizálás összes lehetséges beállításának összehasonlítása a háttérben történik. A gép számos érzékelője biztosítja az adatbázist.

- *AUTO SEPARATION*

A CLAAS HYBRID kombájnokban a CEMOS AUTO SEPARATION folyamatosan optimalizálja másodlagos leválasztást. A rendszer automatikusan beállítja a rotorok fordulatszámát és a rotortakarólemezek helyzetét, ahogy a betakarítási körülmények megváltoznak. A kezelőtől függetlenül a rendszer különböző beállításokat tesztl a háttérben, és kiválasztja azok közül a legjobbat. (CLAAS, 2024)

A CEMOS AUTOMATIC tehát saját maga találja meg a legjobb beállításokat minden földterülethez. Ezáltal a gépkezelő jelentős mértékben tehermentesül, nagyobb áteresztés és tisztább termés érhető el, a gép fogyasztása javul, nincs kiesés a hibás beállítások miatt, illetve csökkenek a költségek és a ráfordítások.

4. AZ ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLAT

4.1. Személyes kapcsolódás a témához

2023 januárjában szereztem meg a gépészmérnök BSc diplomámat Gödöllőn, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetemen. A tanulmányaimat ugyanitt folytattam, és jelenleg műszaki menedzser mesterszakon tanulok ezen az egyetemen.

A gépészmérnök alapképzés alatt kötelező szakmai gyakorlaton kellett részt vennünk, és lehetőséget kaptam Büksi Jánostól, hogy azt az AXIÁL Kft.-nél, a bajai telephelyen teljesítsem. Ez egy viszonylag rövidebb időszak volt, de a cég nagyon szimpatikussá vált, ezért később úgy döntöttem, hogy szívesen jelentkeznék kooperatív képzésre is ide. Erre lehetőséget is kaptam, amit nagyon köszönök, és a 2023 július 1-től meg is kezdtem a kooperatív szakmai gyakorlatot.

A központi, bajai telephely és az ottani üzletágak megismerése után Dunaszekcsőn, a Duna Gyöngye 2000 Mg. Zrt.-nél folytattam a képzést az AXIÁL Kft. gyakornokaként, mivel a két cég egymással szoros együttműködésben dolgozik. Itt lehetőségem nyílik megismerni a különböző mezőgazdasági munkafolyamatokat, bepillantást nyerhetek egy gazdálkodással foglalkozó cég mindennapjaiba, és testközelből figyelhetem meg a mezőgazdasági gépek működését a gyakorlatban.

Emellett én is részt vehetek a gépek szervizelésében, és segíthetek a gépkezelőknek a mindennapi feladataik ellátásában, illetve a vezetők és az irodai dolgozók feladataival is ismerkedhetek, szóval egy rendkívül átfogó képet kaphatok a mezőgazdasági termelés minden szintjéről.

A nyári betakarítási szezont is a Duna Gyöngye 2000 Mg. Zrt.-nél tölthettem, ezért érdekes és kézenfekvő ötletnek tartottam azt, hogy a modern mezőgazdaságról szóló diplomamunkámban egy olyan vizsgálat, illetve kísérlet legyen a középpontban, ami az arató-cséplőgépek működésével van összefüggésben, hiszen talán ezek a gépek tekinthetők a mezőgépszet csúcsának az összetettségük miatt.

Szerencsés helyzetben voltam, hiszen a Duna Gyöngye egy rendkívül széles skálájú és jól felszerelt gépparkkal rendelkezik, melynek gerincét a CLAAS által gyártott és az AXIÁL Kft. által forgalmazott és szervizelt traktorok és kombájnok képezik.

A cég birtokában levő két darab CLAAS LEXION7600 TT kombájn a lehető legjobban felszerelt, és számos kiegészítő mellett a CEMOS AUTOMATIC szoftver legújabb kiadásával és az ahhoz tartozó legfrissebb funkcióival is el van látva, illetve ezekhez a gépekhez naprakész CLAAS TELEMATICS licenszek is tartoznak.

Ezek alapján minden eszköz adott volt számomra ahhoz, hogy egy olyan diplomamunkát válasszak, melynek központjában a CLAAS TELEMATICS szoftver, annak működése, és a gazdálkodó szervezet számára nyújtott előnyök állnak, ugyanis ezzel a programmal elemezhetem a legmodernebb szoftverekkel és öntanuló rendszerekkel felszerelt kombájnok működését, vizsgálhatom a hatékonyságukat, és felmérhetem, hogy az ilyen eszközök milyen mértékű profitot jelentenek a cég számára a hagyományos, egyszerűbb felszereltségű gépek alkalmazásával szemben.

4.2. Cégbemutató: AXIÁL Kft.

A rendszerváltás után, 1991-ben mindössze 100 000 Ft törzstőkével alakult meg az AXIÁL Bt.-t, amely 1992-re vált családi vállalkozássá. Akkoriban csupán egy Fiat Polski gépkocsival intézték a működéshez elengedhetetlen, mindennapi ügyes-bajos dolgokat.

Eleinte csak Zetor és ZTS alkatrészek kereskedelmével foglalkoztak, mára azonban már több száz márka alkatrészei érhetők el a cég boltjaiban, ezek között szerepel saját termékcsaládjuk, az ISTER is, amely termékek előállítására és tesztelésére különleges figyelmet szentel vállalatunk.

1995-től kínálatukat mezőgazdasági gépek forgalmazásával, illetve speciálisan az ügyfelek igényeihez szabott szerviz- és műszaki háttérrel ellátott szolgáltatások nyújtásával is bővítették. Hatalmas fordulatot hozott a vállalat életében a rá következő év is, mivel 1996-ban a cég Kft.-vé alakult, és a törzstőke 50 000 000 Ft-ra emelkedett.

A mérföldkövek sorában 2000 novembere tölt be kimagasló szerepet, amikor is a CLAAS német gépgyártó vállalat - amely 2013. április 28-án ünnepelte 100 éves fennállásának évfordulóját - kizárólagos importőri és hazai forgalmazói jogot biztosított vállalkozásnak.

2. ábra: Az AXIÁL Kft. bajai telephelye
forrás: (AXIÁL Kft., 2024)



A cég tevékenységi köre 2003 óta tovább bővült használt gépek forgalmazásával, majd 2004-ben építő- és raktártechnológiai gépekkel is szélesedett kínálatuk.

Az AXIÁL Cégcsoporthoz tartozik a 2001-ben alakult, gépbérletre és bér munka szolgáltatásra szakosodott MANAX Kft. is, amely azok számára ajánl rövid és hosszú távú megoldásokat, akik nem kizárólag gépvásárlásban gondolkodva kívánják biztosítani munkájuk hatékonyságát.

Az AFS, azaz Axiál Financial Services 2007-ben vált különálló szervezetté, amely az anyavállalat Hitelosztálya által felhalmozott tapasztalatokra épülve lett pénzügyi szolgáltatásokat közvetítő vállalkozássá. A szakértő pénzügyi tanácsadó kollégák hitelek, lízingek, biztosítások közvetítésével, és támogatások előfinanszírozásával ún. faktorálással segítik az üzletfeleket.

Szintén 2007-ben átadásra került a frissen épített Alkatrész Logisztikai Központ, mely méreteivel és kapacitásával a magyar mezőgazdasági alkatrészellátás egyik legnagyobb raktára, és jelenleg is további fejlesztések helyszíne.

Az AXIÁL Kft. az évek során az egyik legdinamikusabban fejlődő magyar vállalkozássá nőtte ki magát, már nemcsak hazai, hanem külföldi érdekeltségekkel is rendelkezik. Ilyen a szlovák HRIADEL' és a román MUNAX cég, amelyek a magyar vállalkozáshoz hasonló tevékenységeket folytat a szomszédos országokban.

A cég 2011-ben kezdte el telephelyfejlesztési programját, melynek keretében számos új telephelyet nyitott, illetve a már meglévőket felújította, hogy még inkább ki tudja szolgálni az egyes térségekben élőket. Jelenleg a bajai központtal együtt 19 AXIÁL Ponton áll a vállalkozás rendelkezésre ügyfeleik számára.

Ez idő tájt egyre nagyobb jelentősége lett az agráriumban a precíziós gazdálkodásnak, ezért az AXIÁL Kft. termékpalettáján is megjelentek a különböző automata kormányzási megoldások. 2014-ben elindult a cég saját, eszközfüggetlen korrekciós jelszolgáltatási hálózata, a mAXI-NET néven futó szolgáltatás is, mely akár 2-3 cm pontosságú munkavégzést is lehetővé tesz. 2018-ban a legújabb technológiai megoldások irányába lépett a vállalat a Trimble márka bevezetésével.

2013-ban az SAP integrált vállalatirányítási rendszerrel, és 2015-ben a Szerviz- és Alkatrészüzletág közös szervezetté, vagyis Vevőszolgálatná történő egyesülésével lehetővé vált a még hatékonyabb, összehangoltabb működés is. A környezetterhelés csökkentésére és a gyorsabb, rugalmasabb dokumentáció érdekében 2018-ban bevezetésre került a javítási munkálatoknál az E-munkalap, mellyel a vállalkozás rálépett a digitális dokumentáció útjára, és 2020-ban ennek folytatásként átálltak az elektronikus számla kezelésre.

Az AXIÁL Kft. szíven viseli a jövő szakember-generációinak képzését, az ágazati szakemberek elméleti és gyakorlati oktatását is. Gépkezelői kurzusaikkal a legújabb gépek kezeléséhez biztosítanak ismereteket, valamint több középfokú és felsőfokú oktatási intézménnyel is kapcsolatban állnak annak érdekében, hogy tapasztalataikat és tudásbázisukat megoszthassák a fiatalokkal.

2022. április 12-én Szekszárdon tizenhárom intézmény részvételével aláírásra került a duális szakképzéshez kapcsolódó Déli Agrárszakképzési Ágazati Képzőközpont Nonprofit Kft. létesítő okirata, mely 2022. május 1-jével alakult meg. A dokumentumot szignáló intézmények között szerepelt az AXIÁL Kft. is, mellyel újból kimutatták elköteleződésüket az utánpótlásnevelés iránt.

2021 augusztusában átadásra került a központi telephelyen a megújult Alkatrész Logisztikai Központ is, mely kétmilliárd forintos beruházás a Pénzügyminisztérium támogatásával valósult meg. A fejlesztés célja a gyors és minőségi kiszolgálás fenntartása, valamint a dolgozók munkakörülményeinek javítása.

Ezzel egy időben a vállalat egyre nagyobb figyelmet kezdett el fordítani karbonlábnyoma csökkentésére, melyet a logisztikai központon elhelyezett napelemrendszer, majd a 2022. év végén a szekszárdi és kerecsendi telephelyen is üzembe helyezett napelemrendszer segítségével valósít meg. (AXIÁL Kft., 2024)

4.3. Információgyűjtés

A diplomamunkám elkészítésének legelső lépése az volt, hogy felkerestem az AXIÁL Kft. bajai munkatársait azért, hogy segítséget, illetve tanácsokat kérjek tőlük a témám és a vizsgálatom részletes kidolgozásához, hiszen úgy gondolom, hogy a diplomamunkám alapötlete számos területet érint a mezőgazdasági technológiák és azok menedzselésének világában, ezért fontosnak tartottam bővíteni a tudásomat ezekhez kapcsolódóan.

Kálmán Péter szervizmérnök, Rittgasser Péter szervízüzletág-igazgató és Büksi János szervezetfejlesztési igazgató minden szükséges eszközt, dokumentumot és információt biztosítottak a kutatáshoz, és ezek mellett személyes találkozók és konzultációk folyamán részletesen bemutatták nekem a CLAAS TELEMATICS rendszer funkcióit, illetve a modern CLAAS LEXION kombájnok működését is áttekintettük, különös tekintettel a CEMOS AUTOMATIC rendszerre és annak beállításaira. Emellett Steinhauser Tamás marketingmenedzser is számos hasznos információt osztott meg velem a modern kombájnok működéséről, amit szintén nagyon köszönök.

Ezek az előzetes információk azért voltak elengedhetetlenek, mert a TELEMATICS szoftver a kombájnok működésének szinte minden részegységét monitorozni tudja, és rengeteg információval szolgál, viszont úgy gondolom, hogy egy ilyen kísérlet során lényeges, hogy a téma szempontjából legfontosabb mutatókat emeljem ki.

Ezek mellett nagyon köszönöm a Duna Gyöngye 2000 Mezőgazdasági Zrt.-nek, és az Agro Duna Kft.-nek, hogy lehetőséget biztosítottak a kísérlet végrehajtására, és a szükséges licenszeket a különböző szoftverekhez a rendelkezésemre bocsátották, illetve Korsós Attila és Friedrich Zoltán gépkezelők a kísérlet során mindenben a segítségemre voltak és hasznos tanácsokat adtak a kivitelezéshez, illetve az aratás sűrűjében is szántak időt a különböző gépbeállítások tesztelésére, amiért hálás vagyok.

A kísérlet idején volt még egy további szerencsés egybeesés, ami hozzájárult ahhoz, hogy a mérések minél pontosabbak és sikeresebbek legyenek.

Mint azt korábban említettem, az AXIÁL Kft. szoros kapcsolatban áll a CLAAS vállalattal és a Duna Gyöngye 2000 Mezőgazdasági Zrt.-vel, és a CLAAS idén nyáron szervezett egy nemzetközi szintű továbbképzést a saját, illetve a partnercégek munkatársainak. A cégek vezetőinek egyeztetése után az a döntés született, hogy ez az elméleti és gyakorlati továbbképzés, ami a gépek bemutatása, és egyéb marketing-technikák mellett főként a kombájnok és traktorok üzemeltetését célozta, Dunaszekcsőn kerüljön megrendezésre, mivel európai szinten itt már viszonylag korán beérett az árpa, és a Duna Gyöngye cég által nyújtott feltételek ideálisak voltak egy ilyen oktatás lefolytatására.

Az AXIÁL Kft. gyakornokaként az én feladatom az továbbképzés előkészületeiben való segédkezés, a tolmácsolás volt, vagyis nekem kellett egyeztetnem a Dunaszekcsőn dolgozó, magyar gépkezelők és a német csapat között, hogy az oktatással párhuzamosan a helyi cég munkája is zökkenőmentesen haladjon, és emellett a továbbképzéshez szükséges feltételek is adottak legyenek, például, hogy a bemutató során arató kombájnok ürítése és szállító traktorokkal történő kiszolgálása is folyamatos legyen.

Az oktatás során, a szabadidőmben én is csatlakozhattam a résztvevő csoportokhoz, így én is számos hasznos információt és javaslatot kaphattam a német oktatóktól a kombájnos vizsgálatom minél pontosabb lefolytatásához, és ahhoz, hogy milyen szempontokra és beállításokra kell figyelni az előzetes kalibrációk során.

4.4. A vizsgálat alapkonceptiója

Mint az korábban említettem, a vizsgálatom elsődleges célja a Smart Farming és a Mezőgazdaság 4.0 megjelenésével egyre népszerűbbé és szinte elengedhetlenné váló farmmenedzsment-szoftverek előnyeinek és szükségességének bemutatása.

Ám egy ilyen program előnyeinek számszerűsítése és profitban történő kifejezése korántsem egyszerű, hiszen bár számos területen nyújt létfontosságú segítséget, és rengeteg olyan probléma orvosolható a használatával, amelyről korábban talán nem is szereztünk tudomást, a hatását és az abból gyűjtött információt nehéz forintosítani, ezért ezt a vizsgálatot összekapcsoltam egy másik felméréssel, amely a kombájnok működésének optimalizációs szoftverét, vagyis a CLAAS által forgalmazott CEMOS AUTOMATIC-ot célozza.

Ennek a programnak a különböző részegységeit és azoknak a feladatait már bemutattam a diplomamunkám „Anyag és módszer” című fejezetében, ezért itt most arra térnék ki, hogy a vizsgálat milyen alapelvekre épült.

Itt a célom az volt, hogy a TELEMATICS szoftverből kinyert adatok alapján következtetéseket vonhassak le azzal kapcsolatban, hogy mikor, milyen körülmények között és milyen mértékben érdemes a kombájnokon a CEMOS AUTOMATIC rendszert alkalmazni, az milyen mértékben járul hozzá a termelékenység növeléséhez, és az általa biztosított nagyobb teljesítmény és gyorsabb betakarítás milyen nagyságú profitot eredményez, illetve mennyire kifizetődő egy ilyen beruházás.

