

SZAKDOLGOZAT

Berki Gábor

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Műszaki intézet
Mezőgazdasági és élelmiszeripari gépészmérnök
alapképzési szak

Arató- cséplőgépek üzemeltetési vizsgálata

Belső konzulens:	Dr. Bártfai Zoltán egyetemi docens
Belső konzulens tanszéke:	Mezőgazdasági és élelmiszeripari gépek tanszék
Készítette:	Berki Gábor UM9M1T

Gödöllő

2024

MŰSZAKI INTÉZET MEZŐGAZDASÁGI ÉS ÉLELMISZERIPARI
GÉPÉSZMÉRNÖK ALAPSZAK
Termeléstechológia és műszaki szolgáltató

SZAKDOLGOZAT
feladatlap

Berki Gábor (UM9M1T)

részére

A diplomadolgozat címe:

Arató- cséplőgépek üzemeltetési vizsgálata

Feladatkiírás:

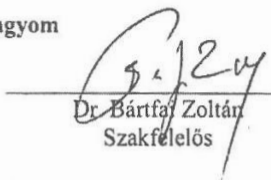
Végezze el a két arató- cséplőgép üzemeltetési vizsgálatát. A vizsgálat során gyűjtsön adatokat energetikai, termelékenységi és üzemeltetési szempontok alapján. Az adatok értékelése során hasonlítsa össze a két célgépet a korábban említett szempontok alapján. A kapott eredmények és a vizsgálat során szerzett tapasztalatai alapján tegyen fejlesztési javaslatokat a vállalatok részére.

Közreműködő tanszék: Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Gépek Tanszék

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

A dolgozat beadási határideje: 2024. november 5.(kedd) 12.00 óra

Kelt: Gödöllő, 2024. október 30.

	Jóváhagyom		Átvettem
Dr. Bártfai Zoltán Tanszékvezető		Dr. Bártfai Zoltán Szakfelelős	Berki Gábor Hallgató

Tartalomjegyzék

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS	3
1.1. AKTUALITÁS:	3
1.2. CÉLKITŰZÉS:	3
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS	4
2.1. GABONABETAKARÍTÁS TÖRTÉNETE	4
2.1.1. Aratás	4
2.1.2. Cséplés	5
2.2. ARATÓ- CSÉPLŐGÉPEK MEGJELENÉSE.....	7
2.3. ARATÓ- CSÉPLŐGÉPEK FELÉPÍTÉSE	8
2.4. ROTOROS ARATÓ- CSÉPLŐGÉPEK MEGJELENÉSE	9
2.5. CLAAS GYÁRTÓ BEMUTATÁS.....	10
2.6. CLAAS LEXION SOROZAT BEMUTATÁSA.....	11
2.7. CLAAS LEXION 7500	12
2.7.1. Gabona adapter.....	13
2.7.2. Napraforgó adapter	15
2.7.3. Kukorica adapter.....	16
2.7.4. Cséplőrendszer	17
2.7.5. Leválasztás	18
2.7.6. Tisztítás	19
2.7.8. Magelevátor	20
2.7.9. Ürítőcsiga	21
2.7.10. Motor.....	22
2.8. JOHN DEERE GYÁRTÓ.....	24
2.9. S-SZÉRIA.....	25
2.9.1 Gabona adapter.....	26
2.9.2. Napraforgó adapter	27
2.9.3. Kukoricacső-törő adapter	27
2.9.4. Terményáram	28
2.9.5. Adagolás.....	28
2.9.6. Cséplés	29
2.9.7. Leválasztás	29
2.9.8. Tisztítás	30
2.9.10. Mag kezelés.....	30
2.9.11. Motor.....	31

3. ALKALMAZOTT MÓDSZEREK	32
4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK	33
4.1 John Deere S670 által betakarított területek	33
4.2. Claas Lexion 7500 által betakarított területek.....	34
4.3. IDŐ-KIHASZNÁLTSÁGI MUTATÓK	35
4.3.1. Idő mutatók.....	35
4.3.2. Produktív idő-kihasználási mutató	35
4.3.3. Technika idő-kihasználási mutató	35
4.3.4. Alap és összes munkaidő aránya	36
4.3.5. Üzemórák kihasználása	37
4.4. TELJESÍTMÉNY MUTATÓK	41
4.4.1. Egy munkanap alatt betakarított terület	41
4.4.2. Alapidő alatti területteljesítmény	44
4.4.3. Produktív idő alatti területteljesítmény.....	45
4.4.4. Technikai idő alatti területteljesítmény	46
4.4.5. Összes munkaidő alatti területteljesítmény.....	47
4.4.6. Betakarított termés tömegre vonatkozó teljesítmény	48
4.5. ENERGETIKAI MUTATÓK	49
4.5.1. Területre vetített hajtóanyag fogyasztás	49
4.5.2. Betakarított termés tömegére vetített hajtóanyag fogyasztás	50
5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK.....	51
5.1. FEJLESZTÉSI JAVASLATOK AZ OROSFARM ZRT. RÉSZÉRE	52
5.2. FEJLESZTÉSI JAVASLATOK A DARÓK-FARM KFT. RÉSZÉRE	52
6. ÖSSZEFOGLALÓ.....	53
7. SUMMARY.....	54
8. IRODALOMJEGYZÉK	55
9. ÁBRAJEGYZÉK.....	57
10. TÁBLÁZATJEGYZÉK	59
11. ÁBRÁK FORRÁSAI	59
12. NYILATKOZATOK	60

1. Bevezetés és célkitűzés

1.1. Aktualitás:

Napjainkban a mezőgazdaságban az időjárási tényezők kiszámíthatatlansága és gyakran szélsőséges viselkedése miatt az egyes technológiai folyamatokra egyre szűkebb időablak áll rendelkezésre. A gépgyártók célja, hogy a munka minőségének romlása nélkül egyre nagyobb területteljesítményű gépeket terveznek, ennek egyik zászlóshajója a „Rotoros” arató-cséplő gépek. A modern mezőgazdaságban fontos szempont lett a területteljesítmény növelése mellett a célgépek hajtóanyagfogyasztásának elfogadható keretek között tartása a megemelkedett hajtóanyagárak miatt, illetve a károsanyag kibocsájtásuk mérséklése a környezetvédelmi normák végett.

1.2. Célkitűzés:

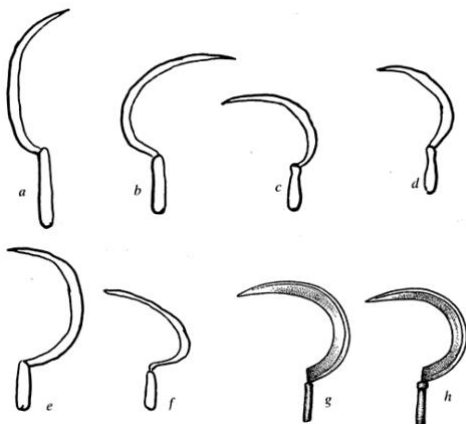
A szakdolgozatom célja a Magyarországon forgalmazott két piacvezető arató-cséplőgép gyártó, teljesítményben és technológiában hasonló modelljének összehasonlítása szerkezeti felépítésük alapján. Illetve tartós üzemi vizsgálat keretében mért adatok alapján energetikai produktivitási és üzemeltetési szempontok alapján történő összehasonlításuk. A dolgozatommal egy esetleges jövőbeni fejlesztési beruházáshoz megtervezéséhez szeretnék adatokat gyűjteni és összefüggéseket megállapítani, illetve ezek és a vizsgálat során szerzett tapasztalataim alapján fejlesztési javaslatokat tenni a vállalatok részére.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1. Gabonabetakarítás története

2.1.1. Aratás

Az aratás legősibb szerszáma a sarló, melynek kezdetleges változatai már a kőkorszakban megjelentek. A múlt századig használatban lévő sarlók ősenek elkészítését a keltákhoz kötik, akik az időszámítás előtti évszázadokban készítették el.



1. ábra: Aratósarlók
(forrás: Örménykút Békés vm.)

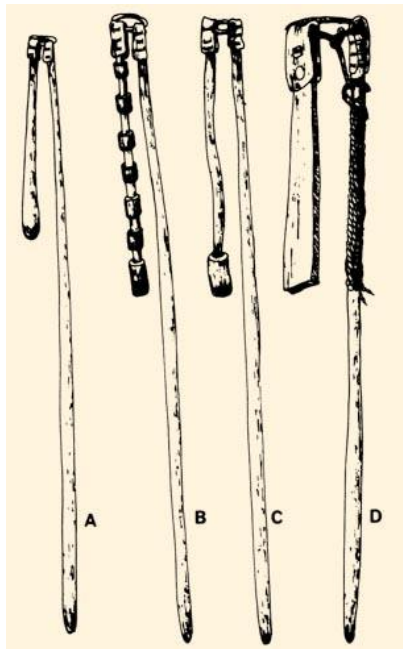
A 16. századig a sarló egyeduralkodó volt az aratás eszközei terén. Eleinte kis mértékben kezdte átvenni a szerepét a kasza ez a folyamat odáig folytatódott, hogy a 19. századra a sarlós aratás csaknem teljesen eltűnt a gyakorlatból és átvette helyét a kaszálásos technológia. Ez azért volt lehetséges mivel a kaszálásos technológia bevezetésével a betakarítási teljesítmény nagyban megnőtt. A német agrártudós, L. V. Rau a gyakorlati tapasztalatok alapján kiszámította, hogy sarlóval 10 egységet lehet levágni kaszával az 50 is elérhető. [1]



2. ábra: Aratás kaszával
(forrás: Bojár Sándor)

2.1.2. Cséplés

A szemek kinyerését a kalászból cséplésnek nevezzük. A szemnyerés első eszközei a csép volt innen ered a cséplés elnevezés. A csép egy kb. 140-180 cm hosszú fanyélre közszíjjal erősített kb. 50-70 cm-es fahusángból felépülő célszerszám.



3. ábra: Különböző kialakítású csépek
(forrás: Váralja, Tolna m.)

A gabonaszem kinyerésének egy másik módja a nyomtatás. Ez technológia a gabonaszemek kitaposását jelenti. A taposást általában szarvasmarhák vagy lovak segítségével estleg szekerekkel végezték a 4. ábrán látható módon.



4. ábra: Nyomtatás szekérrel a vásárhelyi pusztán
(Orosháza, Békés vm., rekonstrukció az 1950-es évek elején)

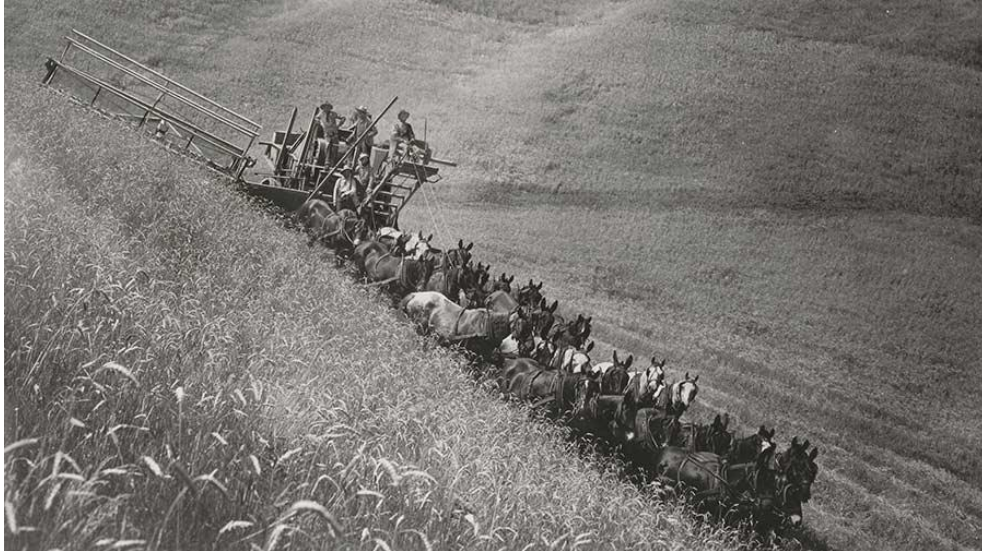
A gépi cséplés megjelenése nagy változást hozott a parasztság életébe hiszen ez volt a mezőgazdaság első és sok ideig egyetlen gépesíthető folyamata. A cséplőgép első megjelenése Magyarországon a 19. század első éveire tehető, ekkor még ló hajtású gépekről vannak feljegyzések. A gőzgép meghajtású cséplőgépek elterjedéséig az 1860-as évekig kellett várni.



5. ábra: Cséplőgép
(forrás: <http1>)

2.2. Arató- cséplőgépek megjelenése

A mai kombájnok ősei a lóvontatású aratva cséplők megjelenése az 1920-as, 30-as évekre tehető. Ezek megjelenése új színvonalra emelték a gabonabetakarítást.



6. ábra: Lóvontatású aratva cséplőgép
(forrás: Mike Williams)

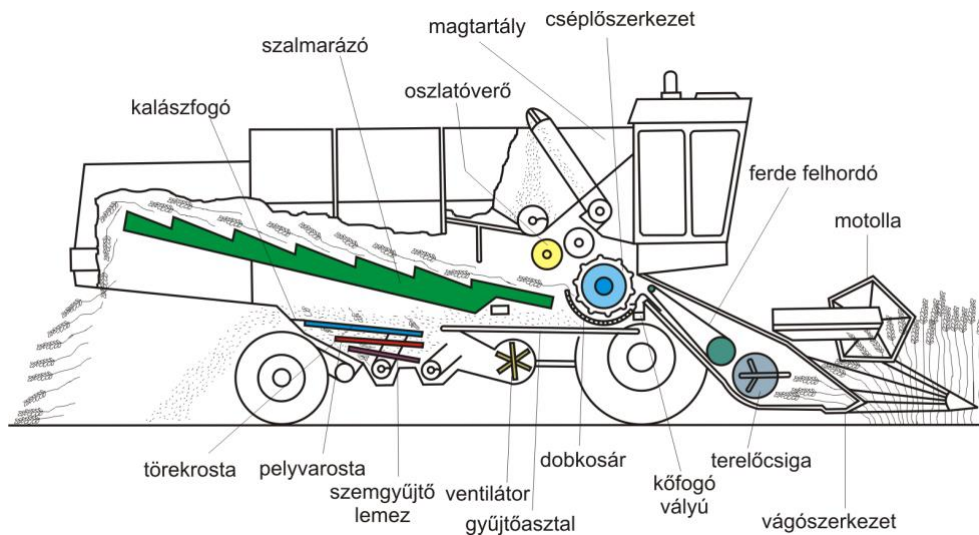
Az első magajáró arató- cséplőgépek az 1950-es évek végén kezdtek elterjedni a mezőgazdaságban.



7. ábra: Kezdetleges magajáró arató-cséplőgép
(forrás: http2)

2.3. Arató- cséplőgépek felépítése

Ebben a fejezetben az arató- cséplőgépek általános felépítését és működési elvét szeretném bemutatni. A 8. ábrán látható kombájn metszeten a főbb részegységek láthatóak melyek feladatát a továbbiakban kifejtem.



8. ábra: Arató- cséplőgépek felépítés
(forrás: Orosz György: Kalászos gabona-betakarító gépek)

A betakarítani kívánt növény először a vágóasztallal találkozik. A vágóasztalon elhelyezett alternáló kasza levágja a növényt. A motolla megtámasztja a levágáshoz növényeket és egyenletesen adagolja a behordócsigának, amely a vágóasztal teljes szélességéről középre hordja és a bedobó ujjai segítségével továbbítja a ferdefelhordóra az anyagáramot. A ferdefelhordó egy láncos-kaparóléces szerkezet, amely eljuttatja a növényeket a cséplőrendszerig.

