

DIPLOMADOLGOZAT

Bernáth Márk

GC1VQT

Gödöllő

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Műszaki menedzser mesterszak

**Diagnosztikai eljárások fejlődésének elemzése a precíziós
gazdálkodás területén**

Belső konzulens: Prof. Dr. Husti István

Professor emeritus

Külső konzulens: Rittgasszer Péter

szervizüzletág-igazgatóhelyettes

AXIÁL Kft.

Készítette: Bernáth Márk

GC1VQT

nappali tagozat

Intézet/Tanszék: Műszaki Intézet

Műszaki Menedzsment Tanszék

**Gödöllő
2024**

MŰSZAKI INTÉZET
MŰSZAKI MESTERSZAK¹
projektmenedzsment specializáció

SAKADOLGOZAT / DIPLOMADOLGOZAT²
feladatlap

Bernáth Márk (GC1VQT)

részére

A diplomadolgozat címe:

Diagnosztikai eljárások fejlődésének elemzése a precíziós gazdálkodás területén

Feladatkiírás:

A kiindulási adatokat egy CLAAS Lexion 6700-as arató-, cséplőgép computeréből mentettünk le CDS diagnosztikai program segítségével. Ez egy úgynevezett Machine Report, amely tartalmazza a gép minden lényeges információját, jelen esetben a legfontosabbként a hibakódokat és azok előfordulásának gyakoriságát. Azt a feladatot tűztük ki célul, hogy a dolgozatomban bebizonyítom, hogy elengedhetetlen fontosságú a folyamatos diagnosztizálás és karbantartás a mezőgazdasági gépek esetében.

Közreműködő tanszék: Műszaki Menedzsment

Külső konzulens: Rittgasszer Péter, szervizuzletág-igazgatóhelyettes, Axiál Kft.

Belső konzulens: Prof. Dr. Husi István, professzor emeritus, MATE, Műszaki Intézet

A dolgozat beadási határideje: 2024. év november hó 5. nap

Kelt: 2024. év április hó 15. nap

Jóváhagyom

Darvas Péter

(tanszékvezető)

Darvas Péter

(szakfelelős)

Átvettem

Bernáth Márk

(hallgató)

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

Kelt: Baja, 2024. év október hó 29. nap

(külső konzulens)

¹ A megfelelő képzési szint meghagyandó, a másik törlendő.

² A megfelelő dolgozat típus meghagyandó, a másik törlendő.

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés, célkitűzés	3
1.1. A téma aktualitása	3
1.2. Célkitűzés.....	3
2. Szakirodalmi áttekintés	5
2.1. Precíziós gazdálkodás meghatározása	5
A precíziós gazdálkodás alapelvei	5
A precíziós gazdálkodás megoldandó feladatai	5
A fenntarthatóság fogalma a mezőgazdaságban	7
2.2. Mezőgazdasági gépek diagnosztikája	8
3. Anyag és módszer	12
3.1. Axiál Kft. bemutatása	12
3.2. Diagnosztikai vizsgálatok módszertana	14
4. Önálló munka. A diagnosztikai eszközök és programok.....	15
4.1. Diagnosztikai eszközök	15
Hydro-Tester	15
MINDIAG 2	20
CDS 3000	23
CDS 5000	23
CDS	24
4.2. A dolgozat alapfelvetésének projektszemléletű megközelítéséből fakadó logikai keretmátrix.....	27
Logikai keretmátrix	28
Kiegészítő magyarázatok a logikai keretmátrixhoz	29
4.3. Az elvégzett diagnosztikai méréseim	33
4.4. Az eredmények kiértékelése	48
4.5. Gazdasági elemzés a 2022-es adatok alapján.....	50

5. Összegzés.....	53
6. Summary.....	54
Irodalomjegyzék.....	55
Ábrajegyzék.....	57
Táblázatjegyzék.....	58

1. Bevezetés, célkitűzés

1.1. A téma aktualitása

A precíziós gazdálkodás, vagy precíziós mezőgazdaság egy olyan szemléletmód, amely során olyan műszaki-, informatikai-, információs- és termesztéstechnológiai megoldásokat ötvöznek, amelyek adatainak segítségével a termelési folyamatokat optimalizálni tudják. Célja a hatékonyság, a termelékenység és a fenntarthatóság növelése a mezőgazdasági tevékenységek során úgy, hogy friss és pontos információk segítségével hoz megalapozott döntéseket. Napjainkban az időjárás- és éghajlatváltozás komoly probléma elé állítja a gazdálkodókat. A kiszámíthatatlan csapadék, ezáltal az aszályos időszakok kifejezetten nehezíti a mezőgazdaságon dolgozók munkáját. A precíziós gazdálkodás helyes alkalmazása esetén felmérhetőek a földterületek különböző pillanatnyi jellemzői, így a gazdának lehetőségük adódik időben reagálni a termények egészsége, adott esetben megmentése érdekében.

1.2. Célkitűzés

Dolgozatomban az a célom, hogy elemezzem a mezőgazdasági gépek diagnosztizálási lehetőségeit, és bebizonyítsam, hogy a modern precíziós gazdálkodáshoz mennyire fontos a mezőgazdasági gépek folyamatos ellenőrzése, karbantartása, mert a hibás alkatrészek révén a gazdálkodás olyan problémákba ütközhet, amelyek a bevételeiket csökkenthetik vagy a kiadásait növelhetik, esetlegesen egyszerre mind a kettő. A precíziós gazdaság egyre fontosabb és erélyesebb lesz a jövőben a mezőgazdaság területén, és a rendszerek ellenőrzése a diagnosztikai mérésekkel lehetséges. A dolgozatban részletesen bemutatom az elmúlt évtizedekben alkalmazott diagnosztikai eszközöket, amelyeket az Axiál Kft. szerelői alkalmaznak és konkrét példa segítségével elemzem a legújabb, egyben manapság legtöbbször használt diagnosztikai program működését és méréseit, illusztrációként felhasználva hozzá a dolgozatban egy LEXION 6700 típusú kombájnt, amely ebben az aratási szezonban problémákkal küzdött. Az elemzéshez kiválasztottunk néhány olyan hibát, amely komoly problémát jelenthet a gép kihasználtságának tekintetében és ezeket elemezve mutatom be, hogy a mezőgazdasági gépek diagnosztikája mennyire fontos a hatékony precíziós gazdálkodás működéséhez.

A 2022-ben írt BSc szakdolgozatom alapjául ugyanaz az arató- cséplőgép szolgált, mint ehhez a dolgozathoz is, így ezen dolgozatom végén párhuzamba állítom az abban a dolgozatban bemutatott és elemzett adatokat az ebben a dolgozatban található mérési adatokkal, amellyel be szeretném bizonyítani a diagnosztika fejlődésének és rendszeres használatának fontosságát. A

dolgozatban elkészíték egy logikai keretmátrixot, amelynek alapja és célja a partner gazdák meggyőzése, hogy a diagnosztika és a rendszeres karbantartás kivételesen fontos a gazdaságuk sikerességének szempontjából. Úgy gondolom a cégnél végzett munkámat a jövőben nagyban segíti ezeknek a folyamatoknak a megértése és átlátása, mert úgy gondolom, hogy a mezőgazdaság jövője a technikában rejlik és a precíziós gazdálkodásban fog kiteljesedni, amely megfelelő működésének az alapja a diagnosztikai rendszerek megfelelő ismerete és használata.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1. Precíziós gazdálkodás meghatározása

A precíziós gazdálkodás egy olyan modern mezőgazdasági megközelítés, amely a technológia segítségével igyekszik optimalizálni a mezőgazdasági folyamatokat. Ez azt jelenti, hogy a gazdálkodók a hagyományos, egységes kezelési módok helyett a terület adottságaihoz és a növények egyedi igényeihez igazítják a művelési eljárásokat. Pierce és Nowak a következőképpen definiálta a precíziós gazdálkodást: „A precíziós gazdálkodás a mezőgazdasági stratégiák és módszerek alkalmazása a megfelelő munkafolyamat elvégzésére a megfelelő helyen és időben.” [20].

A precíziós gazdálkodás alapelvei

- **Térbeli változékonyság:** A talaj, a víz, a tápanyagok és a növények eloszlása nem egyenletes a területen belül. A precíziós gazdálkodás célja, hogy feltérképezze ezeket a változásokat és a megfelelő intézkedéseket hozzuk meg.
- **Adatgyűjtés:** Különböző szenzorok és műholdas adatok segítségével gyűjtenek információkat a talajról, a növényekről és a környezeti tényezőkről.
- **Adatelemzés:** Az összegyűjtött adatokat számítógépes modellek segítségével elemzik, hogy azonosítsák a változásokat és meghatározzák a szükséges beavatkozásokat.
- **Változó normájú kijuttatás:** A műtrágyát, a növényvédő szereket és a vizet a növények igényeinek megfelelően, változó mennyiségben juttatják ki.
- **Automatizálás:** A precíziós gazdálkodásban számos feladatot automatizálnak, például a vetést, a permetezést és az öntözést.

A precíziós gazdálkodás megoldandó feladatai

A mezőgazdasági termelés élelmiszert, takarmányt és nem élelmiszer jellegű termékeket biztosít az emberek és a haszonállatok számára is. Az ágazat azonban jelenleg globális szintű kihívásokkal néz szembe: a mezőgazdasági termelést növelni kell, 2025-re várhatóan 10 milliárd főre növekszik a világnépesség, és az élelmezés a mezőgazdaság szektorának feladata. A fogyasztói igények és a globális élelmezési rendszerek fejlődnek és alkalmazkodnak a változásokhoz, javítva az élelmiszer- és táplálkozásbiztonságot világszerte. Az éghajlatváltozás is további nyomást gyakorol a mezőgazdasági termelésre, és hatásai a jövőben várhatóan egyre jelentősebbé válnak. A precíziós gazdálkodás megoldást kínál a mezőgazdasági

termelékenységgel, jövedelmezőséggel, hatékonysággal és azok gazdasági és ökológiai vonatkozásaival kapcsolatos kihívásokra [26]. A megnövekedett mezőgazdasági termelés emellett párhuzamosan az öntözővíz, a műtrágya és más növényvédő szerek fokozott felhasználásához vezet, ami veszélyezteti a környezeti fenntarthatóságot és a gazdálkodók nyereségét [21]. Mivel a mezőgazdaság a világ földterületeinek nagy részét elfoglalja, az intenzív élelmiszertermelés fokozásának sürgető szükségessége a következő években kevesebb földterület és víz felhasználása mellett szükségszerűen jelentős társadalmi, gazdasági és környezeti következményekkel járna. Ezért kritikus fontosságú olyan stratégiák és technológiák meghatározása, amelyek a termelés és a bevételek növelésével csökkentik ezeket a kiadásokat, miközben a környezetet is megóvják [23].

A hagyományos mezőgazdaságban bevált gazdálkodási gyakorlatok közé tartozik a víz és a különböző vegyszerek következetes alkalmazása, figyelmen kívül hagyva a termesztési feltételek és a termesztett növények igényeinek sokféleségét egy-egy területen belül [10]. Világszinten ez a megközelítés már nem alkalmazható a magas termelési szintek elérésének érdekében úgy, hogy a környezeti károk továbbra is minimális szinten legyenek tartva, ezért új fenntartható alternatívákat kell javasolni és alkalmazni, mint például a precíziós gazdálkodás [13]. A precíziós gazdálkodás, amely a modern információs és kommunikációs technológiák alkalmazását foglalja magában a mezőgazdasági hozamok és a jövedelmezőség növelése érdekében [3].

A precíziós gazdálkodás a második évezred utolsó évtizedében igen nagy figyelmet kapott a mezőgazdaság ágazatában, de az egy adott földterületen belül a térbeli változékonyság jelensége már évszázadok óta ismert. A GPS rendszerek megjelenésével a mezőgazdasági termelőknek lehetőségük nyílt a térbeli változékonyság megfigyelésére és kiegyenlítésére. A kérdések megválaszolása „technológia vezérelt” volt, így a műszaki fejlesztések nagy része alkalmazható a legtöbb esetben, azonban a lokális biológiai folyamatok megismerése és megértése elmaradt. Ennek ellenére további technológiai fejlesztésekre van szükség, különösen az érzékelő és feltérképező rendszerek területén, amelyek térbeli összefüggő adatokat szolgáltatnak a terményekről, a talajról és a környezeti tényezőkről. A precíziós gazdálkodás megfelelő működéséhez rengeteg információ szükséges és nem valósítható meg a hálózatépítés és a számítógépes feldolgozási teljesítmény hatalmas fejlődése nélkül [15].

A precíziós gazdálkodás egy olyan stratégia, amely során adatokat gyűjtünk be a mezőgazdasági gépekről és terményekről, ezek elemzése révén megtalálhatóak például a talaj

megfelelő kezeléséhez szükséges megoldások, valamint az erőforrás-gazdálkodás javítása is lehetségessé válik, így végezetül a munkafolyamatok tervezése és a növénytermesztés érdekében fejleszthetők a gazdálkodás. Ennek eredményeképpen a hozamok és a nyereség növelése mellett a környezet minőségi javítása is lehetséges, vagyis a fenntarthatóság is szem elé kerül. Emellett segíti a gazdálkodókat az intelligens döntések meghozatalában, miközben automatizál néhány kritikus mezőgazdasági folyamatot [11,24]. Más szóval, a precíziós gazdálkodás egy átfogó és hosszú távú megközelítés, amelynek révén a gazdálkodók megváltoztatják és szabályozzák eljárásaikat és művelési módszereiket (például a vetést, a talajművelést, a betakarítást, a műtrágya-, növényvédőszer- és vízhasználatot), hogy megfeleljenek a szántóföldön belül változó talaj- és termésviszonyoknak és a fenntarthatóságnak [22].

A fenntarthatóság fogalma a mezőgazdaságban

A fenntarthatóság gondolata, amely a Brundtland-jelentés közzétételével vált széles körben ismertté, a jelen és a jövő közötti egyensúly megteremtésére törekszik. A mezőgazdaság, mint a természeti erőforrásokra erősen támaszkodó ágazat, kiemelt szerepet játszik ebben a folyamatban. A cél az, hogy a mezőgazdasági termelés ne veszélyeztesse a jövő generációk szükségleteinek kielégítéséhez szükséges erőforrásokat [27]. A világ mezőgazdasága és élelmiszeripara jelentős változásokon megy keresztül. A népesség növekedése mellett a magasabb jövedelmek és az egészségesebb életmód iránti igény is új elvárásokat támaszt az élelmiszertermeléssel és -feldolgozással szemben [16]. Ezek a változások komoly kihívások elé állítják az ágazatot.

Valkó és társai 2018-ban a következőképpen definiálták és szeparálták is egyben a fenntartható mezőgazdaságot:

- „Jó minőségű, biztonságos és egészséges élelmiszer termelése, a szükségletek kielégítése – élelmiszer-ellátás,
- a természeti erőforrások megőrzése, a környezet védelme, állatjólét megteremtése – környezet,
- hatékonyság, versenyképesség, közgazdasági életképesség, jövedelmezőség biztosítása – gazdaság,
- az életminőség javítása a vidéki területeken, társadalmi igazságosság, vonzó vidéki környezet és tájkép kialakítása – társadalom” [27].

Az Amerikai Kongresszus az 1990. évi élelmiszer-, mezőgazdasági, természetvédelmi és kereskedelmi törvényben a következőképpen hivatkozott a fenntartható mezőgazdaságra „a növénytermesztési és állattenyésztési gyakorlatok olyan integrált rendszere, amely helyspecifikusan alkalmazható, és amely hosszú távon:

- a) kielégíti az emberi élelmiszer- és rostsükségeket;
- b) javítja a környezet minőségét;
- c) hatékonyan használja a nem megújuló erőforrásokat és a gazdaságon belüli erőforrásokat, és integrálja a megfelelő természetes biológiai ciklusokat és szabályozókat;
- d) fenntartja a mezőgazdasági üzemek gazdasági életképességét; és
- e) javítja a gazdálkodók és a társadalom egészének életminőségét” [25].

Ezek, és ezeken kívül sok egyéb próbálkozás, hogy egyetlen, mindent átfogó definíciót találjanak a fenntartható mezőgazdaságra, alaptól kudarcra voltak ítélve. A fenntartható mezőgazdaság fogalmának összetett és vitatott jellege, valamint a kontextushoz való alkalmazkodása miatt a pontos és abszolút meghatározás lehetetlen [22].

2.2. Mezőgazdasági gépek diagnosztikája

A mezőgazdaságban használt gépek precíziós gazdálkodási munkákhoz való üzemeltetése, valamint az egyre szélesebb körben terjedő autonóm járművek használata számos fejlesztést tesz szükségessé a konstrukciójukban. Ez komoly kihívás, mivel az ilyen típusú mezőgazdasági gépek az online diagnosztika modern megközelítését igénylik. Az autonóm gépek esetén nagy kihívást jelent az üzemben lévő munkagépek felügyelete, ésszerű kell tartani, hogy a meghibásodásokat milyen kamera és szenzorrendszer segítségével lehet biztonságosan megfigyelni. Folyamatosan figyelemmel kell kísérni az egyes alkatrészek és rendszerek működését, pontosan azonosítani a paraméterek változásait, és gyorsan fel kell fedezni a hibalehetőségek legkorábbi előjeleit, ezzel megelőzhetjük a kár terjedését és a biztonsági kockázatok kialakulását [19]. Kijelenthetjük tehát, hogy a mezőgazdasági termelés hatékony fejlesztéséhez elengedhetetlen a technológiai eszközök folyamatos korszerűsítése és fejlesztése [28]. A mezőgazdasági technika fejlődésének alapja manapság mechatronikai, vagy telematikai rendszereken nyugszik. A mezőgazdaság technológiai fejlettségét azonban nemcsak a gépek jelenléte, hanem azok hatékony működése is meghatározza és mivel minden mikroprocesszoros rendszer, így a mezőgazdasági gépek is, igényelnek rendszeres műszaki diagnosztikát másképp

fogalmazva nagyon fontos a folyamatos ellenőrzése a mezőgazdasági gépek teljesítményének [17].