A mérések során igyekeztem a lehető legkülönbözőbb és legváltozatosabb környezeti feltételek mellett vizsgálni, hogy ezzel is minél átfogóbb képet kaphassak, minél inkább kiszűrhessem a véletlenszerű értékeket és a különböző, környezeti hatásokból származó változók befolyásolásának mértékét.

Emellett a két különböző gépkezelő alkalmazása is elengedhetetlen volt, mivel az ő ráhatásuk, tapasztalatuk és a különböző beállításokra vonatkozó elképzeléseik is jelentősen meghatározták a mért értékek közötti különbségeket, mivel az alapkoncepció az volt, hogy az adott körülmények mellett, az általuk legjobbnak ítélt gépbeállítások hatékonyságát és teljesítményét állítsam szembe a CEMOS AUTOMATIC rendszer által javasolt és beállított értékekkel, vagyis úgy is mondhatjuk, hogy ez egy kisebb verseny volt az ember és a szoftver között, és azzal, hogy két különböző szemléletű gépkezelő is segített a mérésekben, nagyobb mértékben szűrhetjük ki az emberi változó okozta eltéréseket, és egy átfogóbb képet nyerhetünk.

Azonban ebben az úgynevezett versenyben a gépkezelőknek korántsem volt egyszerű feladata, mivel bár mindketten több évtized tapasztalattal rendelkeztek a kombájnvezetés terén, és rendkívül jól ismerik a jelenlegi CLAAS LEXION 7600 típusú gépeket, melyekkel már évek óta végzik az aratást, itt egy úgymond öntanuló programmal szemben kellett jó teljesítményt nyújtaniuk, melyen mérnökök százai dolgoztak az elmúlt években.

A CEMOS AUTOMATIC legnagyobb előnye, hogy folyamatosan monitorozza a betakarítási körülményeket, és megállás nélkül, akár percről-percre újabb beállítási értékekkel kísérletezik, hogy ezzel megtalálja az adott körülményekhez és elvárásokhoz leginkább illeszkedő beállításokat, illetve folyamatosan, pillanatról-pillanatra figyeli az egyes mutatókat annak érdekében, hogy az adott terhelési és veszteségi értékek mindig az ideális tartományon belül maradjanak.

A kísérlet során több, különböző vizsgálati módszert is kidolgoztam. Ezeknek szintén az volt a szerepük, hogy a lehető legtöbb szemszögből figyelhessem meg a működési folyamatokat, és a lehető legnagyobb mértékben ki legyenek szűrve azok a kirívó mérési adatok, amelyek a

különböző helyzetspecifikus esetekből adódhattak, vagy az esetleges kalibrálási pontatlanságok miatt fordulhattak elő, és ezzel befolyásolhatták a vizsgálat eredményét.

Az első ilyen szempont az volt, hogy különböző terményfajták aratásánál is végre legyen hajtva a vizsgálat, ezzel színesítve a betakarított termények palettáját, ezért az árpa és a búza aratásánál is megkértem a gépkezelőket a különböző beállítások alkalmazására, vagyis arra, hogy a gépek működést a CEMOS AUTOMATIC használatával és anélkül is, kézi beállítások alkalmazásával is teszteljék. Ezáltal mérhetővé vált az a tényező, hogy a termények különbözősége okoz-e szignifikáns eltérést az automatika és a gépkezelők teljesítményében.

A második vizsgálati szűrő az volt, hogy több táblán történjen a kísérlet, ezáltal különböző domborzati viszony is szerepelt a mérés során, és az eltérő hozamú területek is helyet kaphattak a vizsgálatban.

Ezeknek a tényezőknek a hatásait természetesen rendkívül nehéz lenne számszerűsíteni, hiszen a teljes betakarítás egy sokváltozós folyamat, ahol a hőmérséklettől kezdve, a páratartalom, a domborzaton, termés hozamon, és a talaj keménységén át egészen a betakarítandó termény állapotáig (például, hogy gabona álló vagy esetleg fekvő) számos tényező befolyásolja a teljesítmény-adatokat, ezért nem is a konkrét számszerűsítés volt ennek a célja, hanem az, hogy eltérő „versenykörülmények” és „versenypályák” is szerepeljenek a kísérletben, ezáltal egy átlagosabb, átfogóbb érték legyen kinyerhető a kapott diagramokból.

A harmadik, és talán legfontosabb szűrő a több gépkezelő bevonása volt, hiszen ezzel vált bizonyos mértékben semlegesíthetővé az emberi tényező, mint ahogy azt már fentebb kifejtettem.

A negyedik viszonyítási kitétel az volt, hogy az összehasonlítás különböző módokon történjen.

Ez azt jelentette, hogy nem feltétlenül vett részt mindkét gépkezelő egyszerre a kísérletben, ezáltal a mérési időpontok összehangolása is könnyebben menedzselhetővé vált és a vizsgálat is sokszínűbb lett.

Az első néhány kísérlet során alkalmanként csak az egyik gépkezelő segítségét kértem, és ilyenkor azt beszéltük meg, hogy az adott napon kijelölünk egy vizsgálati időszakot, melynek egyik felében a gépkezelő az általa ideálisnak gondolt, manuálisan beállított értékekkel üzemelteti a kombájnt, majd az időszak másik felében CEMOS AUTOMATIC rendszer által beállított adatokkal dolgozik a gép, vagyis minden részegységet az automatika vezérel, és a két időszak értékei kerülnek összehasonlításra a diagramok elemzésénél.

Ennek a módszernek az a nagy előnye, hogy a gép alap kalibrációs értékei nincsenek hatással a mérés kimenetelére, hiszen a gépet saját magával vetem össze, ezért az esetleges kalibrációs hibák semmit sem befolyásolnak, illetve itt a gépkezelő is úgymond saját magával kerül összevetésre. Ez azért lényeges, mert bizonyos alap elvárásokat és szempontokat, például a termény tisztaságát, a törtszemek arányát, betakarítási stratégiát stb. az operátornak kell megadni a CEMOS AUTOMATIC-nak, ezeket később részletesen tárgyalni fogom.

Ennek a vizsgálati módszernek azonban az a hátránya, hogy a manuális és az automatikus mérési időszak között lényeges időbeli és területi eltérés van, hiszen néhány óra elteltével a hőmérséklet is változik, ami befolyásolhatja a gabona nedvességét, illetve a gép haladásával a vizsgált terület is változik, ami eltérést jelenthet a tábla adott részének termés hozamában, illetve a gabona állapota is változhat, például bizonyos részeken lehet hogy a gépnek fekvő gabonát kell aratnia, amíg máshol az álló termény megkönnyíti a betakarítást.

(Egy adott vizsgálat alkalmával a gép természetesen ugyanazon a táblán dolgozott.)

A második vizsgálati technika az volt, amikor a gép ugyanazon a táblán, azonos időben dolgozott egymás melletti fogásokban, ezáltal a környezeti körülmények teljes mértékben megegyeztek. Ilyenkor az egyik gépkezelő a manuális beállításokat alkalmazta, amíg a másik operátor kizárólag a CEMOS AUTOMATIC és a CRUISE PILOT működésére hagyatkozott.

Ennél a kísérletnél kiemelten fontos volt, hogy a gépek teljes mértékben azonosan legyenek bekalibrálva, hogy ezzel elkerüljük a kalibrációs beállításokból adódó téves adatokat és az azokból rajzolt, félrevezető diagramokat. Abból a szempontból nagy szerencsém volt, hogy a kombájnok típusa teljesen megegyezett, mivel mindkettő CLAAS LEXION 7600 TT volt, illetve a vágóasztalok is teljes mértékben azonosak voltak, így ezek nem okozhattak eltérést. Mindezek mellett a beállított tarlómagasságnak is egyezőnek kellett lennie, hogy ugyanakkora anyagáram jusson mindkét gépbe, és a szecskázók beállítási paraméterei is egyezők voltak, hogy azok mindkét gépet ugyanolyan mértékben terheljék le.

Fontos volt, hogy a törtszemek aránya és a szennyezettség is szinte azonos legyen, ám ennek felmérése a gépkezelők szubjektív feladata volt, tehát kisebb-nagyobb különbségek ebben mutatkozhattak. Emellett lényeges volt, hogy a hektárszámlálók, illetve hozammérők és a szemvesztesség szenzorok is azonos értékekre legyenek kalibrálva.

A két gép szinte azonos sebességgel haladt, és a CEMOS AUTOMATIC által vezérelt kombájn a CRUISE PILOT funkciót is használta, amíg ez a kiegészítő a másik gép esetében ki volt kapcsolva.

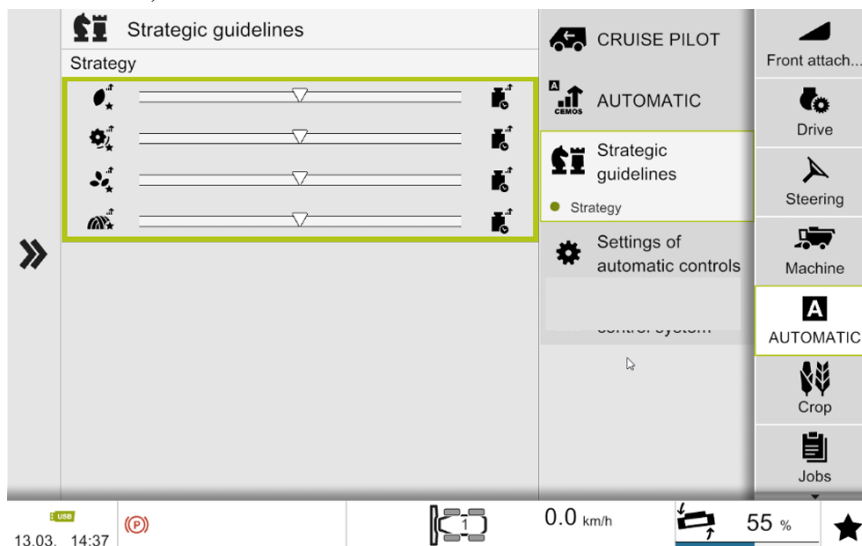
A kísérletek során, ha a CRUISE PILOT bekapcsolt állapotban volt, akkor mindkét gépkezelő a három lehetséges beállítási mód közül a „maximális teljesítmény veszteségfigyeléssel” opciót alkalmazta, mivel az évek során a dunaszekcsői környezetben ez vált be számukra a legjobban.

Emellett a CEMOS AUTOMATIC alkalmazása során a gépkezelők a GRAIN QUALITY CAMERA segítségével folyamatosan figyelték a törtszemek arányát, illetve a magtartályon található üveglakon keresztül figyelemmel kísérték a terménytisztaságot, és ennek megfelelően adták meg a CEMOS-nak a különböző stratégiai irányelveket.

Ezeket különböző csúszkák segítségével tudták megadni a programban, melyekről alább egy ábra is látható. A csúszkák mozgatásával finomíthatták a cséplést, ami kevesebb törtszemet eredményezett, változtathatták a cséplés intenzitását, növelhették a szentisztaságot, javíthatták a szecskázás minőségét, vagy éppen ezekkel szemben növelhették az áteresztőképességet és a teljesítményt, ha az adott minőséggel elégedettek voltak. Ettől függetlenül természetesen ebben az esetben is a szoftver végezte el a szükséges konkrét beállításokat, a csúszkákkal történő stratégiák megadása csak irányadás volt a gépkezelők részéről.

3. ábra: A CEMOS stratégiáinak megválasztása

(forrás: saját szerkesztés)



4.5. Kalibrációk és veszteségmérés

Az aratás megkezdésekor és természetesen a kísérletek előtt különös figyelmet kell szentelni a kombájnok mérőszenzorjainak kalibrálására, mivel ez döntően befolyásolja a gépek adatgyűjtését, és az esetleges minimális eltérések hosszabb távon jelentős mennyiségbeli és minőségbeli különbségeket jelenthetnek.

A CLAAS LEXION 7600 TT kombájnnak napjaink egyik legmodernebb arató-cséplőgépei, ezért rendkívül sok érzékelővel vannak felszerelve, de amiket a betakarítás kezdetekor mindenképp lényeges beállítani, azok a nedvességmérő, tömegmérő és szemvesztésgmérő szenzorok. A nedvességmérő és tömegmérő érzékelők beállítása viszonylag gyors és egyszerű. Ez úgy történik, hogy a betakarítás elején egy adott mennyiségű terményt learat a gép, melynek a súlyát és nedvességtartalmát megméri. Az így levágott terményt kombájnonként elkülönítve beszállítják a telepre mérlegelésre, és precíz nedvességmérésre, majd az ott kapott adatokat visszaküldik a kombájnosoknak, és azok a mérlegházból kapott, pontos adatokat korrekciós értéként megadják a kombájnnak szoftvereinek, amik korrigálják a korábban mért és az utólag, pontosan mért nedvesség- és tömegadatokat eltérését.

A szemvesztést érzékelő szenzorok kalibrálása kicsivel több időt vesz igénybe. Ilyenkor a veszteségszenzorok érzékenységet állítjuk. Minél magasabb érzékenységgű ez a beállítás, annál kevesebb, illetve kisebb tömegű szemvesztés esetén jelzi a szoftver a megengedett határérték túllépését.

Általában az ideális szemvesztés mértéke a teljes mennyiség 0,5-1%-a, ugyanis alapesetben ebben a tartományban érhető el az, hogy a kombájnnak a lehető legmagasabb teljesítményszinten üzemeljenek a lehető legkisebb veszteségek mellett, azonban ezt az irányadó értéket bármikor felülírhatja az, hogy az aratást koordináló személynek mik az elvárásai, tehát ha az vezető elvárása az, hogy a veszteségszintek a 0%-hoz közelítsenek, akkor ezt kell prioritásnak tekinteni. Ilyenkor természetesen előfordulhat, hogy nem a csúcsteljesítményt adják le a kombájnnak, hanem valamennyire visszafogottabban üzemelnek, azonban ez nem feltétlen hátrány. Ebben az esetben egyénileg mérlegelnie kell a gazdának, hogy az adott esetben a megtakarított gabonamennyiség vagy a gyorsabb munkavégzés hoz több hasznot.

A megcélzott érték kiválasztása után a megadtuk a szoftvernek a veszteségmérő tálca méretét és a leendő pozícióját a mérés során. Erre azért volt szükség, mert a CEMOS AUTOMATIC különbözően számol a veszteségmérés során attól függően, hogy a veszteségmérő tálca közepén, a kombájn alatt vagy a vágóasztal után, oldalt foglal helyet, illetve az is egy változó tényező, hogy hány tálcát alkalmazunk és azok mekkora méretűek.

Én a mérés során egy darab veszteségmérő tálcát alkalmaztam, melynek mérete 151 cm * 26 cm volt, és a mérés során a kombájn középvonalában foglalt helyet. A mérés során rendrakást alkalmaztunk szecskázás helyett, hogy minél könnyebben összegyűjthetők legyenek a kihulló magok.

Ezután kiválasztottuk a veszteség megadásának módját, ami történhet darabszám alapján, amelyhez 1000 db mag tömegét kell megadni kiindulásként, vagy a veszteségmérés során összegyűjtött magok konkrét tömegét kell beírni a programba. Mi a darabszámos megoldást választottuk.

A pontosabb mérés érdekében nem közvetlenül a fogás kezdetekor végeztük el a veszteségvizsgálatot, hanem a kombájn haladt nagyjából 80 métert, ahol menet közben a gép alá csúsztattam a tálcát a megfelelő pozícióba.

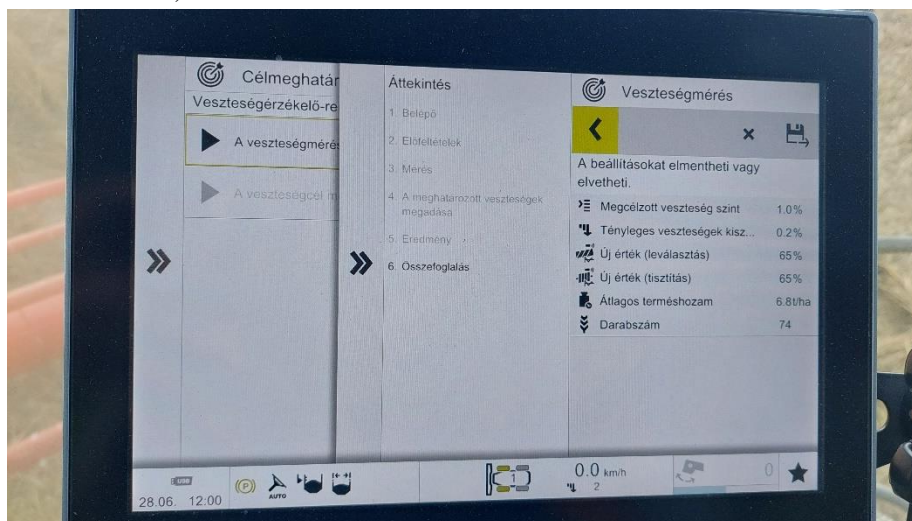
Miután a gép elhaladt a mérőtálca felett és azt beterítette szalmával, óvatosan rázogatva eltávolítottam a szalmaszálakat ügyelve arra, hogy a magok a tálcában maradjanak, majd megszámláltam az így összegyűlt szemveszteséget, és bediktáltam a gépkezelőnek, aki ezt az értéket megadta a programnak. A tisztítási folyamatot az alábbi fotókkal dokumentáltam.