A cséplőrendszer feladata a magok kicséplése a kalászból. A hagyományos kialakításnál a forgó cséplődob és a dobkosár közötti szűkülő résen átáramló terményből, dörzsölés és ütés hatására kiválasztja a szemeket. A cséplési rendszer a gyártónkként nagyban eltérhetnek egymástól. Az anyagáram a cséplési rendszer után a leválasztórendszerbe halad tovább. Ennek feladata a már kicséplelt de az anyagáramban rekedt szemek (kb. 10-15%) leválasztása a szalma közül. A leválasztásra két megoldás kínálkozik a szalmarázóládás és a rotoros megoldás. A leválasztott szemeket meg kell tisztítani a szennyeződésektől. Ez lehet gyommagvak, törek, pelyva és törött szemek. A tisztítás két módon zajlik egyszer a méretük szerint rosták segítségével, másodszor légáram segítségével a könnyebb szennyeződések kerülnek eltávolításra. A megtisztított magokat a magfelhordó szállítja a tartályba, ahol az ürítésig tároljuk azokat. [3]

2.4. Rotoros arató- cséplőgépek megjelenése

Az axiál dobos kombájnok tervezésének kezdete az 1960-as évekre tehető. A Case-IH mérnökei 1963-ban mutattak be első prototípusukat az arizonai Tucson városában. A bemutatott prototípust XC-1 névre keresztelték. [4]

A fejlesztési munka 1977-re hozta meg a gyümölcsét sorozatgyártásba kerületek a Case-IH első axiáldobos betakarítógépei. Az Axial Flow termékcsalád első tagjai a 1440 és 1460-as modellek voltak.



9. ábra: Case-IH Axial Flow 1460 munka közben
(forrás: <http3>)

A fejlesztések más gyártóknál is megkezdődtek, a New Holland márka is bemutatta 1975-ben a saját rotoros kombájnját a New Holland Tr70-est. A Case-IH 1 rotoros gépével ellentétben 2db hosszanti rotorral rendelkezik a Tr70-es. [5]

Az idő előrehaladtával a legtöbb nagy gyártónak megjelent a rotoros technológiával szerelt gépe.



10. ábra: New Holland TR70
(forrás: [5])

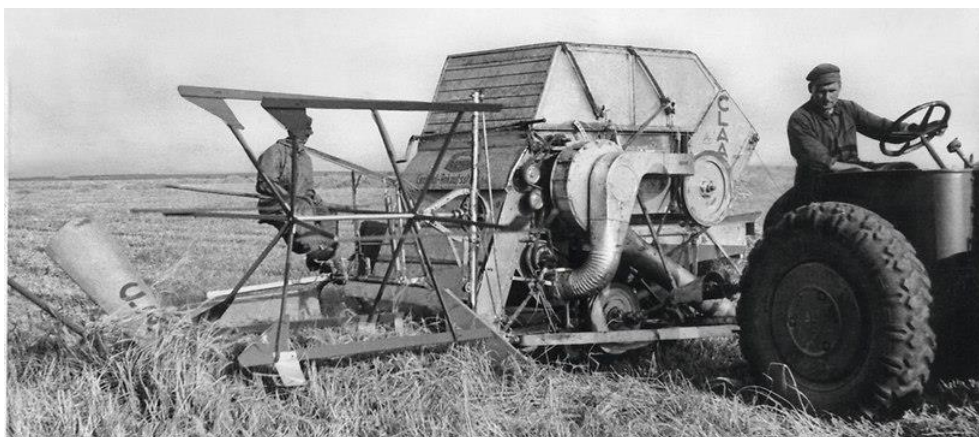
2.5. Claas gyártó bemutatás

August Claas 1913-ban alapította meg cégét Clarholzban. A cég 1914-ben költözött Harsewinkelbe, ahol mai napig a cég székhelye található. A cég 1914-ben kezdte meg a szalmakötözők gyártását. 1921-ben adták be első szabadalmukat a Claas kötözőfejre.



11. ábra: Claas kötözőfej
(forrás: <http4>)

A Claas gyártó 1930-ban kezdte meg az első kombájn fejlesztését, a piacra dobásig 1936-ig kellett várni ezzel ez lett az első Európában gyártott arató-cséplő-kötöző gép. A sorozatgyártás 1937-ben kezdődött meg. [6]



12. ábra: Claas arató-cséplő-kötöző gép
(forrás: <http4>)

2.6. Claas Lexion sorozat bemutatása

A Claas 1995-ben mutatta be a nagyteljesítményű kombájnok számára a Lexion 400-as sorozatot. A Lexion sorozat a Mega sorozatban bemutatott APS rendszert fejlesztette tovább. Az APS rendszerben a cséplődob elé egy úgynevezett gyorsítódob került beszerelésre, illetve a Dominátorokban megszokott 6 verőléces cséplődob további kettő verőléccel bővült. A Mega sorozathoz képest megnövelték a cséplődob átmérőjét 450 mm-ről 600 mm-re a Lexion sorozatban. A teljesítmény növelésének érdekében megjelent a forradalmi Roto Plus leválasztórendszer. A Roto Plus a szalmarázó ládák helyett opcionálisan 2 darab hosszanti leválasztó rotor beszerelésével megalkották a Hybrid rendszerű kombájnokokat. [7]



13. ábra: Claas Lexion 480
(forrás: <http5>)

2.7. Claas Lexion 7500

A Claas Lexion 7000-es széria 2019-ben debütált. Az új generációt a Claas az Agritechnica kiállításon mutatta be, és számos újítást vezettek be benne. A Lexion fülkéje továbbfejlesztett ergonómiával és kényelmi funkciókkal rendelkezik, beleértve az intuitív, érintőképernyős CEBIS kezelőfelületet. A fülkében található új klímaberendezés és a megnövelt látótér hosszabb és kényelmesebb munkavégzést biztosít. A Lexion 7500-as részletes bemutatását a következő fejezetekben olvashatják. [8]



14. ábra: Claas Lexion 7500
(forrás: Saját kép)

2.7.1. Gabona adapter

A vizsgált Claas Lexion 7500-as kombájn egy Claas Vario 770-es adapterrel van felszerelve. A Claas Vario vágóasztalok a kitolható kaszaszerkezet miatt toldatok alkalmazása nélkül alkalmasak repce betakarítására. A kasza helyzete fokozatmentesen állítható 700 mm-es tartományon belül a kombájn kabinjából. A vágóasztal szélessége 7700 mm. A motolla meghajtása hidraulikus úton történik ezért a forgási sebessége fokozatmentesen állíthat, ami lehetővé tesz, hogy mindig az adott haladási sebességnek megfelelően legyen beállítva



15. ábra: Claas Vario 770
(forrás: Saját kép)

A vágóasztal nagy szélessége miatt közúti közlekedésben csak szállítókocsra szerelve vehet részt. A szállítókocsból ekkora szélesség esetén egy kéttengelyes forgószámlós kivitel szükséges. A szállítókocsi ráfutófékkal van ellátva mivel a kombájnokon nincs kiépítve levegős fékrendszer.

Az adapter repce betakarításra hidraulikus hajtású Ziegler gyártmányú oldalkaszával lett felszerelve. Erre azért van szükség mivel a repce sűrű állományában a hagyományos rendváltók nem képesek megfelelően szétválasztani a learatni kívánt és az ottmaradó állományt. Ez ahhoz vezet, hogy az ottmaradó állományban a motolla mozgása és a kasza rezgései miatt a szemek kiperegnek és a földre kerülnek ezáltal megnövelve a veszteségeket.



16. ábra: Ziegler oldalkasza
(Forrás: Saját kép)

2.7.2. Napraforgó adapter

A napraforgó betakarítása a magyar Optigép Kft. által gyártott PSM-876 CS típusú adapterrel történt. A vágóasztal 8 soros kivitelű a sorok távolsága 76 cm. Az adapter nagy munkaszélessége miatt a közúti közlekedés idejére összecsukható. A csukás és nyitás a fülkéből hidraulikus úton végezhető a gépkezelőnek csak a meghajtás 2db kardántengelyét kell eltávolítania vagy felszerelni. Az egyenletes és könnyen kezelhető tarló érdekében minden sorban egy-egy hidraulikus meghajtású függőleges tengelyű szárzúzó van elhelyezve. A zúzóegységek és az adapter távolsága 300 mm és 880 mm között fokozatmentesen állítható a megfelelő tarlómagasság eléréséhez.



17. ábra: PSM-876 CS munkapozícióban
(forrás: Saját kép)

2.7.3. Kukorica adapter

A kukorica betakarítás során egy Claas gyártmányú Corio Conspeed típusú 8 soros összecusukható csőtörő adaptert használtak. Melynek sortávolsága 75 cm. A Corio Conspeed adapterekben két különböző kialakítású törőhenger érhető el. Egy normál a törőhenger elejétől a végéig kúpos kialakítású és egy hibrid megoldás, ahol a törőhenger elejére 4 db kés van erősítve és ezen szakasza után következik a megszokott kúpos kialakítás. Ennek előnye, hogy nyersebb még zöld szár esetén is a vastag szárrészt agresszívan lehúzza és a kíméletes lehúzás csak a cső közelében kezdődik ennek köszönhetően száraz állomány esetén sem szakad el a szár túl hamar. Az adapter a megfelelő tarlókép eléréséhez függőleges tengelyű szárzúzókat alkalmaz, amik a lehúzás közben aprítják a szármaradványokat.



18. ábra: Hibrid kialakítású törőhenger
(forrás: <http6>)

2.7.4. Cséplőrendszer

A kombájn APS SYNFLOW HYBRID cséplőrendszerrel van ellátva. A rendszer egy 450 mm átmérőjű gyorsítódobbal kezdődik az anyagáramot egyenletesen 20 m/s sebességig gyorsítja a nagyobb centrifugális erő eléréséhez, amely nagy leválasztási teljesítményt eredményez. Az anyagáram tovább halad a cséplődobra melynek 755 mm-es átmérőjének és 10 verőlécének köszönhetően nagy leválasztási teljesítmény mellett nagy áteresztőképességgel rendelkezik. A cséplőrendszer utolsó eleme a 600 mm átmérőjű osztatódob, melynek feladata az anyag egyenletes továbbítása a leválasztórendszer felé.

A dobok fordulatszáma a kabinból a CEBIS terminálon keresztül állítható. CEMOS AUTO THRESHING rendszer használata esetén a dobok fordulatszámát és a dobhézagokat automatikusan állítja a maximális teljesítmény elérésnek érdekében.



19. ábra: APS SYNFLOW HYBRID cséplőrendszer
(forrás: [8])

Az ábrán is látható kis átfogási szögek miatt az anyagáramlásban nincsenek nagy irányváltoztatások ezzel óvható a szalma és üzemanyag takarítható meg.

A toklászos gabonák cséplése esetén egy cséplés segítő dörzsbetét hajtható be hidraulikusan.

A dörzsbetét a gyorsító és a cséplődob közzé kerül behajtásra.

2.7.5. Leválasztás

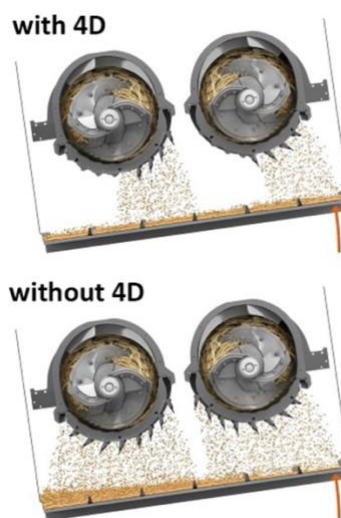
A ROTO PLUS rendszer 2 darab excentrikusan csapágyazott leválasztórotorból áll.

A rotorok forgásukból adódóan centrifugális erő segítségével válasszák ki a szemeket a szalma közül. A rotorok átmérője 445 mm hosszuk 4200 mm. A leválasztó felület hidraulikusan változtatható rotortakaró lemezek nyitásával és zárásával.



20. ábra: ROTO PLUS rendszer
(forrás: [8])

A rotortakaró lemezek másik feladata nem vízszintes talaj esetén a rosta egyenletes terhelésének biztosítása. A lejtőn a szemek oldalra történő mozgását ellensúlyozzák. Ezt úgy éri el, hogy a rotorok magasabban lévő oldalán nyitja a lemezeket. Ezt a funkciót 4D tisztításnak nevezik.



21. ábra: 4D tisztítás
(forrás: [8])

2.7.6. Tisztítás

A tisztító rendszer első eleme az előkészítő asztal mely összegyűjti a dobkosarakon átesett anyagokat (szemek, pelyva, törek) és továbbítja a rosták felé. A rostára történő első ejtés során kettős tisztítószéllel történik az előtisztítás. A rosták felülete 5,1 m². A rostán fennmaradó kalászkat a kalászvisszahordó egyenesen a gyorsítódobra szállítja, amely azt szétterítve továbbítja a cséplődobra így elérve, hogy minél kevesebb szem vesszen kárba.



22. ábra: Rostaszekrény
(forrás: Saját kép)

A tisztításhoz szükséges levegőt egy 3 darab turbinaventilátor biztosítja. A ventilátor meghajtását és fokozatmentes fordulatszámállítást egy hidraulikusan vezérelt variátor végzi. A ventilátor a CEMOS AUTO CLEANING-en keresztül vezérelhető.

2.7.8. Magelevátor

A megtisztított magokat a rostaszekrény alól a magtartályba a magelevátor továbbítja.

A magelevátor egy láncos vonóelemű szerkezet, ami a magok emelésére gumiból készült lapokat használ. A gumi lapok hozzá simulnak az elevátor falához és letömítik a réseket ezzel megakadályozzák a magok visszahullását.



23. ábra: Magelevátoron elhelyezett szemnedvességmérő
(forrás: Saját kép)

A magok mozgatásán túl más feladatokat is ellát. Ide vannak beszerelve a különböző precíziós berendezések, mint például a szemnedvességmérő, a törtszemeket és a tisztítást ellenőrző kamera, illetve a hozammérésre használatos QUANTIMETER. A hozammérés egy ütköző lemezzel ellátott mérőcella segítségével történik a magelevátor kidobási pontján

2.7.9. Ürítőcsiga

Az ürítőcsiga átmérője 420 mm, ami 180 l/s-os ürítési sebességet tesz lehetővé. A csiga végén egy elektromosan mozgatható surrantót helyeztek el, ami lehetővé teszi a precíz kocsirakást.

A kocsirakást tovább egyszerűsíti a csigára elhelyezett kamera, amin keresztül a gépkezelő belelát a szállítójárműbe.