A modern mezőgazdasági gépek kialakítása folyamatosan fejlődik, egyre több összetett funkcionális egységgel szerelik fel őket. Megfelelnek az egyre növekvő vásárlói igényeknek, beleértve mindenekelőtt a gépkezelők komfortérzetét és a hatékonyság fokozását, miközben az üzemeltetési költségek minimalizálása is prioritást élvez. A gépgyártóknak egyre több és szerteágazóbb kihívással kell szembenézniük, ha továbbra is a piacon kívánnak maradni, például, az egyik legmeghatározóbb kritérium manapság, hogy a legújabb károsanyag-kibocsátási előírásoknak is meg kell felelniük. Ezek a szabványok egyre szigorúbbak, és az elmúlt 20 évben arra kényszerítették a gyártókat, hogy változtassanak a belsőégésű motorok kialakításán. Ezek a változások az üzemanyag-, a befecskendező- és a kipufogórendszerek esetében voltak a legjelentősebbek. Sajnos ez hozzájárult a motorok konstrukciójának bonyolultságához, és ennek következtében a lehetséges műszaki problémák számának növekedéséhez [1]. A modern traktorok működése számos, elektronikus és informatikai egység által vezérelt mechatronikai eszköz összehangolt működésén alapul. Ezek az eszközök például a motor, a hajtásrendszer, valamint a sebességváltó működését optimalizálják, így növelve a traktor hatékonyságát és megbízhatóságát [2].

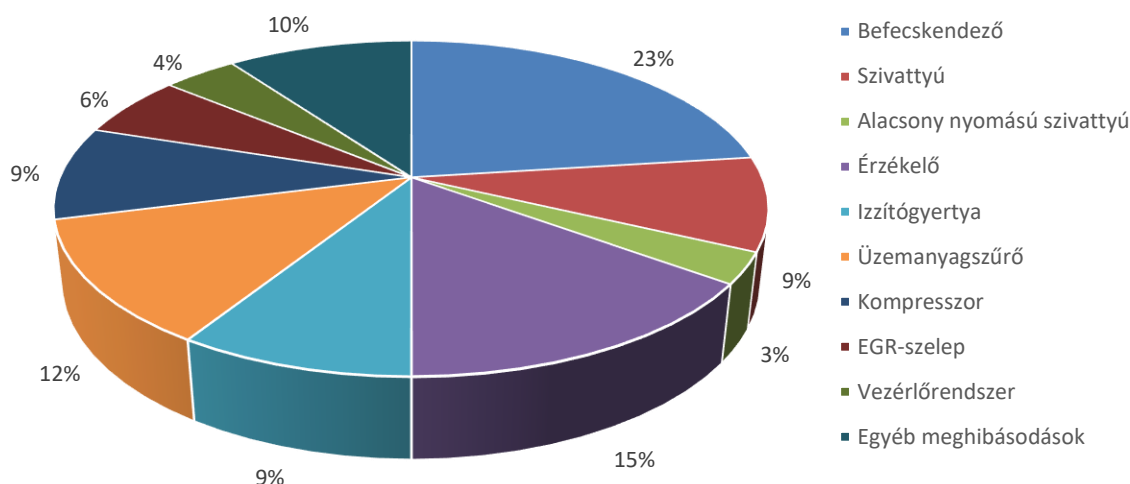
A hatékonyság biztosításának, az üzemanyag-fogyasztás csökkentésének, valamint a nyomaték és a motorteljesítmény lehető legmagasabb fokú kihasználásának érdekében egyre több automata vezérlőrendszerrel szerelik fel a mezőgazdasági gépeket. Ezeknek a rendszereknek köszönhetően a traktort vezérlő rendszerek számos irányítási funkciót átvesznek a gépkezelőtől [12]. A modern mezőgazdasági traktorok motorjai közös nyomócsöves típusú üzemanyag-ellátó rendszerrel, valamint modern kialakítású és fejlett algoritmusokkal vezérelt töltő- és kipufogórendszerekkel vannak felszerelve. Teljesítményüket jelentősen befolyásolja az üzemanyag minősége és a rendkívül érzékeny, mikrométeres pontosságot igénylő mechanikai rendszerek hibátlan működése. Az egyik legalapvetőbb diagnosztikai paraméter a járművek műszaki állapotának ellenőrzésére az üzemanyag fogyasztás. A common rail rendszerrel szerelt járművek tartályában lévő üzemanyag nyomásértékei hozzájárulnak a fűvókából kiáramló üzemanyag intenzitásának változásához. Ez jelentős hatással van az üzemanyag-felhasználásra.

A mezőgazdasági gépek számos sokoldalú funkcióval rendelkeznek. A termelőgazdaságokban, az erdőgazdálkodásban, az építőiparban, a kommunális szolgáltatásokban és a szállítmányozásban különféle munkákra használhatják őket. A munka jellege, amelyet főként

változó és nehéz környezeti körülmények között végeznek, nagyban hozzájárul a műszaki problémák kialakulásának lehetőségéhez. Ez a gyakran nagymértékben változó motorfordulatszámra való működtetésből, a véletlenszerű terhelésből és a nyomatékigény széles skálájából adódik. Bizonyos munkafolyamatok sokkal nagyobb valószínűséggel eredményeznek műszaki meghibásodásokat, ezért rendkívül fontos a problémák gyors, szinte azonnali észlelése, hogy csökkentsük a jármű üzemén kívül eltöltött idejét, vagy az esetleges végleges üzemén kívül helyezését, vagyis a gép leselejtezését. Az elektronikus vezérlőrendszerek jelenlegi fejlettségi szintje lehetővé teszi a többszintű diagnosztikai rendszerek használatát, amelyek a gépek működési paramétereivel kapcsolatos információkat biztosítják. Az első diagnosztikai szint a fedélzeti diagnosztikát foglalja magában. Ez az első információforrás a gépkezelő számára. Az ember és jármű közötti kommunikációs interfész alapeszközei közé tartoznak a többfunkciós, programozható fedélzeti számítógépek. A fedélzeti diagnosztikát a károsodás automatikus és gyors felismerése jellemzi, ezáltal megakadályozva annak kiterjedését.

A modern mezőgazdasági traktorok fedélzeti diagnosztikai rendszerei elsősorban figyelmeztető jelzést adnak, ha a motorban rendellenességet észlelnek. Ez a jelzés arra utal, hogy alaposabb, másodszintű diagnosztikai vizsgálatra van szükség. A traktormotorok teljesítményének és állapotának ellenőrzésére számos módszer létezik. Az egyik leggyakoribb módszer az, hogy az aktuális adatokat, amelyek a motor működéséről érkeznek, összehasonlítjuk az OECD által az adott traktormodellre meghatározott referenciaértékekkel. Az OECD-tesztek eredetileg a különböző gépek teljesítményének összehasonlítására szolgáltak, de valójában ezek az adatok a diagnosztikai elemzések során is hasznosak lehetnek. A diagnosztikai eszközök a motor teljesítményét folyamatosan figyelve azonosítják azokat a paramétereket, amelyek eltérnek a normálistól. Például, ha a motor nem égeti el megfelelően az üzemanyagot, vagy ha valamelyik érzékelő hibásan működik, az eszköz ezt jelzi. Egy korábbi tanulmány részletesebben vizsgálta a dízelmotorok működését és azonosította a leggyakoribb meghibásodási pontokat (ábra). Az eredmények szerint az injektorok, az érzékelők és az üzemanyagszűrők a leggyakrabban cserélt alkatrészek, míg az alacsony nyomású szivattyúk, a vezérlők és az EGR-szelepek ritkábban okoznak problémát [19].

1. ábra Elektronikus vezérlőrendszerrel ellátott dízelmotorok működése során felmerült problémák, amelyeket egy szakműhelyben egy év viszonylatában javítottak. (Forrás: Oleksandr V., Jarosław G., Jerzy N., 2023)



A gépészet és az automatizálás világszintű fejlődése új lehetőségeket kínált a mezőgazdaság számára is. A mezőgazdasági gépek automatizálási rendszereivel szemben egyre újabb és újabb követelményeket fogalmaznak meg, és különösen a rendszerek megbízhatósága vált egyre fontosabb feladattá, így egyre több kutatásra volt szükség a témában. Mivel a hibadiagnosztika fontos eleme annak, hogy a mezőgazdasági gépek automatizált rendszerei megbízhatóan működjenek, így ezen a területen is szükség volt kutatási és fejlesztési lépésekre [18]. Ezek miatt is vált kivételesen népszerű témává a hibadiagnosztika az ipari alkalmazhatóságát tekintve. A mezőgazdaságban a feladatok elvégzésére rendelkezésre álló időablak sokszor kiszámíthatatlan és nagyon rövid tud lenni. A talajművelési munkafolyamatok időzítése kritikus fontosságú, amikor a gépi és emberi erőforrások korlátozottak. A folyamatautomatizálással összefüggésben különböző hibaérzékelési és diagnosztikai módszereket dolgoztak ki, hogy a problémák feltárása és megoldása minél kevesebb időt vegyen igénybe. A dolgozatomban elemzett diagnosztikai rendszerek is ehhez a csoporthoz tartoznak.

3. Anyag és módszer

3.1. Axiál Kft. bemutatása

2022 február hónapjában megkötöttem egy tanulmányi szerződést az Axiál Kft.-vel, így a cég támogat engem a tanulmányaim során, én pedig vállalom az ezzel járó kötelezettségeket munkavállalás és képviselő formájában. Ennek a megállapodásnak köszönhetően lehetőségem nyílt mélyebb ismereteket szerezni a mezőgazdasági gépek forgalmazásának és üzemeltetésének, valamint ezek karbantartásának és szervizelésének munkafolyamataiba. A cég dolgozóinak segítségével tudtam megismerni és elemezni a dolgozatban taglalt rendszerek működését.

A cég 1991-ben alapult mindössze 100.000 Ft törzstőkével Axiál Bt. néven és egy évvel később már családi vállalkozásként működött. A kezdetekben egy Polski Fiat „Kispolski” gépkocsi segítségével intézték a felmerülő ügyeket. Eleinte a cég csak Zetor és ZTS alkatrészek forgalmazásával foglalkozott, azonban a mai napra már több száz márka alkatrészei vásárolhatóak meg a cégtől. Többek között az ISTER termékcsalád, amely a cég sajátja.

1995-től kezdett a cég mezőgazdasági képeket forgalmazni és elkezdett a partnerek számára szerviz- és műszaki szolgáltatásokat nyújtani.

A cég életében hatalmas mérföldkőnek számít az ezredforduló novemberi hónapja. Ugyanis ekkor, a CLAAS német gépgyártó vállalat (amely 2013. április 28-án ünnepelte 100 éves fennállásának évfordulóját) kizárólagos importőri és hazai forgalmazói jogot biztosított az Axiál Kft.-nek. Ennek is köszönhető, hogy ezt a diplomamunkát el tudtam készíteni, ugyanis a dolgozatban a célkitűzésemet egy CLAAS Lexion 6700 kombájnon elvégzett diagnosztika segítségével szemléltetem és próbálom meg bizonyítani.

A vállalat az elmúlt évek során számtalan fejlesztést folytatott és megszámlálhatatlan új termékcsaládot hozott el a hazai piacra, ezek felsorolásával nem szeretném az időt húzni. Az immár több, mint 30 éves cég által a múltban és a jelenben is használt diagnosztikai eszközök és a velük mért adatok elemzésével fogok foglalkozni.

Az AXIÁL Cégcsoporthoz tartozik a 2001-ben alapított, gépbérletre és bér munka szolgáltatására specializálódott MANAX Kft. is, amely olyan partnerek számára biztosít rövid és hosszú távú lehetőségeket, akik nem kizárólag gépek megvásárlására törekedve kívánják biztosítani munkájukhoz a feltételeket.

A tevékenységi kör 2003-ban tovább bővült használt gépek forgalmazásával, 2004-ben pedig építő- és raktártechnológiai gépek vásárlása is elérhetővé vált.

Az AFS, vagyis az Axiál Financial Services 2007-től kezdve alkot különálló szervezetet, amely az anyavállalat Hitelosztályának a tapasztalataira építve lett pénzügyi szolgáltatásokat közvetítő vállalkozássá. Az AFS szakértő pénzügyi tanácsadói hitelek, lízingek, biztosítások közvetítésével, és támogatások előfinanszírozásával ún. faktorálással segítik az Axiál Kft. üzletfeleit. Szintén az említett évben került átadásra a frissen épített Alkatrész Logisztikai Központ, amely méreteivel és kapacitásával a magyar mezőgazdasági alkatrészellátás egyik legnagyobb raktára, amelyet folyamatosan fejleszt a cég.

Az AXIÁL Kft. az elmúlt években jelentős fejlődésen ment keresztül, és mára a legdinamikusabban bővülő magyar vállalatok közé tartozik. Nemzetközi hálózata is folyamatosan bővül, jelenleg a szlovák HRIADEL' és a román MUNAX cégeken keresztül van jelen a szomszédos piacokon, ahol hasonló tevékenységeket folytat.

A cég 2011-ben kezdte el a telephelyfejlesztési programját, amely keretén belül több új telephelyet is létesített az országban, hogy minél tökéletesebben tudja lefedni az adott régiókat. Ma a bajai központtal együtt 19 telephellyel képviselteti magát a cég az országban. Ebben az időszakban kezdett egyre nagyobb figyelmet kapni a precíziós gazdálkodás, így az Axiál Kft. termékpalettáján is megjelentek az automata kormányzási megoldások. 2014 évében a cég saját, eszközfüggetlen korrekciós jelszolgáltatási hálózatot készített mAXI-NET néven, amely 2-3 cm pontos munkavégzést tett lehetővé. Majd a cég 2018-ban a Trimble márka bevezetésével a legújabb technológiai megoldások bevezetéséhez kezdett.

2022 áprilisában tizenhárom intézmény részvételével írták alá a duális szakképzéshez kapcsolódó Déli Agrárszakképzési Ágazati Képzőközpont Nonprofit Kft. létesítő okiratát, amely az említett év május 1-jén alakult meg. Az Axiál Kft. az egyike a tizenhárom szignáló intézménynek. Ebből is és a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetemen is működő duális képzése kapcsolatában is látható a cég elkötelezettsége az utánpótlásképzés terén. Tulajdonképpen ennek köszönhetően ismerkedhettem meg a céggel és is és emiatt volt lehetőségem megismerni a cég dolgozói által használt diagnosztikai programok működését és előnyeit [14].

3.2. Diagnosztikai vizsgálatok módszertana

Munkám során olyan diagnosztikai eszközöket és programot fogok bemutatni és a segítségükkel nyert adatokat elemezni, amelyek az iparág precíziós irányának fejlődésében meghatározó szerepet töltöttek/töltenek be. A korábbiakban taglalt precíziós gazdálkodás fontossága a mai világban vitathatatlan, emiatt is rendkívül fontos, hogy a munkagépek mindig naprakész és megfelelő állapotban legyenek a munkafolyamatok elvégzésére. A kiválasztott eszközök/programok név szerint:

- MINIDIAG
- Hydro-tester
- CDS 3000
- CDS 5000
- CDS

4. Önálló munka. A diagnosztikai eszközök és programok

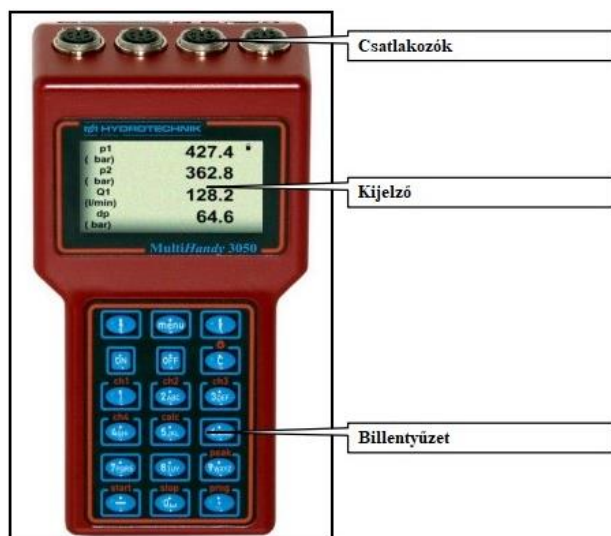
4.1. Diagnosztikai eszközök

Hydro-Tester

A Hydro-Tester egy hordozható, felhasználóbarát kézi mérőműszer, amely segíti a felhasználót a mindennapi mérési feladatok elvégzésében. ISDS érzékelő használata esetén a Hydro-Tester üzembe helyezés esetén automatikusan felismeri a csatlakoztatott érzékelőket, és átmenti a saját adattárába az összes paramétert például: mérési tartomány, fizikai mérési, mértékegységek, jelkimenet és jelleggörbe (linearizálás). Így elkerülhető az érzékelők összetévesztése, és nincs többé szükség a speciális, adott gépi beállításra jellemző adatok manuális felvezetésére. Természetesen ISDS érzékelő nélkül is használható az eszköz, azonban így manuálisan kell felvinni a speciális adatokat. Az eszköz a későbbiekben USB csatlakozó segítségével csatlakoztatható számítógéphez, ahova lementhetőek amérési adatok.