4. ábra: A szemveszteség-mérés menete
(forrás: saját szerkesztés)



Ezt követően a CEMOS AUTOMATIC elvégezte a szükséges kalkulációkat a szükséges változók és a szemveszteség ismeretében, és ahogy azt az alábbi képen is láthatjuk, javaslatot tett a veszteségmérő szenzorok érzékenységeinek beállítási értékeire, hogy azok akkor jelezzék a határérték túllépését, illetve az ahhoz való közelítést, amikor az az általunk megadott értéket éri el. Ennek a funkciónak a felületét az alábbi ábrán láthatjuk.

5. ábra: A veszteségszintek kalibrációja a szoftverrel
(forrás: saját szerkesztés)



4.6. A kísérletek menete

Az előzetes kalibrációk elvégzése után megkezdtük a méréseket, amelyek több alkalmat öleltek fel eltérő napokon és táblákon, különböző növénykultúrákban és két gépkezelővel.

A betakarítás folyamán a gépek teljesítményadatait a CLAAS TELEMATICS rendszer segítségével követtem nyomon, ugyanis ebben a programban lehetőségem nyílt a gépek termelési beállításainak adatait szinte pillanatról-pillanatra lekérni, és azokból diagramokat és kimutatásokat készíteni a szoftver különböző funkcióinak alkalmazásával.

Az elsődlegesen figyelembe vett mennyiségek a méréseim során a területteljesítmény, az áteresztőképesség és az üzemanyagfogyasztás voltak, mivel elsődlegesen ezekből lehet a kombájnok időegység alatti hatékonyságára következtetni, illetve ezeket a tényezőket a legkézenfekvőbb megspórolt munkaórákba, munkabérbe és megtakarított üzemanyagba átkonvertálni és forintosítani.

Az üzemanyagfogyasztás értelemszerűen az egységnyi idő alatt felhasznált gázolaj mennyiségét jelenti [l/h] mértékegységgel, a területteljesítmény az egységnyi idő alatt learatott területet jelenti [ha/h] -ban kifejezve. Az áteresztőképesség az a szám, ami azt fejezi ki, hogy az arató-cséplő gépen időegység alatt mennyi anyag (szem, szalma, pelyva és törek) halad át, melynek a mértékegysége [t/h]. (Kelemen, 2012)

Ezeket a görbéket bizonyos esetekben más adatokkal is kiegészítettem, mint például a terméshozam az adott területen vagy a gépek sebessége, veszteségei és motorterhelése, hogy ezekkel a tényezőkkel is áláthatóbbá és érzékletesebbé tegyem a vizsgálatot és az összehasonlítást.

4.6.1. A 2024.06.15-i vizsgálat

Az első mérésre 2024. június 15-én került sor, és a gépkezelő Korsós Attila volt. Ekkor a kombájnn az árpa betakarítását végezte. A vizsgálat 12:45-től 15:15-ig tartott, egy koradélutáni időszakban, ami ideálisnak mondható, hiszen ez tekinthető a nap legmelegebb és legalacsonyabb páratartalmú időszakának, mivel ekkorra már biztosan felszáradt a harmat, és a reggeli, párásabb levegő is szárazabbá vált.

Az első és talán legfontosabb görbe, amit elemezni szeretnék az áteresztőképességet ábrázoló, mivel úgy gondolom, hogy ez az érték nagyon beszédes, és talán ez az adat mutatja meg a legjobban, hogy a külső tényezőktől függetlenül a kombájnn mekkora teljesítményt adott le a betakarítás szempontjából.

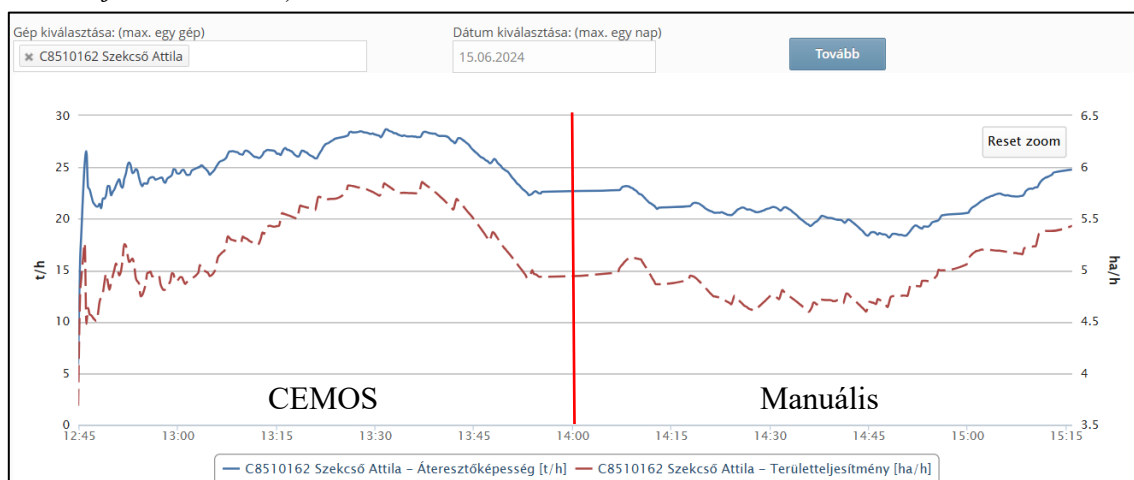
Ez a diagram egy középérték-diagram, vagyis a görbe létrehozásakor azt a beállítást választottam, hogy az itt feltüntetett értékek már maximális mértékben átlagolva legyenek, mivel a középérték meghatározásának „drasztikusságát”, illetve mértékét egy csúszka segítségével van módom változtatni.

Erre azért van szükség, mert a program nagyjából 15 másodpercenként gyűjt adatokat az aktuálisan dolgozó géptől, majd ezeket az adatpontokat formálja görbévé, viszont ezek között az igen sűrűn és gyorsan beérkező pillanatnyi értékek között gyakran előfordulnak kiugró számok is, amik bonyolultabbá tennék az elemzést. Emellett a vizsgálat szempontjából a legtöbb esetben a már átlagolt középértékek a hasznosabbak, hiszen ilyen nagy mennyiségű adat esetén ezek adnak átfogó és átlátható információt.

A 12:45-től 15:15-ig tartó árpaaratási kísérletben 14:00-ig, vagyis 75 percen át a CEMOS AUTOMATIC rendszer végezte a kombájnn adott értékeinek beállításait és azok korrigálását, illetve ez idő alatt a CRUISE PILOT is üzemelt. 14:00 órától 15:15-ig, szintén 75 percen át a gépkezelő vette át a gépbeállítások kezelését, és innentől a CRUISE PILOT sem volt alkalmazva, szóval az operátor feladata volt a megfelelő sebesség és anyagáram megválasztása és fenntartása is.

A kezdeti ingadozás után, nagyjából 12:50-től a kombájnn 22,6 t/h áteresztési értéket ért el, majd innentől egy konzisztens növekedés jellemzi az alább látható görbét.

6. ábra: Az áteresztőképesség és a területteljesítmény 06.15-én
(forrás: saját szerkesztés)



Természetesen ezen a középérték diagramon is megfigyelhetünk kisebb-nagyobb fűrészfogszerű ingadozásokat, ám ezek általában a táblaszéli fordulóknak tudhatók be, ahol a gépen értelemszerűen nem halad át anyagáram.

Ez a felfelé ívelő tendencia nagyjából 13:23-ig tartott, amikor a kombájn áteresztőképességének a középértéke elérte a 28 t/h körüli értéket, és ezt 13:43-ig tartotta is. Ez a 20 perces időintervallum volt az aznapi vizsgálat csúcsa, amikor a gép a legnagyobb áteresztőképességet produkálta. Ezt követően egy enyhébb visszaesés történt 13:55-ig, ahol a görbe visszaesett a kiindulási érték környékére, 22,49 t/h mennyiségre.

A CEMOS AUTOMATIC által vezérelt időintervallum középérték-diagramjának minimum értéke 21,01 t/h volt, melyet 12:48-kor vett fel a görbe, a kísérlet kiindulási szakaszában. A középértékek maximuma 28,7 t/h volt 13:31 perckor.

A szoftver által vezérelt időszakra vonatkozó átlagérték számításához az adatsort kigyűjtöttem egy Excel táblázatba, és ott végeztem el az átlagszámítást, hogy a lehető legtöbb értéket felhasználhassam a művelethez és ezzel minél pontosabb értéket kaphassak. A vizsgálat első szakaszára vonatkozó összefoglaló átlagérték 25,54 t/h volt.

Itt láthatunk a diagramban egy egyenes vonalat. Ez a stagnálás azért volt, mert itt a gép nagyjából 10 percig állt, és felkészült az átállásra, ugyanis 14:05-től a kísérletnek azon része következett, amikor a CEMOS helyett a gépkezelő végezte a beállításokat. Ez a szakasz 22,77 t/h értékről indult, majd egy enyhébb, de folyamatos csökkenés következett, amely ki is tartott 14:48-ig, ahol a görbe elérte a mélypontját 18,28 t/h értékkel.

Ezután emelkedő tendencia következett, és 15:15-ig ez ki is tartott, ahol 24,8 t/h csúcserővel zárult a kísérletnek ez a szakasza.

A gépkezelő által vezérelt periódus minimum és maximum értéke is alulmúlta az előző időszak szélsőértékeit, mivel itt a 18,28 t/h alsó és 24,8 t/h felső határok jellemezték ezt a szakaszt. A 14:00-tól 15:15-ig tartó részt összesítő átlagérték 21,61 t/h volt.

A manuális beállítású időszak átlagértékét, vagyis a 21,61 t/h adatot alapul véve megállapítható, hogy a CEMOS AUTOMATIC által vezérelt időszak 25,54 t/h nagyságú középértéke 18,19%-kal magasabb, vagyis a CEMOS AUTOMATIC áteresztőképesség szempontjából ezen a napon 18,19%-kal felülmúlta a manuális vezérlést.

A második mennyiség, amit fontosnak tartottam megjeleníteni a területteljesítmény volt, amely szoros összefüggésben áll az áteresztőképességgel, hiszen az áteresztőképesség mértéke határozza meg azt is, hogy a kombájn milyen gyorsan tud haladni a szántóföldön.

Ennél a diagramnál is a kezdeti kilengések után egy folyamatosan és egyenletesen növekvő szakasz következett nagyjából 13:40-ig, ahol a diagram elérte a maximális középértékét. A CEMOS által vezérelt szakasz minimum értéke 12:46-kor volt 4,47 ha/h értékkel, a maximumát pedig 13:37-kor érte el 5,86 ha/h nagyságú területteljesítmény mellett. A 12:45-től 14:00-ig tartó időszakra vonatkozó átlagszámítás eredményeként 5,28 ha/h értéket kaptam.

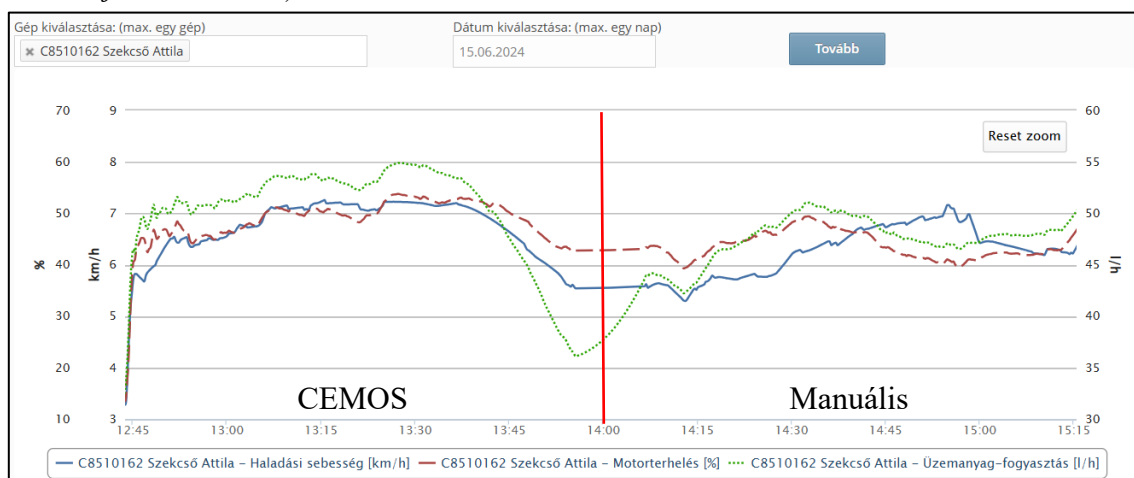
A 14:00-tól kezdődő, manuálisan vezérelt időszakban az áteresztőképesség görbéjéhez hasonlóan itt is egy enyhe, de folyamatos csökkenés volt megfigyelhető 14:44-ig, ahol ez a középértékdiagram is elérte az abszolút mélypontját a teljes kísérlet időtartamára vonatkozóan 4,59 ha/h-val, majd ezután szintén egy konzisztensen emelkedő szakasz következett egészen a kísérlet végéig, ahol a diagram a manuális szakasz maximumával zárult 5,44 ha/h értékkel.

A 14:00-tól 15:15-ig tartó, gépkezelő által vezérelt szakasz átlagos értéke 4,91 ha/h volt.

A manuális szakasz 4,91 ha/h nagyságú középértékéhez viszonyítva a CEMOS AUTOMATIC által vezérelt időszak 5,28 ha/h-s értéke 7,53%-os többletet jelentett területteljesítmény szempontjából.

A két legfontosabb mennyiség diagramjainak elemzése után bemutatom az alábbi, üzemanyagfogyasztásra vonatkozó ábrát is, mert úgy gondolom, hogy a gazdaságosságot vizsgálva ezt is lényeges megemlíteni. Ezt a diagramot a haladási sebesség és a motorterhelés görbéivel állítom párhuzamba, hiszen ezek szorosan összefüggő adatsorok a gép működése szempontjából.

7. ábra: A sebesség, fogyasztás és motorterhelés alakulása 06.15-én
(forrás: saját szerkesztés)



A nagyobb területteljesítmény és áteresztőképesség mellett a CEMOS segítségével a haladási sebesség középértéke is lényegesen növekedett, melynek maximális értéke az automatika által vezérelt időszakban volt 13:36-kor, és 7,19 km/h sebességet sikerült ekkor elérni, a minimuma pedig a gépkezelő által vezérelt időszakban, 14:12-kor 5,3 km/h volt. Ezek a szélsőértékek a teljes kísérletre vonatkoznak. Az automatika üzemelése melletti átlagsebesség 6,75 km/h volt, a manuális beállítású szakasz esetében ez a szám 6,29 km/h volt. Ez 7,31 %-os sebességnövekedést jelent a CEMOS AUTOMATIC javára.

A motorterhelés görbéje a tendenciáját tekintve szinte teljesen leköveti az áteresztőképesség diagramját. 12:45-től 14:00-ig az átlagos motorterhelés 49,37% volt, 14:00-tól 15:15-ig pedig ez az érték átlagosan 41,32% volt, vagyis a CEMOS AUTOMATIC használata 8,05%-kal növelte a motor igénybevételét, ez azonban nem feltétlen jelenti azt, hogy ez egy negatív adat, hiszen az 50% körüli motorterhelést nem nevezhetjük szélsőséges igénybevételnek, vagyis ebben az esetben az igénybevétel növekedése az optimálisabb teljesítményleadást segítette elő, és inkább a 40% körüli érték nevezhető kissé alacsonynak, amiből arra következtethetünk, hogy a CEMOS segítségével optimálisabb tartományban üzemeltethetjük a gépet.