24. ábra: Claas Lexion 7500 magtartály ürítése közben
(forrás: Saját kép)

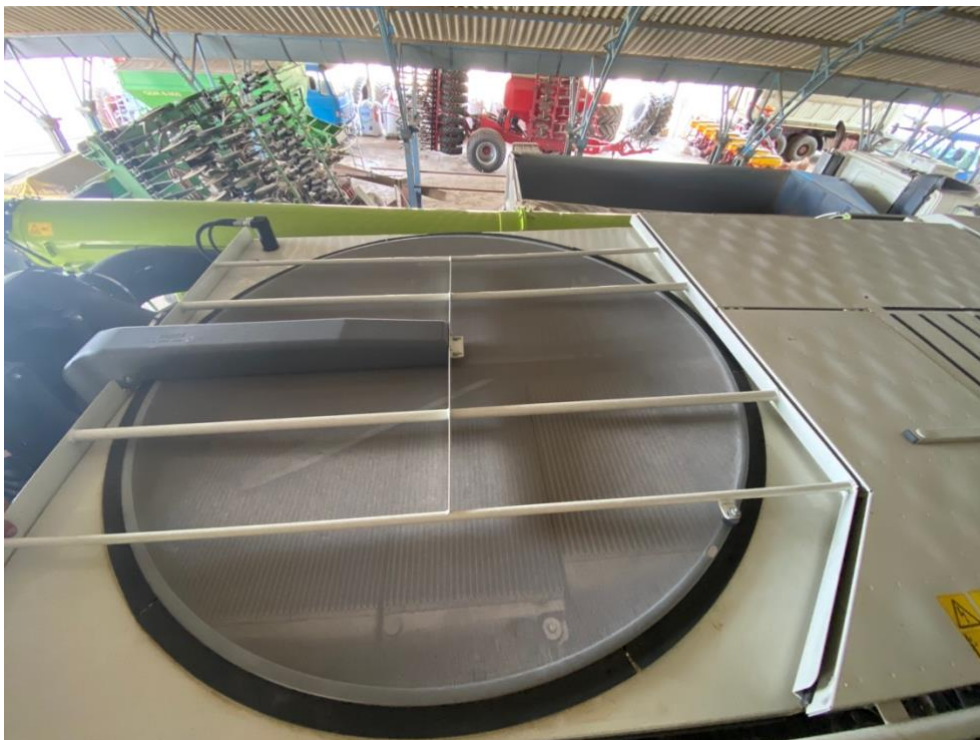
2.7.10. Motor

A Claas Lexion 7500-as modellje egy Mercedes-Benz gyártmányú OM 470 LA típusú soros hathengeres, turbófeltöltős, Common Rail rendszerű erőforrással van ellátva. A motor hengerűrtartalma 10.700 cm^3 . A megszokott alul vezérelt egy vezérműtengelyes (OHV) konstrukcióktól eltérően ez egy felől vezérelt dupla vezérműtengelyes (DOHC) motor. Maximális teljesítménye 340 kW, azaz 462 Le. Az erőforrás Tier 4 környezetvédelmi előírásoknak felel meg ennek eléréséhez szabályozott EGR rendszerrel és AdBlue rendszerrel van felszerelve. [9]



25. ábra: Mercedes-Benz OM 407 LA
(forrás: Saját kép)

A motor hűtőrendszere a megszokott függőleges elrendezéssel szemben a motor mögött vízszintesen van elhelyezve. A hűtőventilátor a hűtők alatt helyezkedik el, a változtatható sebességű ventilátor mindig a hűtésiigénynek megfelelő fordulatszámon üzemel így üzemanyagot takarít meg. A levegő áramlása fentről lefelé történik, a levegő először egy 1,6 méter átmérőjű forgó szitán halad át a szennyeződések felfogásának és ezáltal a hűtők eltömődésének elkerülése érdekében. A hűtőkön áthaladt levegő folytatja az útját a motortéren keresztül az oldalsó szellőzők felé. A motortéren történő áthaladása miatt csökkenti a motortérben lerakodott por mennyiségét.



26. ábra: Hűtőrendszer
(forrás: Saját kép)

2.8. John Deere gyártó

A gyárat John Deere alapította 1837-ben innen ered a cég neve. John Deere kovács mestersége révén megalkotta az első kereskedelmileg sikeres öntisztító acél ekét. Az ekék gyártása után 1912-ben kezdődtek meg az első traktorok tervezése azonban a traktorpiacra akkor törtekbe igazán, amikor 1918-ban megvásárolta a Waterloo Gasoline Engine Company-t, amely a népszerű Waterloo Boy traktort gyártotta. [10]



27. ábra: Waterloo Boy
(forrás: <http7>)

A John Deere az első önjáró arató- cséplőgépjét 1947-ben mutatta be „Model 55” néven. A Model 55 1,6 ha/h területteljesítményét a mai legmodernebb gépjükben, ami az „X” széria nevet viseli 12 ha/h-ra tudták fejleszteni. [11]



28. ábra: John Deere Model 55
(forrás: http8)

2.9. S-széria

A John Deere az S-szíriát 2012-ben vezette be 5 típussal S550, S660, S670, S680, és S690 az STS széria leváltására. Megmaradt az elődökben megszokott egy rotoros cséplő és leválasztó rendszer, bekerült egy érintőképernyős központi monitor. [12]



29. ábra: John Deere S670
(forrás: Saját kép)

2.9.1 Gabona adapter

A vizsgált John Deere S670-es kombájn egy John Deere gyártmányú 625x típusú vágóasztallal van felszerelve. A Claas Vario vágóasztalokhoz hasonlóan ez az adapter is kitolható kaszaszerkezettel van ellátva emiatt toldatok alkalmazása nélkül alkalmasak repce betakarítására. A kasza helyzete fokozatmentesen állítható a kombájn kabinjából. A vágóasztal szélessége 25 láb, azaz 7,62 méter.



30. ábra: 625x adapter a szállítókocsin
(forrás: Saját kép)

2.9.2. Napraforgó adapter

A napraforgó adapter a vizsgált mindkét kombájnál azonos gyártmányú és típusú volt. Viszont a John Deere-nál használt adapter egy újabb gyártású, mint a Claas-nál használt emiatt kisebb eltérések vannak közöttük. Például a frissített modellnél az összecsukáshoz nem szükséges a kardántengelyek leszerelése ezáltal kevesebb időt vesz igénybe a szállítási pozícióba történő átállás.



31. ábra: PSM-876 CS szállítási pozícióban
(forrás: Saját kép)

2.9.3. Kukoricacső-törő adapter

A kukorica aratáshoz használt adapter szintén egy hazai gyártású Oros Cornado 8 soros csőőtörő volt.



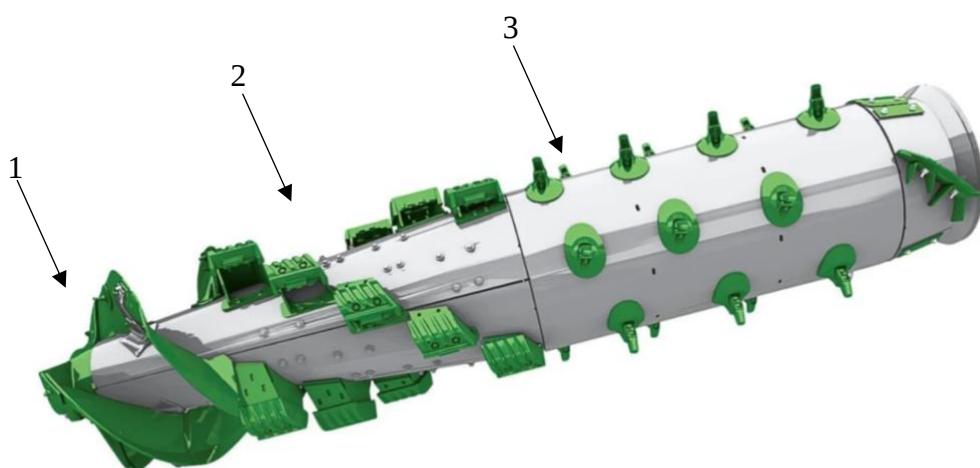
32. ábra: Oros Cornado adapter
(forrás: Saját kép)

2.9.4. Terményáram

Az S-Szériás kombájnok egy rotorral vannak felszerelve. A Claas Hybrid rendszerével ellentétben a cséplés és a leválasztás is a rotoron történik. A rotor teljes hossza 3124 mm. A rotor 3 részre bontható az első az adagolásért felel ezt követi a cséplőrész és végül a kiválasztásért felelős szakasz.

2.9.5. Adagolás

A rendszer egy 8-ujjas gyorsítódobbal kezdődik, ami az egyenletes anyagáramot biztosítja a rotor számára. Az adagolás 270° -on keresztül történik ez megfelelő átmenetet biztosít a gyorsítódob tangenciális mozgása és a rotor axiális mozgása között. Az anyagáram 3 egyenlő részre oszlik, ami elősegíti az egyenletes minőségű cséplést. Az adagolásért a 33. ábrán 1-es számmal jelölt szakasz felelős.



33. ábra. Rotor felépítése
(forrás: <http9>)

2.9.6. Cséplés

A rotor ezen szakasza kúpos kialakítású ezért az anyagáram egyre szűkülő keresztmetszeten kell áthaladjon. A szalmaréteg vastagságának fokozatos csökkenése hozzájárul a kíméletes csépléshez. Melynek következménye a jobb szemminőség és a kedvezőbb energiahatékonyság. A rotor ezen részén továbbá dörzsbetétek vannak elhelyezve, amik a cséplést segítik. A cséplőkosarak felülete $1,1 \text{ m}^2$. Az cséplésért a 33. ábrán 2-es számmal jelölt szakasz felelős.

2.9.7. Leválasztás

A leválasztás a rotor hátsó felében történik. A rotor átmérője itt a legnagyobb 762 mm . A rotor ezen részén ujjak vannak elhelyezve melyek fellazítják a szalmaréteget és a beszorult szemek kihullhatnak az $1,54 \text{ m}^2$ -es leválasztó kosarakon keresztül. A szalmaminőség javítása érdekében a szalma által a rotoron megtett fordulatok száma változtatható. Az alapbeállítás szerint 7 fordulatot tesz meg ezzel elérhető a maximális leválasztás, viszont a gépkezelő által ez 5 fordulatra csökkenthető. Az leválasztásért a 33. ábrán 3-as számmal jelölt szakasz felelős. A rotor után egy 8 ujjas szalmatovábbító dob van elhelyezve, ami egyenletesen teljes szélességben oszlatja és továbbítja a szalmát a szecskázó rendszer felé.

2.9.8. Tisztítás

A rotor cséplő részénél lehullott szemeket 4 db terményterelő csiga gyűjti össze és továbbítja a rostaszekrényre. A rotor hátsó leválasztó részén lehullott szemeket egy gyűjtőasztal fogja fel és továbbítja a rostákra.

A rostaszerkezet felülete 5,2 m² ez a 2,5 m²-es törekrostából a 2,2 m²-es szemrostából és a 0,5 m²-es előrostából áll össze. Az előrosta opcionálisan 0,7 m² -esre bővíthető.

A szelelőventilátor 12 db lapáttal van ellátva így eléri 740 m³-es levegőszállítást percenként.

2.9.10. Mag kezelés

A tisztított szemeket a rostaszekrény alól egy szállítócsiga gyűjti össze és továbbítja a megelevátor felé. A megelevátor továbbítja a szemeket a magtartályba, illetve a megelevátoron van elhelyezve a szemnedvességmérő szenzor.

A John Deere S670-es modellje 10.600 literes magtartállyal van felszerelve.

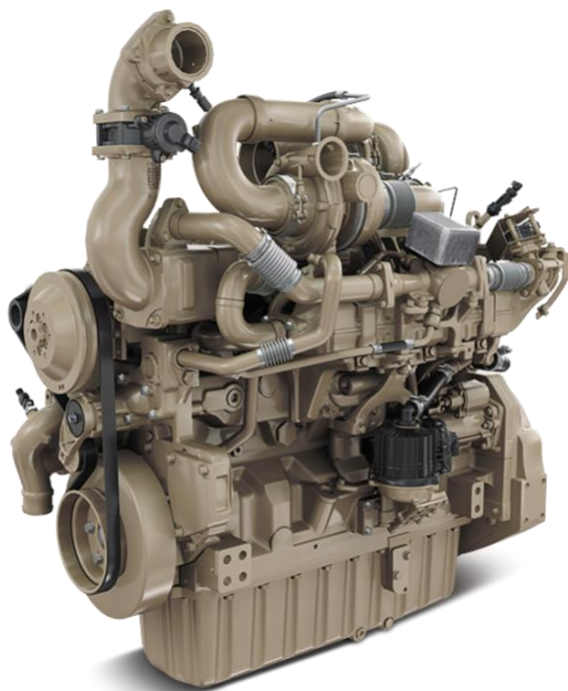
Az ürítőcsiga ürítési teljesítménye 120 l/s. Az ürítőcsiga hossza 3 méterben volt elérhető 6,9 7,9 és 8,7 méter. A nagy hossza miatt a csiga vége szállítási pozícióban becsukódik.



34. ábra: Magtartály ürítés közben
(forrás: Saját kép)

2.9.11. Motor

A John Deere S670-es modellje egy saját fejlesztésű John Deere Powertech PSX motorral van ellátva. A soros hathengeres erőforrás hengerűrtartalma 9000 cm^3 a maximális 431 Le teljesítmény eléréséhez a magasnyomású Common Rail befecskendezőrendszeren túl 2 db turbófeltöltőre van szükség.



35. ábra: John Deere PowerTech PSX 9.0l
(forrás: <http10>)

3. Alkalmazott módszerek

Az üzemi vizsgálat során kettő arató-cséplő gépet vizsgáltam az Orosfarm Zrt. Claas Lexion 7500-asát és a Darók-Farm Kft. John Deere S670 típusú betakarítógépét. A vizsgálat során energetikai, produktivitásbéli és üzemeltetési szempontokat vettem figyelembe. A vizsgálatot gabona, illetve a kapásnövények betakarítása alatt végeztem. A gabonák betakarítás során árpa, búza, repce, borsó, zab és olajretek termények kerültek betakarításra azonban ezek közül repcét, borsót, zabot és olajretket nem aratott mindkét kombájn így ezek nem képezik az összehasonlítás alapját. Az összehasonlítás alapjai az árpa, búza, napraforgó és a kukorica betakarítás alatt gyűjtött adatok lesznek. Fontos megjegyezni, hogy a vizsgálati körülmények nem voltak azonosak, viszont nagyon hasonlóak voltak egymáshoz mivel a két vállalat területei sokszor szomszédosok voltak egymással és a domborzati viszonyok is azonosak a legtöbb területen. Ezen túl volt rá példa, hogy egymás területeit takarították be egy megállapodás szerint.

A vizsgálatához szükséges adatokat részben egy általam készített és a gépkezelőknek kiosztott napló segítségével gyűjtöttem. A naplót a gépkezelők napi rendszerességgel töltötték. A naplóban a munkanap kezdetét és végét, a karbantartással és javítással eltöltött időt, adapterek fel és leszerelésére fordított időt, a közúti vonulások távolságát és idejét, a vételezett hajtóanyag mennyiségét és nem utolsósorban a betakarított területek nagyságát és a betakarított terményeket tüntették fel. A naplón túl a mérlegjegyekből nyertem ki a betakarított termény tömegére vetített üzemanyagfogyasztás számításához elengedhetetlen adatokat. A kombájnok felhő alapú adatgyűjtő és távdiagnosztikai rendszereiből (Telematics és JDLink) nyertem ki elsősorban a motor üzemóra kihasználtságához kapcsolódó fontos adatokat. Illetve a fajlagos üzemanyagfogyasztások számításánál használt szántóföldön felhasznált hajtóanyag mennyisége is innen származik. Az adatok kiértékelésére a Microsoft Excel programot használtam. A programban a vizsgálat szempontjából releváns adatokat kiszűrtem az adatok tömkelegéből. Ezek után a szükséges kalkulációkat elvégeztem majd az eredményekből létrehoztam a szemléltetéshez szükséges diagrammokat és kimutatásokat. Ezek elemzését, értékelését a következő fejezetben mutatom be.