2. ábra Hydro-Tester

(Forrás: [7] CLAAS Hydro-Tester Betriebsanleitung)



A 2. ábrán látható eszköz az 1.3as verzió 2007-ben került bevezetésre és egyidejűleg maximum négy érzékelő csatlakoztatására volt alkalmas, azonban egyszerre mind a négy csatlakozón mért adatot tárolta is azonnal. Az adatok kiértékelése során összeget, különbséget és teljesítményt is képes volt számolni, valamint egy ötödik, úgynevezett pseudo csatornán első differenciális számítást is képes volt elvégezni, megjeleníteni és tárolni, például sebességet számolt a távolságból. A minimális és maximális mért változók szélsőérték mérése állandóan aktív, és a megfelelő billentyűkombináció megnyomásával megjeleníthető a kijelzőn.

3. ábra Hydro-Tester csatlakozók

Forrás: [7] CLAAS Hydro-Tester Betriebsanleitung



A csatlakozók a következő funkciókat látják el:

1. tápegység
2. RS 232
3. Ch1 (analóg bemenet)
4. Ch2 (analóg bemenet)
5. Ch3 (analóg bemenet)
6. Ch4 (frekvencia bemenet),
7. párhuzamos csatlakozó
8. USB csatlakozó

A mérőeszköz következő verziója már több csatlakozóval lett ellátva, így egyszerre több szenzorral tud méréseket folytatni, és hasonlóképpen a korábbihoz ez is képes menteni folyamatosan a beérkező adatokat. Erre a gyártó már csak egyszerűen Hydrotester néven referál.

4. ábra Hydrotester BA

Forrás: [8] CLAAS Hydrotester- Univerzális hordozható mérőrendszer, Kezelési utasítás



A Hydrotester egy gyakorlati szempontok szerint kialakított, könnyen kezelhető kézi mérőkészülék napi mérési feladatok elvégzéséhez. ISDS-érzékelők használatakor a Hydrotester bekapcsoláskor automatikusan felismeri a csatlakoztatott érzékelőket és beállítja az alábbi paramétereket:

- Mérési tartomány
- Fizikai mérési mennyiség
- Mértékegység
- Jelkimenet
- Karakterisztikus jelleggörbe (linearizálás)

A készülékhez ISDS-azonosító nélküli érzékelők is kapcsolhatóak. Ilyenkor az érzékelő paramétereit az áttekinthető kezelőmenüben lehet megadni. Minden mérés kényelmesen rögzíthető számítógépen egy USB-kábel segítségével. A műszerhez mellékelt szoftver a mérési értékek kiértékeléséhez, ábrázolásához és nyomtatásához kínál funkciókat. A készülékhez maximum nyolc érzékelőt lehet csatlakoztatni egyidejűleg és minden mérési érték tárolható. A mérési értékek alapján végzett számítások, mint a különbség, összeg és teljesítmény, valamint az 1. fokú differenciálásokhoz (pl. sebesség út alapján), külön speciális csatornaként állnak rendelkezésre, ezek megjelenítést és tárolást tesznek lehetővé. A minimális és maximális mért

értékekhez mindig aktív a szélsőértékek tárolása és a megfelelő billentyűvel ezek a szélsőértékek meg is jeleníthetők a kijelzőn.

5. ábra Hydrotester csatlakozók

Forrás: [8] CLAAS Hydrotester - Univerzális hordozható mérőrendszer, Kezelési utasítás



A csatlakozók a következő funkciókat látják el:

1. K1 bemenet – analóg bemenet, highspeed
2. K2 bemenet – analóg bemenet, highspeed
3. K3 bemenet – analóg bemenet
4. K4 bemenet – analóg bemenet
5. K5 bemenet – analóg bemenet
6. K6 bemenet – analóg bemenet
7. K7 bemenet – frekvencia bemenet
8. K8 bemenet – frekvencia bemenet
9. USB – host port
10. USB – eszköz port
11. CAN / Bootloader kombinált aljzat
12. tápegység
13. digitális be- és kimenet

A legújabb fejlesztésű Hydrotester 5070 kialakítása és tervezési szempontjai nem sokban változtak a korábbi típushoz képest, azonban ez már sokkal korszerűbb. Amellett, hogy erre is egyidejűleg akár 8 érzékelőt is csatlakoztathatunk, ugyanúgy képes az egyszerre csatlakoztatott érzékelőkről érkező adatokat menteni, viszont a frekvenciaérzékelői csatlakozókra már akár analóg csatlakozókat is lehet illeszteni, így gyorsítva a méréseket. A mérőegység kapott egy második CAN bemenetet is. A mérőkészülék a második CAN csatlakozón keresztül

automatikusan be tudja kapcsolni az áramellátást, ebben az esetben a készülék adatrögzítésre szolgál. A kijelző az előző típushoz hasonlóan színes, így jobban ábrázolhatóak a különböző grafikonok, amelyeket egyedileg lehet konfigurálni.

6. ábra Hydrotester 5070

Forrás: [6] CLAAS Hydrotester 5070 Kezelési utasítás



A kapcsolók a következő funkciókat látják el:

1. K1 bemenet – analóg bemenet
2. K2 bemenet – analóg bemenet
3. K3 bemenet – analóg bemenet
4. K4 bemenet – analóg bemenet
5. K5 bemenet – analóg bemenet
6. K6 bemenet – analóg bemenet
7. K7 bemenet – frekvencia-/ analóg bemenet
8. K8 bemenet – frekvencia-/ analóg bemenet
9. CAN 1 / RS232 kombinált aljzat
10. CAN 2 bemenet
11. USB – eszköz port
12. Digitális be- és kimenet
13. USB – host port
14. Áramellátás – tápegység

A Hydrotesterekhez kiegészítésként csatlakoztatható egy átfolyásmérő, amely egy precíz mérőeszköz. Egy beépített turbina segítségével méri az átfolyó közeget. Belső menetes csatlakozása a DIN ISO 228 szabványnak megfelelő, analóg és CAN kimenettel is elérhető.

7. ábra Átfolyásmérő
Forrás: Saját készítésű kép



A turbinakereket a közeg áramlási energiája megforgatja, majd a kerék forgása alapján tudják meghatározni a pontos áramlási sebességet. A turbinák alapértelmezés szerint 30 mm²/s-os ásványolaj mérésére vannak kalibrálva, opcionálisan módosítható a kalibráció, hogy más viszkozitású folyadékot is mérhessenek. Alapvetően hidraulikaolajok és más ásványi alapú olajok mérésére szolgál. Helyhez kötött és mobil hidraulikus rendszerekben is lehetséges az áramlási sebességek mérésére.

MINDIAG 2

A MINIDIAG 2 eszközt a kilencvenes évek közepén kezdték el alkalmazni, 1995-'96 táján, amikor a Mercedes gyár elkezdett elektromos vezérlésű motorokat gyártani. Az első komolyabb diagnosztikai eszköz volt. Mai szemmel nézve kicsit talán primitívnek tűnhet, de a maga korában hihetetlen vívmánynak számított és nagyban megkönnyítette a gazdálkodók és a szervizszolgáltatást nyújtók munkáját. Segítségével hamarabb ki lehetett kutatni, hogy az adott gépekben mi a probléma, így sokkal hamarabb, a szervizelés után, tudott újra munkába állni az adott gép, ezáltal csökkentek a kiesések a gazdaságokban. A 2015-től gyártott mezőgazdasági gépeken már nem lehet alkalmazni ezt a programot, azokhoz már fejlettebb technológia volt szükséges, ezekről a későbbiekben írok majd.

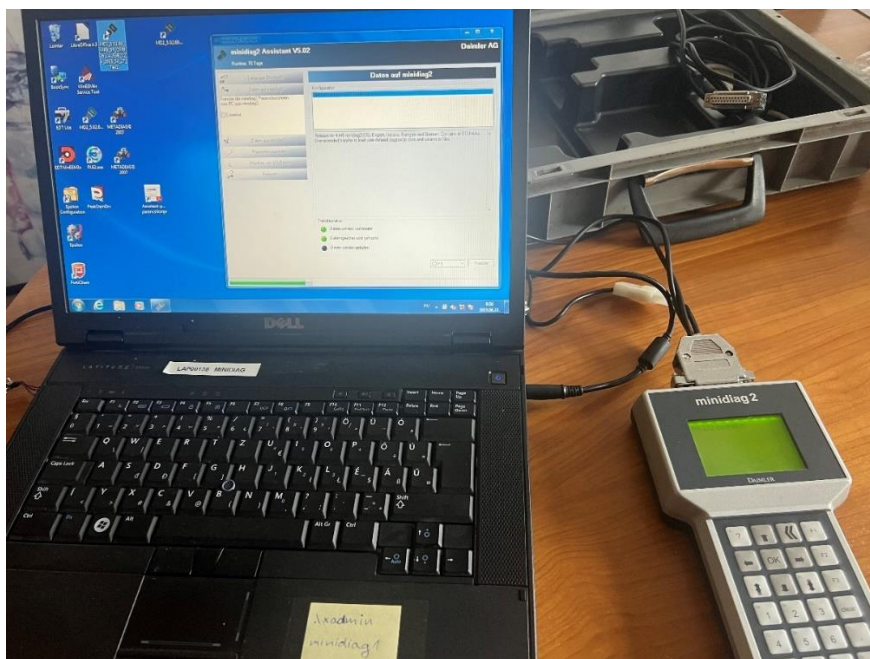
8. ábra MINIDIAG kezelőpanel
Forrás: Saját készítésű kép



A képen látható kezelőpanel segítségével lehet a beállításait módosítani, és a bizonyos mérési feladatokat beállítani a munka során. A panel a képen látható állapotban össze van kapcsolva egy számítógéppel, amelyen egy előre telepített program segítségével megjeleníthetők és kiértékelhetők a mért adatok.

A csatlakozók és az interfész által lehet az egységet összekapcsolni a meghibásodott gépekkel, így tudjuk a méréseket elvégezni.

9. ábra MINIDIAG által mért adatok szinkronizálása
Forrás: Saját készítésű kép



A mérések elvégzése után az adatok kiértékelése következik. A berendezés összekapcsolása után a számítógépre telepített program segítségével lehet az adatokat kimenteni a számítógép memóriájába. Ez egy hosszabb művelet, amíg a gép lefordítja kódolt dokumentumokat és értékeket. A program csak a megadott verziószámú operációs rendszerrel kompatibilis, így azt újabb verzióra nem lehet feltelepíteni, emiatt szükség van a naptár visszaállítására. A képen is lehet látni, hogy a laptop 2015-ös dátummal van kalibrálva, amennyiben az aktuális dátum jelenne meg, úgy a program megpróbálná frissíteni magát, azonban már nem áll rendelkezésre újabb verzió, így szükség van erre a kis „trükkre” a működéshez.

Magyarországon még mindig jellemző, hogy a koros mezőgazdasági gépek használatban vannak, de ez teljes mértékben érthető, a gazdák addig nem akarják cserélni a jól ismert és még működő gépeiket, amíg azok ellátják a feladatukat. Szervizelésük sok esetben olcsóbb is, mint az új technológiákkal szerelt társaiké. Így sok esetben még manapság is használatba kerül a MINIDIAG 2 is. Például egy Jaguar típusú silózót, ami OM 457LA motorral van szerelve. Amennyiben valamilyen probléma adódik az említett géppel, az újabb diagnosztikai eszközök nem tudják azonosítani a problémát, ilyenkor elő kell venni a jól ismert MINIDIAG 2-öt és rá kell csatlakoztatni a gépre. A MINIDIAG 2 direkt csatlakozik a Mercedes diagnosztikai csatlakozóján keresztül és úgynevezett kommunikációs vezetékkel használ (K-Line). A kommunikáció ilyen esetekben mindig az adott cég saját szabványa alapján történik. A CLAAS kommunikációs szabványa a J1939, enélkül a szabvány nélkül egy program sem tudja értelmezni a CAN kommunikációt a CLAAS gépei esetében. Összességében elmondható, hogy az eszköz bár rég gyártmány és a technológiája elavultnak tűnik, de manapság is hasznos és nagy segítséget nyújt a mezőgazdasági gépek hibáinak beazonosításában.

CDS 3000

A CDS megnevezés egy mozaikszóból ered, azonban a rövidítés terjedt el a köztudatban. A teljes neve: CLAAS Diagnose Software, a német CLAAS gyár gyártmánya és csak az általuk engedélyezett, licenccel rendelkező gépek diagnosztizálására alkalmazható.

A legelső gyártmány a CDS 3000 volt.

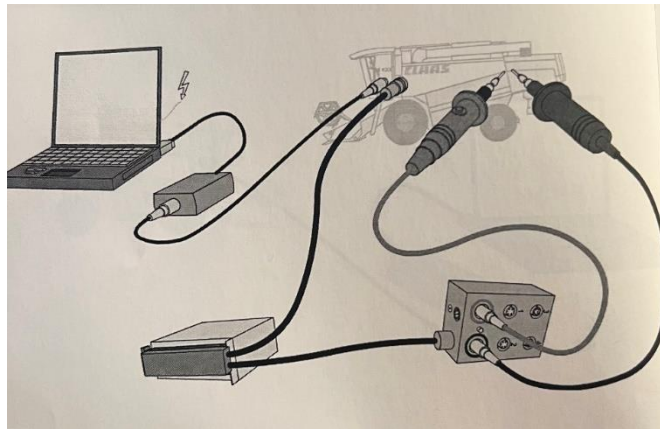
*10. ábra CDS 3000 csatlakozók és interfész
Forrás: Saját készítésű kép*



CDS 5000

Mint korábban is írtam ezek a diagnosztikai programok csak bizonyos verziószámú operációs rendszereken működnek megfelelően. Például a CDS 5000 programja csak Windows 2000 vagy Windows XP típusú operációs rendszerre telepíthető. Az elődjéhez képest az 5000-es széria már sokkal könnyebben volt hordozható és alkalmazható. A következő ábra bemutatja a diagnosztikai eszköz használatának sematikus ábráját:

11. ábra CDS 5000 alkalmazásának sematikus ábrája
Forrás: [4] CLAAS Diagnosesystem CDS 5000 Betriebsanleitung



Az ábrán láthatjuk, hogy a számítógép áram alatt, bekapcsolva működik, hozzá csatlakozik az USB-interfész USB kábelén keresztül. Az interfészt egy CAN kábel köti össze az éppen vizsgált géppel, amelyhez szintén CAN kábelén csatlakozik a mérőmodul, ezeken a kábeleken keresztül a jelek és információk a korábban említett J1939 elnevezésű saját szabvány kódolással kerülnek továbbításra. A mérőmodul egy aljzathoz csatlakozik, amelybe bele vannak kötve a mérőszondák. A mérés alatt szerzett adatokat a számítógép a szükséges programmal dekódolja és megjeleníti a begyűjtött információkat a megfelelő formátumban, legyen az például diagram vagy táblázat.

Egy diagnosztika elindítása után a számítógépen a programban megjelenik egy menü, ahol ki tudjuk választani, hogy milyen típusú gépet diagnosztizálunk éppen, például Jaguar (silózó) vagy Quadrant (bálázó). Az alkalmazáson belül egérrel és billentyűzetkombinációkkal is navigálhat a felhasználó.

CDS

A CDS, mint a legújabb CLAAS diagnosztikai rendszer már Windows 7, vagy annál újabb verziószámú operációs rendszerek segítségével képes az adatokat számítógépre átmenteni. Az ábrán látható USB-interfész az Axial Kft. összes szerelőjénél ott van, akik olyan CLAAS gépeket szervizelnek, amelyek diagnosztizálásához szükséges a CDS.

12. ábra CDS USB-interfész
Forrás: Saját készítésű kép

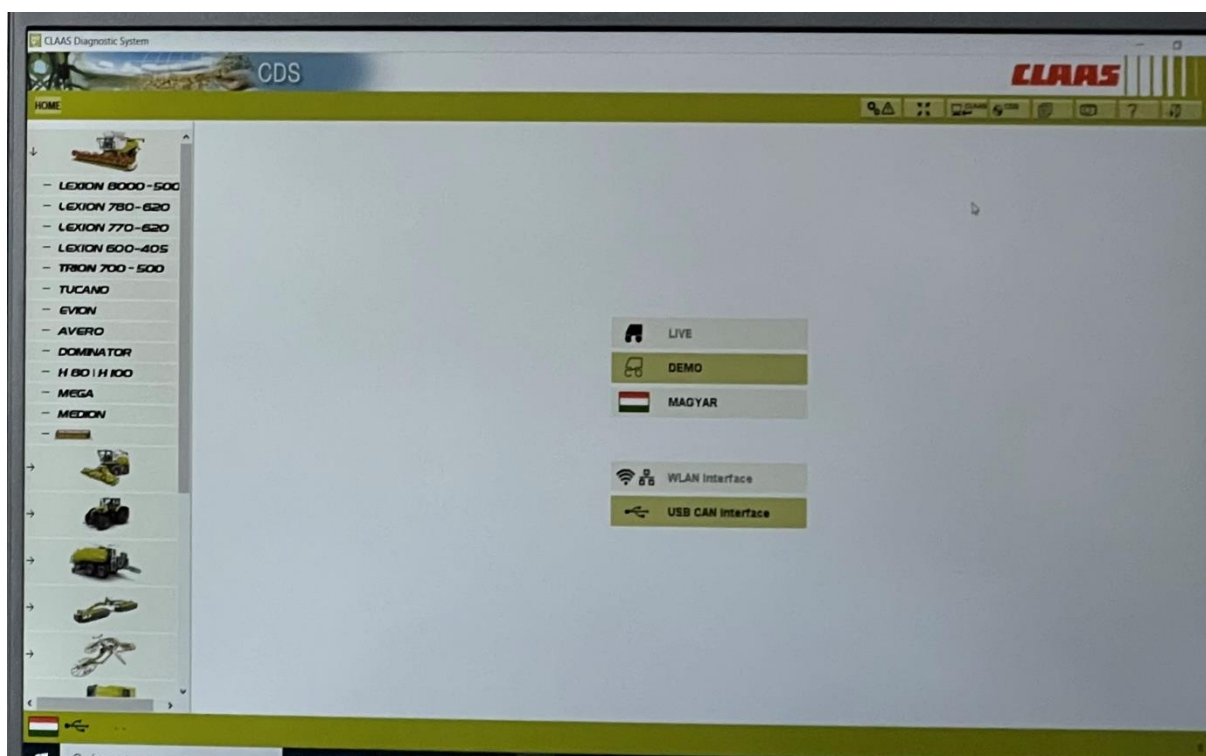


Az egyelőre korábbi verzióknak, a CDS 5000-nek is hasonló kialakítású interfészt terveztek a gyártók, amely ahogy a MINIDIAG 2 esetében is megjegyeztem, manapság is használható, az olyan gépeknél, amelyek azzal a technológiával kerültek felszerelésre, amelyet az a rendszer diagnosztizálni tud.