Az üzemanyagfogyasztás görbéje a kezdeti, szoftver-vezérelt időszakban szintén egyenletesen a magasabb tartományban helyezkedik el, ahogy az előzetesen várható is volt, majd 14:00 környékén a pár perces megállásból adódóan észrevehetünk egy erős csökkenést, ami a mérés szempontjából figyelni kívül hagyható.

A gépkezelő vezérlése alatt a fogyasztás 47,88 l/h volt, amíg a CEMOS-szal vezérelt szakaszban ez a szám 50,81 l/h átlagérték környékén mozgott.

Ez az érték 6,12%-os fogyasztástöbbletet jelentett az automatikus szakaszban a manuálishoz viszonyítva. A fent említett adatok az alábbi táblázatban kerültek összesítésre.

1. táblázat: A 06.15-i vizsgálat eredményei

(forrás: saját szerkesztés)

Gépkezelő, Dátum	Korsós Attila 2024.06.15.						A hatékonyabb módszer és a százalékos javulás
Termény	Árpa						
Vezérlés	Manuális			CEMOS			
Időtartam	14:00-15:15 (75 perc)			12:45-14:00 (75 perc)			
Vizsgált érték	Min.	Max.	Átlag	Min.	Max.	Átlag	
Áteresztőképesség [t/h]	18,28	24,8	21,61	21,01	28,7	25,54	CEMOS 18,19 %
Területteljesítmény [ha/h]	4,59	5,44	4,91	4,47	5,86	5,28	CEMOS 7,53 %
Haladási sebesség [km/h]	5,3	7,16	6,29	5,54	7,19	6,75	CEMOS 7,31 %
Motorterhelés [%]	39,27	49,42	41,32	43,67	53,69	49,37	Manuális -8,05 %
Gázolajfogyasztás [l/h]	37,77	50,97	47,88	36,35	54,82	50,81	Manuális -6,12 %

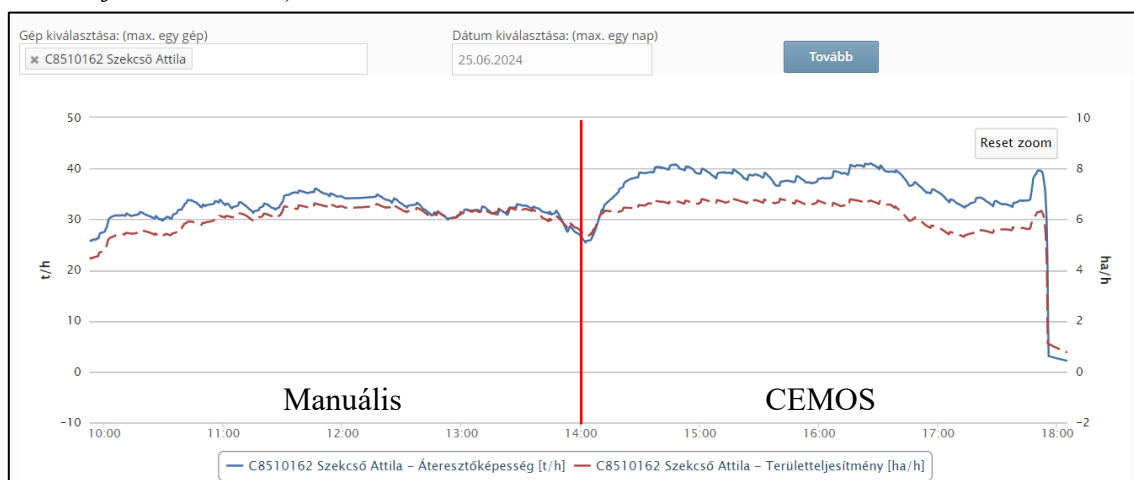
4.6.2. A 2024.06.25-i vizsgálat

A második kísérletet 06.25-én végeztük el, ekkor már a búza betakarítása zajlott. A gépkezelő ebben a vizsgálatban is Korsós Attila volt. A három kísérlet közül, amiket úgy végeztünk el, hogy egy kombájn értékeit vizsgáltam az adott nap két különböző szakaszában, ez volt a leghosszabb időtartamú, mert 10:00-tól 18:00-ig tartott így szinte a teljes aratási napot felölelte.

Mint ahogy korábban is, most is a középérték-diagramokat vettem figyelembe a vizsgálat folyamán. 10:00-tól 14:00-ig a vezető beállításaival üzemelt a LEXION, majd 14:00-tól 18:00-ig a CEMOS AUTOMATIC által megadott paramétereket használta a jármű.

Az áteresztés és a területteljesítmény diagramjainak alakulása alább látható. A mérés kezdetétől egy felfelé ívelő, de kissé váltakozó tendenciájú szakasz jellemezte az áteresztőképesség görbét. A középérték-diagramon itt is láthatjuk a már megszokott fűrészfogszerű kisebb kilengéseket, ám ez nem befolyásolja jelentősen a mérés lényegi részét.

8. ábra: Az áteresztőképesség és a területteljesítmény 06.25-én
(forrás: saját szerkesztés)



11:46-ra elértük a manuálisan vezérelt időszak maximumát 36,03 t/h-val, majd dél körül az egyenes vonal a görbében a megállás miatt került bele a mérésbe. Ettől kezdve viszonylagos ereszkedés történt 14:00-ig, ahol a diagramnak elértük a mélypontját 25,39 t/h áteresztésértékkel, ám ez is feltehetően a megállásnak és az átállásnak a számlájára írható, tehát sem a manuális sem a szoftveres szakasz teljesítményéből nem vesz el, vagyis ezt az értékelésnél figyelmen kívül hagyom.

Ezt követően egy újabb jelentős ugrás történt a diagramban, és a CEMOS vezérlésű időszakban a 40,95 t/h nagyságú maximumot is elérte 16:25-kor. A második szakaszban nagyjából végig ekörül a szám körül mozgott az áteresztőképesség, csak a mérés vége felé történt némi visszaesés 33 t/h nagyságú érték környékére.

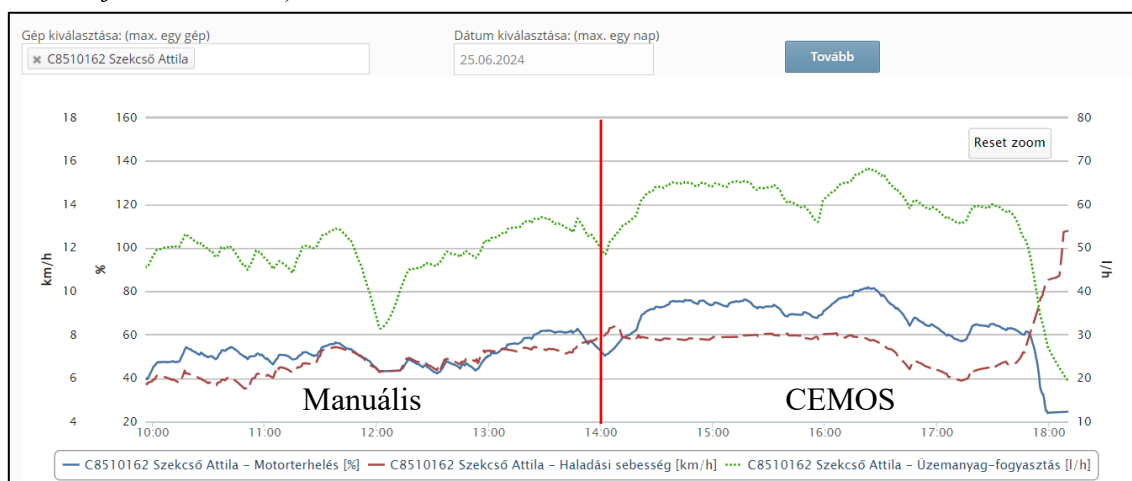
A manuális vezérlésű kísérleti szakasz átlagos áteresztőképessége 31,9 t/h volt, a CEMOS által nyújtott átlagos áteresztés mértéke pedig 36,53 t/h érték volt, ami a gépkezelő által elért értékhez viszonyítva 14,51 %-os javulást jelentett.

A területteljesítmény ebben az esetben is hasonló tendenciát mutat, mint az áteresztőképesség diagramja, ám azt fontos megjegyezni, hogy itt nincsenek annyira szélsőséges kilengések sem pozitív sem negatív irányban, hanem egy viszonylag konstanshoz közelítő diagramot kaptunk eredményként. A maximálisan mért középérték 15:01-kor, a CEMOS által vezérelt időszakban jelentkezett 6,79 ha/h nagysággal, melyet a gép nagyjából 14:00-tól 16:30-ig szinte folyamatosan tartott, a minimális érték pedig közvetlenül a kísérlet kezdetén, 10:01-kor jelentkezett 4,95 ha/h-val.

A gépkezelő által vezérelt időszak átlagos területteljesítmény-értéke 6,08 ha/h volt, a CEMOS-vezérelt kísérleti szakasz pedig 6,47 ha/h átlagértéket tudott produkálni, ami 6,41 %-os növekedést jelentett a manuális eredményt alapul véve.

Alább az átlagsebesség görbéjében is jelentős eltérés figyelhető meg a két különböző beállítású szakasz között. 14:00-ig, a manuális szakaszban jóval ingadozóbbak a sebességértékek, amíg ezzel szemben az automatikusan vezérelt szakasz sebessége az utolsó másfél órás visszaesést leszámítva szinte teljesen állandó. Az első szakasz átlagsebessége 6,61 km/h volt, a második szakaszban ez a szám 7,58 km/h volt. Ez 14,67 %-os növekményt jelent a CEMOS AUTOMATIC javára. Ennek a mérésnek a szélsőértékei a haladási sebesség szempontjából 5,46 km/h és 8,42 km/h voltak.

9. ábra: A sebesség, fogyasztás és motorterhelés alakulása 06.25-én
(forrás: saját szerkesztés)



A motorterhelés diagramját szintén párhuzamba lehet állítani a sebesség-diagrammal, ami az első, manuálisan vezérelt szakaszban 53,23 %-os átlagterhelést jelentett, a második szakaszban pedig 66,76 %-ra nőtt a terhelés átlagosan. A két érték különbsége 13,53 %, vagyis a CEMOS használata ennyivel növelte meg ezt az értéket. A motorterhelés 16:23-kor ért el 81,78 % nagyságú maximum-értéket, a minimuma pedig 12:32-kor 42,18 % volt.

Az üzemanyagfogyasztás diagramja a kézi beállítású üzemmódnak kedvez, azonban ennél a görbénél is fontos megjegyezni, hogy a jelentős csökkenések a 12:00 és 14:00 környékén a pár perces megállásoknak tudhatók be. Ettől függetlenül így is alacsonyabb fogyasztással üzemelt a kombájnn a kézi beállítások során, ami 52,38 l/h átlagfogyasztást jelentett ebben az időszakban.

A nagyobb terhelés és teljesítmény természetesen ebben az esetben is több gázolajat igényelt, így az automatikus beállítások során az átlagos fogyasztás 60,63 l/h volt. Ez a gépkezelő által vezérelt időszakhoz képest 15,75 %-os többletet jelentett.

A vizsgálat során a fogyasztás 44,74 l/h és 68,19 l/h értékek között mozgott, ha a megállás miatti visszaesést figyelmen kívül hagyjuk, alább pedig a teljes vizsgálat összefoglaló adatai láthatók a táblázatban.

2. táblázat: A 06.25-i vizsgálat eredményei

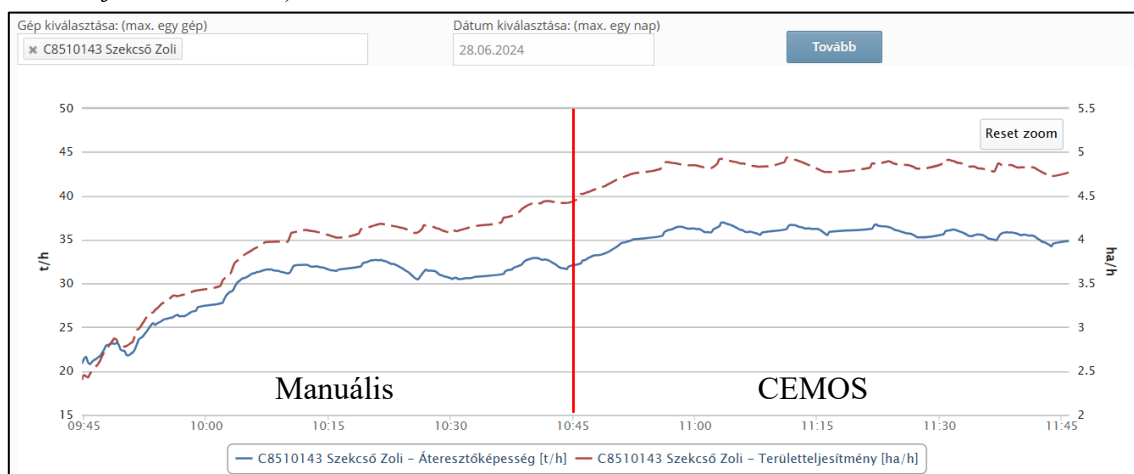
(forrás: saját szerkesztés)

Gépkezelő, Dátum	Korsós Attila 2024.06.25.						A hatékonyabb módszer és a százalékos javulás
Termény	Búza						
Vezérlés	Manuális			CEMOS			
Időtartam	10:00-14:00 (240 perc)			14:00-18:00 (240 perc)			
Vizsgált érték	Min.	Max.	Átlag	Min.	Max.	Átlag	
Áteresztőképesség [t/h]	25,39	36,03	31,9	25,39	40,95	36,53	CEMOS 14,51 %
Területteljesítmény [ha/h]	4,95	6,62	6,08	5,34	6,79	6,47	CEMOS 6,41 %
Haladási sebesség [km/h]	5,46	7,89	6,61	5,9	8,42	7,58	CEMOS 14,67 %
Motorterhelés [%]	42,18	61,88	53,23	51,37	81,68	66,76	Manuális -13,53 %
Gázolajfogyasztás [l/h]	44,74	56,88	52,38	50,58	68,19	60,63	Manuális -15,75 %

4.6.3. A 2024.06.28-i vizsgálat

A következő mérésre 2024.06.28-án került sor, ahol egy gép teljesítményét hasonlítottam össze két időszakban, egy gépkezelő részvételével. Ekkor a búza betakarítása volt soron, a gépkezelő pedig Friedrich Zoltán volt. A kísérlet 9:45-től kezdődően 11:45-ig tartott, tehát itt a délelőtti órákban történt a vizsgálat, némileg nedvesebb körülmények között. 9:45-től 10:45-ig, a kísérlet első felében, a gépkezelő által megadott beállításokkal történt a betakarítás, majd 10:45-től a kísérlet végéig a CEMOS AUTOMATIC beállításai voltak érvényben. Az előző kísérlethez hasonlóan itt is az áteresztőképesség és területteljesítmény alakulásának a vizsgálatával kezdem az elemzést, melyeket az alábbi ábrán szemléltetek.

10. ábra: Az áteresztőképesség és a területteljesítmény 06.28-án
(forrás: saját szerkesztés)



A gépkezelő által vezérelt időszakban az áteresztőképesség görbéje 21,6 t/h minimumértékről indulva folyamatosan emelkedett, majd nagyjából 10:05 perctől egy viszonylag egyenletes szakaszon tartotta a maximális nagyság körüli átlagértéket, ami 32,9 t/h volt.

A kezdeti, alacsonyabb értékek valószínűleg betudhatók annak, hogy a kombájn és a gépkezelő is akkor kezdte meg a munkát, és a megfelelő működési szint eléréséhez szükséges lehetett az, hogy pár perc elteljen. Az átlagos áteresztőképesség a manuális beállítású kísérleti szakaszra vonatkozóan 30,36 t/h volt.

