

Kodolányi János Egyetem  
Üzemmérnök-informatikus szak



**Vásárlási döntéseket segítő modellezés**

# Permetező drónok ár-teljesítmény vizsgálata

2026

Szakdolgozat

Név: Kosárszki Tamás  
Neptun kód: LG1DZX  
Konzulens: Dr. Pitlik László  
Tanév: 2025/2026 II. félév

# Tartalom

Tartalom.....	1
Kivonat .....	4
1. Bevezetés .....	5
1.1 Problémafelvetés .....	5
1.2 Célok .....	5
1.3 Célcsoportok .....	6
1.4 Hasznosság.....	6
1.5 Információs többletérték .....	8
1.6 A dolgozat felépítése, arányai és terjedelmi korlátai .....	9
2. Szakirodalmi háttér és tantárgyi kapcsolódások.....	10
2.1 Szakterületi háttér .....	10
2.2 Módszertani háttér .....	11
2.3 Kapcsolódó megoldások, benchmarking .....	13
2.4 Kapcsolódási pontok és eltérések más COCO-orientált szakdolgozatokhoz képest.....	14
2.5 Tantárgyi kapcsolódások.....	16
2.5.1 A választott specializáció keretében folyó fejlesztések minőség- és projektmenedzsmentje .....	16
2.5.2 Adatbázisok I-II. ....	16
2.5.3 Adatszerkezetek és algoritmusok.....	17
2.5.4 Emberi viselkedés és kommunikáció .....	17
2.5.5 Európai civilizáció és identitás.....	18
2.5.6 Felhasználói interfészek és vizualizáció .....	18
2.5.7 Hálózatok és számítógép architektúrák .....	19
2.5.8 Informatikai védelem és biztonság.....	19

2.5.9	Innovatív információs és kommunikációs technológiák a választott specializáció kapcsán	19
2.5.10	Komplex társadalomtudományi ismeretek .....	20
2.5.11	Matematikai alapok.....	20
2.5.12	Mesterséges intelligenciák a választott specializáció kapcsán.....	21
2.5.13	Operációs rendszerek .....	21
2.5.14	Programozás I-II-III.....	21
2.5.15	Programozási alapelvek és módszertanok .....	22
2.5.16	Rendszermodellezés .....	22
2.5.17	Rendszertervezés.....	22
2.5.18	Szakterületi jogi ismeretek .....	23
2.5.19	Szoftverarchitektúrák .....	23
2.5.20	Szoftvertesztelés.....	24
2.5.21	Szoftverüzemeltetés .....	24
2.5.22	Tudásmenedzsment a választott specializáció kapcsán .....	24
2.5.23	Vállalati gazdaságtan .....	25
2.5.24	Vezetési és vállalkozási ismeretek.....	25
3.	A döntéstámogató rendszer tervezése és megvalósítása .....	25
3.1	Követelmények és tervezés .....	26
3.1.1	Funkcionális követelmények .....	26
3.1.2	Nem funkcionális követelmények .....	28
3.1.3	Rendszerarchitektúra és komponensek .....	28
3.1.4	Adatmodell és adatfolyamok.....	30
3.1.5	UI/UX és webdesign terv .....	31
3.1.6	IT biztonsági aspektusok.....	32
3.2	Megvalósítás .....	33

3.2.1	Technológiai környezet és eszközök.....	33
3.2.2	Backend és adatbázis megoldás .....	34
3.2.3	Frontend és felhasználói felület .....	35
3.2.4	Elemzési / értékelő modul.....	36
3.2.5	Összevetés LLM alapú megoldásokkal.....	38
3.2.6	Telepítés és üzemeltetés .....	40
3.2.7	Biztonsági megoldások .....	41
3.2.8	Felhasználói támogatás .....	42
3.2.9	Tesztelés és értékelés.....	43
4.	Vita .....	46
5.	Következtetések .....	48
6.	Jövőkép.....	49
7.	Összefoglaló .....	51
8.	Mellékletek.....	52
8.1	Irodalomjegyzék.....	52
8.2	Irodalomjegyzék lefedettségi táblázat.....	55
8.3	Ábrajegyzék.....	56
8.4	Táblázatjegyzék.....	56
8.5	Rövidítésjegyzék.....	56
8.6	LLM konverzációk teljes szövege .....	57

# Kivonat

A szakdolgozat célja a permetező drónok ár–teljesítmény viszonyának vizsgálata, valamint egy olyan webes döntéstámogató rendszer bemutatása, amely támogatja a felhasználókat a különböző dróntípusok objektívebb összehasonlításában. A téma aktualitását a precíziós mezőgazdaság terjedése, a permetező drónok növekvő piaci jelenléte, valamint az a gyakorlati probléma adja, hogy a gyártói specifikációk és árak önmagukban nem mindig teszik lehetővé a megalapozott beszerzési döntést.