A diagnosztikai program egy úgynevezett CDS-Tokennel működik, enélkül a szerelő nem tudja a mért adatokat kielemezteni a számítógépen a programban. Mindenkinek saját CLAAS belépőazonosítója van, amelyhez a belépési adatokat 90 naponta változtatni kell a naprakészség és az adatbiztonság céljából.

Miután az interfészt rákötötte a szerelő a gépre és a számítógéppel összekötötte, meg kell nyitnia az előre telepített CDS programot a számítógépen. A program betöltése után kell kiválasztani az adott gép fajtáját és típusát, például ki lehet választani a kombájnok, a traktorok vagy a kaszák csoportját is. De olyan extrákat is ki lehet választani, mint például a pluszban a géphez kötött Hydrotester. Miután a gép fajtáját kiválasztottuk, feladja a lehetőségeket a program a gép típusának kiválasztására, például a kombájnok esetében, a Lexion termékcsaládnál ki lehet választani Lexion 770-620 típusokat, amelyek megegyező alapelven működnek.

13. ábra CDS gépválasztási lapja
Forrás: Saját készítésű kép



A gép kiválasztása után le tudunk kérni és menteni adatokat a gép státuszáról. Az összes modulról tudunk információkat kigyűjteni, melyik hogyan működik, van e probléma vele. Az üzembehelyezéstől kezdve minden adatot tárol a gép, ameddig nem történik memóriatörlés, de ez nem jellemző. Az összes üzemórát le meg tudjuk tekinteni, és azt is kiadja a rendszer, hogy mekkora fordulat mellett, hány üzemórát ment a gép. Célszerű az ilyen ellenőrzéseknél készíteni egy úgynevezett „backup”-ot, amely elmenti a gép addigi összes beállítását, mert ha véletlen valami elállítódna, akkor nagyon nehéz lenne megtalálni, hogy hol a probléma. Ha egy teljes, mindent átfogó jelentést szeretnénk a gépről látni, akkor egy gépriportot, a programban használatos elnevezése szerint „MachineReport” -ot kell kimentenünk a programba, ez egy kicsit hosszabb időt vesz igénybe, mert a gép összes beállítását, hibakódját és minden fontos működési adatát összegyűjti a program és egy pdf fájlba rendezi.

A bemutatott diagnosztikai eszközök, tehát olyan adatokat szolgáltatnak, amelyek nélkül a precíziós gazdálkodás nem lehetne hatékony, így elveszítené a lényegét. A mezőgazdaság mai fejlettségét figyelembe véve, azt nyugodtan ki lehet jelenteni, hogy a gépek karbantartása és szervizelése diagnosztikai programok nélkül nagyon körülményes lenne, ezek elhanyagolása pedig komoly veszteségeket idézne elő.

Úgy gondolom a mérések eredményeivel képes leszek bizonyítani a felvetésemet, azonban ehhez egy jól megtervezett folyamat szükséges, nehogy a projekt végén azzal szembesüljek, hogy feleslegesen fordítottam időt és erőforrásokat egy olyan dolog bizonyítására, amely nem segíti elő sem a cég, sem az én munkámat. A projekt megtervezéséhez tökéletes alapot ad egy logikai keretmátrix elkészítése.

4.2. A dolgozat alapfelvetésének projektszemléletű megközelítéséből fakadó logikai keretmátrix

A felvetésem bizonyításának sikere esetében a jövőben a cég felhasználhatja a dolgozatomat egy projekt elindításához, ezzel szerezve piaci előnyt a versenytársakkal szemben. Amennyiben ez a projekt megvalósul, úgy a következőkben vázolt logikai keretmátrix adhatja az alapot.

Logikai keretmátrix

1. táblázat Logikai keretmátrix Forrás: Saját szerkesztés

Leíró összefoglalás	Indikátorok	Az indikátor forrásai	Feltételezések, kockázatok
Fejlesztési cél: Állandó, biztos bevétel biztosítása a vállalat számára.	Folyamatosan beérkező bevételek a diagnosztizálási munkálatokból és az ahhoz kapcsolódó szervizelésből.	Pénzügyi kimutatások és hatékonysági vizsgálatok.	Bevételek elmaradása a bevezetés után, mert hirtelen minden kijavításra kerül.
Projekt cél: A diagnosztika és a rendszeres karbantartás fontosságának bizonyítása.	Gazdasági számítás, amely bizonyítja, hogy a diagnosztika és a karbantartás elhanyagolása csökkenti a bevételeket vagy növeli a költségeket.	Korábbi évből származó pontos adatok a gép megfelelő üzemi állapota esetén és az aktuális évből származó adatok, amikor a gép nem megfelelően üzemelt.	A felvetés megbukik, a költségek növekedését, bevételek csökkenését nem tudom bizonyítani.
Outputok: Mérési eredmények kimentése és elemzése.	A bizonyítás sikeressége, az új tervezési lehetőség átadása az összes telephelynek és leányvállalatnak.	Az új tervezési eljárás tesztelése kis területen, a tesztek sikerességének mérése egy saját függvény segítségével, majd oktató modul létrehozása.	Az új tervezési folyamat implementálásának nehézségei, az új rendszer megértésének és bevezetésének nehézségei.
Tevékenységek: A bizonyítási eljárás folyamatai, mint a konkrét diagnosztikai mérés elvégzése, az eredmények kiértékelése és elemzése.	Szerelő, diagnosztikai interfész és program, elemzéshez szükséges programok, elemzést, bizonyítást elvégző ember.	A projekt megfelelő dokumentációja.	Előre nem várható technikai problémák.
Inputok: A bizonyításhoz szükséges erőforrások, mint humán erőforrás, diagnosztikai program, számítógép és a rá telepített program.	Indokolt mennyiségű erőforrás rendelkezésre állása a szükséges időpontokban.	Az erőforrások rendelkezésre állása.	Humán erőforrás hiánya, eszközök használatának elégtelen dokumentációja, hiányzó programok.
Előfeltételek: Megfelelően képzett munkaerő megléte, diagnosztizálandó gép, diagnosztikai program és interfész jármű a helyszínre kijutáshoz.			

Kiegészítő magyarázatok a logikai keretmátrixhoz

Fejlesztési cél

A projektemmel az a hosszú távú célom, hogy az Axiál Kft. állandó, biztos bevétellel tudjon számolni a diagnosztizálási és karbantartási munkák révén. Egy ilyen bevételi forrás állandóvá alakításával a cég olyan biztos pontot tudna kialakítani, amely révén a gazdaságilag nehezebb időszakokban is biztosított a bevétel és ezáltal a fennmaradás. A projekt ötlete onnan származott, hogy az idei évben nagyban visszaesett a vásárlási kedv a mezőgazdasági gépek terén, amely egyértelműen a legnagyobb bevételi forrást jelenti egy ilyen formájú vállalatnál. Emellett a gazdálkodók, ahogy a legtöbb ember is a magánéletében arra törekednek, hogy minél kevesebb legyen a kiadásuk, viszont a karbantartás terén ez a felfogás olyan problémákat, meghibásodásokat szül a mezőgazdasági gépek esetében, amelyek kijavítása, ha nem is költségesebbek, mint egy általános, időszakos karbantartási diagnosztika, mindenképpen időigényesebbek és a mezőgazdaságban az idővesztés és a bevételkiesés, költségnövekedés között egyenlőséget tehetünk. Ezt szeretném a projektem során bebizonyítani, és könnyen átláthatóvá tenni mindenki számára.

A projekt kedvezményezettjei ezáltal a gazdálkodók, akiknek így folyamatosan megfelelően működő géppark állna rendelkezésükre, haszonélvezői oldalról tekintve a kérdést a gazdálkodók mellett a céget is bele kell venni, ugyanis a projekt sikere esetén a cég állandó bevételhez jutna, amellyel könnyen tud kalkulálni egész évben, valamint az emberi erőforrással is sokkal könnyebben tud tervezni.

Kockázatot jelent ebben a helyzetben az, hogy esetlegesen a partnerek nem értik meg a folyamat fontosságát, vagy ellenállnak a változásnak. Az emberi természethez hozzá tartozik az ódzkodás az új helyzetektől, amelyek nagy befolyást gyakorolnak egy-egy területre az életnek.

A projekt célja összefoglalva tehát, egy rendszer kialakítása a diagnosztikai eljárások terén, amelyek révén a szervizelés és karbantartás rendszeressé válik, ezzel biztosítva a megfelelő állapotú gépeket a gazdálkodóknak, valamint állandó bevételt generálva a cégnek amellet, hogy egyszerűsíti a dolgozók munkáját.

Projektcél

A projektem fő célja, hogy a bebizonyítsam mennyire fontos a karbantartások folyamatossága, amelyhez elengedhetetlenek a diagnosztikai mérések.

A gazdálkodóknak, partnereinknek kell bebizonyítanom a felvetéseimet. A bizonyítás sikerességével elérhetem, hogy a partnereink jobban bízzanak a cégben és sokkal nagyobb odafigyeléssel tartssák be a kötelező karbantartásokat.

A projekt sikerével elérem, hogy a partnerek nyugodtan kezdhessenek bele a szezon bármely részébe, mert megbízható gépek állnak rendelkezésükre és ha a gépeket megfelelően üzemeltetik, akkor nem várható, hogy a szezon során meghibásodás lépjen fel.

Kockázatot jelent ebben a helyzetben, ha a partnerek ellenállnak, így gátat szabva a rendszer megfelelő működésének. Az is hátráltatja a helyzetet, amennyiben egy régen kezelt gépnél hirtelen sok kisebb vagy akár nagyobb hiba kerül felszínre, mert az sok időbe telik a dolgozónak és felboríthatja az előre eltervezett munkarendet. De mindezek ellenére hosszú távon megbízhatóan működő rendszer alakulhat ki ezáltal.

Outputok

A projekt elsődleges eredménye a kiválasztott gépen elvégzett diagnosztikai mérések segítségével bebizonyítani a felvetés jogosságát. Ez annyit jelent, hogy ki kell elemezni a diagnosztikából szerzett adatokat és azok felhasználásával alá kell támasztani azt, hogy a diagnosztika és a karbantartás rendszeressége mennyire fontos.

A projektben outputként szükségünk van a diagnosztikai mérésekre, amelyekből felhasználhatom a szükséges adatokat a bizonyításhoz. Természetesen szükség van magára az elemzésre, amely eredményeként kiderül, hogy a felvetésem helyes volt-e vagy sem.

Ki kell választani néhány megfelelő hibát az adott gép esetében, amelyeken keresztül bemutatatható az elért eredmény. Nem célszerű túl sok hibát kiválasztani, mert megnehezíti a megértést a túl sok információ túl rövid idő alatt. Úgy gondolom maximálisan 5 ilyen hiba megértése még egyszerű és gyors. Esetemben 4 hibakódot emeltem ki.

Szükséges egy összefoglaló elkészítése, amely segítségével később bemutatatható a projekteredmény a partnereknek. Ehhez elengedhetetlen valamilyen gazdasági vonatkozás bemutatása, amely segítségével számszerűsíthető a partnerek számára a projekteredmény.

Tevékenységek

A projektben végrehajtandó tevékenységek sora a konkrét diagnosztikai mérésekkel kezdődik, amelyek a bizonyítási eljárás alapját is képezik. A mérések elvégzése után esetünkben legcélszerűbb egy MachineReport kimentése a CDS programból, amely minden lényeges információt tartalmaz hibakódoktól és azok magyarázatától elkezdve, az egyes modulok

információin át egészen a gép teljeskörű konfigurációinak beállításáig. Ezután a méréseket ki kell értékelni, meg kell keresni azokat a hibákat, amelyek rendszeresen fordulnak elő és a gép hatékony működését befolyásolják.

A hibakódok megkeresése és kiválasztása után meg kell keresni a kérdéses eszközöket a gépben és ellenőrizni azok állapotát általánosságban és különös tekintettel a jelzett hiba területén. A hibák kijavítás után következik az elemzési fázis, ahol át kell tekinteni, hogy a hiba milyen hatással volt a gép működésére amíg fent állt és mennyivel javult a hatékonyság a kijavítással.

Az elemzés végén szükséges egy olyan gazdasági számítás elvégzése, amely érzékelhető és érthető módon mutatja be azt, hogy miért volt szükséges elvégezni az adott gépen az összes hiba kijavítását és miért kell ezentúl hatványozottan odafigyelni a rendszeres karbantartásra.

El kell készíteni egy összefoglalót, amely segítségével a későbbiekben bemutatható a projekt és általa megérthető a projekt elvégzésének miértje.

Az előre nem látható technikai problémák megnehezíthetik az eljárást. Az új rendszer mindig bizonyos fokú kockázattal jár a bevezetési időszakban.

Inputok

A bizonyításhoz szükséges inputok olyan erőforrások, amelyek szükségesek a projekt valamely fázisához.

Elsősorban szükség van egy olyan mezőgazdasági gépre, amelyen elvégezhető a diagnosztika és feltehetően található olyan hiba, amely csak a diagnosztika révén felfedhető, viszont a termelés során hátrányt jelentett és plusz költséget vagy bevételkiesést eredményezett.

A diagnosztika elvégzéséhez szükség van az adott mezőgazdasági géphez használható diagnosztikai szoftver interfészére és laptopra telepített programjára. Ehhez minden szerelőnek a cégnél szüksége van egy saját laptopra is.

Az adatok kimentésére a már említett laptop szükséges, de azok megnyitásához és elemzéséhez egyéb programok is szükségesek a számítógépre, mint például egy pdf olvasó, az elemzési és bizonyítási eljárás dokumentálásához pedig egy szövegszerkesztő program szükséges.

Ezután pedig az elemzéshez szükséges mutatók kiválasztása és idő szükséges.

Sikertényezők

A projekt sikeressége sok tényezőtől függ, pontosan és érthetően kell megfogalmazni az elérni kívánt célt, hogy az esetleg projekt közben bevont új felek is tökéletesen megértsék a lényegét.

A megoldandó probléma meghatározása is kivételesen fontos a projekt sikerének érdekében, mert enélkül minden tevékenység felesleges, illetve utólag kiderülhet, hogy feleslegesen használtunk fel erőforrásokat bizonyos tevékenységekre. A projekt sikere esetén biztosított előnyöket sem szabad kihagyni a képletből, ugyanis ennek segítségével tudjuk magunk mellé állítani a célcsoportot, és a célcsoport támogatása nélkül ugyancsak erőforráspazarlásnak minősülnek a projekt tevékenységei.

Kulcsfontosságú, hogy az inputok megszerzéséhez szükséges erőforrások rendelkezésre álljanak és humán erőforrás tekintetében pedig kifejezetten fontos a megfelelő felkészültség. Az előkészületek elvégzése nélkül sem lehetünk biztosak a projekt sikerében, sőt ezek hiányában inkább az várható, hogy sikertelenül zárul a projekt.

Fontos folyamatosan dokumentálni a projekt előrehaladását a projekt készültségi szintjének pillanatnyi állásának megértéséhez. Ennek köszönhetően az érdekelt felek folyamatosan nyomon tudják követni a projekt állását.

Belső hatások

A projekt sikerének várható eredményei a cég tekintetében, egy állandó bevételi forrás megjelenése, a dolgozók munkarendjének könnyebb tervezése és beosztása, ezzel a dolgozók terhelésének csökkentése. A terhelés csökkentésével valószínűsíthetően növekedni fog a munkamorál, ami előrelendíti a céget.

Egy ilyen keretrendszer bevezetése sokkal átláthatóbbá teszi a cég beszerzéseit és ennek is segíti a tervezhetőségét. Az első év elteltével, éves kimutatásokkal sokkal pontosabb számú alkatrészt lehet megrendelni az első negyedévi nagy rendeléskor, amely csökkenti a költségeket. Az alacsonyabb költségek egyértelműen nagyobb profitot eredményeznek, amely ösztönzi a csapatépítést, mert ez mindenki javára válik.

Összefoglalva a projekt sikeres megvalósítása számos területen hoz pozitív változást a cégnél. A stabil bevételi forrás, a hatékonyabb munkafolyamatok, a csökkentett költségek és a növekvő profit mind hozzájárulnak a cég hosszú távú sikeréhez. A projekt révén a dolgozók motiváltabbak lesznek, a vállalati kultúra erősödik, és a cég versenyképessége is nő.