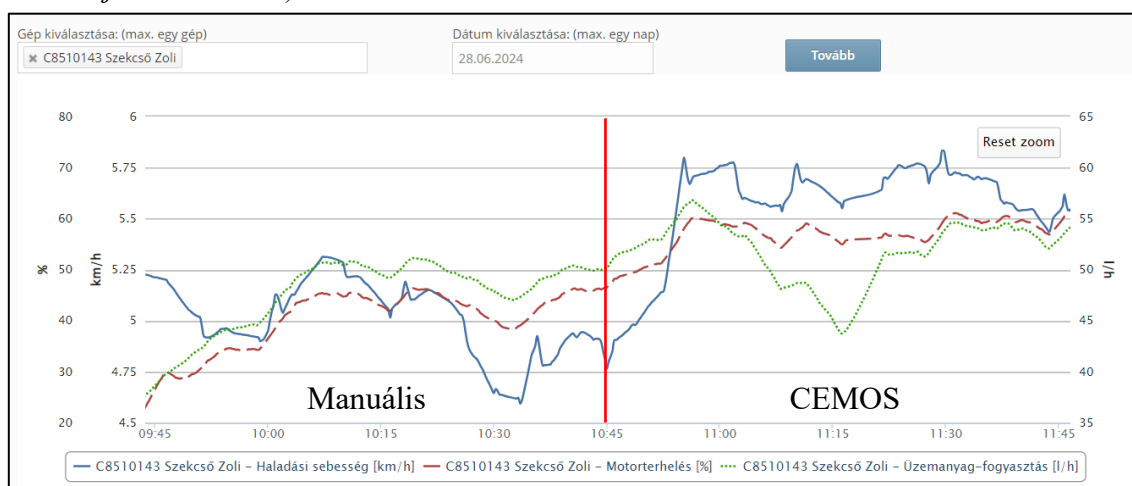
10:45-től kezdődően ismét sikerült növelni a manuális beállításokkal produkált értékeket, mivel egy gyorsabb ütemű felfelé ívelő szakaszt követően a CEMOS vezérelte szakaszban 36,94 t/h nagyságú abszolút csúcserőértéket tudtunk elérni 11:03-kor. Ezután egy enyhébb csökkenés következett a kísérlet végéig, de a középérték-diagram görbéje még így is a 35 t/h érték felett maradt. A 10:45-től 11:45-ig tartó szakasz átlaga 35,23 t/h volt, ami a manuális vezérlésű időszak átlagát alapul véve 16,04 %-os többletet jelent.

A területteljesítmény görbéje ebben az esetben is szinte teljes mértékben lekövette az áteresztőképesség diagramját azzal a különbséggel, hogy a CEMOS által vezérelt második szakaszban a maximális területteljesítmény elérése után szinte teljesen konzisztensen tartotta a görbe a maximális értéket, és csak elenyésző csökkenés volt tapasztalható a középértékekben. Az abszolút minimum érték ebben a helyzetben is a manuális szakasz kiindulásánál volt 2,43 ha/h értékkel, az abszolút maximumot pedig 11:12-kor, az automatikusan vezérelt szakaszban érte el a görbe 4,94 ha/h nagysággal.

A területteljesítmény átlagos értéke 9:45-től 10:45-ig 4,17 ha/h volt, ugyanez a mérőszám a második szakaszban, 10:45-től 11:45-ig pedig 4,76 ha/h volt. Így a CEMOS által vezérelt időszak területteljesítménye 14,15 %-kal volt több a manuális vezérlésű szakasz átlagértékénél.

A további három, általam megjelenítendő diagram ebben a kísérletben szintén a motorterhelés, a haladási sebesség és az üzemanyagfogyasztás görbéi lesznek.

11. ábra: A sebesség, fogyasztás és motorterhelés alakulása 06.25-én
(forrás: saját szerkesztés)



A motorterhelés görbéje a korábbi mintáknak megfelelően itt is szinte teljesen leköveti az áteresztőképesség görbét, csak néhány helyen figyelhetők meg minimális eltérések. Erre ebben az esetben is az az egyszerű magyarázat adható, hogy a nagyobb anyagáram, ami a növekvő áteresztőképességből adódik, jobban igénybe veszi a gép erőtartálékait, hiszen ilyenkor a cséplődob, a rotorok, a szelelő és a szecskázó fordulatszáma is növekszik, hogy a megnövekedett anyagáram mellett is megfelelő minőségű cséplést és terménnytisztaságot biztosítson a gép.

A motorterhelés görbéje 9:45-től, 29,69 %-ról növekedett, majd 10:45-ig 45 %-os érték környékén mozgott kisebb kilengésekkel. A manuális vezérlésű időszak átlagértéke 44,13 % volt. A kísérlet maximális értéke motorterhelés szempontjából 61,03 %-os érték volt az automatikus időszakban.

A fentebb leírt okok miatt a CEMOS AUTOMATIC által vezérelt időszakban a megnövekedett teljesítmény a motorterhelést átlagosan 57,21 %-os átlagértékre növelte, amelyet a kombájn a kísérlet végéig egyenletesen tartott. Ez a szám 13 %-kal nagyobb motorterhelés jelent a gépkezelő által vezérelt időszakhoz képest.

A haladási sebesség diagramján a legszembetűnőbb az éles váltás a két különböző vizsgálati szakasz határán. A sebesség minimuma szintén a manuális időszakban volt 10:33-kor, 4,59 km/h nagysággal, maximuma pedig a CEMOS-os időszakban 11:29-kor, 5,83 km/h értékkel.

Az első időszak átlagértéke 4,96 km/h volt, ezzel szemben a második szakaszban ez az átlag 5,62 km/h környékén mozgott, ami a gépkezelő átlagos haladási sebességéhez viszonyítva 13,3%-os növekményt jelent.

Itt fontos megjegyezni azt is, hogy a 13,3%-os plusz mellett további előnyt jelent az, hogy a CEMOS által vezérelt időszakban jóval kisebb volt a sebességingadozás és a szélsőségek is minimálisabbak voltak, ami abból adódik, hogy a CEMOS-szal történő munka során sokkal gyorsabban és egyenletesebben tud a gép haladni, hiszen a szoftver és a CRUISE PILOT folyamatosan igazítja gép működését és sebességét az anyagáram mennyiségéhez.

Az üzemanyagfogyasztás görbéjének minimuma 9:45-kor volt 39,19 l/h érték mellett, maximuma pedig 10:56-kor 56,82 l/h mennyiséggel. Az első szakasz átlagfogyasztása 48,67 l/h volt, míg a második automatizált időszakban ugyanez a mennyiség 52,27 l/h volt, ami 7,4%-os fogyasztásnövekedés az első szakaszhoz viszonyítva, mely az összesítő táblázatban is látható.

3. táblázat: A 06.28-i vizsgálat eredményei
(forrás: saját szerkesztés)

Gépkezelő, Dátum	Friedrich Zoltán 2024.06.28.						A hatékonyabb módszer és a százalékos javulás
Termény	Búza						
Vezérlés	Manuális			CEMOS			
Időtartam	9:45-10:45 (60 perc)			10:45-11:45 (60 perc)			
Vizsgált érték	Min.	Max.	Átlag	Min.	Max.	Átlag	
Áteresztőképesség [t/h]	21,6	32,9	30,36	31,62	36,94	35,23	CEMOS 16,04 %
Területteljesítmény [ha/h]	2,43	4,47	4,17	4,47	4,94	4,76	CEMOS 14,15 %
Haladási sebesség [km/h]	4,62	5,31	4,96	4,85	5,77	5,62	CEMOS 13,3 %
Motorterhelés [%]	29,69	46,5	44,13	46,5	61,03	57,21	Manuális -13,08 %
Gázolajfogyasztás [l/h]	39,19	51,1	48,67	43,74	56,82	52,27	Manuális -7,4 %

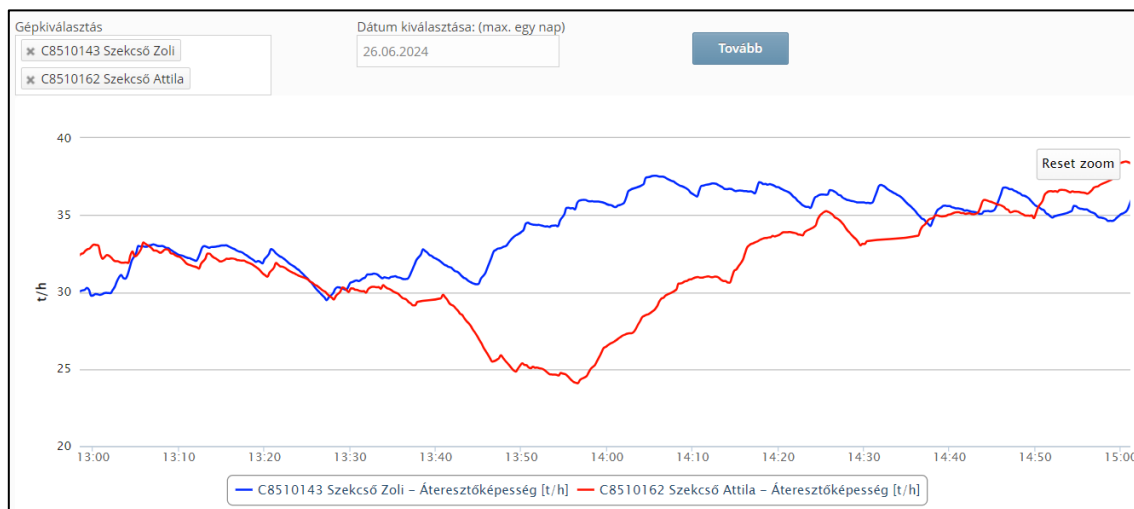
4.6.4. A 2024.06.26-i vizsgálat

2024.06.26-án az előzőektől eltérő módon végeztük el a CEMOS AUTOMATIC összevetését a gépkezelők által legideálisabbnak gondolt beállításokkal. Ahogy azt fentebb kifejtettem, ezen a napon a két azonos típusú, beállítású és egyformán kalibrált kombájn együtt dolgozott egy időben és egy táblán, egymás melletti fogásokban, hogy a körülmények teljes mértékben egyezők legyenek.

A mérés ezen a napon 13:00-tól 15:00-ig tartott, a délutáni órákban, szinte teljesen ideális körülmények között nedvesség és hőmérséklet szempontjából. Ebben az időszakban Friedrich Zoltán ült a CEMOS AUTOMATIC által vezérelt gépben, és Korsós Attila kezelte a manuális beállításokkal üzemelő kombájnt.

A mérés során itt is az áteresztőképességet, a területteljesítményt, az üzemanyagfogyasztást, haladási sebességet és a motorterhelést vettem figyelembe elsődlegesen, és ezekről az alábbi diagramokat készítettem.

12. ábra: A két kombájn áteresztőképessége 06.26-án
(forrás: saját szerkesztés)



A vizsgálat első pár percében még felülmúlta a kézi vezérlés a CEMOS értékeit áteresztőképesség szempontjából, de nagyjából 5 perc elteltével a két gép áteresztőképessége nagyjából megegyezett, talán az automatizált beállítás mutatott egy kicsivel nagyobb mértékű áteresztést 13:30-ig. Ekkortól azonban a két görbe eltávolodott egymástól, és a CEMOS beállításai jóval magasabb középértékeket tudtak produkálni a vizsgálat során, melynek elsődleges oka az volt, hogy itt a szoftver könnyen megtalálta a lehető legnagyobb áteresztést garantáló beállításokat, és azokat sokkal könnyebben tudta tartani a változó hozamú területen, hiszen a beáramló mennyiség változásához igazította pillanatról pillanatra a gép működését.

Ezzel szemben a gépkezelőnek a másik kombájnbán magának kellett lereagálnia a változásokat, és elkerülni az eltömődést, ami a CEMOS-hoz és CRUISE PILOT-hoz képest drasztikusabb lassulásokat okozott, hiszen értelemszerűen a legjobb gépkezelő sem tudja a gép minden adatát pillanatról-pillanatra figyelembe venni, és azokhoz igazodni.

Nagyjából 14:45-ig a szoftver vezetett is az összehasonlításban, majd a kísérlet vége felé újra fej fej mellett haladt a két gép, sőt az utolsó pár percben a kézi vezérlésű gép némileg még át is vette a vezetést.

A CEMOS AUTOMATIC és CRUISE PILOT által vezérelt gép áteresztőképességének szélsőértékei a középérték-diagramon 29,47 t/h és 37,56 t/h voltak, a gépkezelő által megadott beállításokkal ezek az értékek 24,08 t/h és 38,39 t/h között alakultak.

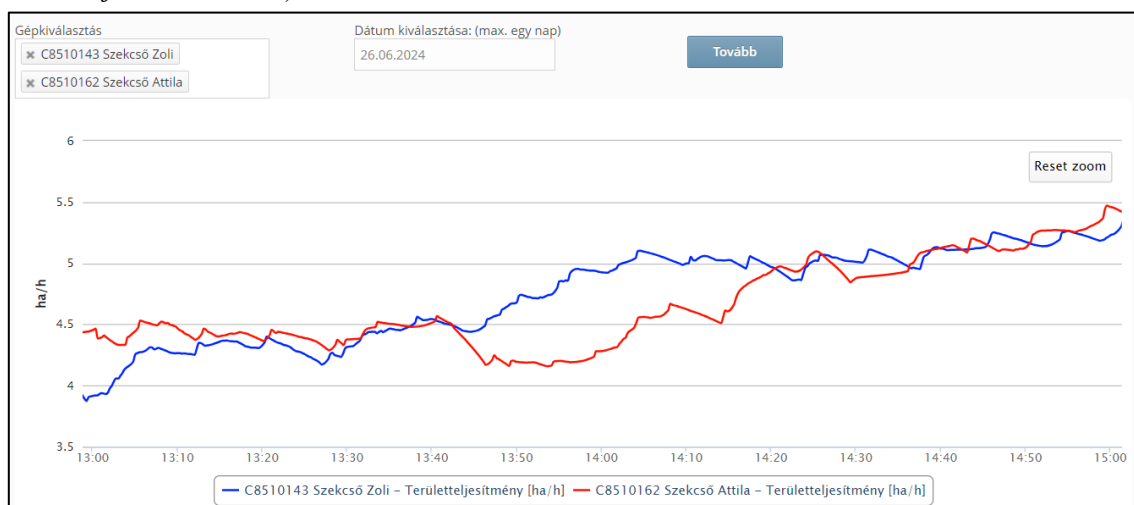
A kézi vezérlésű gép átlagos áteresztőképesség a kísérlet alatt 31,37 t/h volt, ezzel szemben a CEMOS által vezérelt gépnél ez a szám 34,2 t/h volt, ami 9,02%-os többletet jelentett a kézi beállítás átlagához viszonyítva.

Mint azt már megszokhattuk, a területteljesítmény görbéje hasonló tendenciát mutat, mint az áteresztőképesség görbéje, csak ebben az esetben minimálisabbak a különbségek a két kombájn értékei között, illetve itt az első fél órában a kézi beállítás vezetett minimális előnnyel, majd 13:45-től szintén elhúzott a CEMOS által vezérelt gép területteljesítmény-görbéje. A nagyjából 14:40-ig tartó vezetést szintén egy olyan szakasz követte, amikor a két gép értékei ismét szinte azonos nagysággal, kisebb különbségekkel és váltakozással, de együtt haladtak. A kísérlet során mindkét görbe nagyjából folyamatos növekedést mutatott.

A CEMOS vezérlésű kombájnhoz tartozó diagram szélsőértékei területteljesítmény szempontjából 3,87 ha/h és 5,37 ha/h között váltakoztak, a kézi vezérlésű gép diagramja pedig 4,16 ha/h és 5,45 ha/h között mozgott.

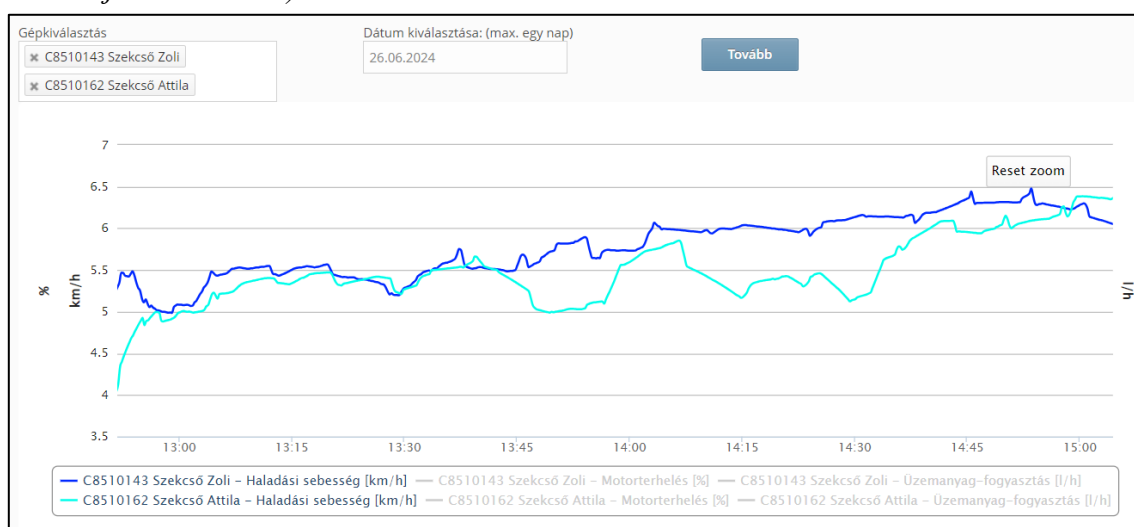
A kézi vezérléssel 4,66 ha/h területteljesítményt tudott a gépkezelő elérni, ezzel szemben a szoftveres vezérlés 4,91 ha/h területteljesítményt hozott ki a gépből, ami 5,36%-os növekményt jelent, amely az alábbi ábrán is jól észrevehető.