4. Eredmények és értékelésük

4.1 John Deere S670 által betakarított területek

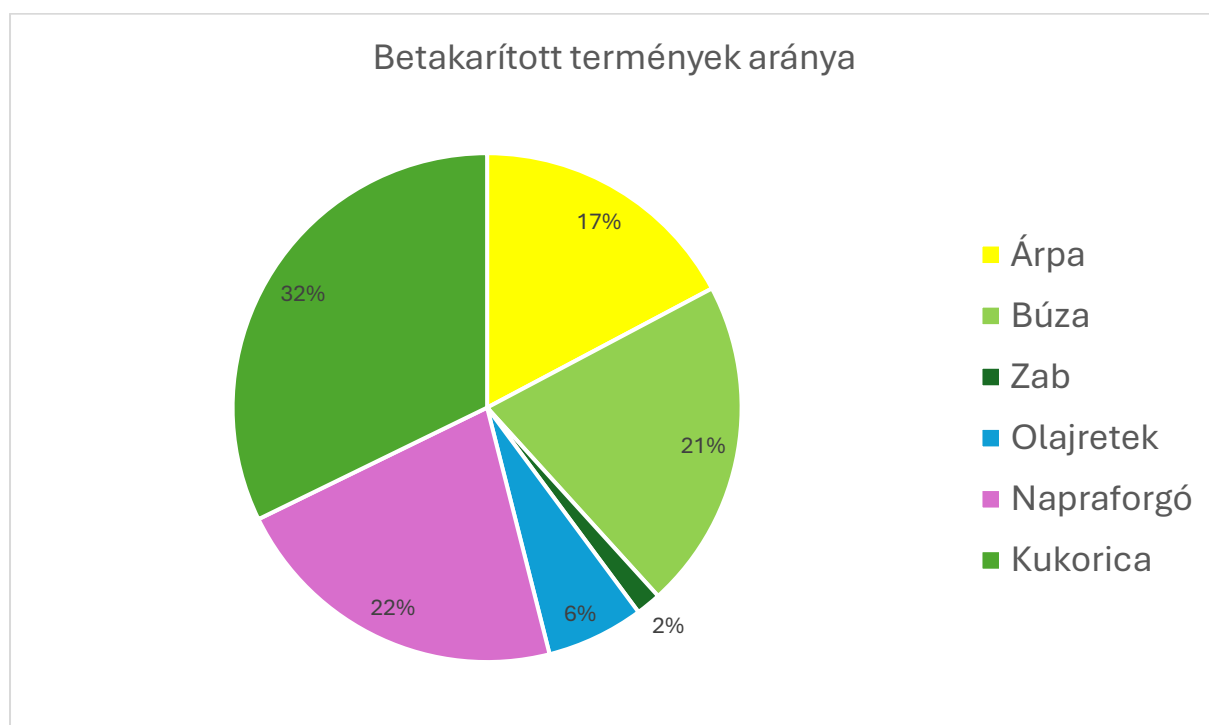
Az üzemi vizsgálat alatt 6 féle termény került betakarításra mindösszesen 1025,4 hektár területről. Az egyes terményekből betakarított területek nagyságát a 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat: John Deere S670 által betakarított területek terményenként bontva
(forrás: saját munka)

Termény	Árpa	Búza	Zab	Olajretek	Napraforgó	Kukorica
Betakarított terület	176,8	215,6	16,3	63,5	222,7	330,4

Mivel a zab területének nagysága elhanyagolható a 4 fő kultúrához képest és az olajretek betakarítása kizárólag bér munka keretein belül történt így megállapítható, hogy a cég fő tevékenysége 4 termény termesztéséből áll.

A termények területbéli eloszlását a 38. ábrán szemléltetem.



36. ábra: Termények területbéli eloszlása a John Deere esetében
(forrás: Saját munka)

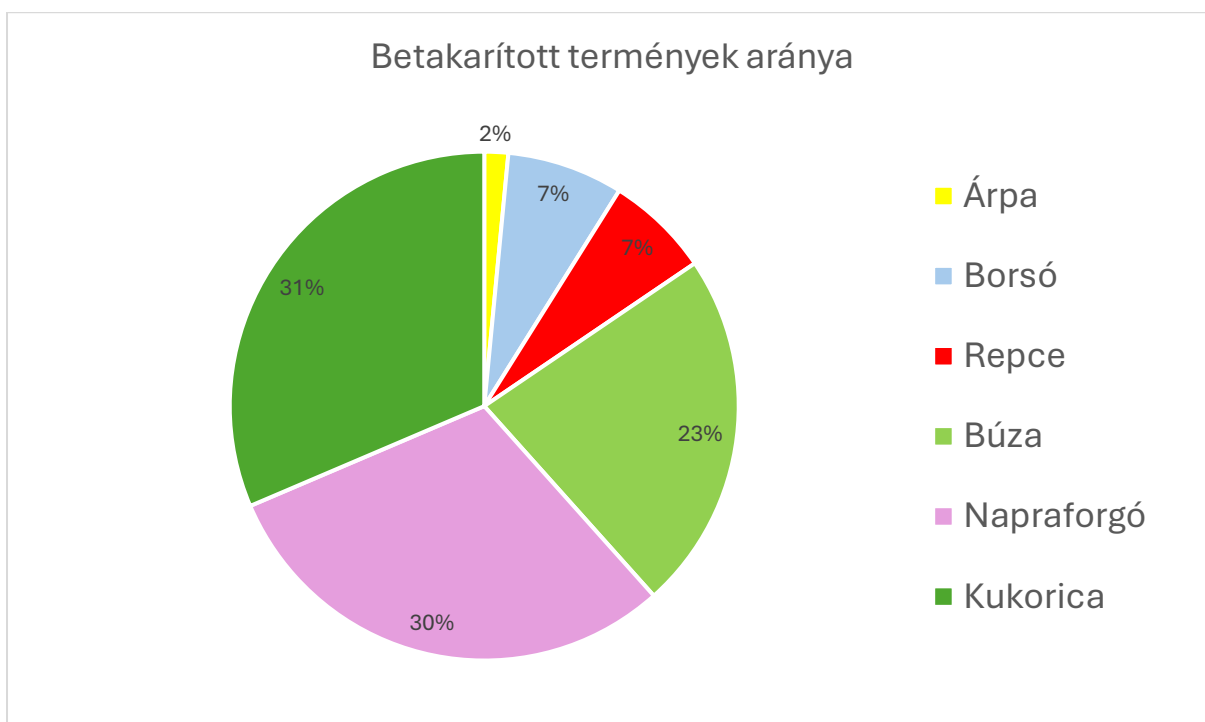
4.2. Claas Lexion 7500 által betakarított területek

A vizsgált betakarítási szezonban a betakarítógéppel 6 különböző kultúra lett betakarítva. A szezonban megközelítőleg 1077 hektár került betakarításra a vizsgált gép által. A betakarított területek nagyságát kultúrákra bontva a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat: Claas Lexion 7500 által betakarított területek kultúrákra bontva
(forrás: saját munka)

Termény	Árpa	Borsó	Repce	Búza	Napraforgó	Kukorica
Learatott terület [ha]	16,3	79,6	71,1	246,3	325,2	338,3

A napraforgó területek egy részén étkezési célú napraforgó termesztése zajlott. A kukorica állomány is két részre bontható a hagyományos takarmányozási célból termesztett kukoricán túl pattogtatni való kukoricát is termesztettek.



37. ábra: Termények területbéli eloszlása a Claas esetében
(forrás: Saját munka)

4.3. Idő-kihasználtsági mutatók

4.3.1. Idő mutatók

Alapidő:

Az betakarítással töltött időt foglalja magában.

Produktív idő:

Az alapidón túl a táblavégi fordulókkal eltöltött időt és az ürítések idejét tartalmazza.

Technikai idő:

A produktív időn túl a karbantartásokra és a javításokra felhasznált időt tartalmazza.

Összes munkaidő:

A technikai idő kiegészül a különböző időveszteségekkel is. Gondolok itt az utazásra és az üresjáratok idejére legyen az időjárás vagy logisztikai probléma miatt.

4.3.2. Produktív idő-kihasználási mutató

A produktív idő és az effektív munkával töltött idő arányát fejezi ki. A gép teljesítményét és a gépkezelő rátermettségét mutatja. A mutató alakulása a 3. táblázatban látható.

3. táblázat: Produktív idő-kihasználási mutatók
(forrás: Saját munka)

Termény	Árpa	Búza	Napraforgó	Kukorica	Szezon átlaga
Claas Lexion 7500	0,86	0,85	0,77	0,90	0,85
John Deere S670	0,83	0,88	0,83	0,81	0,83

4.3.3. Technika idő-kihasználási mutató

A produktív időn túl a műszaki kiszolgálással és műszaki hibák javításával eltöltött idő arányát vizsgálja az effektív munkával eltöltött időhöz képest.

4. táblázat: Technikai idő-kihasználási mutatók
(forrás: Saját munka)

Termény	Árpa	Búza	Napraforgó	Kukorica	Szezon átlaga
Claas Lexion 7500	0,75	0,63	0,69	0,68	0,69
John Deere S670	0,68	0,72	0,65	0,63	0,67

4.3.4. Alap és összes munkaidő aránya

Nem csak a gép munkáját és a gépkezelőt, hanem a munkanap teljes lefolyását jellemzi.

Nagyban befolyásolják a szervezésen és a gépkezelőn túlmutató tényezők, mint például az időjárás és nem várt események is. A mutató alakulását az 5. táblázatban találjuk.

5. táblázat: Alap és összes munkaidő aránya

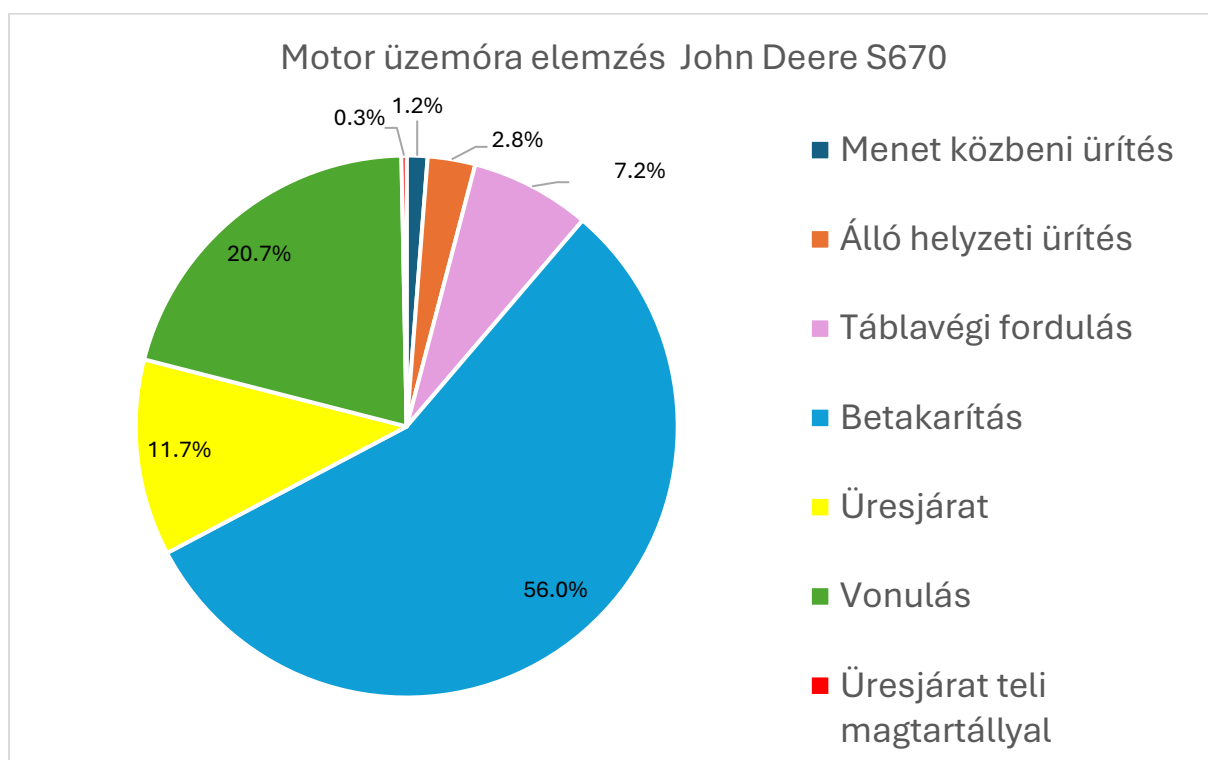
(forrás: Saját munka)

Termény	Árpa	Búza	Napraforgó	Kukorica	Szezon átlaga
Claas Lexion 7500	0,59	0,52	0,52	0,50	0,53
John Deere S670	0,48	0,53	0,53	0,49	0,51

4.3.5. Üzemórák kihasználása

Ezen fejezetben az arató- cséplőgépek motor üzemórájának kihasználtságát vizsgálom. Azt szeretném bemutatni, hogy a motor járása mellett milyen tevékenységek zajlanak és ezek milyen arányban oszlanak meg. Gondolok itt az aratáson kívül a vonulásokra, ürítésekre és az esetleges üresjáratokra.

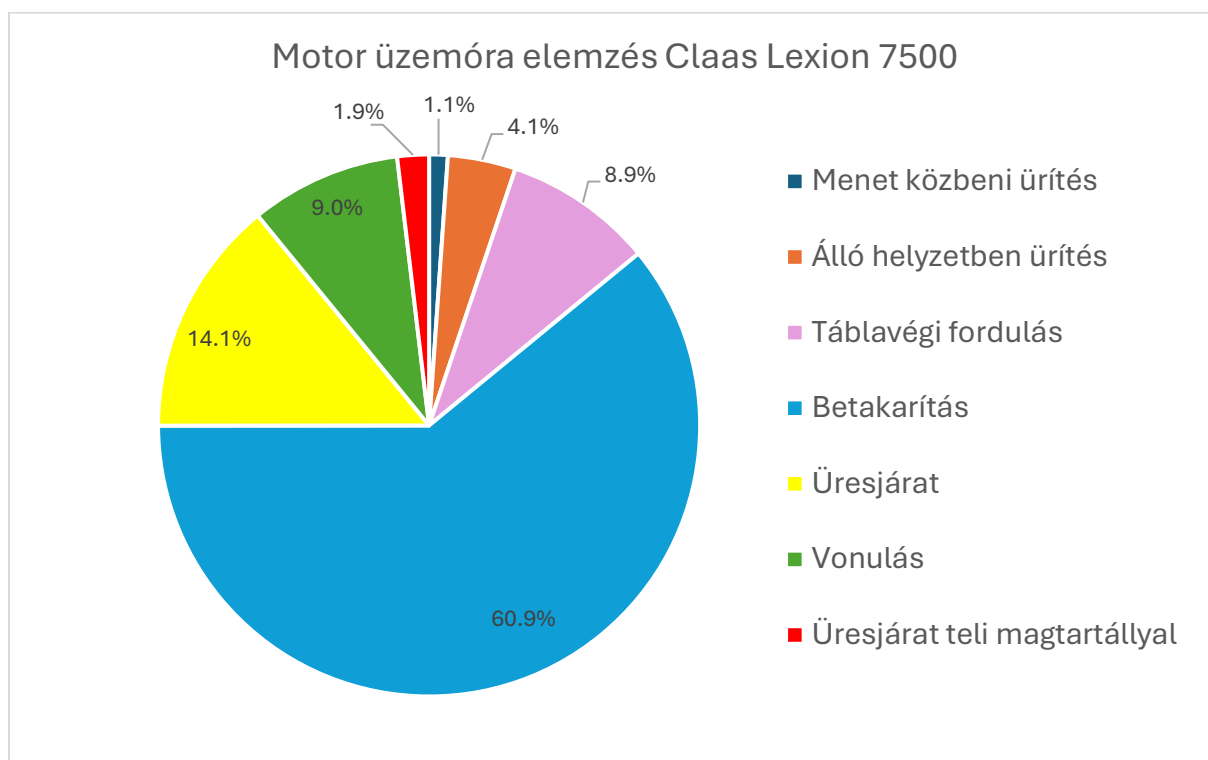
Először is a John Deere S670 kihasználtságát szeretném bemutatni a nyári időszakban 40.ábrán látható kördiagrammon.