Külső hatások

A hatékonyabb karbantartás, a megbízhatóbb futásteljesítmény és a meghibásodások csökkenése növelik az ügyfelek elégedettségét. Esetleges későbbi elégedettségfelmérések

elősegíthetik a rendszer további fejlődését, ez akár piaci versenyelőnyt is jelenthet a cég számára.

A biztonságérzet növeli a bizalmat a cég irányába, ami a későbbiekben további gépeladásokat eredményezhet, ezzel erősítve a piaci helyzetet a versenytársakkal szemben. A siker egyik fontos eleme a külső hatásokra való reagálás minél rövidebb idő alatt.

A projekt sikeres befejezése javíthatja a cég versenyképességét, mert növeli a szolgáltatásának a minőségét. A piaci helyzet rendszeres elemzése segíthet a versenyelőny megtartásában és akár növelésében.

Összegzés

Mindent egybevetve a diagnosztikai mérések és a karbantartás fontosságának bebizonyítása olyan alapot teremt a cég és a partnerek közötti kapcsolatnak, amely hosszú távú együttműködést eredményezhet. Mindkét félnek előnyére válik a projekt sikeressége, a partner biztonságban érzi magát, mert tudja, hogy a gépei megfelelő karbantartásban részesültek, amennyiben pedig egy váratlan hiba keletkezne, úgy a cég biztosan tud foglalkozni a szervizeléssel. Ugyanis a cég számára a projekt sikere azt jelenti, hogy könnyebben tud előre tervezni és be tudja osztani megfelelően a rendelkezésre álló erőforrásokat. Emellett a cégnek nagyon fontos előnyt jelent a projekt sikere esetén a folyamatos bevétel, amellyel bármikor tud kalkulálni, ezzel biztosítva be a fennmaradást egy újabb ponton,

Összességében, tehát a projekt célközönsége a cég partnerei, akik a szolgáltatás minőségének javulását éreznék a projekt sikerével és a cég számára is előnyös a projekt sikere, mert bevételt jelent és piaci versenyhelyzetet tekintve is előnyös.

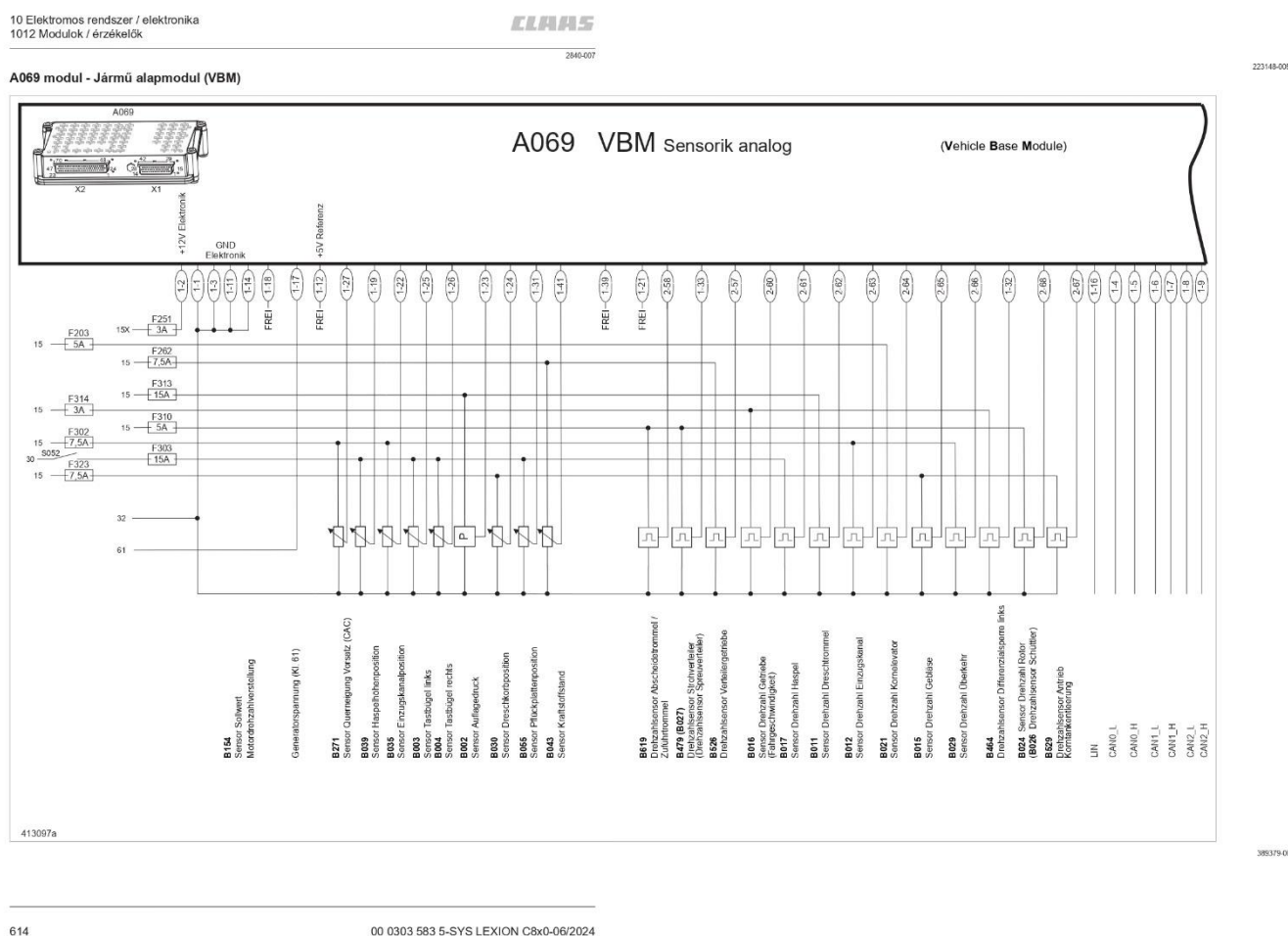
4.3. Az elvégzett diagnosztikai méréseim

A felmérések során egy CLAAS Lexion 6700-as kombájn adatait mentettük le, hogy elemezni tudjuk a hibaüzeneteit és lássuk a modolverziókat is, ezért készítettünk egy MachineReportot. Eredetileg a cél a gép ellenőrzésével az volt, hogy megtaláljunk egy hibás VBM (Vehicle Base Module) modult, mert a computer sem üzem közben, sem üzemén kívül nem adott le jelet, így a szerviz felkészült egy modulcserére, mert a modul információi nélkül nem lehetséges behatárolni az adott terület adatait vagy állítani azokon, amelyek például lehetnek a fogyasztásmérés vagy akár a ferdefelhordó mennyiségi szabályozása. Amennyiben ezek nem

módosíthatóak, és vagy felügyelhetőek, akkor a gép nem tud maximális kihasználtságon működni és veszteséges lesz az üzemeltetése.

Ezt a gépet CDS rendszer segítségével lehet analizálni, így a 12. ábrán látható eszközt csatlakoztattuk a kombájnr a kezelőfülkébe. A VBM modulok úgynevezett főmodulok, amelyek a központi adattovábbításban játszanak elengedhetetlen szerepet. Legtöbb esetben a gépek alapmoduljával vannak közvetlen kapcsolatban, amely ebben az esetben az A069 jármű alapmodul.

14. ábra A069 jármű főmodul és a hozzá csatlakozó szenzorok
Forrás:[9] Rendszertechnika C8X00011 - C8X09999 típus



A 14. ábrán látható, hogy a jármű főmodulja rengetek szenzorhoz csatlakozik, amelyektől információt kér be a működésük során. A hiba is egy ilyenből információkérés során derült ki, mert a főmodul nem kapta meg a kért információkat, így nem tudta azokat megjeleníteni sem üzem közben sem később. Az ellenőrzés során kiderült, hogy a B271-es szenzortól nem érkezett információ, amely a vágóasztal keresztirányú helyzetérzékelője. Ezt a szenzort 1.27-es bemeneti forrásként jelzi az ábra.

A helyszíni ellenőrzéskor kiderült, hogy a modul, amelynek cseréjére készültünk és a hozzá kapcsolódó kérdéses szenzor nem hibás, így a probléma keresése folytatódott.

15. ábra Hibakeresés
Forrás: Saját készítésű kép



A gép átvizsgálása során fény derült a probléma okára: egy biztosíték elromlott, ezáltal a szenzor nem kapott energiaellátást, így pedig nem tudott jelet küldeni a modulnak se menet közben se utólag. Sajnos a helyszínen nem volt új biztosíték, ezért egy rögtönzött kapcsolást létesítettünk a két fázis között, amely segítségével bebizonyosodott, hogy a probléma mögött ez a meghibásodás állt. A biztosíték cseréjére a következő napig kellett csupán a gazdálkodónak várnia, mert szerelő következő reggel, amint megkapta az alkatrészt, már ment is, hogy helyettesítse az egy nappal korábban eltávolított elemet. Ezzel az adott probléma megoldódott.

A lementett MachineReport viszont elemzésre várt a továbbiakban is, attól függetlenül, hogy az éppen aktuális probléma megoldódott. A riportban található hibakód-gyűjtemény nagy segítségére van a szerelőknek, a fejlesztőknek és a gazdáknak. A szerelők számára azért előnyös egy ilyen riport elkészítése és kielemezése, mert ebből akár előre tudják tervezni, hogy az adott gép esetében milyen alkatrészek cseréjére kell felkészülni, vagy csak meg tudják becsülni, hogy mennyi idő múlva esedékes a következő szervizelés, így tudnak előre tervezni a többi gép szervizelése mellett. A fejlesztők ennek a segítségével meg tudják határozni, hogy mely alkatrészek, elemek továbbfejlesztése szükséges, hova csoportosítsák az erőforrásokat. A gazdálkodónak pedig azért fontos, mert az elemzés által feltárulhat, hogy az adott területen,

vagy az adott használati körülmények következtében mely elemei, alkatrészei vannak nagyobb igénybevételnek kitéve a munkafolyamatok során. Ennek segítségével kialakíthat egy olyan menedzsmentet a gazdaságon belül, amely segíti prezerválni a mezőgazdasági gépeknek az állapotát. Természetesen így is fontos és szükséges a kötelező szervizeléseket megejteni a gépeken, különben akár a garancia is elveszhet, rosszabb esetben pedig a gép azért megy tönkre, mert nem kapta meg a szükséges karbantartást.

A riport elemzése során találtunk 3 olyan hibát, amelyek komoly hatással vannak a gép munkájának hatékonyságára, így ezeket komolyabb elemzésnek kellett alávetnünk.

16. ábra MachineReport vonatkozó hibatároló részlete

Forrás: [5] MachineReport

CLAAS Diagnostic System



2 Diagnosztika

2.1 Hibatároló

2.1.1 Minden hiba

DTC	CCN / SPN	FMI	i	E	U	AS
19A3	A069	98	Karbantartás 10 óránként vagy naponta	37	1232.49.01	○
1072	Y018	7	Zavar a cséplőkosárnál, az automatikus szabályozás nem aktív. Kapcsolja ki majd be a cséplőművet!	2	1232.45.50	○
1072	Y017	7	Zavar a cséplőkosárnál, az automatikus szabályozás nem aktív. Kapcsolja ki majd be a cséplőművet!	2	1232.45.50	○
506A	A049	99	Az automatikus rögzítőkék ki van kapcsolva	10	1232.40.15	○
506B	A049	99	A rögzítőkék-automatika deaktiválása nem lehetséges – légién a rögzítőkék pedáljára és/vagy kapcsolja a menekart semlegesbe	14	1232.38.05	○
506C	A049	99	Az automatikus rögzítőkék aktiválva van	2	1232.37.44	○
508B	A049	98	A sebességváltási folyamat megszakadt - állítsa meg a járművet	128	1232.09.46	○
4034	B394	99	Üritőcső kihajtv	111	1232.06.41	○
4035	B394	98	Üritőcső kihajtv	23	1231.36.13	○
1835	S250	3	Cséplőmő kapcsolja ki a cséplőművet	7	1230.51.58	○
0249	A104	98	A munkafényoszorókat közüti közlekedés során meg nem engedett módon használja!	89	1230.39.15	○
50DC	A049	98	Állítsa meg teljesen a gépet, és erőteljesen működtesse az üzemi féket	62	1224.18.34	○
5030	A049	99	A rögzítőkék karbantartási időintervalluma túlépve - működtesse az üléskapcsolót és a rögzítőkék pedálját!	34	1224.18.14	○
504B	A049	99	A féknyomáskapcsoló karbantartása túlépve. Működtesse a fékpedálokat!	40	1224.18.14	○
0214	E072	4	A jobb oldali Sidefinder hibás	4	1211.13.23	○
0215	E071	4	A bal oldali Sidefinder hibás	5	1211.13.23	○
0451	S087	2	Magtartályürítő cső kifordítás kapcsoló jele meghibásodott	1	1207.53.05	○
5190	Z005	99	Az ülésérzékelő nincs működtetve - a rendszer megállítja a gépet	29	1206.51.31	○
505E	A049	7	Hibás fék - kösse össze a bal / jobb oldali fékpedált	4	1202.17.04	○
MB 76020A	630	10	Powerlatch of last driving cycle not completed	4	1202.00.00	○
03B3	T041	2	Az menüválasztó forgókapcsoló jele hibás, vagy a kapcsolót működtették a gép indításakor	2	1201.50.13	○
0535	B126	9	A hozammérés dőléserzékelő meghibásodott	13	1201.42.40	○
6B30	A099	98	Mentse le a terdefelhordó áteresztésének nullapontját!	17	1201.42.09	○
2A3B	A208	17	A szalmaszeccskészítő - /2- szalmaterítő menedzsment modul meghibásodott - nincs kommunikáció	4	1201.32.35	○
5021	A049	16	A járműkonfiguráció nem érvényes	2	1201.32.31	○
04E6	B501	9	A hozammérés érzékelő jele hibás – kommunikációs hiba	11	1201.27.50	○
070F	A009	9	Az AUTO PILOT CAN-kommunikáció hibás - az automatikus kormányzás nem lehetséges	1	1201.27.50	○
02B2	-1	-		1	1201.27.49	○
0300	A075	17	Meghibásodott a kezelőpanel modul	2	1201.27.49	○
057C	S326	4	3. közvetlen hozzáférési funkció nyomógomb jele hibás	4678 0	1201.27.49	○
0584	S328	2	5. közvetlen hozzáférési funkció nyomógomb jele hibás	9567	1201.27.49	○
0588	S330	4	7. közvetlen hozzáférési funkció nyomógomb jele hibás	9671	1201.27.49	○
06B3	S019	4	Hibás a motolla emelés többfunkciós nyomógombjának jele	1408 3	1201.27.49	○
06BB	S022	4	Hibás a motolla vissza (torlóceek nyitása) nyomógomb jele	3160 9	1201.27.49	○
06BF	S148	4	Hibás az asztalállítás vissza / man. keresztszabályozás jobbra nyomógomb jele	5314	1201.27.49	○
06BF	S045	4	Hibás az asztalállítás vissza / man. keresztszabályozás jobbra nyomógomb jele	5314	1201.27.49	○
0781	A049	17	Az elektronikus járókerékhatás modul meghibásodott - nincs kommunikáció	1	1201.27.49	○
2518	S150	9	Vágóasztal/adapter emelés / süllyesztés többfunkciós nyomógomb jele hibás	1	1201.27.49	○
2518	S151	9	Vágóasztal/adapter emelés / süllyesztés többfunkciós nyomógomb jele hibás	1	1201.27.49	○

A négy kiválasztott hiba 16. ábrán látható a riportból kimentett hibatároló részleten sárgával kiemelve, hogy könnyebb legyen az elkülönítés.

Az első oszlopban láthatjuk a DTC (Diagnostic Trouble Code) azonosítót, amely a hibakódot jelenti, a második oszlopból a CCN (CLAAS Component Number) vagy SPN (szabvány rövidítés) azonosítót tudjuk kiolvasni, ennek alapján tudjuk pontosan beazonosítani, hogy melyik modul vagy szenzor a problémás. A harmadik oszlopban az FMI (Fehler Mode Indicator) azonosítója található, ez alapján lehet behatárolni, hogy pontosan milyen típusú hibával van dolgunk, például az FMI 16 olyan hibát jelez, amikor nem áll rendelkezésre a kért paraméter.

A hibák kiválasztása során azt is figyelembe vettük, hogy milyen gyakran fordultak elő az adott problémák, mert a rendszeresség azt engedi feltételezni, hogy tényleges meghibásodásról van szó, nem pedig pillanatnyi energiakimaradásról vagy esetleg egy kapcsoló kilazulásáról, amelyet később visszarögzít a gépkezelő. A kiválasztott hibák:

- 504B hibakóddal, A049-es modul FMI 99 információkérő hibajelzése
- 0535 hibakóddal, a B126-os szenzor FMI 9-es kommunikációs hibája
- 6B30 hibakóddal, az A099-es bővítőmodul FMI 98 figyelmeztető jelzése a hibára
- 04E6 hibakóddal, a B501-es szenzor FMI 9-es kommunikációs hibája

Az elsőként felsorol 0535-ös hiba, mint a felsoroláskor is említettem egy kommunikációs hiba volt, amely összesen 13 alkalommal fordult elő. Ez már elég magas szám ahhoz, hogy komoly problémát jelentsen és aggodalomra adjon okot. A hiba alapból azt jelzi, hogy a hozammérés dőlésérzékelő meghibásodott. Az elemzés során a gépriportban a hosszabb verzió leírja, hogy a kommunikáció időtúllépés miatt megszakadt, ilyenkor újra kell indítani a járművet és ha a hiba ezután is fennáll, akkor értesíteni kell a szervízt. Valószínűleg nem egymás után dobta fel a hibát a gép, hanem bizonyos idő eltéréssel, emiatt nem lett értesítve a szerviz, viszont a gépriportból kiderült a hiba.