13. ábra: A két kombájn területteljesítménye 06.26-án
(forrás: saját szerkesztés)



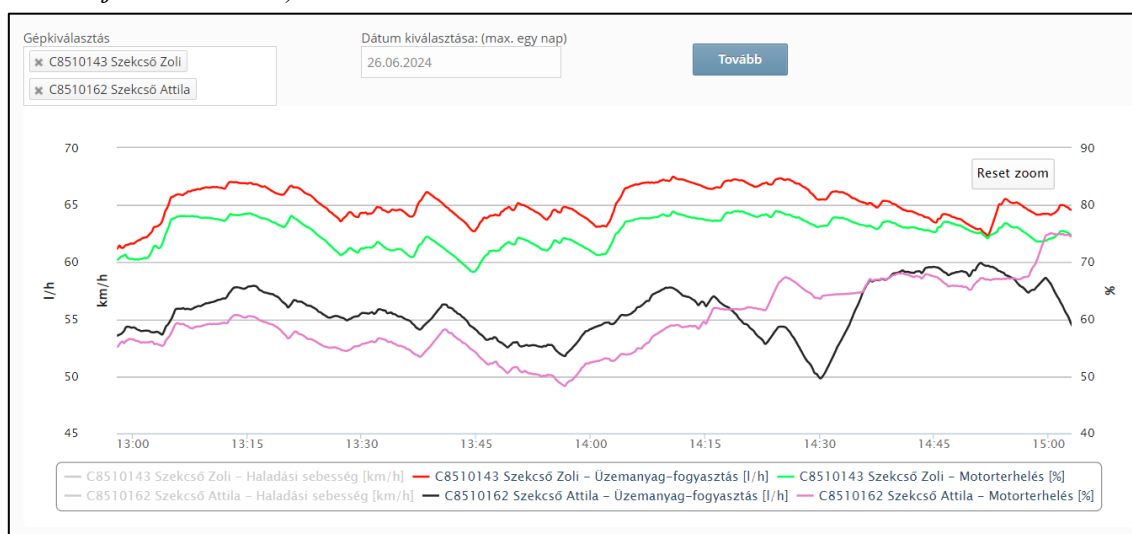
A vizsgálat során a CEMOS vezérlésű gép haladt az első fogásban, mögötte pedig a kézi vezérlésű kombájn, így a sebességük nagyrészt megegyezett, azonban a kézi vezérlés esetében az alábbi ábrán is megfigyelhetünk néhány lassabb szakaszt, hiszen itt a gépkezelőnek manuálisan kellett megválasztania a haladási sebességet úgy, hogy az eltömődést is biztosan elkerülje, de a lehető leggyorsabban is tudjon haladni. Ez a feladat a szoftver számára lényegesen könnyebbnek bizonyult. A kézi vezérlés sebességértékei 5 km/h és 6,38 km/h között változtak a diagramon, a szoftveres vezérlés során pedig 5,08 km/h és 6,48 km/h között történt a sebességváltozás. Itt az átlagértékek 5,39 km/h és 5,84 km/h voltak ismét a CEMOS AUTOMATIC javára, ami 8,35%-os sebességtöbbletet jelentett.

14. ábra: A két kombájn haladási sebessége 06.26-án
(forrás: saját szerkesztés)



Az üzemanyagfogyasztás és motorterhelés görbéinek alakulása szinte percről percre ugyanazt a tendenciát írja le mindkét kombájn esetében, csak a mértékükben fedezhetünk fel eltéréseket az alábbi ábrán az eltérő teljesítményszintek miatt. Ez jól szemlélteti azt, hogy a két gépet ténylegesen azonos terhelési körülmények érték a vizsgálat során, hiszen az alakulásuk megegyező, csak a mértékük eltérő.

15. ábra: A kombájnok fogyasztása és motorterhelése 06.26-án
(forrás: saját szerkesztés)



A CEMOS vezérlésű gép esetében a motorterhelés 68,28% és 78,7% között mozgott, az átlagérték pedig 74,93% volt. A kézi beállítású gép esetében a motorterhelésre vonatkozó szélsőértékek 48,29% és 74,79% voltak, az átlag pedig 61,32% volt, ami 13,61%-kal alacsonyabb, mint a szoftver-vezérelt kombájn átlaga.

Az üzemanyagfogyasztás az utolsó néhány percet leszámítva szintén folyamatosan tartotta a nagyjából 10 l/h nagyságú különbséget a két gép között. Az automatizált kombájn esetében a fogyasztás szélsőértékei 62,31 l/h és 67,01 l/h voltak, a kézi vezérlésnél pedig 49,81 l/h és 59,94 l/h voltak ugyanezek az adatok. A CEMOS vezérlésű kombájn átlagfogyasztása 65,3 l/h volt, a gépkezelő a másik géppel pedig 57,66 l/h átlagot tudott hozni, vagyis a szoftver használata ebben az esetben 13,25%-kal növelte az átlagfogyasztást.

Mint az már megszokott, a fenti adatokat ismét egy összefoglaló táblázatban összesítem.

4. táblázat: A 06.26-i vizsgálat eredményei

(forrás: saját szerkesztés)

Gépkezelő, Dátum	Friedrich Zoltán, Korsós Attila 2024.06.26.						A hatékonyabb módszer és a százalékos javulás
Termény	Búza						
Vezérlés	Manuális (K. A.)			CEMOS (F. Z.)			
Időtartam	13:00-15:00 (120 perc)						
Vizsgált érték	Min.	Max.	Átlag	Min.	Max.	Átlag	
Áteresztőképesség [t/h]	24,08	38,39	31,37	29,47	37,56	34,2	CEMOS 9,02 %
Területteljesítmény [ha/h]	4,16	5,45	4,66	3,87	5,37	4,91	CEMOS 5,36 %
Haladási sebesség [km/h]	5	6,38	5,39	5,08	6,48	5,84	CEMOS 8,35%
Motorterhelés [%]	48,29	74,79	61,32	68,28	78,7	74,93	Manuális -13,61%
Gázolajfogyasztás [l/h]	49,81	59,94	57,66	62,31	67,01	65,3	Manuális -13,25%

4.7. Gazdasági számítások

A gazdasági számításaim során azt szeretném megvizsgálni, hogy a modern technológiák, azokon belül pedig a CEMOS AUTOMATIC szoftver alkalmazása milyen mértékű pénzületi hasznot a gazdaság számára. Ennek kiszámításához elsődlegesen azt veszem figyelembe, hogy a program nyújtotta teljesítménynövekedés által a gazdálkodó cég mennyi időt, munkaórát és munkadíjat tud megspórolni a saját területeinek művelése során. Ez természetesen akkor ad pontos képet, ha az üzemanyagfogyasztás változásait, és az abból adódó többletköltséget is figyelembe veszem, így ez is a részét képezi a számításaimnak. Emellett a megtakarított idő további profit forrása lehet abban az esetben, ha a cég gépei bér munkát végeznek szolgáltatás formájában más vállalkozók földjein, mivel így egységnyi idő alatt nagyobb terület aratására képesek, ami nagyobb bevételt jelent a cég számára, ha azt feltételezzük, hogy a bér munkára szánt időtartam véges.

A számításokhoz felhasznált számadatok első sorban a kísérletek során kapott, CEMOS AUTOMATIC szoftver alkalmazásából adódó százalékos eltérések az egyes teljesítmény-paraméterekkel és fogyasztási adatokkal kapcsolatban, a gépkezelők bruttó órabére, a szolgáltatásként végzett bér munka ára és a cég által nagykereskedelmi áron vásárolt üzemanyag ára. A CEMOS AUTOMATIC használatából adódó százalékos eltérések a manuális alkalmazáshoz viszonyítva az alábbi táblázatban lettek összefoglalva.

5. táblázat: A teljes vizsgálat összefoglaló adatai
(forrás: saját szerkesztés)

Paraméterek	Manuális Átlag	CEMOS Átlag	Kedvezőbb mód és százalékos javulás
Áteresztőképesség [t/h]	28,81	32,87	CEMOS 14,1 %
Területteljesítmény [ha/h]	4,96	5,36	CEMOS 7,96 %
Sebesség [km/h]	5,8	6,45	CEMOS 11,16 %
Motorterhelés [%]	50,02	63,43	Manuális -13,41 %
Gázolajfogyasztás [l/h]	51,65	57,25	Manuális -10,85 %

- A cég által fizetett nagykereskedelmi üzemanyagár (Price of Fuel): $547 \frac{Ft}{l}$
- A gépkezelők bruttó órabére (Price of Labour): $3500 \frac{Ft}{h}$
- A hektáronkénti aratási szolgáltatás ára (Revenue): $38100 \frac{Ft}{ha}$

Az első esetben, ha azt vesszük figyelembe, hogy a kombájnok a vállalat saját területeinek aratását végzik, a megtakarított pénz a megspórolt munkaórákban és kezelői bérekben nyilvánul meg elsődlegesen, ugyanis, ha egységnyi idő alatt több terület learatása válik lehetővé, akkor a teljes földterület betakarítása is kevesebb munkabért igényel.

Az egyszerűség kedvéért feltételezzük, hogy a vállalat 1000 ha nagyságú területen termeszt gabonát. (A képletekben az „M” index a manuális adatokat jelöli, a „C” index pedig a CEMOS eredményeihez kapcsolódik.)

4.7.1. A manuális beállításokhoz tartozó költségek

- 1000 ha gabona betakarításához szükséges idő manuális beállításokkal:

$$t_{\ddot{o}M} = \frac{A_{\ddot{o}}}{P_{AM}} = \frac{1000 \text{ ha}}{4,96 \frac{\text{ha}}{\text{h}}} = 201,6 \text{ h} \approx 202 \text{ h}$$

- 1000 ha gabona betakarításához szükséges munkadíj:

$$PL_{\ddot{o}M} = t_{\ddot{o}M} \cdot PL = 202 \text{ h} \cdot 3500 \frac{\text{Ft}}{\text{h}} = 707000 \text{ Ft}$$

- 1 ha learatásához szükséges üzemanyagmennyiség:

$$Q_{FM} = \frac{Q_{FhM}}{P_{AM}} = \frac{51,65 \frac{\text{l}}{\text{h}}}{4,96 \frac{\text{ha}}{\text{h}}} = 10,41 \frac{\text{l}}{\text{ha}}$$

- 1000 ha gabona betakarításához szükséges üzemanyagköltség:

$$PF_{\ddot{o}M} = A_{\ddot{o}} \cdot Q_{FM} \cdot PF = 1000 \text{ ha} \cdot 10,41 \frac{\text{l}}{\text{ha}} \cdot 547 \frac{\text{Ft}}{\text{l}} = 5694270 \text{ Ft}$$

4.7.2. A CEMOS által vezérelt beállításokhoz tartozó költségek

- 1000 ha gabona betakarításához szükséges idő CEMOS vezérlésű beállításokkal:

$$t_{\ddot{o}C} = \frac{A_{\ddot{o}}}{P_{AC}} = \frac{1000 \text{ ha}}{5,36 \frac{\text{ha}}{\text{h}}} = 186,6 \text{ h} \approx 187 \text{ h}$$

- 1000 ha gabona betakarításához szükséges munkadíj:

$$PL_{\ddot{o}C} = t_{\ddot{o}C} \cdot PL = 187 \text{ h} \cdot 3500 \frac{\text{Ft}}{\text{h}} = 654500 \text{ Ft}$$

- 1 ha learatásához szükséges üzemanyagmennyiség:

$$Q_{FC} = \frac{Q_{FhC}}{P_{AC}} = \frac{57,25 \frac{\text{l}}{\text{h}}}{5,35 \frac{\text{ha}}{\text{h}}} = 10,7 \frac{\text{l}}{\text{ha}}$$

- 1000 ha gabona betakarításához szükséges üzemanyagköltség:

$$PF_{\ddot{o}C} = A_{\ddot{o}} \cdot Q_{FC} \cdot PF = 1000 \text{ ha} \cdot 10,7 \frac{\text{l}}{\text{ha}} \cdot 547 \frac{\text{Ft}}{\text{l}} = 5852900 \text{ Ft}$$

4.7.3. A munkaórák és költségek összevetése

- A CEMOS és a manuális beállítások közti munkaórák különbsége 1000 ha területen:

$$\Delta t_{\ddot{o}} = t_{\ddot{o}_M} - t_{\ddot{o}_C} = 202 \text{ h} - 187 \text{ h} = 15 \text{ h}$$

- A CEMOS használatával megspórolt munkadíj:

$$\Delta PL_{\ddot{o}} = \Delta t_{\ddot{o}} \cdot PL = 15 \text{ h} \cdot 3500 \frac{\text{Ft}}{\text{h}} = 52500 \text{ Ft}$$

- Az üzemanyagköltségek különbségének alakulása:

$$\Delta PF_{\ddot{o}} = PF_{\ddot{o}_C} - PF_{\ddot{o}_M} = 5852900 \text{ Ft} - 5694270 \text{ Ft} = 158630 \text{ Ft}$$

4.7.4. Adott gabonatömegre vetített költségek alakulása

Ha nem terület alapon számolunk, hanem azt feltételezzük, hogy (az egyszerűbb számítások miatt) 1000 t gabona betakarítását kell elvégeznünk, akkor az áteresztőképességet érdemes alapul venni. Amikor a gép áteresztőképességet számol a szemek tömege mellett a szalma, pelyva és törek tömegét is figyelembe veszi, de azonos fajtájú növények esetén feltételezhetjük, hogy ezek aránya állandó, tehát foglalkozhatunk pusztán a magtárba bejuttatott gabona tömegével, mert a tömegarányok és a hozzájuk tartozó teljesítmények aránya állandó marad.