38. ábra: John Deere S670 motor üzemóra elemzés a nyári időszakban
(forrás: saját munka)

A diagrammról leolvasható, hogy az üzemórák több mint a felében pontosabban 56%-ban betakarítás történt, a táblavégi fordulásra mindösszesen az üzemórák 7,2%-a fordítódott. Az ürítéseknél megfigyelhető, hogy a menet közbeni ürítések ideje kevesebb az állóhelyben történőhez képest. A táblák közötti vonulásra igen nagy arányban fordítódott az üzemórákból megközelítőleg 21%. Az üresjáratok ideje is nagy részt vesz ki az összydőből összesen 11,7%-ot. Viszont megállapítható, hogy a szállítójárművek kapacitása és szervezése megfelelő mivel a teli magtartály miatti várakozások ideje elhanyagolható mindösszesen 0,3%.

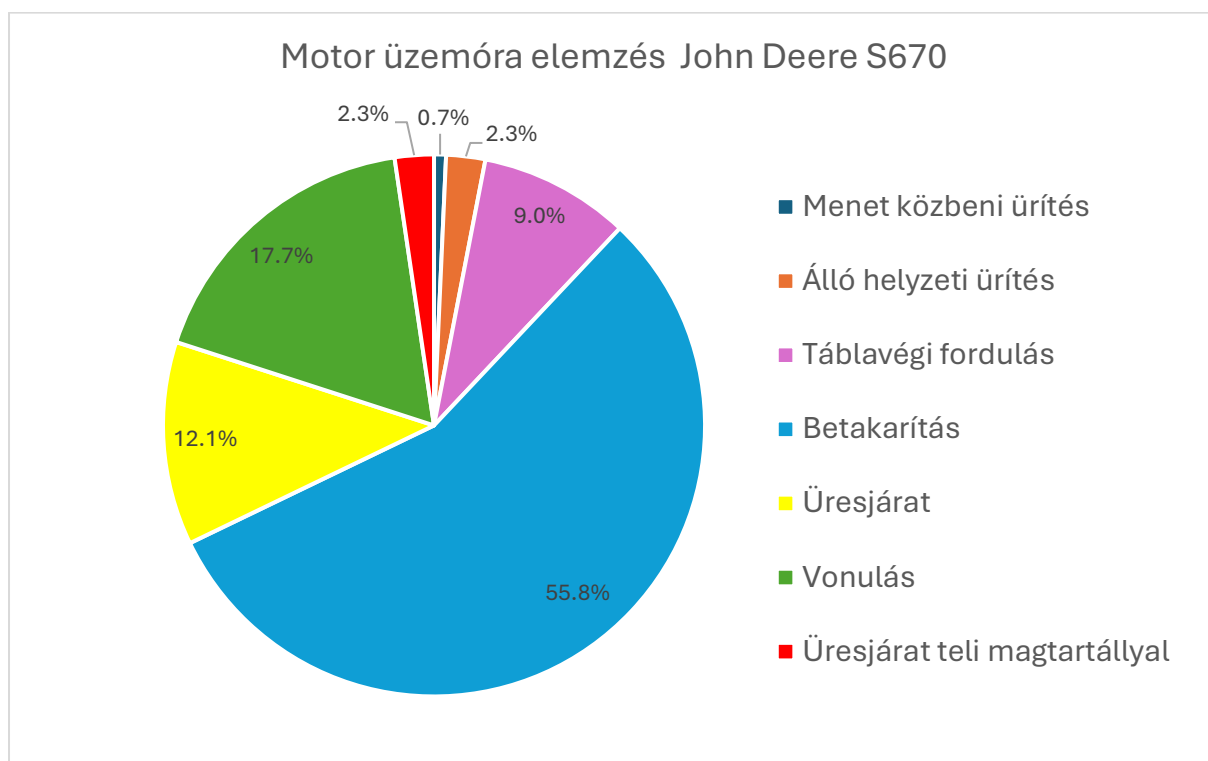
A Claas Lexion 7500-as azonos időszakban a motor üzemóráinak felhasználását a 41. ábrán láthatjuk.



39. ábra: Claas lexion 7500 motor üzemóra elemzés a nyári időszakban
(forrás: Saját munka)

A diagrammról leolvasható, hogy a Claas esetében a betakarítással töltött időarány 60,9% ez több mint a John Deere esetében. A táblavégi fordulásokra az üzemórák 8,9%-kal fordítódott. Az üresjáratok aránya 14% ez több mint a John Deere esetében volt. Viszont a vonulásokra csak 9% fordítódott ez megközelítőleg annyi, mint a másik márkánál volt. Az üritési idők arányából megállapítható, hogy az álló helyzetben történő üritést preferálja a gépkezelő. A teli magtartállyal történő várakozás ideje lényegesen magasabb, mint a John Deere esetében ez a szállító járművek számára és kapacitására vezethető vissza.

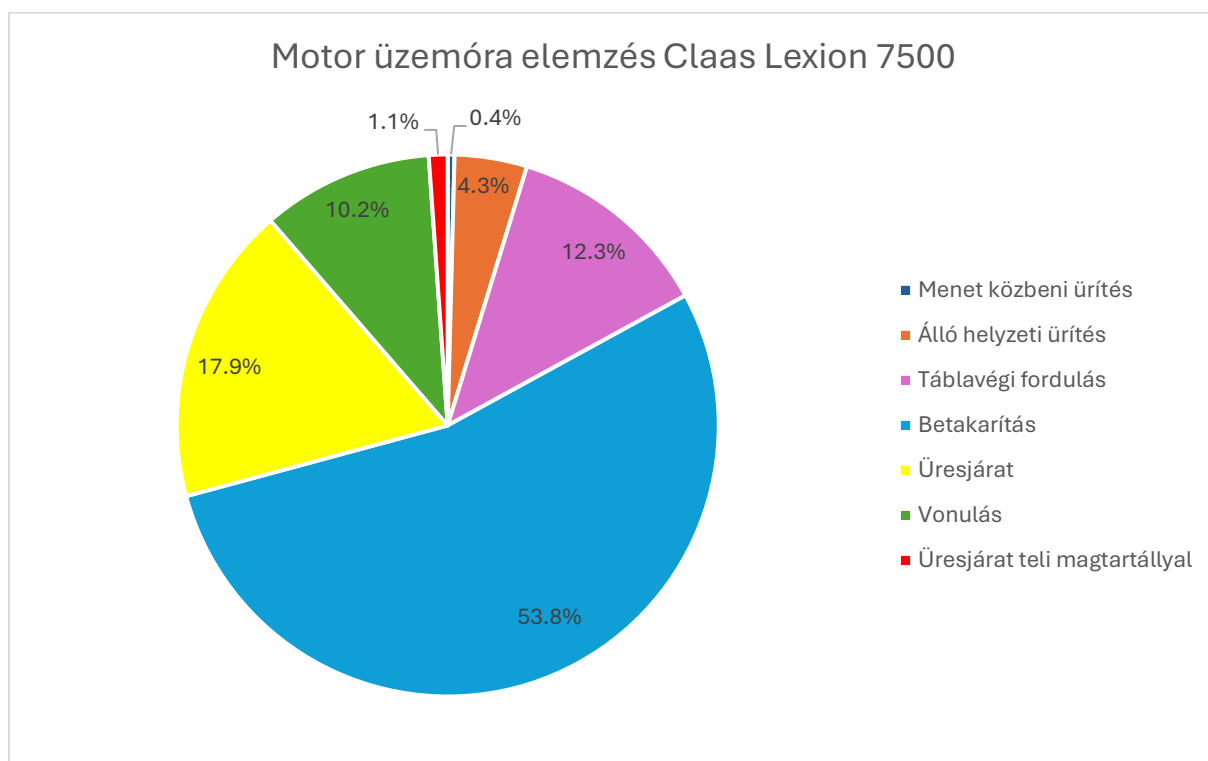
A John Deere S670 őszi időszakban kihasználtságát a 42. ábrán láthatjuk.



40. ábra: John Deere S670 motor üzemóra elemzés az őszi időszakban
(forrás: Saját munka)

A diagrammról leolvasható, hogy a betakarításra felhasznált üzemóra hányad kis mértékben növekedett a nyárhoz képest. Az üresjáratok idejében nincs jelentős változás. A táblák közötti vonulásra fordított idő csökkent 3%-kal. A teli magtartállyal történő várakozás időaránya jelentősen megnőtt ez arra vezethető vissza, hogy a szállítási kapacitás csökkent. Mivel megkezdődtek az őszi talajmunkák és vetések ezért kevesebb munkaerő és szállítójármű jutott az aratás kiszolgálására.

A Claas Lexion motorüzemóráinak felhasználását az őszi időszakban a 43. ábra mutatja.



41. ábra: Claas Lexion 7500 motor üzemóra elemzés az őszi időszakban
(forrás: Saját munka)

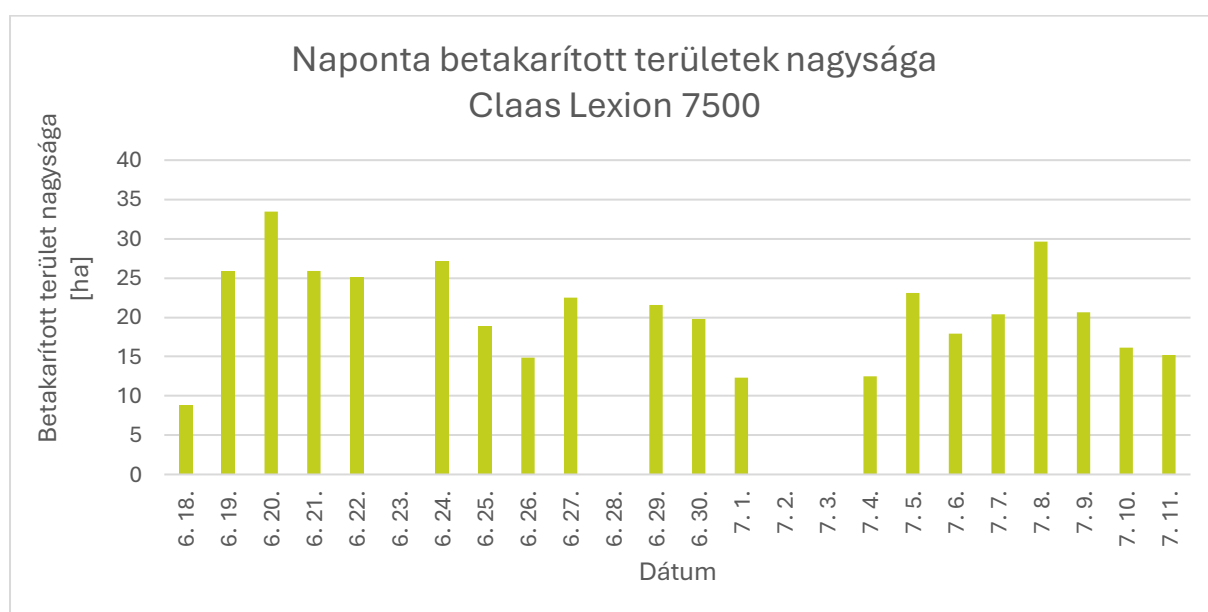
A betakarításra felhasznált időrészt körülbelül 7%-kal csökkent a nyári időszakhoz képest, viszont így a John Deere által felhasznált időarányánál kevesebb lett. Az üresjáratok aránya 4%-kal növekedett a nyárhoz képest. Az üresjáratok időarányából látható, hogy a Claas esetében lényegesen magasabb, mint a John Deere esetén ez azért lehetséges mivel a Claas esetében a gépkezelők az ebédszünet idejére nem állították meg a gépek motorját. A táblavégi fordulások ideje szintén növekedett a nyárhoz képest ez a kisebb munkaszélességű adapternek köszönhető. Viszont a John Deere-hoz képest így is magasabb közel 3%-kal. A teli magtartállyal történő várakozások ideje csökkent a nyárhoz képest ez amiatt lehetséges mivel a nyári időszakban 4 kombájn dolgozott az őszi idényben, viszont csak 2. A szállítási kapacitás nem csökkent nagy mértékben mindösszesen 1 traktor esett ki a vetések miatt.

4.4. Teljesítmény mutatók

4.4.1. Egy munkanap alatt betakarított terület

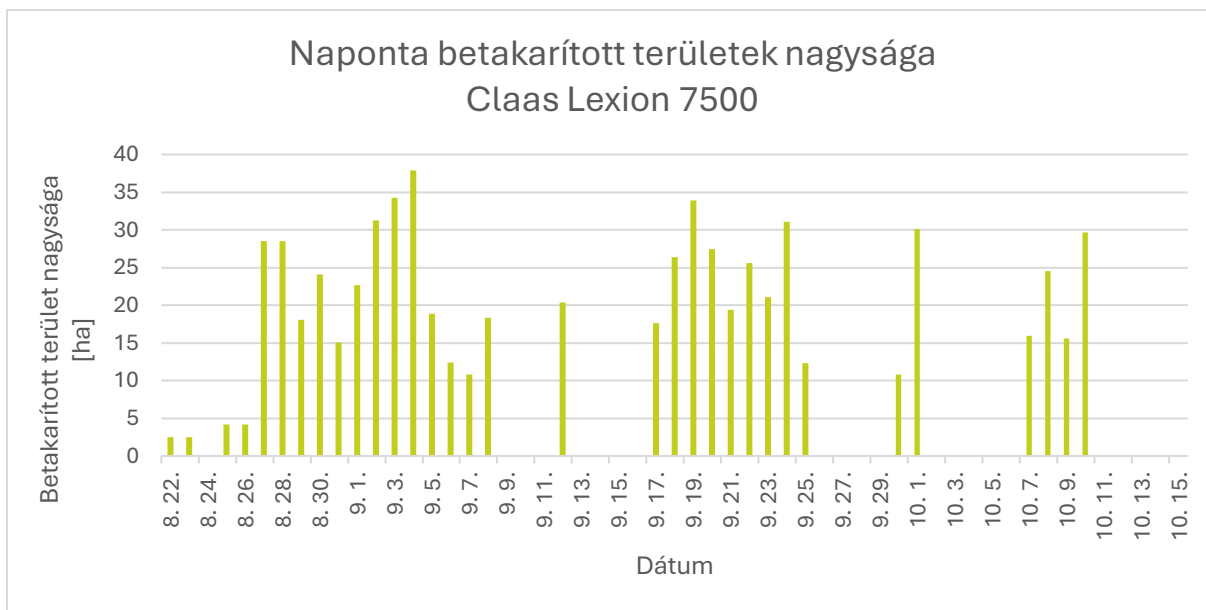
Az egy munkanap alatt betakarított terület nagysága nem csak a betakarítógép teljesítményének a függvényében befolyásolja a különböző szervezési és logisztikai tényezők. Gondolok itt a táblák közötti távolságra, a táblák méreteire, a szállítójárművek koordinálására, illetve az esetleges javítási munkálatok szervezésére.

Az egy nap alatt betakarított területek nagyságát a 44. ábra mutatja a Claas Lexion 7500-as esetében a nyári betakarítási időszakban. A diaramm adatai alapján a naponta betakarított területek nagyságának átlaga 20,58 hektár.