17. ábra A hozammérés ellenőrzés funkciódiaosztikája
 Forrás: [9] Rendszertechnika C8X00011 - C8X09999 típus

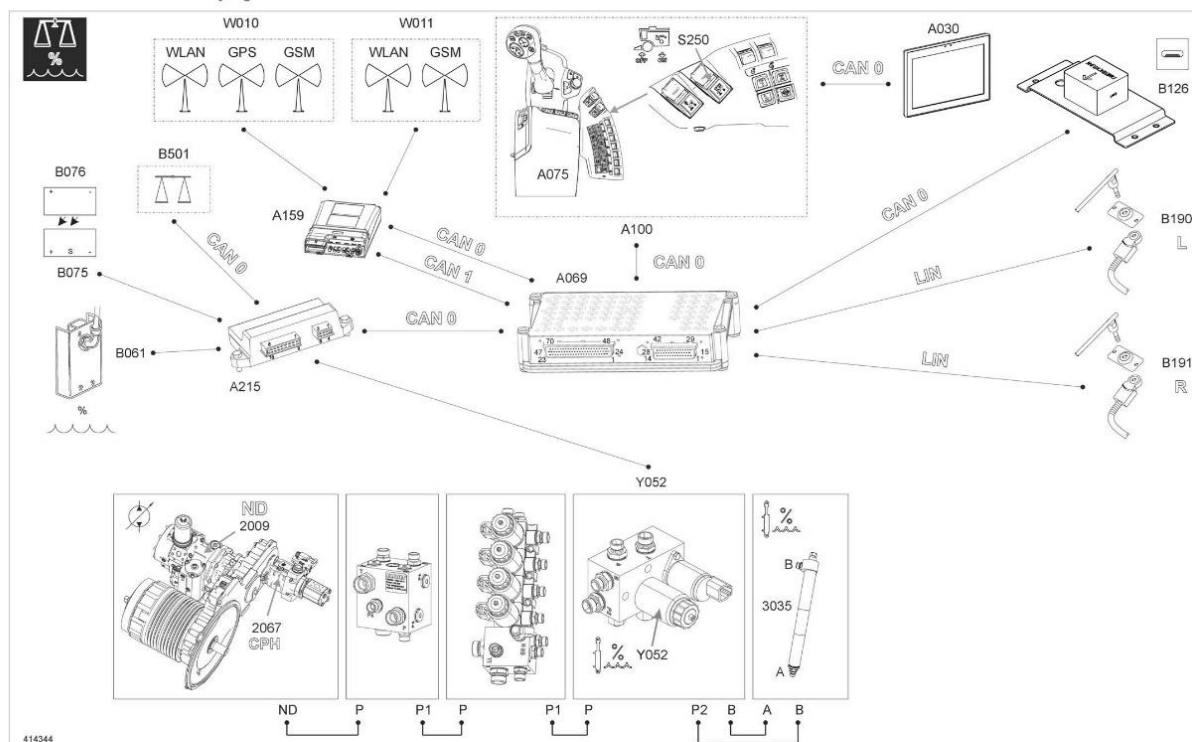
10 Elektromos rendszer / elektronika
 1040 Hozammérés

CLAAS

2840-007

228412-001

Hozammérés / visszahordott mennyiség ellenőrzés



788

00 0303 583 5-SYS LEXION C8x0-06/2024

A 0535-ös hiba úgy merült fel, a A215-ös alapmodult (A069) kiegészítő modul, amely a hozammérésért felelős, a B126-os szenzortól, amely a dőlésérzékelő, bekérte a státuszát, azonban ez az információ nem érkezett meg a kiindulási pontba. A 17. ábrán látható a funkciódiaosztikája a hozammérésnek. A B126-os szenzor kialakítása és elhelyezkedése a 18. és 19. ábrán látható.

18. ábra B126-os szenzor
Forrás: Saját készítésű kép



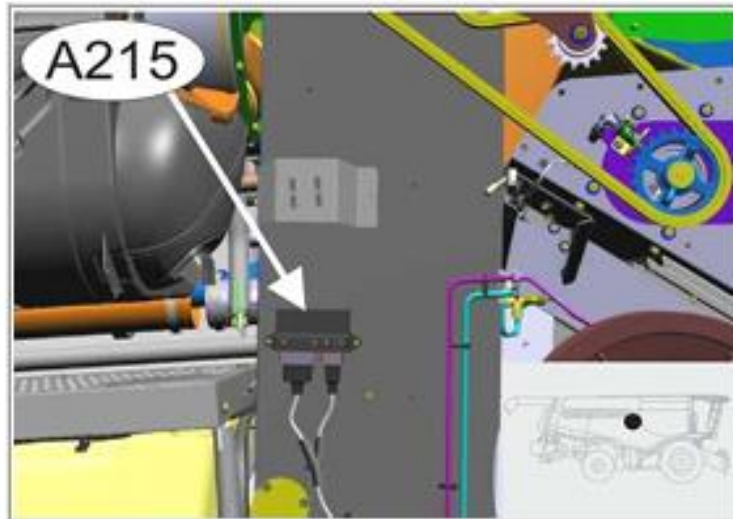
19. ábra B126-os szenzor elhelyezkedése
Forrás: Saját készítésű kép



A hozammérés alapvető feltétele, hogy a motorfordulatszám nagyobb legyen, mint 1500 1/min, a közúti menetkapcsoló szántóföldi menet pozícióban legyen és a cséplőmű be legyen kapcsolva. A hozammérés a hozammérés érzékelő (B501 szenzor) erőmérésén alapul, amely

egy ütközőlapos érzékelő egy nyúlásmérő bélyeggel ellátva, a terményre ható erőt méri, amely a magfelhordó kimenetelénél az érzékelővel szemben dob ki a gép. Az így mért erőt belsőleg testjelként (g) számítja ki a rendszer, és egy belső gyorsulásértékkal együtt a CAN-BUS rendszeren keresztül a 4. bővítőmodulhoz (A215) küldi. Az A215 modul ezen jelek alapján a gép keresztirányú és hosszirányú dőlésének függvényében kiszámítja az áteresztést és a termés hozamot, majd a CAN-BUS rendszeren keresztül eljuttatja a CEBIS terminálhoz (A030) az információt, ahonnan leolvasható. Ehhez kapcsolódóan a hozammérés esetében volt még egy hibakód, amely aggodalomra okot adó mennyiségben fordult elő. A 04E6 hibakód 11 alkalommal merült fel. A hiba a hozammérés érzékelő jelének kapcsolatában merült fel, tehát egy FMI 9 típusú, kommunikációs hibáról van szó. A hiba az adatkapcsolatnál lépett fel, vagy szoftverkompatibilitási hibából ered. Ha a gép újraindítását követően is fennáll a hiba, úgy érdemes a szerelőnek ellenőriznie, hogy mi lehet az oka a hibának. 11 alkalommal fordult elő a hiba, gyaníthatóan nem egy munkafolyamaton belül, mert itt sem lett értesítve a szervíz. Az ellenőrzés során kiderült, hogy a B501-es szenzortól nem érkezett meg a kért információ az A215-ös bővítőmodulhoz.

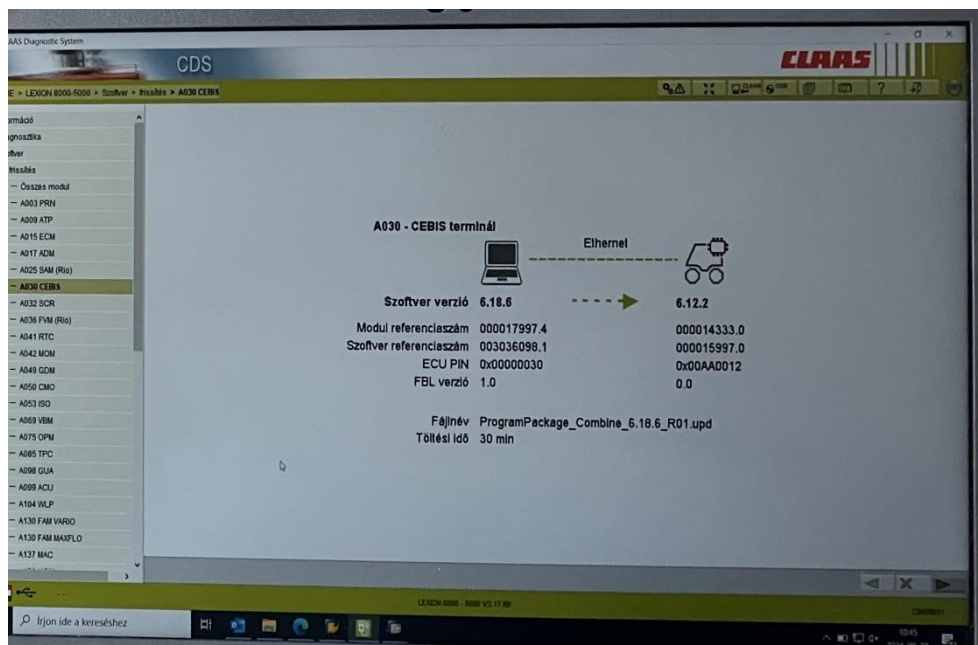
20. ábra A215-ös bővítőmodul elhelyezkedése
Forrás: [9] Rendszertechnika C8X00011 - C8X09999 típus



A probléma eredete szoftverkompatibilitási hiba volt, időközben szükségessé vált a szoftver frissítése, amelyet a CDS-en belül lehet elvégezni. A frissítés előtt célszerű készíteni egy backup fájlt, amely segítségével utólagosan visszatölthetők a gépbe a megfelelő adatok és beállítási specifikációk.

21. ábra CEBIS terminál (A030) frissítése

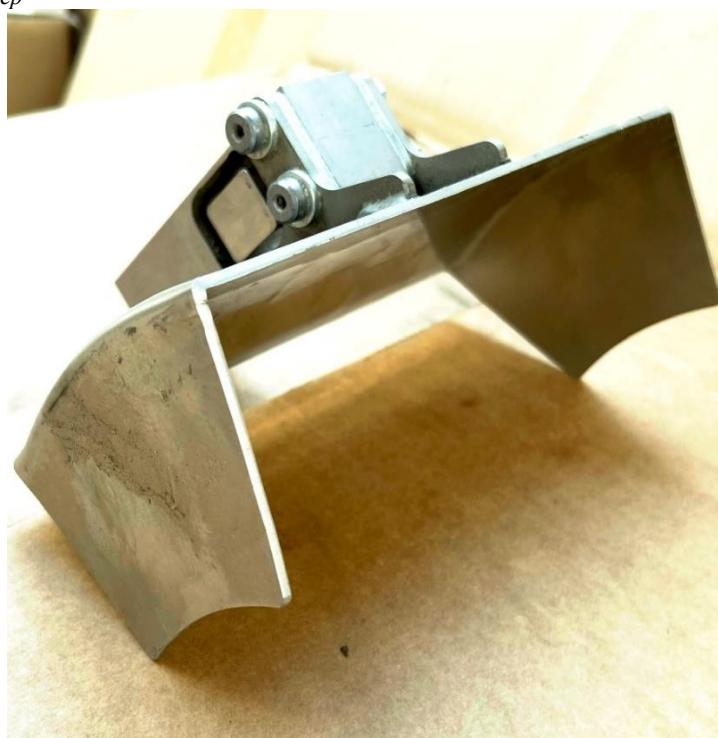
Forrás: Saját készítésű kép



A frissítést követően a bővítőmodul (A215) és a hozammérés érzékelő (B501) ismét kommunikáltak és a szükséges információk eljutottak az alapmodulba (A069), amely ezen adatok bevonásával kialakította a későbbiekben már hozamtérképeket, és el is mentette mind az adatokat, mind a térképeket. Sajnos azonban ez már csak a szezon végén történt meg, így nem áll rendelkezésre a terület legnagyobb részéről hozamtérkép.

22. ábra B501 szenzor ütközőlapja és nyúlásmérő bélyege

Forrás: Saját készítésű kép



23. ábra B501 szenzor csatlakozója
Forrás: Saját készítésű kép



A számítás pontosságához fontos a hozammérés nullapontjának lementése és az adatok ellenőrzése egy bizonyos betakarított termésmennyiség ellenmérésével. Ez a CEBIS terminálon aktiválható. Az összes ilyen és ehhez hasonló adat az A215-ös bővítőmodulban van elmentve. Esetleges modulcsere, vagy akár bármely javítás során célszerű egy backup készítése, mert ha sérül a modul, akkor elveszik minden adat, és a precíziós jellege elveszik a diagnosztikának.

A hozammérés mellett ez a rendszer a nedvességtartalom mérésére is használatos, amely meghibásodás esetén ugyanúgy nem működik, szóval kéz a kézben jár a hozamméréssel és a későbbiekben említésre kerülő visszahordott mennyiség méréssel, a kalászvisszahordó magarány méréssel és a magtartály töltöttségi szintjének mérésével is. A nedvességtartalom mérésének alapvető feltétele, hogy a nedvességtartalom mérése a CLAAS diagnosztika rendszerében, a korábban részletesen bemutatott CDS-ben, konfigurálva legyen, a közúti menetkapcsoló szántóföldi menet pozícióban álljon, a cséplőmű be legyen kapcsolva, és a nedvességtartalom mérés CEBIS főkapcsolója az A030-as terminálon be legyen kapcsolva. A nedvességérzékelő (B061) mérési adatait az A215 bővítőmodul a CAN-BUS rendszeren keresztül szintén megjeleníti a terminálon, azonban ezek nem számítanak bele a bruttó tömeg számításába. A terminál csak a nettó tömeg adatok számításánál a feladatkidolgozások során

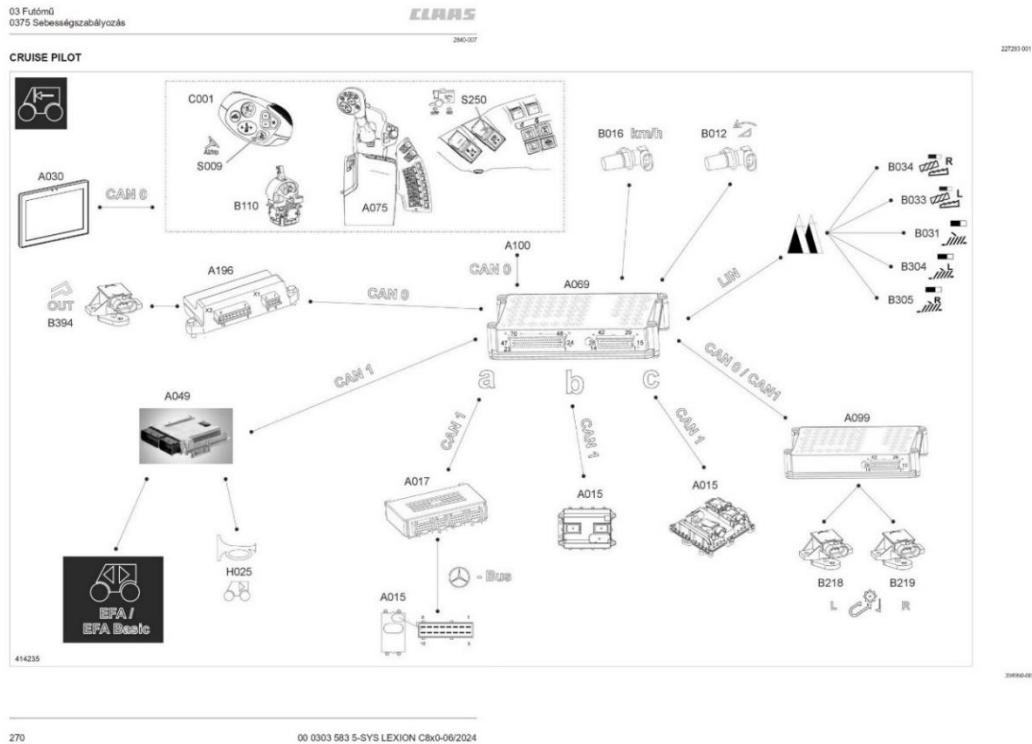
használja ezeket a mérési értékeket. A mérési időközöket az A215 modul a terméshozamtól függően a mintavevő tolattyú (Y052) működtetésével vezérli. Az egyes mérések között eltelt idő lineárisan csökken nagyjából 2 percről 3 t/h teljesítménynél körülbelül 15 másodpercre 50 t/h teljesítménynél. A mérőkamra végleges ürítéséhez és tisztításához a rendszer kiegészítésként még egyszer működteti a mintatolattyút (Y052) a cséplőmű kikapcsolásakor.

A visszahordott mennyiség mérése a kalászvisszahordóban található fénysorompók (B075/ B076) által végzett térfogatáram-mérésen alapul, a gép kereszt-, illetve hosszirányú dőlését is figyelembe véve. Az A215-ös modul ezen jelek alapján kiszámítja a visszahordott kalázmennyiséget, és a CAN-BUS rendszeren keresztül megjeleníti ezeket az információkat a terminálon (A030).

Az úgynevezett grainmeter a kalászvisszahordó magarány mérésére szolgáló eszköz. Az egyes érzékelők (B190 / B191) jelei a LIN-BUS rendszeren keresztül jutnak el a jármű alapmoduljába (A069). Az érzékenység beállítása a CEBIS terminálon lehetséges. Ez a beállítás a maradékválasztás érzékelőkhöz van kapcsolva.