4.7.5. A manuális beállításokra vonatkozó költségek tömegre vetítve

- 1000 t gabona betakarításához szükséges idő manuális beállításokkal:

$$t_{\ddot{o}_{mM}} = \frac{m_{\ddot{o}}}{Q_{mM}} = \frac{1000 \text{ t}}{28,81 \frac{\text{t}}{\text{h}}} = 34,71 \text{ h} \approx 35 \text{ h}$$

- 1000 t gabona betakarításához szükséges munkadíj:

$$PL_{\ddot{o}_{mM}} = t_{\ddot{o}_{mM}} \cdot PL = 35 \text{ h} \cdot 3500 \frac{\text{Ft}}{\text{h}} = 122500 \text{ Ft}$$

- 1 t gabona learatásához szükséges üzemanyagmennyiség:

$$Q_{F_{mM}} = \frac{Q_{Fh_M}}{Q_{mM}} = \frac{51,65 \frac{\text{l}}{\text{h}}}{28,81 \frac{\text{t}}{\text{h}}} = 1,79 \frac{\text{l}}{\text{t}}$$

- 1000 t gabona betakarításához szükséges üzemanyagköltség:

$$PF_{\ddot{o}_{mM}} = m_{\ddot{o}} \cdot Q_{F_{mM}} \cdot PF = 1000 \text{ t} \cdot 1,79 \frac{\text{l}}{\text{t}} \cdot 547 \frac{\text{Ft}}{\text{l}} = 979130 \text{ Ft}$$

4.7.6. A CEMOS alapú beállításokra vonatkozó költségek tömegre vetítve

- 1000 t gabona betakarításához szükséges idő CEMOS vezérlésű beállításokkal:

$$t_{\bar{o}mc} = \frac{m_{\bar{o}}}{Q_{mc}} = \frac{1000 \text{ t}}{32,87 \frac{\text{t}}{\text{h}}} = 30,42 \text{ h} \approx 31 \text{ h}$$

- 1000 t gabona betakarításához szükséges munkadíj:

$$PL_{\bar{o}mc} = t_{\bar{o}mc} \cdot PL = 31 \text{ h} \cdot 3500 \frac{\text{Ft}}{\text{h}} = 108500 \text{ Ft}$$

- 1 t gabona learatásához szükséges üzemanyagmennyiség:

$$Q_{Fmc} = \frac{Q_{Fhc}}{Q_{mc}} = \frac{57,25 \frac{\text{l}}{\text{h}}}{32,87 \frac{\text{t}}{\text{h}}} = 1,74 \frac{\text{l}}{\text{t}}$$

- 1000 t gabona betakarításához szükséges üzemanyagköltség:

$$PF_{\bar{o}mc} = m_{\bar{o}} \cdot Q_{Fmc} \cdot PF = 1000 \text{ t} \cdot 1,74 \frac{\text{l}}{\text{t}} \cdot 547 \frac{\text{Ft}}{\text{l}} = 951780 \text{ Ft}$$

4.7.7. A munkaórák és költségek összevetése adott tömegre vetítve

- A CEMOS és a manuális beállítások közti munkaórák különbsége 1000 t gabona esetén:

$$\Delta t_{\bar{o}m} = t_{\bar{o}mM} - t_{\bar{o}mc} = 35 \text{ h} - 31 \text{ h} = 4 \text{ h}$$

- A CEMOS használatával megspórolt munkadíj tömegre vetítve:

$$\Delta PL_{\bar{o}} = \Delta t_{\bar{o}m} \cdot PL = 4 \text{ h} \cdot 3500 \frac{\text{Ft}}{\text{h}} = 14000 \text{ Ft}$$

- Az üzemanyagköltség különbségének alakulása tömegre vetítve:

$$\Delta PF_{\bar{o}m} = PF_{\bar{o}mM} - PF_{\bar{o}mc} = 979130 \text{ Ft} - 951780 \text{ Ft} = 27350 \text{ Ft}$$

4.7.8. Az aratási szolgáltatásból származó bevételek

A fenti számítások önmagukban talán nem adnak elég átfogó képet a CEMOS AUTOMATIC használatának megtérüléséről, hiszen ezekben csak a gépkezelők órabére, és az üzemanyagfogyasztás költségeinek alakulása volt összevetve, azonban ezzel a módszerrel nem vettem figyelembe az aratási munkálatok elvégzésének pénzbeli hasznát, ezért fontosnak tartom a számításokat a bér munka árával is elvégezni, mert ez a szám természetesen a cég profitját is magában foglalja, de jó közelítést ad a befektetett munka értékének kifejezésére. Ezáltal számszerűsíthető lesz az is, hogy a CEMOS használatával megspórolt idő alatt hozzávetőlegesen mekkora hozzáadott érték keletkezik az elvégzett munka által.

Tegyük fel, hogy a cég 10 napon át, napi 8 órában végez béraratást szolgáltatás formájában, vagyis az időkeret fix, és összesen 80 óra áll rendelkezésre. A kísérleti eredmények összevetésekor kiderült, hogy a CEMOS használata a területteljesítményt 7,96 %-kal növeli a manuális vezérléshez viszonyítva.

- 80 munkaóra alatt learatható terület manuális beállításokkal:

$$A_{\delta_M} = P_{A_M} \cdot t_{\delta} = 4,96 \frac{ha}{h} \cdot 80 h = 396,8 ha$$

- 80 munkaóra alatt keletkező bevétel manuális beállításokkal:

$$R_{\delta_M} = R \cdot A_{\delta_M} = 38100 \frac{Ft}{ha} \cdot 396,8 ha = 15118080 Ft$$

- 80 munkaóra alatt keletkező bevétel a CEMOS által vezérelt beállításokkal:

$$R_{\delta_C} = R_{\delta_M} \cdot 1,0796 = 15118080 Ft \cdot 1,0796 = 16321479 Ft$$

- 80 munkaóra alatt keletkező bevételkülönbség:

$$\Delta R_{\delta 80} = R_{\delta_C} - R_{\delta_M} = 16321479 Ft - 15118080 Ft = 1203399 Ft$$

- 1 munkaóra alatt keletkező bevételkülönbség:

$$\frac{\Delta R_{\delta}}{80} = \frac{1203399 Ft}{80} = 15043 Ft$$

- 1 munkaóra alatt keletkező fogyasztástöbblet ára:

$$(Q_{Fh_C} - Q_{Fh_M}) \cdot PF = \left(57,25 \frac{l}{h} - 51,65 \frac{l}{h} \right) \cdot 547 \frac{Ft}{l} = 3063 Ft$$

- 1 munkaóra alatt keletkező nyereségkülönbség:

$$15043 Ft - 3063 Ft = 11980 Ft$$

5. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A négy kísérlet során szinte minden esetben, kivétel nélkül a CEMOS AUTOMATIC nyújtott magasabb teljesítményt, ami megnyilvánult a nagyobb áteresztőképességben, területteljesítményben, haladási sebességben és optimálisabb motorkihasználtságban, bár ez némileg megnövekedett üzemanyagfogyasztásba került. Ezt a teljesítménynövekedést úgy tudta elérni a szoftver, hogy a szemvesztesség a törtszemek aránya, illetve a betakarított gabona tisztasága megmaradt, mivel ezeket a szempontokat a gépkezelők folyamatosan figyelemmel kísérték, és a szoftveres vezérlés során is fent tudták azokat tartani azáltal, hogy a CEMOS AUTOMATIC-ban a megfelelő stratégiát adták meg a szoftvernek, azon állapotok alapján, amiket ők maguk észleltek a magtartályban és a GRAIN QUALITY CAMERA segítségével.

Emellett a kísérletek során a gépkezelőknek minden esetben az volt a fő prioritásuk, hogy a lehető legjobb teljesítményt hozzák ki a kombájnokból és ezáltal a lehető leggyorsabban haladjanak a gépekkel, vagyis a mérések során az üzemanyagmegtakarítás nem volt elsődleges szempont, amit azért fontos megjegyezni, mert bár a legtöbb esetben a manuális beállítások nagyobb üzemanyag-megtakarítást jelentettek, de ugyanakkor ez azt is jelentette, hogy a gépből nem feltétlen lett kihozva a maximális teljesítmény. Ez természetesen nem egy gépkezelői hiba, csak ez is azt mutatja, hogy a szoftver segítségével hatékonyabban tudjuk a felső határ közelében üzemeltetni a gépeket.

Ez a tendencia mindkét gépkezelő munkája során jól kir, ami szintén azt mutatja, hogy ez nem egy egyéni eset, és mindketten kiváló szakemberek, hiszen manuális beállításokkal is hatékonyan dolgoztak, de a CEMOS AUTOMATIC és a CRUISE PILOT segítségével még ezt a jó teljesítményt is felül lehet múlni.

A mérések során kapott adatsorok diagramjait csoportosítottam, így a hasonló és szorosan összefüggő értékek együtt vizsgálhatók, illetve az adott kísérleti szakaszok mérőszámaiból táblázatokat készítettem, melyekben a vizsgált mennyiségek átlagai és szélsőértékei szerepelnek.

Az átlagos értékekre értelemszerűen azért volt szükség, hogy egy konkrét adattal tudja jellemezni egy hosszabb szakaszt, tehát ezek a számok tekinthetők a legfontosabbaknak, mivel ezek a teljes vizsgálatot percről- percre jellemzik.

Ezek mellett a szélsőértékek is megjelenítésre kerültek, melyeknek a fő szerepe az volt, hogy az adott vizsgálati időszakokat nagyjából behatárolhassam az értékek kiterjedése alapján is, vagyis, hogy az adott szakaszban nagyjából milyen teljesítményhatárok jellemezték a gép működését.

Az átlagos értékek összesítése során eltekintettem attól, hogy az adott szám árpához vagy búzához tartozik, mivel úgy gondolom, hogy a számítások során ennek nincs különösebb jelentősége, hiszen mindkét növény esetében mindkét módszer azonos ideig lett vizsgálva, viszont abból a szempontból hasznos a több növénykultúra bevonása, hogy színesebb és átfogóbb adatokat vehetek figyelembe. Az így kapott összesítő táblázat itt látható.

6. táblázat: A százalékos javulások összesítése
(forrás: saját szerkesztés)

A százalékos javulások összesítése a módszerek megnevezésével						
Dátum	06.15.	06.25.	06.28.	06.26.		
Gépkezelő	Korsós Attila	Korsós Attila	Friedrich Zoltán	Friedrich Z. Korsós A.	Hatékonyabb módszer	Átlagos javulás
Áteresztőképesség	18,19 %	14,51 %	16,04 %	9,02 %	CEMOS	14,1 %
Területteljesítmény	7,53 %	6,41 %	14,15 %	5,36 %	CEMOS	7,96 %
Sebesség	7,31 %	14,67 %	13,3 %	8,35 %	CEMOS	11,16 %
Motorterhelés	-8,05 %	-13,53 %	-13,08 %	-13,61 %	Manuális	-13,41 %
Gázolajfogyasztás	-6,12 %	-15,75 %	-7,4 %	-13,25 %	Manuális	-10,85 %

Ahogy azt fentebb is említettem, az adatsorokból kihagytam azokat a pár perces, rendkívüli időszakokat, amikor a kezelő például egy rövidebb szünetet tartott, viszont a vizsgálatok során előfordultak olyan helyzetek is, amikor a gépkezelőnek muszáj volt lassítania annak érdekében, hogy ne terhelje túl a gépet vagy tömítse el az anyagáramot. Ez főként a manuális időszakban fordult elő, ahol az operátoroknak folyamatosan figyelniük kellett a kombájn veszteségszintjeit és terhelését.

Az így kapott értékek a vizsgálat szempontjából kihagyhatatlanok, hiszen ezek világítanak rá a CEMOS AUTOMATIC egyik legnagyobb előnyére, mégpedig arra, hogy beavatkozás nélkül a teljesítményhatáron tudja üzemeltetni a gépet anélkül, hogy ez bármiféle kockázatot jelentene, hiszen, ha hirtelen egy erősebb terméshozamú vagy esetleg fekvő állományú területre ér a gép, azt a szoftver automatikusan leereagálja, és a szükséges értékeket a körülményekhez igazítja.

Ugyanezt természetesen a gépkezelőnek is meg kell tennie, de lehetséges, hogy ő valamivel az aktuális határértékek alá céloz, és ezzel ugyan elkerüli a fennakadást, viszont ez néhány esetben indokolatlan teljesítményvisszaesést is jelenthet. Például, ha a gép 6 km/h sebességgel halad, de egy olyan táblarészre ér, ahol a zökkenőmentes betakarításhoz az 5 km/h lenne az optimális, akkor ezt az értéket a szoftver szinte azonnal megtalálja, viszont a gépkezelő esetleg 3 km/h-ra is visszalassíthat, ami már minimális idővesztést is jelenthet. A CRUISE PILOT segítségével olyan opció is választható, ahol a sebesség a fix érték, és az áteresztés beállításait igazítja a megadott sebességhez a program, csak a példa talán a sebesség korrekciójának bemutatásával a legegyszerűbb.

Erre az esetre jó példát láthattunk a 06.26-án megrendezett vizsgálat során, ahol a két kombájn egyszerre vett részt a kísérletben. Ekkor ugyanis a két gép a kísérlet kezdeti és végső szakaszában szinte teljesen fej-fej mellett haladt áteresztőképesség, területteljesítmény és sebesség szempontjából, hiszen ideális körülmények között egy jól képzett gépkezelő felveszi a versenyt a CEMOS-szal, és akár ugyanazt a szintet is tudja hozni, amit a szoftver, viszont a nehezebb körülményekhez a szoftver precízebben tud alkalmazkodni, ezért is láthattuk azt, hogy a mérés középső szakaszában a manuális beállítás teljesítményszintje elmaradt a CEMOS AUTOMATIC teljesítményétől.

Néhány esetben a termés hozam alakulását is figyelembe vettem azért, hogy kiszűrhessem azt, ha esetleg annak változása befolyásolja a különböző vezérlési módszerek teljesítményét, de a mérések során nem alakult ki ismétlődő mintázat ennek kapcsán, vagyis sok esetben a hozam teljesen konzisztens volt, más helyzetekben viszont az esetleges változása nem befolyásolta a mérések alakulását, mivel alakulásától függetlenül szinte mindig fennállt a nagyjából 10 % nagyságú teljesítménynövekedés a CEMOS AUTOMATIC javára.

Az egyéni kísérletek esetében sikerült kiküszöbölni a gépkezelők egyéni beállításaiából és preferenciáiból származó eltéréseket, hiszen a vezető személyétől függetlenül sikerül hozni a CEMOS segítségével ezt a megközelítőleg 10 % nagyságú teljesítmény-többletet, illetve a szenzorok beállításai és kalibrációi sem okoztak egyéb zavaró eltérést, mivel ezekben az esetekben a gépek úgynevezett önmagukkal versenyeztek. Ezáltal nem merült fel az a lehetőség, hogy az ugyanolyan minőségű és tisztaságú betakarított gabonát az egyik gépkezelő túl szemetesnek ítélte volna meg a másik operátorral ellentétben, és emiatt esetlegesen jobban visszafogta volna a gépet, hiszen a saját megítélése a terményminőségről az adott nap folyamán

nem változott, így a CEMOS stratégiáit és a kézi beállításait is ugyanahhoz az általa megválasztott minőségshoz igazította mindkét esetben az adott személy.

A CLAAS TELEMATICS szoftver lehetőséget ad arra, hogy a fent említett értékek mellett még számos más diagramot is ábrázoljon a használója, ilyenek például a veszteségszintek diagramjai, de a megfelelően elvégzett kalibrációnak és a gépkezelők jártasságának köszönhetően ezek az értékek a kísérletek során szinte mindig 0 % környékén mozogtak, és szinte egyáltalán nem jelentkeztek különbségek az egyes módszerek között, ezért ezek ábrázolását nem tartottam szükségesszerűnek.

Mind a négy kísérletet figyelembe véve megállapítható, hogy a CEMOS használatával átlagosan 14,11 %-os javulást értünk el az áteresztőképesség terén, a területteljesítmény pedig 7,96 %-kal növekedett a szoftveres beállítások használatával, a sebességet pedig átlagosan 11,16 %-kal tudtuk növelni a vizsgálatok ideje alatt, amikor a CEMOS AUTOMATIC vezérelte a kombájnt.

Az, hogy a területteljesítmény kisebb arányban nőtt, mint a vele szorosan összefüggő áteresztőképesség, feltehetően annak tudható be, hogy a haladási sebesség sem növekedett akkora mértékben, mint az áteresztés, illetve az eltérő hozamú területek az anyagáramlás nagyságát kisebb mértékben befolyásolták, mint a gép haladását, mivel a CRUISE PILOT is a „maximális teljesítmény veszteségfigyeléssel” nevű beállítással működött, ami a haladási sebességgel szemben a lehető legnagyobb áteresztésre fókuszál amellett, hogy a veszteségeket sem hagyja a határérték fölé növekedni.

Ha a motorterhelést olyan szempontból közelítjük meg, hogy a minél alacsonyabb értéket tekintjük a jobbnak, akkor a manuális beállítások 13,41 %-kal alacsonyabb motorterhelést okoztak, azonban ez a vizsgált mennyiség ennél komplexebb. Fentebb láthattuk, hogy a manuális üzemeltetés esetén a gépkezelők nagyjából 50 %-os terhelés mellett üzemeltették a gépet, azonban belátható, hogy ez egy viszonylag alacsony érték ahhoz mérten, hogy ezek a modern kombájnok arra vannak tervezve, hogy szinte mindig a maximális teljesítményhatár környékén üzemeljenek, vagyis az, hogy a CEMOS által vezérelt üzemeltetés ugyanazokkal a gépkezelőkkel hozzávetőlegesen 12 %-kal magasabb motorterhelést okozott, azt eredményezte, hogy a gép erőtartalékai nagyobb mértékben lettek kihasználva anélkül, hogy ez magasabb szintű amortizációnak tette volna ki a gépeket. Összességében ez a szám is a fenti megállapítást igazolja, miszerint a CEMOS AUTOMATIC használata optimálisabb gépkihhasználást, és időmegtakarítást eredményez.

Fontos megjegyezni, hogy az 50-60 % környéki értékek mindkét esetben átlagos értékek, vagyis az esetleges rövidebb állási, üritési és fogások közötti vonulási terhelésszintek is a részét képezik ezeknek a számoknak, vagyis a tényleges, munka közbeni értékek ezeknél valamivel magasabbak.