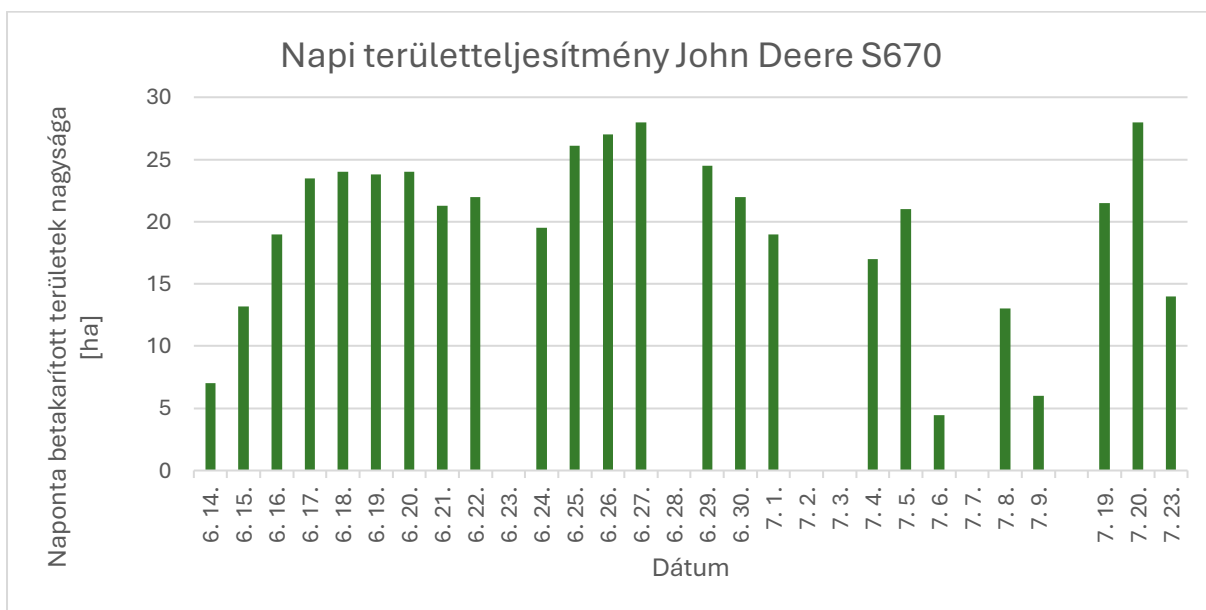
42. ábra: Napi betakarított terület nagysága nyári időszakban
(forrás: saját munka)

Az őszi betakarítás idején alatti napi területek nagyságának alakulását a 45. ábra mutatja a Claas Lexion esetében. Az őszi kukorica és napraforgó aratása során a napi betakarított terület nagysága átlagosan 22,8 hektár.



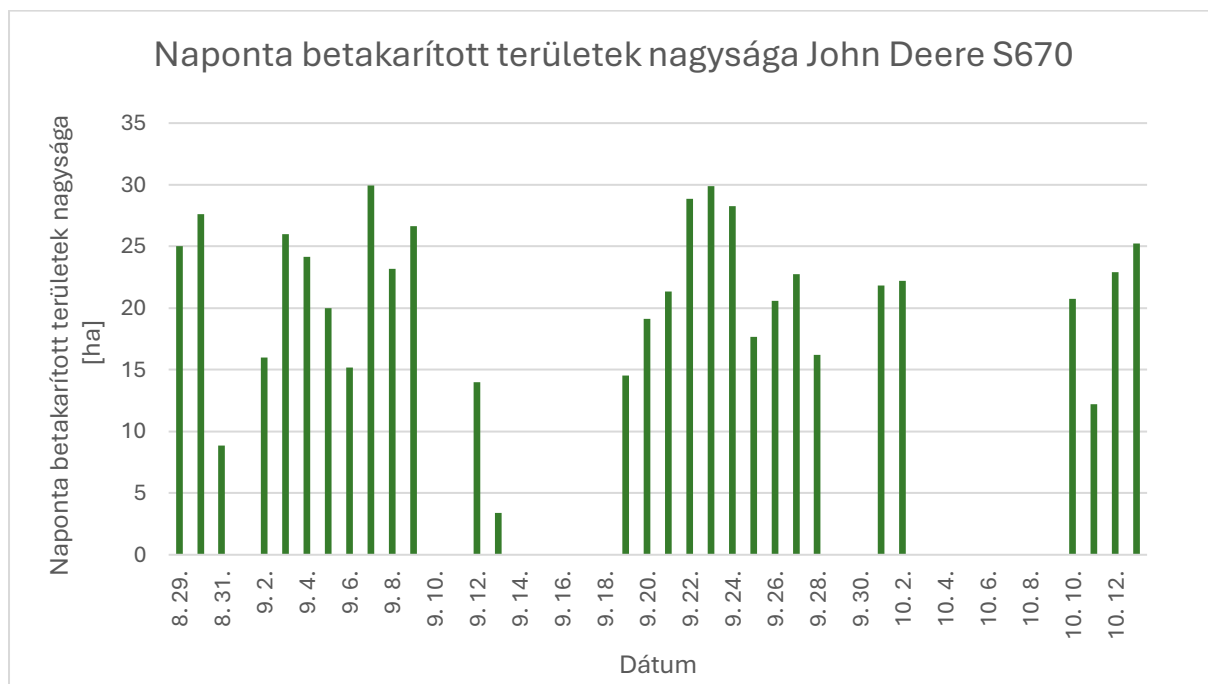
43. ábra: Napi betakarított terület nagysága az őszi időszakban
(forrás: saját munka)

A napi területteljesítmény alakulását a nyári időszak alatt a John Deere estében a 46. ábra prezentálja. Az átlagos napi teljesítménye 16,17 hektár, ami lényegesen elmarad a Claas teljesítményétől ennek oka a tagoltabb terület összetétel és a telephelytől jóval messzebb elhelyezkedő területek lehetnek. Emiatt ez a mutató nem tükrözi kombájn valós teljesítményét.



44. ábra: Napi betakarított terület nagysága nyári időszakban
(forrás: saját munka)

Az őszi időszakban a napi területteljesítmény átlaga 22,2 hektár lett. A területteljesítmény alakulását napi bontásban a 47. ábrán látható.



45. ábra: Napi betakarított terület nagysága az őszi időszakban
(forrás: saját munka)

4.4.2. Alapidő alatti területteljesítmény

Ezen mutató prezentálja legjobban az arató- cséplőgépek valós teljesítményét. Alakulását nem befolyásolja a terület adottságai, logisztikai tényezők, az időjárás, esetleges meghibásodások. A mutatót a 6. táblázat tartalmazza mindkét gép esetén terményekre bontva, illetve az idény átlagát.

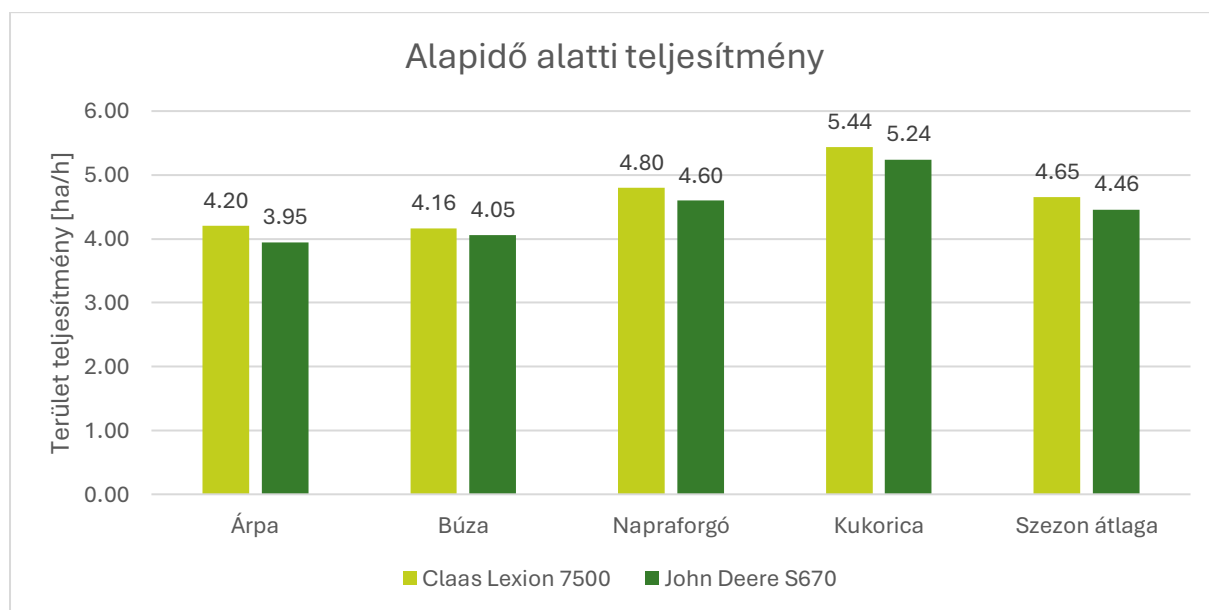
6. táblázat: Alapidő alatti teljesítmény [ha/h]
(forrás: Saját munka)

Termény	Árpa	Búza	Napraforgó	Kukorica	Idény átlaga
Claas Lexion 7500	4,20	4,16	4,80	5,44	4,65
John Deere S670	3,95	4,05	4,60	5,24	4,46

A táblázat adatai alapján megállapítható, hogy a Claas Lexion alapidő alatti teljesítménye árpa terményben mindegy 6,3%-kal nagyobb. Viszont búzában csak körül belül 2,7% a különbség. Napraforgóban 3,8% és kukorica terményekben a különbség 5,4%.

A fenti táblázatban látható adatokat a 48.ábrán szemléltetem.

A diagramm függőleges tengelyén az óránként betakarított terület nagyságát láthatjuk [ha/h] mértékegységben. A vízszintes tengelyen pedig a betakarított terményeket és a szezon átlaga látható.



46. ábra: Alapidő alatti teljesítmény
(forrás: saját munka)

4.4.3. Produktív idő alatti területteljesítmény

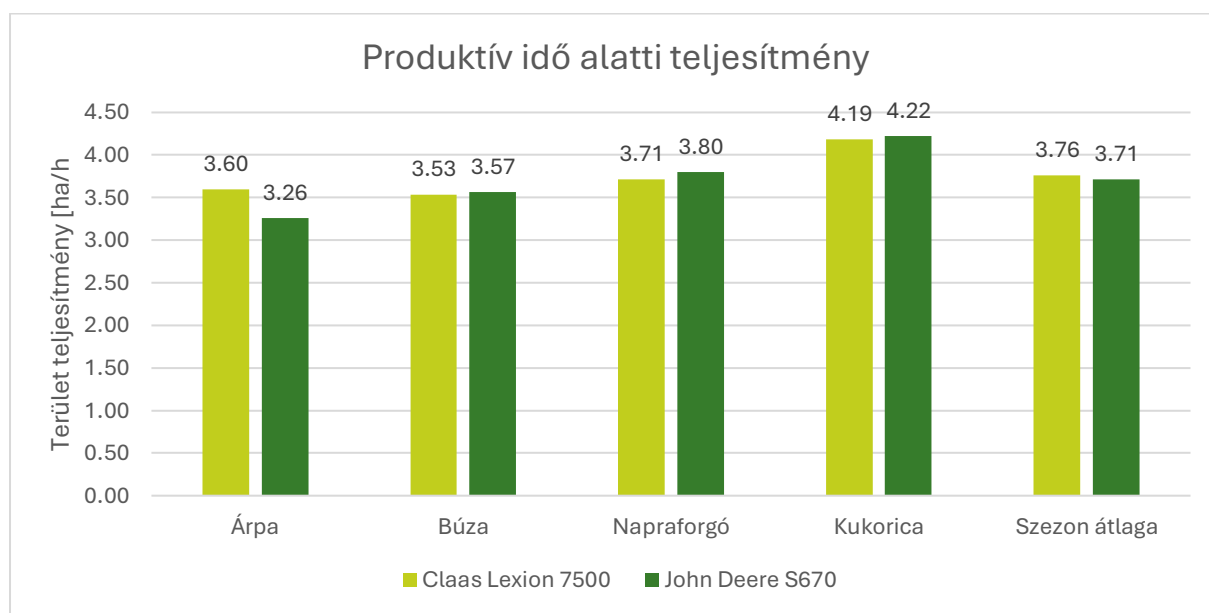
A gép teljesítményén túl a gépkezelőnek is nagy szerepe van a mutató alakulásában. Ezen túl a betakarított tábla alakja és adottságai (villanyoszlop, tanyák) is befolyásolják. A mutatókat a 7. táblázat tartalmazza.

7. táblázat: Produktív idő alatti teljesítmény [ha/h]

(forrás: Saját munka)

Termény	Árpa	Búza	Napraforgó	Kukorica	Szezon átlaga
Claas Lexion 7500	3,60	3,53	3,71	4,19	3,76
John Deere S670	3,26	3,57	3,80	4,22	3,71

A 49. táblázat adatai szerint a Claas Lexion területteljesítménye a produktív időre vetítve magasabb, mint a John Deere S670 teljesítménye árpa terményben körül-belül 10,4%-kal. Viszont búza terményben a különbség ezen mutatónál is jóval kisebb 1% körül alakult azonban a John Deere javára. Napraforgóban a különbség 2,4% a John Deere javára kukoricában, viszont nem éri el az 1% sem mindösszesen 0,7%.



47. ábra: Produktív idő alatti teljesítmény
(forrás: saját munka)

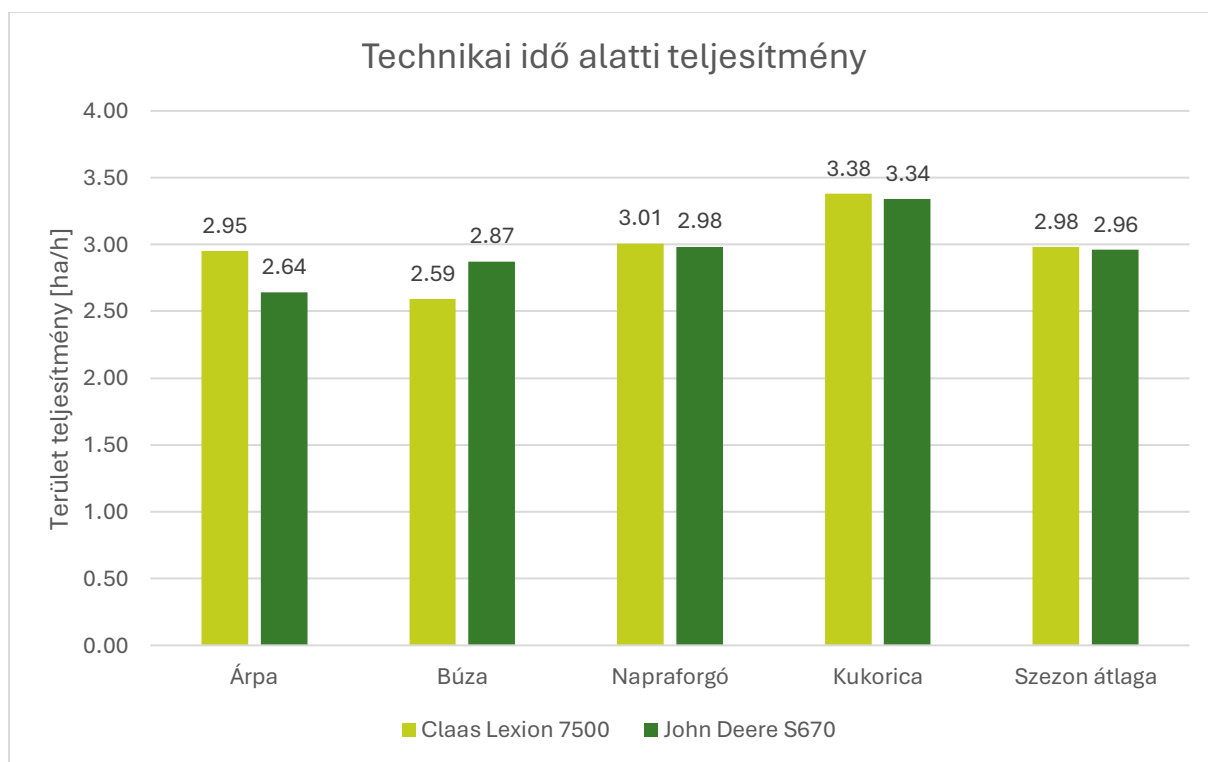
4.4.4. Technikai idő alatti területteljesítmény

A műszaki hibák kiküszöbölésére és a napi karbantartásra felhasznált időt is figyelembe vesszük a számításánál. A számított értékeket a 8.táblázat tartalmazza.