Az A215-ös modul számított térfogatárama alapján kiszámítható a magtartály töltöttségi szintje. A magtartályban elhelyezett telítettségjelzők szolgálnak a kiszámított térfogatáram kalibrálásához.

24. ábra CRUISE PILOT/menetsebesség szabályozás funkciódiagnosztikája
 Forrás: [9] Rendszertechnika C8X00011 - C8X09999 típus



A 6B30-as hibakóddal jelzett hiba 17 alkalommal fordult elő üzem közben, ez jelentős mennyiség ahhoz, hogy komolyabb problémát sejtünk mögötte, ezért szükséges volt a hiba részletesebb elemzése és a forrásának a megkeresése, majd kijavítása. A hiba forrását tekintve, az A099-es bővítőmodultól az alapmodul információt kért, viszont az nem érkezett meg. A kommunikáció ebben az esetben is CAN rendszeren keresztül történik. A hiba rövid leírása alapján le kell menteni a ferdefelhordó áteresztésének nullapontját. Részletesen a hibakód azt jelenti, hogy a rétegvastagság érzékelőit újra kell kalibrálni, valamint az áteresztőképesség nullapontját újra le kell menteni az A030-as CEBIS terminál megfelelő menüpontjában. Ez a menetsebesség-szabályozás, vagyis a CRUISE PILOT megfelelő működéséhez elengedhetetlen. A CRUISE PILOT funkciók az elektrohidraulikus járókerék-hajtással (EFA) hajthatók végre. A gép kivitelétől függően az alábbi lehetőségek állnak rendelkezésre:

- Tempomat
- Teljesítmény stratégia
- Áteresztés stratégia

A vizsgált arató-, cséplőgép minden funkcióval fel van szerelve. Ezeknek a funkcióknak a főkapcsolói és a beállítási lehetőségei a CEBIS-terminálon érhetők el. A CRUISE PILOT-ot az

Autopilot BE kapcsolóval (S009) lehet aktiválni a többfunkciós kezelőkaron. Ahhoz, hogy a CRUISE PILOT működjön többek között szükség van a rétegvastagság érzékelők, az áteresztőképesség érzékelők, a ferdefelhordó érzékelőinek megfelelő működésére. A CRUISE PILOT funkciódiagnosztikája a 24. ábrán látható.

A tempomat funkciója a kombájnon azt jelenti, hogy a gép tartósan egy, a menetkaron megadott haladási sebességgel dolgozik. A korlátozó tényező ilyenkor a motorterhelés. A motorterhelés esetében a 100% nem léphető túl, ellenkező esetben a rendszer automatikusan lecsökkenti a haladási sebességet.

A teljesítmény stratégiával felszerelt gépben a rétegvastagság érzékelők (B218 / B219) segítségével a rendszer érzékeli a függőlegesen mozgó támasztógörgő kitérését a ferdefelhordóban. A kitérés nagysága megfelel a levágott termény rétegvastagságának. A rétegvastagságnak megfelelően következtet a rendszer a „levágott termény” áteresztésre és ennek megfelelően szabályozza a haladási sebességet:

- Az érzékelők (B218 / B219) nagy kitérése = nagy „levágott termény” áteresztés = kis sebesség
- Az érzékelők (B218 / B219) kis kitérése = kis „levágott termény” áteresztés = nagy sebesség A korlátozó tényező ilyenkor a motorterhelés. A 100% motorterhelés nem léphető túl, ellenkező esetben a rendszer automatikusan csökkenti a haladási sebességet.

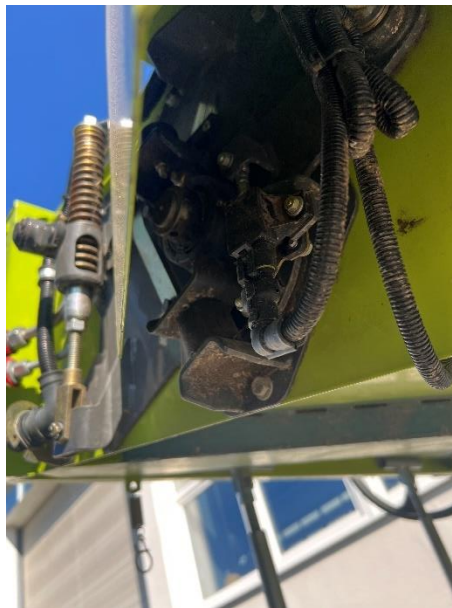
Ezeket az érzékelőket kellett a hibakód alapján újrakalibrálni, mert nem megfelelő működés esetében az arató-, cséplőgép menetszabályozása nem tudja kihasználni maximálisan a rendelkezésére álló technikát és lehetőségeket, ez pedig azt jelenti, hogy nem dolgozik hatékonyan a gép és veszteségekkel kell számolnia a gazdálkodónak.

Az áteresztés stratégiánál az elektronika a levágott termény áteresztésén kívül még a leválasztási teljesítményt is érzékeli. A gép leválasztási teljesítményét a rendszer a LIN busz érzékelőrendszerrel méri. A tisztítás (rostaszekrény) vagy leválasztás (rotor, szalmarázó) szemvesztéseit érzékelők érzékelik. A rendszer a beállított veszteséghatároknak megfelelően szabályozza a haladási sebességet. A korlátozó tényező ennél a stratégiánál is a motorterhelés. A 100% motorterhelés nem léphető túl, ellenkező esetben a rendszer automatikusan csökkenti a haladási sebességet.

A CRUISE PILOT legfontosabb érzékelői a vágóasztalban vannak elhelyezve, de ez logikus is, mivel az ott beáramló anyagmennyiség függvényében szükséges a menetsebességet

szabályozni. Ha sűrűbb a termés, vagy vastagabb szárral rendelkezik, akkor nagyobb lesz a rétegvastagság és kisebb sebességgel kell közlekednie a gépnek, különben úgynevezett „mackót fog” a kombájn. Ez azt jelenti, hogy túl sok termés kerül be a ferdefelhordóhoz, ami ennek következtében eldugul. Ilyenkor a gép erőlködni kezd és ez egy brummogó hangot eredményez, innen ered az elnevezése a problémának. Az érzékelők a 25. és 26. ábrákon láthatóak beszerelt állapotban.

25. ábra Jobb oldali rétegvastagság érzékelő (B219)
Forrás: Saját készítésű kép



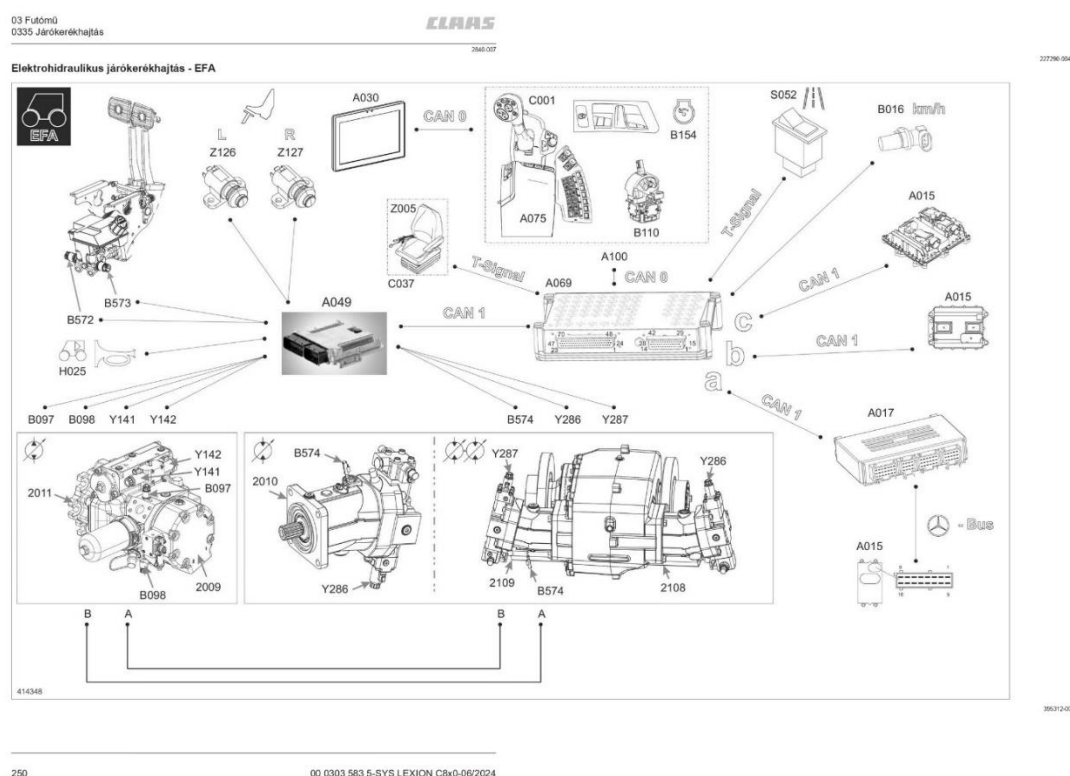
26. ábra Bal oldali rétegvastagság érzékelő
Forrás: Saját készítésű kép



A menetsebesség szabályzása a magtartás üritésekor is rendkívül fontos. Ilyenkor a CRUISE PILOT minden esetben tempomat üzemmódra kapcsol, vagyis állandó sebességgel halad ürités közben. A gép 7-15%-kal csökkenti az állandó sebességét, ezáltal csökken motorterhelés és az ürités könnyebben végrehajtható. Ez abban az esetben szerencsés, ha összehangolt gépekkel vagy összeszőkött gépkezelő-párossal történik a munka, de amennyiben ez nem valósul meg, akkor nem biztos, hogy ez a legmegfelelőbb megoldás ürités során. A kiürítést követően a CRUISE PILOT visszaállítja az eredeti stratégiáját a gépnek.

A CRUISE PILOT kapcsolatában kiválasztottunk egy másik hibakódot is, amely 40 alkalommal merült fel. Az 99-es FMI is mutatja, hogy ez egy olyan hibakód, amellyel az alapmodul (A069) a gépkezelőt utasítja egy teszt végrehajtására, hogy információt kapjon az adott modulról, amely ezesetben az A049-es járókerék-hajtás modul.

27. ábra Elektrohidraulikus járókerék-hajtás funkciódiaosztikája
 Forrás: [9] Rendszertechnika C8X00011 - C8X09999 típus



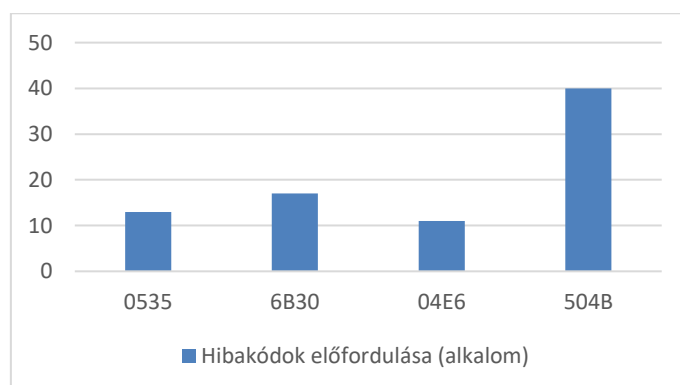
Ez az utasítás tulajdonképpen egy biztonságtechnikai eszköz, amely azt biztosítja, hogy a rendszer folyamatosan teljes tudatában legyen a gép megfelelő működésével. Az alapmodul azért küldte ki ezt a felszólítást, mert a gépkezelő 10 órán belül nem használta a fékrendszerét a gépnek, így az alapmodul nem rendelkezik adattal a fék megfelelő működéséről. A nagyszámú előfordulás miatt azonban mindenképpen ellenőriztük, hogy a modul rendben van-

e mert, ha tényleges meghibásodásról van szó, akkor az a gép és a gépkezelő, valamint a gép környezetében tartózkodók biztonságát veszélyeztetné. A felszólításra a gépkezelőnek mindkét fékpedált üzemeltetnie kell, erős hatást kell gyakorolni mindkét pedálra, amelyek mozgására a B572 és B573 szenzorok jelet küldenek az A049-es járókerék-hajtás moduljába, ahonnan az információ a CAN-BUS rendszeren keresztül eljut az A069-es alapmodulba. Az ellenőrzés során ellenőriztük a modult, amelyben hibát nem találtunk, illetve konzultáltunk a gépkezelővel is, aki megerősített minket abban, hogy a hibakód csak azért jelent meg, mert túllépte a 10 órás időintervallumot a munka során a gép fékhasználat nélkül.

4.4. Az eredmények kiértékelése

Úgy gondolom, hogy a kiválasztott hibakódok segítségével elegendő információ áll rendelkezésre ahhoz, hogy bebizonyítsam a felvetésemet, miszerint a rendszeres karbantartás és diagnosztika elengedhetetlen a gazdaságok megfelelő működéséhez, és ehhez az alapot a precíziós gazdálkodás adja. A hibakódok legfontosabb kiválasztási szempontjai az előfordulási szám és a működésben jelentett hátráltató tényező voltak:

28. ábra Kiválasztott hibakódok előfordulása
Forrás: Saját szerkesztés



A hibák felmerülésével kapcsolatban arra vonatkozóan nincs bizonyítékom, hogy a termelő cég tudatában volt-e a hiabáknak. Bizonyos mértékben ismerem a vállalatot és a vezetését, így szubjektív szemmel tekintek a kérdésre. Úgy gondolom, hogy a vállalat tudatában volt ezeknek a hibáknak felmerülésük pillanatától kezdve, viszont a probléma forrásának pontos meghatározása és azok kijavítása előre meghatározhatatlan ideig tartott volna, amely viszont a gép tartós kiesését eredményezte volna az aratási szezonban. Egy ilyen nagy teljesítményű gép kiesésével a veszteségek sokkal magasabbak lettek volna, mert így sokszorozódik az esélye annak, hogy az aratást a vállalat nem tudja befejezni, ezzel pedig a megmaradt termény a területeken teljes mértékben veszteségnek számított volna. A vetőmag áráról kezdve az évközben ráfordított munka során elhasznált vegyszerek és a gépek által felhasznált üzemanyag

mind kárba ment volna. Amennyiben sikerült is volna a vállalatnak learatnia minden területet akkor is sokkal tovább is elhúzódott volna az aratás ennek a gépnek a kiesésével, amely szintén a költségek növekedését, így a kiesés nagyságát eredményezték volna. A mezőgazdaságban az időkiesés kifejezetten nagy probléma és hatalmas költségnövekedést eredményez, a legérzékenyebb területe ennek az aratási időszak, így tökéletes alapot szolgáltat a felvetéseim bizonyítására ez az eset. Emiatt döntött valószínűleg a vállalkozás amellett, hogy a gép ilyen hibái mellett (amelyek a gép működését nem zavarták az aratás szempontjából) is üzemen marad és csak a szezon végén kap teljes diagnosztikát, majd javítást.

A 0535-ös hiba esetében a B126-os szenzor hibásodott meg, emiatt küldött 13 alkalommal hibaüzenetet, az arató- cséplőgép alapmodulja így a meghibásodás miatt nem tudott adatokat elmenteni és a gazdálkodók nem tudták kielemezni a gép hatékonyságát a munkája során. Ennek hiányában a következő szezonra nem tudnak az idei, friss adatokkal kalkulálni, pedig a gép öregedésével folyamatosan változik a hatékonysága és mindig az aktuális év alapján kalkulálják a következő évre a munkafelosztást. Emellett 11 alkalommal merült fel a 04E6 hiba, amely szintén a hozamméréshez kapcsolható, itt a B501-es szenzor meghibásodása miatt nem tudott a rendszer adatokat menteni.

Mindkét szenzor javításra szorult, amelyre csak a szezon legvégén maradt idő, mert a gépnek muszáj volt aratnia, különben sokkal nagyobb veszteséggel kellett volna számolnia a gazdaságnak. Ez azonban logisztikai nehézségeket fog jelenteni a gazdaságnak, amelyet a tavalyi adatok újrafelhasználásával tudnak enyhíteni.

A gép fel van szerelve a hozamtérképezés eszközeivel, a fejezetben említett két szenzor is ennek a rendszernek a részét képezik. Sajnos ennek a két szenzornak a kiesése olyan mértékű információhiányt jelent, amely már a teljes rendszert üzemben kívül helyezi, vagy üzemben kívülnek kell tekinteni, mert a nem pontos hozamtérképet úgy kell tekinteni, mintha nem is létezne. A gazdaság számára ez azt jelenti, hogy arról a terület, amely ezzel a géppel volt betakarítva nem rendelkezik hozamtérképpel. Ennek hiányában nem tudják meghatározni, hogy az adott földterületeknek mire van nagyobb szüksége, például gyomirtóra, műtrágyára vagy vízre.

Amennyiben ezeket a hibákat korábban észrevették volna, úgy a hozamtérképek is rendelkezésre állnának és a következő évi előkészületek is pontosabban folyhatnának. Sajnos így a gazdaságnak számítani kell bizonyos mennyiségű kiesésre a következő évben.

Összefoglalva tehát olyan gazdasági kiesést is jelentenek a hibák, amelyet megfelelő karbantartással el lehetett volna kerülni.