A nagyobb teljesítmény miatt a CEMOS használata átlagosan 10,63 %-kal növelte az üzemanyagfogyasztást is, ami természetesen többletköltséget jelent, de ebben az esetben fontos mérlegelni, hogy az üzemanyagon megspórolt pénz nagyobb hasznot hoz-e, mint az a költség, amit a megspórolt üzemórák jelentenek. Emellett a mezőgazdaságban kulcsfontosságú az, hogy a lehető legrövidebb idő alatt folyjon le a betakarítás, hiszen egy rosszabb időpontban érkező eső már nagy mértékben ronthatja a beérett gabonának a minőségét és ezzel együtt az eladási árát. Ezért sok esetben jelentős hasznot spórolhatunk meg akár azzal, ha akár csak egy nappal is korábban tudjuk befejezni az aratást.

A gazdasági számítások során csak egyetlen helyzetben volt a manuális üzemeltetés minimális gazdaságosabb, ez az eset pedig az volt, amikor a területteljesítmény növekedéséből származó bevételnövekedést vettem össze a gázolajfogyasztás megnövekedett költségeivel adott területre vetítve, azonban minden más esetben a CAMOS AUTOMATIC alkalmazása bizonyult kifizetődőbbnek pénzügyi szempontból is. A legátfogóbb gazdasági számítás talán az volt, amikor a bér munka egységnyi árát vettem alapul, mivel ez fejezte ki a legjobb közelítéssel az elvégzett munka által hozzáadott értéket. Ebben az esetben a munkaóránkénti tiszta nyereség, ami abból adódott, hogy egységnyi idő alatt lényegesen több terület aratható le, vagyis több haszon termelhető, 11980 Ft nagyságú volt a fogyasztásnövekmény költségét is figyelembe véve.

A kísérletek eredményeire alapozott javaslatom az, hogy napjaink mezőgazdaság vállalkozásainak mindenképp érdemes beruházni a modern technológiákra, hiszen hasonló elemzések végrehajtásával növelhetik a termelékenységüket és hatékonyságukat.

A nagyobb cégeknek azért javaslom a CEMOS szoftver alkalmazását, mert a nagy területek betakarításánál létfontosságú a maximális teljesítmény, hiszen így spórolható a legtöbb idő és pénz, a kisebb vállalkozások esetében pedig korlátozottabb, illetve alacsonyabb hektárszámból kell minél magasabb profitot termelni, tehát az ő esetükben is indokolt egy olyan szoftver alkalmazása, amely a pontos munkavégzéssel minimalizálja a veszteségeket és csökkenti a befektetendő munkadíjakat.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A modern technológia hatásai a mezőgazdaságban című diplomadolgozatom elején bemutattam azt, hogy a technológiai fejlődés ebben az ágazatban kiemelkedően fontos, hiszen a növekvő népesség, az éghajlatváltozás az erőforrások végessége és a környezet megóvása azt teszi szükségessé, hogy a termelés hatékonyságát minél magasabb szintre emeljük, ami csak technikai fejlődéssel kivitelezhető.

Azért, hogy ezeket a fejlesztéseket minél átláthatóbbá tegyem, a szakirodalmi áttekintésben egy rövid történelmi áttekintést követően feldolgoztam a technológia alappilléreit, alapfogalmait és azon elemeit, melyek a dolgozatom kutatási részében is fontos szerepet játszanak, mint például a telematikai rendszerek vagy az intelligens automatizálási rendszerek összetevői, illetve ezek milyen szerepet töltenek be a mezőgazdasági munkákban.

Az anyag és módszer című fejezetben részletesen bemutattam a CLAAS TELEMATICS farmmenedzsment-szoftver működését, előnyeit és az általa nyújtott lehetőségeket, melyek segíthetik egy modern mezőgazdasági vállalkozás tevékenységeit. Ennek a programnak a bemutatása azért volt lényeges, mert a vizsgálati részben bemutatott kísérletem adatainak elemzéséhez és kiértékeléséhez ezt a szoftvert használtam, hogy ezzel is szemléltessem a működését és az előnyeit.

A vizsgálatom központjában a CEMOS AUTOMATIC rendszer állt, amely egy automatizálási rendszer a CLAAS kombájnokhoz. A célom az volt, hogy ennek a szoftvernek a hatékonyságát és működését vessem össze két gépkezelő teljesítményével. A vizsgálat kivitelezéséhez minden segítséget és előzetes ismeretet megkaptam az AXIÁL Kft. és a Duna Gyöngye 2000 Mezőgazdasági Zrt. munkatársaitól, amit utólag is köszönök! Az előkészületek után a kísérletek megfelelő pontosságának eléréséhez szükséges kalibrációkat is részletesen bemutattam a fentebbi fejezetekben.

A négy kísérleti alkalom közül három során az összehasonlítást úgy végeztük el, hogy a gépkezelők a saját, manuális beállításaikat alkalmazták a kísérlet egyik felében, a másikon pedig ugyanaz a gép és vezető páros a CEMOS AUTOMATIC vezérlésére hagyatkozott, majd a két időszak értékeit összevetettük. A negyedik kísérlet viszont egy időben zajlott, amikor a két ugyanolyan és ugyanúgy kalibrált kombájn egyszerre dolgozott, csak az egyik manuális, a másik pedig szoftveres vezérléssel.

Ezek a kísérletek eltérő hosszúságúak voltak, és árpában és búzában is végre lettek hajtva, illetve eltérő időszakokban történtek, hogy minél átfogóbb mérési adatok szülessenek.

A kísérletek során egyértelműen kiderült, hogy ugyanolyan veszteségszintek és terményminőség mellett a CEMOS AUTOMATIC alkalmazása megközelítőleg 8-14 %-os javulást eredményez a haladási sebesség, a területteljesítmény és az áteresztőképesség szempontjából, ami lényegesen javítja a betakarítási sebességet.

A kísérletek végeztével gazdasági számításokat készítettem, melyek fentebbi adatai jól szemléltették azt, hogy a CEMOS alkalmazása nemcsak időt takarít meg, de ezzel együtt munkadíjat is spórol a cég számára, és időegység alatt elvégzett munka szempontjából is jelentős értéknövekedést jelent a manuális üzemeltetéssel szemben még úgy is, hogy a fogyasztás némileg növekszik.

Ezek után a kísérletek során gyűjtött legfontosabb és értékeket és tapasztalatokat a következtetések és javaslatok részben foglaltam össze, melyek a következők voltak:

A szoftver alkalmazása jóval gyorsabb és zökkenőmentesebb betakarítást jelent, hiszen a CEMOS AUTOMATIC időről-időre keresi a körülményekhez mérten legoptimálisabb beállításokat, illetve igazodik a változó körülményekhez, és leereagálja azokat, jelentsenek azok eltérő hozamú táblarészeket, dőlt vagy nedves gabonát vagy kedvezőtlen terepviszonyokat. Ezekkel a lehetőségekkel a szoftver viszonylag könnyen és konzisztensen felül tudja múlni a szakképzett, rutinos és profi gépkezelők teljesítményét, hiszen gyorsabban és pontosabban tud reagálni, mint egy ember.

Emellett a vizsgálat jól szemléltette azt is, hogy egy olyan szoftver használata, mint a CLAAS TELEMATICS, jelentős mértékben megkönnyíti a farmmenedzsment-feladatokat, hiszen a program által nyújtott jelentős mennyiségű, valós idejű adat nélkül nem lett volna kivitelezhető a kombájnok működésének elemzése, kiértékelése, és javaslatok megfogalmazása a betakarítási folyamatokkal kapcsolatban, vagyis a program használata kulcsfontosságú a modern mezőgazdasági folyamatok optimalizálásában és menedzselésében.

SUMMARY

At the beginning of my thesis, I presented how technological advancements are crucial in the agricultural sector. The increasing population, climate change, finite resources, and the need to protect the environment necessitate a significant increase in production efficiency, which can only be achieved through technological development.

In the chapter titled "Materials and Methods," I presented in detail the operation, advantages, and opportunities offered by the CLAAS TELEMATICS farm management software, which can support the activities of a modern agricultural enterprise. The presentation of this program was essential because I used this software to analyze and evaluate the data of my experiment presented in the research part, thus also demonstrating its operation and advantages.

The center of my research was the CEMOS AUTOMATIC system, an automation system for CLAAS combines. My goal was to compare the efficiency and operation of this software with the performance of two machine operators.

The experiments clearly showed that, with the same loss levels and crop quality, the application of CEMOS AUTOMATIC resulted in an approximately 8-14% improvement in travel speed, area performance, and throughput, which significantly improves the harvesting speed.

Following the experiments, I conducted economic calculations, the above data of which clearly demonstrated that the application of CEMOS not only saves time but also saves labor costs for the company, and also represents a significant increase in value in terms of work performed per unit of time compared to manual operation, even though consumption increases somewhat.

After the experiments, I summarized the most important values and experiences collected in the conclusions and recommendations section, which were as follows.

The use of the software means much faster and smoother harvesting, as CEMOS searches for the most optimal settings for the given conditions from time to time, and also adapts to changing conditions and reacts to them, whether they represent different yield areas, lodged or wet grain, or unfavorable terrain conditions. With these capabilities, the software can relatively easily and consistently outperform the performance of skilled, experienced and professional machine operators, as it can react faster and more accurately than a human.

IRODALOMJEGYZÉK

- Al-Ismaili, A. M., 2021. GIS and remote sensing techniques in Controlled Environment Agriculture: A review. *Journal of Agricultural and Marine Sciences*, Issue 26, pp. 10-23.
- AXIÁL Kft., 2024. *AXIÁL Kft. bemutatkozás.* [Online] Available at: <https://www.axial.hu/bemutakozas> [Hozzáférés dátuma: 28. 7. 2024.].
- Banerjee, N. & Dambale, A. S., 2024. *Alternative Approaches of Farming for Agricultural Sustainability and Climate Resilience*, hely nélkül.: Vital biotech publication.
- Banerjee, N., Dambale, A. S. & Upadhyay, H., 2024. *SMART FARMING TECHNOLOGIES FOR SUSTAINABLE AGRICULTURE*, hely nélkül.: ResearchGate.
- Bergerman, M. és mtsai., 2013. IEEE Robotics and Automation Society Technical Committee on Agricultural Robotics and Automation. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 20(2), pp. 20-125.
- Brzozowska, A. & Zacharski, J., 2015. TELEMATICS IN AGRICULTURAL MACHINERY. In: A. Brzozowska & A. Kalinichenko, szerk. *TRANSFORMATION MANAGEMENT OF*. Poltava: ismeretlen szerző, pp. 241-249.
- Chen, J. & Yang, A., 2019. Intelligent Agriculture and Its Key Technologies. *IEEEAccess*. CLAAS, 2024. *CLAAS.com.* [Online] Available at: <https://www.claas.com/en-hu/digital-solutions/cemos/cemos-automatic> [Hozzáférés dátuma: 6 október 2024].
- Dr. Kelemen, Z., 2012. *Arató-cséplő gépek üzemeltetése*. Gödöllő: MGI.
- FAO, 2018. *The future of food and agriculture: alternative pathways to 2050*. Róma, Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- John, S. & Rose, A. L., 2024. Smart Farming and Precision Agriculture and Its Need in Today's World. *Intelligent Robots and Drones for Precision Agriculture*, pp. 19-44.
- Karada, M. S., Bajpai, R., Singh, M. & Singh, A. K., 2023. A Review on Advances in Agriculture and Agroforestry with GPS and GIS. *International Journal of Plant & Soil Science*, 35(6), pp. 150-160.
- Krisnawijaya, N. N. K., Tekinerdogan, B., Catal, C. & Tol, R. v. d., 2024. Reference architecture design for developing data management systems in smart farming. *Ecological Informatics*, július.81. kötet.

- Liu, S. & Wu, Y., 2021. Economic Benefit Evaluation and Analysis Based on Intelligent Agriculture Internet of Things. *Journal of Mathematics*, 6. kötet, pp. 1-7.
- Naithani, P., 2023. *Variable Rate Technology in Indian Agriculture Scenario and Solutions Ahead*, hely nélk.: ResearchGate.
- Navarro, E., Costa, N. & Pereira, A., 2020. *A Systematic Review of IoT Solutions for Smart Farming*. [Online]
Available at: <https://www.mdpi.com/1424-8220/20/15/4231>
[Hozzáférés dátuma: 30 május 2024].
- Rose, R., Tamizharasi, A., Abishekkannao, J. S. & Chowdary, A. S. S., 2022. *Reinforcement learning for rule extraction from labeled dataset*. hely nélk., AIP Conference Proceedings.
- Singh, A. K., 2021. SMART Farming: Applications of IoT in Agriculture. *Handbook of Smart Materials, Technologies, and Devices*, október.pp. 1-33.
- Smit, B. & Skinner, M. W., 2002. Adaptation options in agriculture to climate change: a typology. *Mitigation and adaptation strategies for global change*, 7. kötet, pp. 85-114.
- Tyagi, A. & Chahal, P., 2022. Artificial Intelligence and Machine Learning Algorithms. *Research Anthology on Machine Learning Techniques, Methods, and Applications*, pp. 421-446.
- Vas, M., 2018. CEMOS AUTOMATIC és CEMOS AUTO THRESHING. *Agritech*, pp. 12-15.
- Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C. & Bogaardt, M.-J., 2017. Big data in smart farming. *Agricultural systems*, Issue 153, pp. 69-80.
- Wurzer, A. J., Böck, T. & Budach, S., 2020. CLAAS Digital Revolution in Agriculture. *MIPLM Industry Case Study Series*.
- Zhai, Z., Martínez, J. F., Beltran, V. & Martínez, N. L., 2020. *Decision support systems for agriculture 4.0: Survey and challenges*, hely nélk.: Computers and Electronics in Agriculture.
- Zhang, L., Dabipi, I. K. & Brown Jr, W., 2018. *Internet of Things Applications for Agriculture*, hely nélk.: Wiley Online Library.

ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra A CEMOS AUTOMATIC funkciói	29
2. ábra Az AXIÁL Kft. bajai telephelye	35
3. ábra A CEMOS stratégiáinak megválasztása	42
4. ábra A szemvesztőség-mérés menete.....	44
5. ábra A veszteség szintek kalibrációja a szoftverrel	45
6. ábra Az áteresztőképesség és a területteljesítmény 06.15-én	47
7. ábra A sebesség, fogyasztás és motorterhelés alakulása 06.15-én	49
8. ábra Az áteresztőképesség és a területteljesítmény 06.25-én	51
9. ábra A sebesség, fogyasztás és motorterhelés alakulása 06.25-én	52
10. ábra Az áteresztőképesség és a területteljesítmény 06.28-án	54
11. ábra A sebesség, fogyasztás és motorterhelés alakulása 06.25-én.....	55
12. ábra A két kombájn áteresztőképessége 06.26-án	57
13. ábra A két kombájn területteljesítménye 06.26-án	59
14. ábra A két kombájn haladási sebessége 06.26-án.....	59
15. ábra A kombájnok fogyasztása és motorterhelése 06.26-án.....	60

TÁBLÁZATJEGYZÉK

1. táblázat: A 06.15-i vizsgálat eredményei <i>(forrás: saját szerkesztés)</i>	50
2. táblázat: A 06.25-i vizsgálat eredményei <i>(forrás: saját szerkesztés)</i>	53
3. táblázat: A 06.28-i vizsgálat eredményei <i>(forrás: saját szerkesztés)</i>	56
4. táblázat: A 06.26-i vizsgálat eredményei <i>(forrás: saját szerkesztés)</i>	61
5. táblázat: A teljes vizsgálat összefoglaló adatai <i>(forrás: saját szerkesztés)</i>	62
6. táblázat: A százalékos javulások összesítése <i>(forrás: saját szerkesztés)</i>	68

NYILATKOZATOK

NYILATKOZAT

a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Hegedűs Zsolt
A Hallgató Neptun kódja: N1792D
A dolgozat címe: A modern technológia hatásai a mezőgazdaságban
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Műszaki Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Műszaki Menedzsment Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott diplomadolgozat 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.

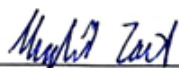
Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemitulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

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

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után

nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumában.

Kelt: Gödöllő, 2024. év 10. hó 28. nap


Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Hegedűs Zsolt (hallgató Neptun azonosítója: N1792D) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A diplomadolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

Gödöllő, 2024. október 31.


belső konzulens