8. táblázat: Technikai idő alatti teljesítmény [ha/h]
(forrás: Saját munka)

Termény	Árpa	Búza	Napraforgó	Kukorica	Szezon átlaga
Claas Lexion 7500	2,95	2,59	3,01	3,38	2,98
John Deere S670	2,64	2,87	2,98	3,34	2,96

A technikai idő alatti teljesítmény különbsége árpa betakarítása közben 12,9% míg búza betakarítása közben csak 11,8% a John Deere javára. Napraforgóban a különbség csak 1% a Claas javára az előny kukorica betakarítása során is megmarad, viszont ott 1,2%.



48. ábra: Technika idő alatti teljesítmény
(forrás: saját munka)

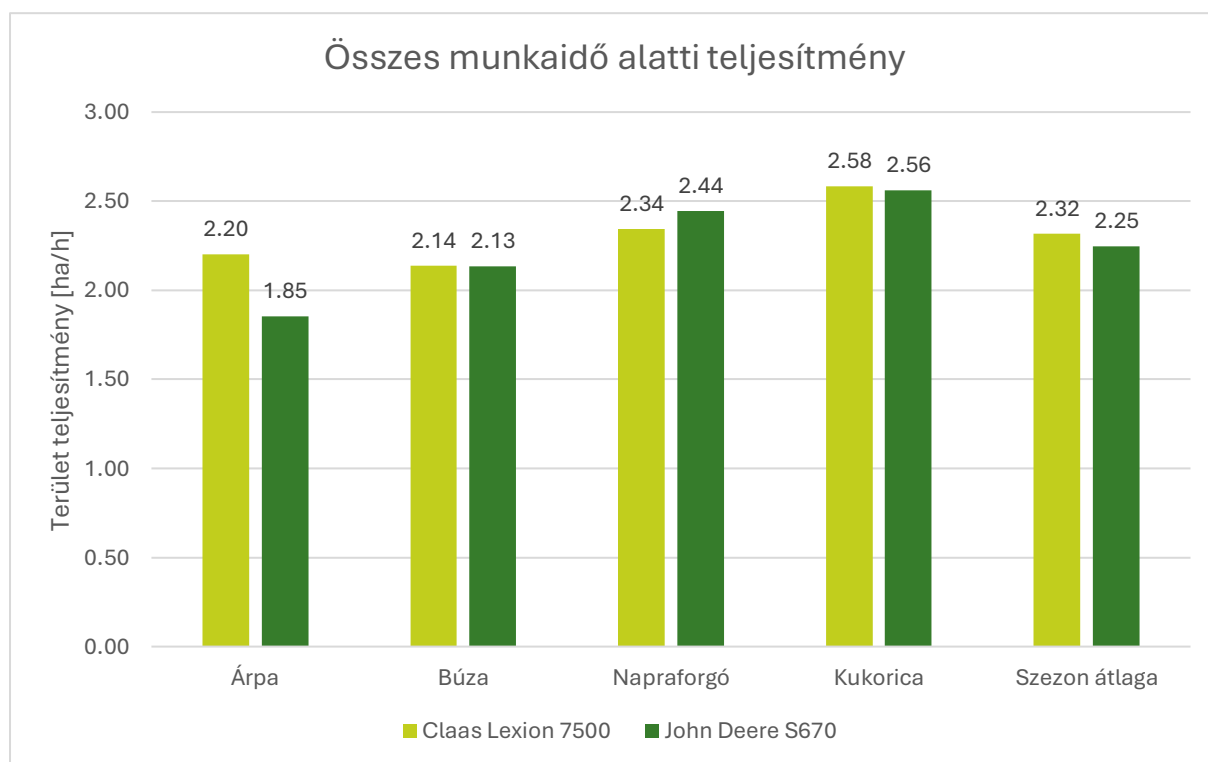
4.4.5. Összes munkaidő alatti területteljesítmény

Nem a gép teljesítményét mutatja, viszont a termelő cég számára fontos mutató lehet a munkák tervezésénél. A mutató számításánál minden lehetséges befolyásoló tényező figyelembe van véve. A mutatót a 9.táblázatban láthatjuk.

9. táblázat: Összes munkaidő alatti teljesítmény [ha/h]
(forrás: Saját munka)

Termény	Árpa	Búza	Napraforgó	Kukorica	Szezon átlaga
Claas Lexion 7500	2,20	2,14	2,34	2,58	2,32
John Deere S670	1,85	2,13	2,44	2,56	2,25

Összes munkaidő alatti teljesítmény különbsége árpa terményben 18,9%, búza terményben, viszont csak 0,46% a Claas javára, napraforgóban a különbség 4,27%, viszont a John Deere javára. Kukorica betakarítás során a Claas teljesített jobban, viszont csak 0,78%-kal.



49. ábra: Összes munkaidő alatti teljesítmény
(forrás: saját munka)

4.4.6. Betakarított termény tömegre vonatkozó teljesítmény

Ezen teljesítmény mutató alakulását nagyban befolyásolja a termés átlaga. Viszont fontos mutató a szállítójárművek szervezésénél és a telephelyi tisztítási és szárítási kapacitás méretezésénél. A mutatók alakulását a 10.táblázat tartalmazza a Claas Lexion 7500-as estében. A John Deere S670 teljesítmény mutatóit a 11.táblázat tartalmazza.

10. táblázat: Claas Lexion által óránként betakarított termény tömege [t/h]

(forrás: Saját munka)

Termény	Árpa	Búza	Napraforgó	Kukorica
Alapidő alatti teljesítmény	16,01	28,37	12,76	17,96
Produktív idő alatti teljesítmény	13,95	24,73	9,84	13,55
Technikai idő alattit teljesítmény	12,09	17,61	7,94	11,00
Munkaidő alatti teljesítmény	10,02	14,81	6,17	8,40

11. táblázat: John Deere S670 által óránként betakarított termény tömege [t/h]

(forrás: Saját munka)

Termény	Árpa	Búza	Napraforgó	Kukorica
Alapidő alatti teljesítmény	19,91	22,88	12,89	18,68
Produktív idő alatti teljesítmény	16,47	20,20	10,66	15,01
Technikai idő alattit teljesítmény	13,41	16,36	8,44	11,81
Munkaidő alatti teljesítmény	9,50	12,38	6,93	9,21

4.5. Energetikai mutatók

4.5.1. Területre vetített hajtóanyag fogyasztás

Az egy hektárra vetített hajtóanyagfelhasználás a költségszámítás egyik legfontosabb összetevője. A megemelkedett hajtóanyagárak miatt nagyobb jelentőséggel bír, mint eddig bármikor.

A fogyasztási adatok kiértékelésénél az adott napon betakarított terület nagyságát és a betakarításra felhasznált hajtóanyag mennyiségét használtam fel. A betakarításra felhasznált hajtóanyag mennyisége nem egyenlő a munkakezdetkor tankolt mennyiséggel mivel a tankolt mennyiségből levonásra kerül a vonulásra és az üresjáratokkor felhasznált hajtóanyag mennyisége. Így egy pontosabb mutatószámot kapunk, amit nem befolyásol a vonulási távolság és az esetleges üresjáratok hossza. Ezen túl külön kell kezelnünk a rendre rakáskori és a szalma aprításkori mutatókat mivel a szecsikázásnál jelentős mértékben megnő a felhasznált hajtóanyag mennyisége. A mutatókat terményekre bontva számítottam ki ezeket a 12. és 13. táblázat tartalmazza.

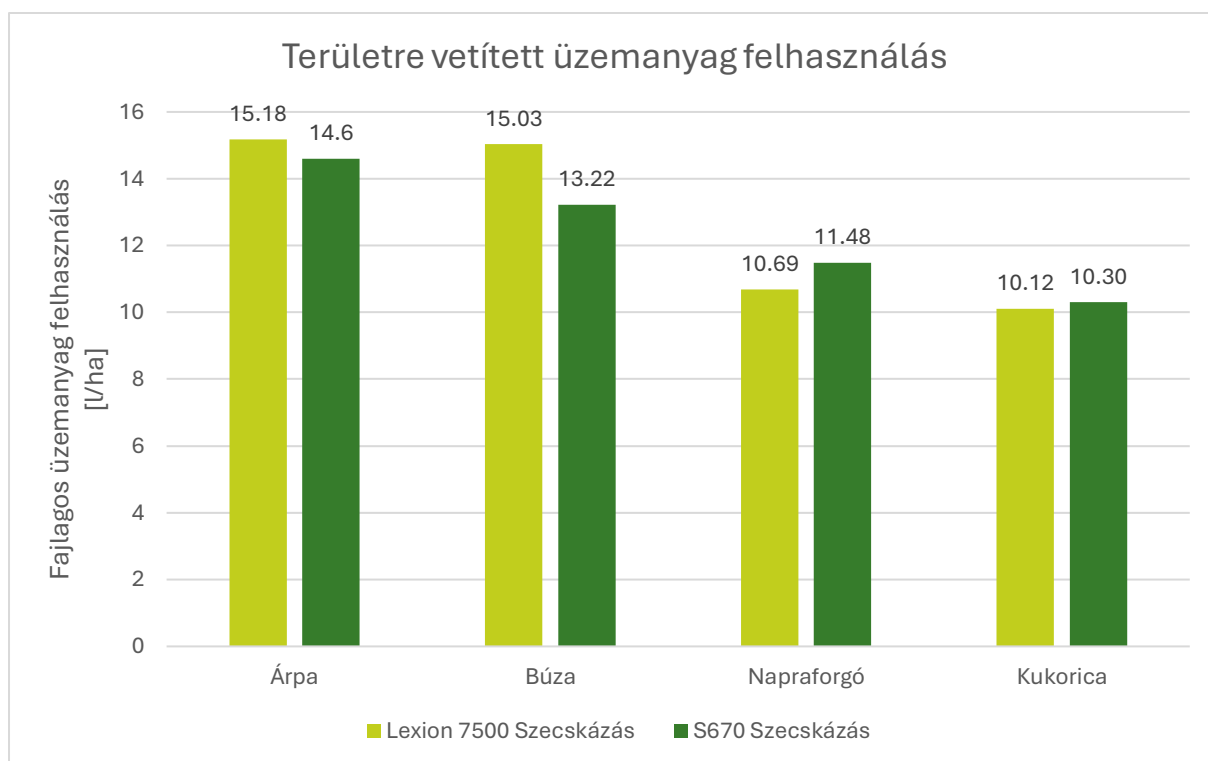
12. táblázat: Claas Lexion 7500 hektárra vetített hajtóanyag fogyasztása [l/ha]
(forrás: saját munka)

Termény	Árpa	Búza	Napraforgó	Kukorica	Borsó	Repce
Szecsikázás	15,18	15,03	10,69	10,69	-	12,01
Rendre rakás	14,38	13,92	-	-	8,93	-

13. táblázat: John Deere S670 hektárra vetített hajtóanyag fogyasztása [l/ha]
(forrás: saját munka)

Termény	Árpa	Búza	Napraforgó	Kukorica	Zab	Olajretek
Szecsikázás	14,6	13,22	11,48	11,48	11,47	11,17

Az összehasonlítás alapját a négy mindkét kombájn által betakarított kultúra biztosítja. Mindkét arató-cséplő gép esetén a szecsikázott területekről származó adatokat hasonlítom össze a 52. ábrán.



50. ábra: Területre vetített hajtóanyag fogyasztás mértéke
(forrás: saját munka)

Az 52. ábrán feltüntetett adatok alapján árpa terményben a Claas Lexion fogyasztása megközelítőleg 4%-kal magasabb, mint a John Deere-é. A fogyasztási különbség búza terményben tovább növekedett 13,7%-ra. Viszont a napraforgó betakarítása során ez megfordult és a Claas Lexion produkált kedvezőbb fogyasztási adatokat 7,4%-kal. Kukorica betakarítása során a Lexion szintén kedvezőbb mutatókat produkált viszont csak 1,8%-kal.

4.5.2. Betakarított termény tömegére vetített hajtóanyag fogyasztás

A termény tömegére vetített hajtóanyag fogyasztás mérték nagyban függ az adott terület termésátlagától. Így ezen a mutatók alapján az összehasonlítás nem tükrözi a célgépek valós fogyasztását. A mutató az esetleges költségszámításoknál jöhet szóba.

14. táblázat: Betakarított termény tömegére vetített hajtóanyag fogyasztás [l/t]
(forrás: saját munka)

Termény	Búza	Napraforgó	Kukorica	Szezon átlaga
Claas Lexion 7500	2,59	4,25	3,18	3,34
John Deere S670	2,89	4,11	3,27	3,42

5. Következtetések és javaslatok

A Darók-Farm Kft. és az Orosfarm Zrt. arató-cséplőgépein végzett üzemvizsgálat során szerzett tapasztalataim és a gépkezelőkkel és vezetőkkel folytatott beszélgetéseimen keresztül nyertem mélyebb betekintést cégek mindennapi működésébe. Az üzemvizsgálat alatt gyűjtött adatok alapján megállapítható, hogy a Claas Lexion alapidő alatti területteljesítménye valamivel nagyobb, mint a John Deere S670 teljesítménye. Viszont üzemanyagfogyasztás szempontjából gabona betakarítása során a John Deere kedvezőbb mutatókat produkált azonban ez az őszi kukorica és napraforgó betakarításra megfordult és a Claas fogyasztási adatai lettek kedvezőbbek. A vizsgált betakarítási időszakokban a betakarítógépek mindkét vállalat esetében nagyobb váratlan műszaki meghibásodás nélkül záródtak. Természetesen kisebb meghibásodások mindkét gépnél jelentkeztek. Mint például mindkét gép esetében a motor vízhűtő körében egy-egy vízcső kilyukadt. Ezen túl megállapítható, hogy a PSM-876 CS típusú napraforgó adapter mindkét vállalatnál a legtöbb meghibásodás oka volt az Orosfarmnál közel 15 óra javítási időt eredményezett a napraforgó adapter meghibásodásai. Az adapternél a leggyakoribb hiba a hidraulika rendszer gumitömlőinek kilyukadása volt valószínűleg az adapterek konstrukciós megoldásai és az adapterek korából kifolyólag ugyanis a Claas Lexionon használt adapter csaknem 12 éves. A napraforgó adaptereknél ezen túl az ékszíjak szakadása jelentett még problémát. Mindkét arató- cséplőgép a gabonák betakarítása után tervezetten átestek a ferdefelhordók felújításán. A Claas Lexion esetében csak a kopóbetétek míg a John Deere estében egy teljes felújítás történt. A John Deere S670 esetében néhány kisebb hiba is jelentkezett az őszi betakarítási időszakban. Például az ürítőcsiga végének behajtását végző elektromos munkahenger meghibásodott, viszont kézi erővel ki lehetett nyitni és reteszelni azt így a gép tovább végezhetette a betakarítást ezen túl napraforgó betakarítás közben a szalmaszecskázó ékszíja elszakadt, viszont ez a műszak végén történt így ez sem eredményezte a gép kényszerpihenőjét. Az arató- cséplőgépek kihasználtságáról elmondható, hogy mindkét gép esetén az effektív munka részaránya 53-61% között alakult. A teli magtartállyal történő üresjáratok aránya a John Deere S670 esetében az őszi időszakban a nyári többszörösére növekedett ez a szállítási kapacitás alulméretezettségére utalhat, ennek egy lehetséges megoldását a későbbiekben kifejtem.