A 6B30 hiba a ferdefelhordó nullapontjának beállításáról jelzett, ezesetben a B218 és B219 szenzorok hibásodtak meg, ezért jelzett a rendszer 17 alkalommal hibát. Ennek a hibának köszönhetően a menetsebességszabályozás nem tudott megfelelően működni, így a gép számára ismert megfelelő üzemi beállításait nem lehetett hatékonyan alkalmazni, amely azt jelentette, hogy maga a gép sem volt hatékony és veszteségesebben dolgozott, mintha a rendszerei megfelelően működtek volna. Ez legszembetűnőbben az üzemanyagfogyasztás terén mutatkozik meg, illetve hosszútávon az üzemórák számában is meglátszódik, mert ha nem dolgozik hatékonyan a gép, akkor szinte bizonyosan hosszabb ideig tart neki a munkafolyamat. A másik lehetőség, hogy kevesebb idő alatt teljesíti a munkafolyamatot a gép a rossz beállításokkal, ez pedig magasabb szemvesztéshez vezet, rosszabb esetben a gép a cséplést sem tudja megfelelően elvégezni, így veszíti el a legtöbb terményt. A másik, szintén a CRUISE PILOT-ot érintő hiba az 504B hiba volt, ez 40 alkalommal fordult elő, szerencsére ez csak a rendszer biztonságtechnikája miatt merült fel ennyiszer és valóban csak azért volt szükség a figyelmeztetésre, hogy friss információkat kapjon az alapmodul az A049-es modultól, de ezt diagnosztika nélkül nem tudtuk volna biztosra megmondani és a hiba tényleges fennállása esetén sokkal komolyabb veszélyt jelentett volna mind a gépkezelőre, mind a gépre és a körülötte tartózkodókra. Összefoglalva, tehát a CRUISE PILOT rendszerét érintő problémák gazdasági kiesést jelentenek a gazdaságnak, amely elkerülhető lett volna a megfelelő karbantartással.

4.5. Gazdasági elemzés a 2022-es adatok alapján

A gazdasági elemzéssel azt szeretném bizonyítani, hogy mennyire fontos a mezőgazdasági gépek, konkrét példánkban egy kombájn esetében, a precíziós rendszerek megfelelő működése. A gazdaság beruházott egy olyan gépre, amelyben megtalálhatóak különböző precíziós gazdálkodási eszközök, mint például a CRUISE PILOT, a hozamtérképezés vagy az ezeket összefogó és kezelőfelületre vetítő CEBIS. Ezek a kiegészítők a gép vásárlásakor egyszeri plusz összegként jelentkeztek, viszont a használatukkal a gazdaság hosszú távon sokkal többet tud megtakarítani, mint amennyit egyszer kiadott. Viszont ezeket az eszközöket rendszeresen kell ellenőrizni azért, hogy a megfelelő működésük biztosítva legyen. BSc szakdolgozatom készítésekor, 2022-ben az elemzett gépen, minden rendszer ellenőrizve volt és minden precíziós felszerelés működött, így akkor tökéletes hozamtérképet tudott a rendszer generálni és a gép

maximális hatékonysággal üzemel a használata során. 2 évvel később 2024-ben azonban sajnos se hozamtérkép nem készült elég pontos formában, amely így tulajdonképpen nem használható eredeti rendeltetése szerint, se a gép hatékonysága nem közelítette meg a maximális és ideális szintet.

2022-ben is volt azonban egy kis hiba, amely miatt a learatott területet csak kilométer mértékegységben tudtam felhasználni a számításomhoz, ez azonban most jól jön, mert a hozamtérkép pontatlansága miatt a 2024-es adatokból sem tudom a hektárra vonatkozó részleteket alkalmazni, viszont az a rendelkezésekre álló adatokból közelítőleg meghatározható, hogy hány kilométert tett meg betakarítás közben a gép és az is, hogy mennyi üzemanyagot fogyasztott el. Azonban a 2024-es adatok esetében így sem lehetünk teljesen biztosak a pontosságban. Az alább felsorolt és taglalt üzemanyagfogyasztás kizárólag az aratási szezonokra vonatkozik az adott éveket tekintve.

2. táblázat Elfogyasztott üzemanyag és learatott kilométer kapcsolata
Forrás: Saját szerkesztés

	2022	2024
Üzemanyagfogyasztás (l)	8617	9146
Learatott terület (km)	1731,554	1740,532

Számítások:

A gép üzemanyagának összköltsége 2022-ben, pillanatnyi világpiaci üzemanyagárat tekintve:

$$8617l \times 599Ft = 5\,161\,583\,Ft$$

A gép üzemanyagának összköltsége 2024-ben, pillanatnyi világpiaci üzemanyagárat tekintve:

$$9146l \times 599Ft = 5\,478\,454\,Ft$$

Így megkapjuk, hogy a 2022-es év üzemanyagköltsége erre a gépre nézve 5 161 583 Ft, a 2024-es évre pedig 5 478 454 Ft.

Ezeket, ha visszaosztjuk a megművelt földterülettel akkor megkapjuk az egy kilométerre vonatkozó átlagos költséget. Azért osztom vissza, mert ez a szám sokkal kisebb önmagában nézve és így könnyebben érthető is lesz mindenki számára, ez a gazdák meggyőzése során lesz kifejezetten fontos, mert az emberek nem szeretik, ha nagy számokkal példálózik valaki, sokkal jobb, ha kisebb összeget mondunk, viszont bemutatjuk, hogy ez milyen kis egységre vonatkozik, esetünkben 1 kilométerre.

$\frac{5\,161\,583\,Ft}{1731,554km} = 2980,9 \frac{Ft}{km}$ a 2022-es adatok alapján a kombájn egy kilométerre jutó átlag költsége.

$\frac{5\,479\,454\,Ft}{1740\,532\,km} \equiv 3147,6 \frac{Ft}{km}$ a 2024-es adatok alapján a kombájn egy kilométerre jutó átlag költsége.

A 2024-es adatokból megpróbáltam nagyjából a 2022-es adatokhoz közel azonos nagyságú részletet kiválasztani, így lett az összehasonlításom releváns a célkitűzésemhez. Látható, hogy közel azonos learatott területen 2024-ben több üzemanyagot fogyasztott el az arató- cséplőgép. Azt beleszámolva, hogy nem biztosak az adatok, amelyeket a gép 2024-ben mért, nem tudja a gazdaság tökéletes alapnak tekinteni ezeket az adatokat a következő évre, az viszont egyértelmű, hogy veszteségesebben dolgozott a gép a szezonban.

A jelenlegi piaci helyzetet figyelembe véve:

$$5\,478\,454Ft - 5\,161\,583\,Ft = 316\,871\,Ft$$

316 871 Forint veszteség származott a menetsebességszabályozás meghibásodásából, amelyet megfelelő karbantartással ki lehetett volna küszöbölni.

5. Összegzés

Dolgozatomban elemeztem a mezőgazdasági gépek diagnosztizálási lehetőségeit és konkrét példával szemléltettem azokat. A feltárt és kielemezett hibák alapján egyértelműen megállapítható, hogy az illusztráció szándékával bemutatott kombájn veszteségesebben dolgozott a fennálló hibáinak köszönhetően, mint azt tökéletes karbantartottság esetén tette volna. A fennálló hibák miatt olyan problémákkal kell számolnia gazdaságnak, amelyek elkerülhetők lettek volna. A mérések során a manapság legtöbbet alkalmazott diagnosztikai programot használtam, ezzel is bizonyítva a precíziós gazdálkodás fejlődését és a folyamatos diagnosztizálás és karbantartás fontosságát.

Az elemzéshez kiválasztott négy hiba kettő területhez köthető, a hozammérés (0535 és 04E6 hibák) rendszeréhez és a menetsebességszabályozás vagy CRUISE PILOT (6B30 és 504B hibák) rendszeréhez. A hozammérés rendszerében tapasztalt meghibásodások a hozamtérkép pontatlanságát eredményezték, amely következtében a gazdaság nem tudja alapul venni ennek az évnek az adatait, mert azok nem fedik a valóságot, így egy korábbi évben begyűjtött adathalmazra kell támaszkodniuk, amely következtében nem tudnak olyan pontosan tervezni a következő év szempontjából. A CRUISE PILOT rendszerében tapasztalt rendellenességek közül az egyik szerencsére csak biztonságtechnikai jelzés volt (504B hiba), amely a gépkezelő biztonságát szavatolta. A másik hibakód (6B30 hiba) sajnos meghibásodást jelentett, amely következtében a menetsebességszabályozás nem működött megfelelően, így a gép több üzemanyagot használt el a munkája során, mint az szükséges lett volna. Ebből a gazdaságnak közvetlenül 316 871 Forint többletköltsége származott az üzemanyagfogyasztás miatt, a terményvesztés viszont pontosan nem határozható meg, mert nem mérték a helyszínen a szemvesztést és a cséplés minőségét, de emiatt is bizonyosan veszteségesebb lett a szezonja a gazdaságnak.

Mindent összegezve kijelenthetem, hogy a precíziós gazdálkodás terén a mezőgazdasági gépek karbantartása és rendszeres diagnosztizálása kivételesen fontos a gazdaságok számára, amennyiben nem szeretnének veszteségesen üzemelni.

6. Summary

In my thesis I analysed the diagnostic possibilities of agricultural machinery and illustrated them with examples. Based on the faults detected and analysed, it is clear that the combine harvester presented for illustration purposes operated with higher loss, than it would have been if it had been perfectly maintained, due to its existing faults. The existing defects have caused problems on the farm which could have been avoided. The measurements were carried out using the most widely used diagnostic software available today, thus demonstrating the development of precision agriculture and the importance of continuous diagnosis and maintenance.

The four faults selected for analysis are related to two areas, the yield measurement system (faults 0535 and 04E6) and the cruise control or CRUISE PILOT system (faults 6B30 and 504B). The faults in the yield measurement system have resulted in inaccuracies in the yield map, which means that the farm cannot use this year's data as a basis because it does not reflect reality, and they have to rely on a set of data collected in a previous year, which means that they cannot plan as accurately for the following year. Fortunately, one of the anomalies encountered in the CRUISE PILOT system was only a safety signal (fault 504B), which ensured the safety of the operator. Unfortunately, the other fault code (fault 6B30) was a malfunction which caused a cruise control malfunction, causing the machine to use more fuel than necessary during its work. This directly resulted in additional costs of 316 871 HUF for the farm due to fuel consumption, but the exact amount of crop loss cannot be determined because the loss of grain and the quality of threshing was not measured on the spot, but it certainly resulted in a more loss-making season for the farm.

To sum up, in precision agriculture, the maintenance and regular diagnosis of agricultural machinery have exceptional importance for farms if they do not want to operate at a loss.

Irodalomjegyzék

- [1] Alvarez, I. & Bertrand, J.J. & Me´chineau, D. Automated diagnosis of engines of agricultural tractors Proceedings of the International Conference on Artificial Intelligence for Agriculture and Food – (1993). P. 137-144.
- [2] Alvarez, I. & Huet, S. Automatic diagnosis of engine of agricultural tractors: The BED experiment. Biosystems Engineering. (2008). Vol. 10(3). P. 362-369.
- [3] Barrientos, A.; Colorado, J.; Cerro, J.d.; Martinez, A.; Rossi, C.; Sanz, D.; Valente, J. – (2011) Aerial remote sensing in agriculture: A practical approach to area coverage and path planning for fleets of mini aerial robots.
- [4] CLAAS Diagnosesystem CDS 5000 Betriebsanleitung
- [5] CLAAS Diagnostic System MachineReport
- [6] CLAAS Hydrotester 5070 Kezelési utasítás
- [7] CLAAS Hydro-Tester Betriebsanleitung
- [8] CLAAS Hydrotester- Univerzális hordozható mérőrendszer, Kezelési utasítás
- [9] CLAAS LEXION 8900-5300 LEXION 8900-5500 TERRA TRAC Rendszertechnika C8X00011 - C8X09999 típus
- [10] Corti, M.; Marino Gallina, P.; Cavalli, D.; Ortuani, B.; Cabassi, G.; Cola, G.; Vigoni, A.; Degano, L.; Bregaglio, S. (2020) – Evaluation of In-Season Management Zones from High-Resolution Soil and Plant Sensors.
- [11] Davoodi, M.; Mohammadpour Velni, J.; Li, C. (2018) – Coverage control with multiple ground robots for precision agriculture.
- [12] Dou, D. Application of Diesel Oxidation Catalyst and Diesel Particulate Filter for Diesel Engine Powered Non-Road Machines. Platinum Metals Rev. (2012). Vol. 56(3). p. 144-154.
- [13] Griffin, T.W.; Yeager, E.A. – Adoption of precision agriculture technology: A duration analysis
- [14] <https://www.axial.hu/bemutakozas> (Letöltés dátuma: 2024.04.30.)
- [15] John V. Stanford (2000) – Implementing Precision Agriculture in the 21st Century
- [16] Kovács I. (2016) – The effects of corporate social responsibility on consumer decisions in Hungary. Vadyba=Journal of Management Vol. 29 No. P. 27-34
- [17] Lachuga Iu.F. and others (2020) Strategy of machine and technological modernization of Russian agriculture for the period up to

- [18] Matthias R., Markus E., Hermann A. (2006) – Automation Technology for Off-road Equipment – Proceedings of the 1-2 September 2006 International Conference Bonn, Germany; M. Miettinen, T. Oksanen, M. Öhman, P. Suomi and A. Visala – Fault diagnostics in agricultural machines
- [19] Oleksandr V., Jarosław G., Jerzy N. (2023) – Precision diagnostics of a diesel engine under agricultural tractor operating conditions. *Transport problems* Vol. 18 Iss. 2 P. 182-184.
- [20] Pierce, F.J.; Nowak, P. (1999) – Aspects of Precision Agriculture. *Advances in Agronomy*, Vol. 67 P. 1-85.
- [21] Ramankutty, N.; Mehrabi, Z.; Waha, K.; Jarvis, L.; Kremen, C.; Herrero, M.; Rieseberg, L.H. (2018) – Trends in Global Agricultural Land Use: Implications for Environmental Health and Food Security, *Annual Review of Plant Biology*, P. 789-806.
- [22] Sarah V.; Julia L.; Nicolas J.; Jens N. (2015) – What Is Sustainable Agriculture? A Systematic Review, *Sustainability*, P. 7833-7865.
- [23] Srinivasan, A. (2006) – Handbook of Precision Agriculture: Principles and Applications
- [24] Tokekar, P.; Hook, J.V.; Mulla, D.; Isler, V. Sensor Planning for a Symbiotic UAV and UGV System for Precision Agriculture.
- [25] U.S. Congress (1990). Food, Agriculture, Conservation, and Trade Act of 1990.
- [26] Valnetinyi K. – Szakági és szaknyelvi ismeretek I. tanulási segédlet – Precision agriculture
- [27] Valkó G.; Kovács I.; Fazekasné F. M. (2018) – A fenntartható mezőgazdaság kompozit indikátorai. P. 863-866. *Statisztikai Szemle*, 96. évfolyam 8–9. szám
- [28] Zangiev A.A., Didmanidze O.N., Mitiagin G.E. – Higher operation efficiency of machine and tractor fleet repair shops

Ábrajegyzék

1. ábra Elektronikus vezérlőrendszerrel ellátott dízelmotorok működése során felmerült problémák, amelyeket egy szakműhelyben egy év viszonylatában javítottak. (Forrás: Oleksandr V., Jarosław G., Jerzy N., évszám)	11
2. ábra Hydro-Tester	15
3. ábra Hydro-Tester csatlakozók.....	16
4. ábra Hydrotester BA.....	16
5. ábra Hydrotester csatlakozók	18
7. ábra Hydrotester 5070	19
8. ábra Átfolyásmérő	20
9. ábra MINIDIAG kezelőpanel.....	21
10. ábra MINIDIAG által mért adatok szinkronizálása	21
11. ábra CDS 3000 csatlakozók és interfész	23
12. ábra CDS 5000 alkalmazásának sematikus ábrája	24
13. ábra CDS USB-interfész	25
14. ábra CDS gépválasztási lapja	26
15. ábra A069 jármű főmodul és a hozzá csatlakozó szenzorok.....	34
16. ábra Hibakeresés	35
17. ábra MachineReport vonatkozó hibatároló részlete	36
18. ábra A hozammérés ellenőrzés funkciódiagnosztikája	38
19. ábra B126-os szenzor	39
20. ábra B126-os szenzor elhelyezkedése	39
21. ábra A215-ös bővítmódul elhelyezkedése.....	40
22. ábra CEBIS terminál (A030) frissítse)	41
23. ábra B501 szenzor ütközőlapja és nyúlásmérő bélyege	41
24. ábra B501 szenzor csatlakozója	42
25. ábra CRUISE PILOT/menetsebesség szabályozás funkciódiagnosztikája	44
26. ábra Jobb oldali rétegvastagság érzékelő (B219).....	46
27. ábra Bal oldali rétegvastagság érzékelő	46
28. ábra Elektrohidraulikus járókerékajtás funkciódiagnosztikája	47
29. ábra Kiválasztott hibakódok előfordulása	48

Táblázatjegyzék

1. táblázat Logikai keretmátrix Forrás: Saját szerkesztés	28
2. táblázat Elfogyasztott üzemanyag és learatott kilométer kapcsolata	51

NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió¹ nyilvános hozzáféréseiről és eredetiségéről

A hallgató neve: Bernáth Márk
A Hallgató Neptun kódja: GC1VQT
A dolgozat címe: Diagnosztikai eljárások fejlődésének elemzése a precíziós gazdálkodás területén
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Műszaki Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Műszaki Menedzsment Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió² 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 mindenkor szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

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

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

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

Kelt: 2024. november 7.


Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

NYILATKOZAT

Bernáth Márk (GC1VQT) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A diplomadolgozatot a záróvizsgán történő védeésre

javaslom / nem javaslom².

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

Kelt: Gödöllő, 2024. november 07.



belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.