5.1. Fejlesztési javaslatok az Orosfarm Zrt. részére

Az üzemi vizsgálat alatt szerzett tapasztalataim alapján első javaslatom a szállítójárművek fejlesztése. Első sorban a szállítási kapacitás növelése elősegítené az üresjáratok idejének csökkentését. Másod sorban a menet közbeni ürítések előtérbehelyezése is javítana a termelékenységen ehhez, viszont a gépkezelők elmondása szerint a teherautók kis platómérete nem praktikusak.

Második javaslatként a napraforgó adapter fejlesztését tűzném ki. Ugyanis a jelenleg használt adapter nem képes kiszolgálni a kombájnbán rejlő teljesítmény potenciált, illetve az adapter sűrű meghibásodása is visszaveti a produktivitást. A javaslatom egy nagyobb munkaszélességű sorfüggetlen napraforgó adapter kipróbálása és elégedettség esetén beruházása lenne. Ezáltal csökkenthető lenne a felesleges talajtaposások száma és várhatóan a fajlagos üzemanyagfogyasztás mértéke is csökkenne ezen túl megnőne az arató- cséplőgép területteljesítménye és üzembiztossága.

5.2. Fejlesztési javaslatok a Darók-Farm Kft. részére

Első javaslatként a szállítási rendszer fejlesztését szorgalmaznám. Mivel a vállalat telephelyétől távol elhelyezkedő földterületeken egy jó termésátlagú kukorica betakarítása során a szállítási rendszer a nagy szállítási távolság miatt akadozhat. Erre megoldást kínálna egy átrakópótkocsi beszerzése, ugyanis a szállítójárművek visszaérkezéséig egy puffertárolóként tudna üzemelni. A vállalatnál lenne megfelelő erőgép az átrakókocsi üzemeltetésére gondolok itt a John Deere 8R szériájú erőgépre.

Másod sorban javasolnám egy kisebb teljesítményű arató-cséplőgép beszerzését mivel a vállalatnak jelenleg csak egy darab kombájnja van a vizsgált John Deere S670-es. Ez jelentős kockázatokat rejt magában mivel egy esetleges nagyobb műszaki hiba esetén nem tudnák folytatni a betakarítást, ami jelentős anyagi kockázatot rejt magában. Ezen túl a vizsgált nagy teljesítményű betakarítógéppel történik a bér munkák kiszolgálásai is, ahol gyakran 1-2 hektáros területeken kell dolgozni vele mi a nagy munkaszélesség miatt nem praktikus illetve dönteni kell, hogy a bér munka vagy a saját területek betakarítása történjen ami esetlegesen nézeteltérésekhez vezethet ha például a bér munka nem történik meg az esőzések előtt.

6. Összefoglaló

A szakdolgozatom témájának kiválasztásakor fontos szempont volt számomra, hogy egy általam érdekesnek tartott és a mezőgazdasági termelés egy fontos területéről készüljön. Ezért esett a választásom a mezőgazdaság egyik legkritikusabb időszakának a betakarításnak a legfontosabb célgépezének vizsgálatára.

A szakdolgozatom szakirodalomfeldolgozásában a gabonabetakarítás kezdeti eszközeit és megoldásait mutattam be elsőnek. Ezek után az önjáró arató- cséplőgépek megjelenését és kezdetleges megoldásait mutattam be. Az arató- cséplőgépek általános felépítésének és részegységeinek feladatainak ismertetése után a rotoros technológiával szerelt gépek fejlesztését és megjelenését taglaltam. Ezek után következtek az üzemi vizsgálatban szereplő célgépek bemutatása. A bemutatást a gyártókkal és a vizsgált gépsorozatokkal folytattam, ezután következett a két gép fő részegységeinek bemutatása.

A szakirodalmi áttekintés után az üzemeltetési vizsgálat módszertana és az eredmények kiértékelése következik. A vizsgálatok alapjául a lakhelyemhez közel gazdálkodó két szomszédos mezőgazdasági vállalat betakarítógépeit választottam a Darók-Farm Kft. John Deere S670-es és az Orosfarm Zrt. Claas Lexion 7500-as típusú célgépeit. A szakdolgozatomban két különböző gyártmányú, viszont teljesítményben és konstrukcióban hasonló arató- cséplőgép üzemeltetési vizsgálatát végeztem el, melyben kihasználtsági, teljesítménybeli és energetikai szempontokat vizsgáltam. Az kombájnok üzemeltetése során a rövid időablakok és az időjárás kiszámíthatatlansága miatt elengedhetetlen a gépek megbízhatósága és kihasználtsága. A jelenlegi megemelkedett hajtóanyagárak mellett a fajlagos hajtóanyagfogyasztás is rendkívül fontos tényezővé vált a vállalatok számára. A vizsgálatom végére bebizonyosodott, hogy a két vizsgált arató- cséplőgép teljesítménye valóban igen közel áll egymáshoz, viszont a Claas területteljesítménye valamivel magasabb, mint a John Deere-é. A fogyasztási adatok is eltérnek egymástól, viszont különböző terményekben más-más mértékben. Gabonák betakarítása alatt a John Deere, míg kukorica és napraforgó betakarítása során a Claas üzemanyagfogyasztása volt kedvezőbb.

7. Summary

When choosing the topic of my thesis, it was important for me to choose a topic that I found interesting and that was about an important area of agricultural production. Therefore, I chose to study the most important target machine of harvesting, one of the most critical periods in agriculture.

In the literature review of my thesis, I first presented the initial tools and solutions of grain harvesting. After that, I presented the emergence and initial solutions of self-propelled harvesters and threshers. After describing the general construction and the function of the components of the harvesters, I described the development and appearance of machines equipped with rotor technology. These were followed by a presentation of the target machines in the operational test. I continued the presentation with the manufacturers and the series of machines under investigation, followed by the main components of the two machines.

The literature review is followed by the methodology of the operational test and the evaluation of the results. As a basis for the tests, I chose harvesters of two neighbouring agricultural companies, which are located close to my home, the John Deere S670 of Darók-Farm Kft. and the Claas Lexion 7500 of Orosfarm Zrt. In my thesis, I conducted an operational study of two harvesters of different makes but similar in performance and design, examining utilization, performance and energy aspects. The short time windows and unpredictability of the weather make the reliability and utilisation of machinery essential in harvester operations. With the current rise in fuel prices, specific fuel consumption has also become a very important factor for companies.

At the end of my study, it was proven that the two harvesters under investigation are very close in performance, but the Claas has a slightly higher area performance than the John Deere. The consumption figures also differ, but to a different extent for different crops. During cereal harvesting, the John Deere was more fuel efficient, whereas during maize and sunflower harvesting, the Claas was more fuel efficient.

8. Irodalomjegyzék

- [1] Paldi-Kovács A.: Magyar Néprajz II. kötete Gazdálkodás Akadémiai Kiadó, Budapest (2001)
- [2] Ortutay Gy.: Magyar Néprajzi Lexikon Akadémiai Kiadó, Budapest (1977-1982)
- [3] Orosz Gy.: Kalászos gabona-betakarító gépek Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet Budapest (2008)
- [4] <https://www.agrarszektor.hu/gepek/20231009/case-ih-axial-flow-kombajnok-4-evtizede-verhetetlenek-a-betakaritasban-45496> 2024.10.10
- [5] Sperry Rand Corporation - Sperry New Holland Division Catalog, "TR70 Twin Rotor Combine," (1977)
- [6] <https://www.claas.com/en-gb/about-claas/history-light> 2024.10.12
- [7] <https://www.axial.hu/cikkek/hirek/claas-hibrid-technologia-25-eve-lepeselonyben> 2024.09.19
- [8] CLAAS KGaA mbH: Combine harvesters LEXION 7400-8900 Brochure
- [9] CLAAS KGaA mbH: Mercedes-Benz OM470 Repair manual (2015)
- [10] <https://www.deere.co.uk/en/campaigns/combindes-75-years/> 2024.10.12
- [11] <https://greenmagazine.com/a-brief-history-of-deeres-self-propelled-combindes/> 2024.10.11
- [12] <https://sloansupport.com/2017/07/14/john-deere-s-series-combine-model-year-updates-2012-to-2017/> 2024.10.11
- [13] <https://www.fwi.co.uk/machinery/harvest-equipment/combindes/machinery-milestones-history-of-the-combine-harvester> 2024.09.20
- [14] Mezőgazdasági Technika, 2014. március
- [15] CLAAS KGaA mbH: Combine harvester front attachments Brochure

[16] Deere & Company S-Series Combines S550, S660, S670, S680, S690 Brochure

[17] <http://eta.bibl.u-szeged.hu/5361/5/Prec%C3%ADziós%20gazdálkodás%20gépei-arató-cséplő%20gépek.pdf> 2024.10.12

[18] Dr. h. c. Günther Claas – Az arató-cséplő gép

[19] Bánházy J.-Koltay J.-Soós P.: A szántóföldi munkagépek működésének elméleti alapjai
Mezőgazdasági Kiadó Budapest (1984)

[20] Dr. Bártfai Z.-Dr. Bense L.-Kocsis I.: Gépek üzemeltetése a mezőgazdaságban
Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft, Budapest, (2020)

9. Ábrajegyzék

1. ábra: Aratósarlók	4
2. ábra: Aratás kaszával	4
3. ábra: Különböző kialakítású csépek	5
4. ábra: Nyomtatás székérrel a vásárhelyi pusztán	5
5. ábra: Cséplőgép	6
6. ábra: Lóvontatású aratva cséplőgép	7
7. ábra: Kezdetleges magajáró arató-cséplőgép	7
8. ábra: Arató- cséplőgépek felépítés	8
9. ábra: Case-IH Axial Flow 1460 munka közben	9
10. ábra: New Holland TR70	9
11. ábra: Claas kötözőfej	10
12. ábra: Claas arató-cséplő-kötöző gép	10
13. ábra: Claas Lexion 480	11
14. ábra: Claas Lexion 7500	12
15. ábra: Claas Vario 770	13
16. ábra: Ziegler oldalkasza	14
17. ábra: PSM-876 CS munkapozícióban	15
18. ábra: Hibrid kialakítású törőhenger	16
19. ábra: APS SYNFLOW HYBRID cséplőrendszer	17
20. ábra: ROTO PLUS rendszer	18
21. ábra: 4D tisztítás.....	18
22. ábra: Rostaszekevény.....	19
23. ábra: Magelevátoron elhelyezett szemnedvességmérő.....	20
24. ábra: Claas Lexion 7500 magtartály ürítése közben	21
25. ábra: Mercedes-Benz OM 407 LA	22
26. ábra: Hűtőrendszer.....	23
27. ábra: Waterloo Boy	24
28. ábra: John Deere Model 55.....	25
29. ábra: John Deere S670.....	25
30. ábra: 625x adapter a szállítókocsin	26
31. ábra: PSM-876 CS szállítási pozícióban	27
32. ábra: Oros Cornado adapter	27
33. ábra. Rotor felépítése	28
36. ábra: Magtartály ürítés közben.....	30
37. ábra: John Deere PowerTech PSX 9.0l	31
38. ábra: Termények területbéli eloszlása a John Deere esetében	33

39. ábra: Termények területbéli eloszlása a Claas esetében.....	34
40. ábra: John Deere S670 motor üzemóra elemzés a nyári időszakban	37
41. ábra: Claas lexion 7500 motor üzemóra elemzés a nyári időszakban.....	38
42. ábra: John Deere S670 motor üzemóra elemzés az őszi időszakban	39
43. ábra: Claas Lexion 7500 motor üzemóra elemzés az őszi időszakban.....	40
44. ábra: Napi betakarított terület nagysága nyári időszakban	41
45. ábra: Napi betakarított terület nagysága az őszi időszakban	42
46. ábra: Napi betakarított terület nagysága nyári időszakban	42
47. ábra: Napi betakarított terület nagysága az őszi időszakban	43
48. ábra: Alapidő alatti teljesítmény	44
49. ábra: Produktív idő alatti teljesítmény.....	45
50. ábra: Technika idő alatti teljesítmény	46
51. ábra: Összes munkaidő alatti teljesítmény.....	47
52. ábra: Területre vetített hajtóanyag fogyasztás mértéke	50

10. Táblázatjegyzék

1. táblázat: John Deere S670 által betakarított területek terményenként bontva	33
2. táblázat: Claas Lexion 7500 által betakarított területek kultúrákra bontva	34
3. táblázat: Produktív idő-kihasználási mutatók	35
4. táblázat: Technikai idő-kihasználási mutatók	35
5. táblázat: Alap és összes munkaidő aránya	36
6. táblázat: Alapidő alatti teljesítmény [ha/h]	44
7. táblázat: Produktív idő alatti teljesítmény [ha/h]	45
8. táblázat: Technikai idő alatti teljesítmény [ha/h]	46
9. táblázat: Összes munkaidő alatti teljesítmény [ha/h]	47
10. táblázat: Claas Lexion által óránként betakarított termény tömege [t/h]	48
11. táblázat: John Deere S670 által óránként betakarított termény tömege [t/h]	48
12. táblázat: Claas Lexion 7500 hektárra vetített hajtóanyag fogyasztása [l/ha]	49
13. táblázat: John Deere S670 hektárra vetített hajtóanyag fogyasztása [l/ha]	49
14. táblázat: Betakarított termény tömegére vetített hajtóanyag fogyasztás [l/t]	50

11. Ábrák forrásai

http1: <http://csemadok.sk/felvideki-ertektar/cseplogep> 2024.09.02

http2: <https://www.fwi.co.uk/machinery/harvest-equipment/combindes/machinery-milestones-history-of-the-combine-harvester> 2024.09.02

http3: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=YUOBChv4-NM> 2024.09.02

http4: https://www.claashungaria.hu/company/claas-sikertortenete/neues_dokument/milestones 2024.09.19

http5: <https://www.axial.hu/cikkek/hirek/claas-hibrid-technologia-25-eve-lepeselonyben> 2024.09.19

http6: <https://www.axial.hu/cikkek/hirek/a-teljesitmeny-a-gep-elejen-kezdodik-claas-conspeed> 2024.09.20

http7: <https://www.deere.co.uk/en/campaigns/combindes-75-years> 2024.09.20

http8: <https://greenmagazine.com/a-brief-history-of-deeres-self-propelled-combindes/> 2024.09.21

http9: <https://www.deere.com/en/harvesting/s-series-combindes/> 2024.10.29

http10: <https://www.evergladesfarmequipment.com/john-deere/engine-and-drivetrain/interim-tier-4-stage-iii-b/powertech-psx-9-0l/6090hfc95/> 2024.10.29

12. Nyilatkozatok

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Berki Gábor
A Hallgató Neptun kódja: UM9M1T
A dolgozat címe: Arató- cséplőgépek üzemeltetési vizsgálata
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Műszaki Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Gépek Tanszék

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

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottnak 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 Október 30


Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Berki Gábor (hallgató Neptun azonosítója: UM9M1T) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom¹.

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

Kelt: 2024 év 11. hó 05. nap


belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendő.

² A megfelelő aláhúzendő.