A dolgozat módszertani alapját az objektum–attribútum mátrix (OAM) és a COCO alapú kiértékelési megközelítés adja. A vizsgálat során különböző permetező dróntípusok műszaki paraméterei és beszerzési árai kerültek egységes szerkezetbe rendezésre, majd rangsorolás és összehasonlító elemzés segítségével értékelésre. A módszer gyakorlati alkalmazhatóságának szemléltetésére egy webes felület is készült, amely támogatja az adatbevitelt, az elemzés lefuttatását, valamint az eredmények áttekinthető megjelenítését.

Az eredmények azt mutatják, hogy a magasabb piaci ár nem minden esetben jelent arányosan kedvezőbb műszaki hasznosságot. Az összehasonlítás alapján az egyes dróntípusok között jól azonosíthatók olyan eltérések, amelyek a gyártói adatlapok egyszerű áttekintésével nehezebben lennének felismerhetők. A bemutatott rendszer előnye, hogy a döntési folyamatot gyorsabbá, átláthatóbbá és reprodukálhatóbbá teszi.

A dolgozat következtetése szerint a strukturált adatkezelésre és következetes kiértékelésre épülő döntéstámogatás érdemben csökkentheti a hibás beszerzési döntések kockázatát. A fejlesztett megoldás nem egyetlen univerzálisan legjobb drón kijelölésére törekszik, hanem arra, hogy az adott igényekhez jobban illeszkedő alternatívák kiválasztását segítse elő.

# 1. Bevezetés

*„A mezőgazdaságban az utóbbi években egyre nagyobb szerepet kapnak a precíziós technológiák, amelyek célja a termelés hatékonyságának növelése és a környezeti terhelés csökkentése.”* (Prof. Dr. Tamás (T13)) A permetező drónok ebbe a technológiai irányba illeszkednek: képesek a növényvédő szerek célzott kijuttatására, miközben a kezelési műveletek gyorsabban és rugalmasabban szervezhetők. A különböző gyártók és típusok eltérő műszaki paraméterekkel rendelkeznek, ezért a megfelelő eszköz kiválasztásához szükség van a specifikációk strukturált összehasonlítására és értékelésére.

## 1.1 Problémafelvetés

*„A permetező drónok piaca gyorsan bővül, a választható modellek és a piacon elérhető konfigurációk száma folyamatosan növekszik. Továbbá az európai zöld megállapodásban foglaltak szerint 2030-ra felére kell csökkenteni a kémiai növényvédő szerek felhasználásának mértékét az Európai Unióban, így a szakszerű, tudással megtámogatott drónos permetezés valóban megtámogathatja az ilyen célkitűzések megvalósítását.”* (Baklanova (T15), 2022) A gyártói specifikációk önmagukban nem mindig adnak egyértelmű választ arra, hogy melyik eszköz tekinthető a legköltséghatékonyabbnak, ezért gazdálkodók és szolgáltatók számára egyre nehezebb megalapozott döntést hozni. Ebből következően indokolt egy olyan összehasonlító megközelítés alkalmazása, amely a különböző típusok műszaki paramétereit egységes szerkezetben kezeli, és objektív módon támogatja a döntést. A dolgozat ehhez egy objektum–attribútum mátrixon (OAM) alapuló adatrepresentációt és a COCO módszer szerinti kiértékelést alkalmaz, amely lehetőséget ad a típusok következetes, reprodukálható összevetésére.

## 1.2 Célok

A felmérés célja a permetező drónok beszerzési költségének és műszaki jellemzőinek összevetése. Arra keresem a választ, hogy a magasabb ár ténylegesen együtt jár-e jobb felhasználhatósággal, és melyek azok a műszaki jellemzők, amelyek a gyakorlatban a leginkább befolyásolják a drónválasztást. A releváns műszaki adatok gyártói specifikációkból származnak, amelyek fellelhetők a gyártók weboldalain. A „DJI Agras” széria esetében, például a DJI hivatalos weboldalán.

(DJI (T03), dátum nélk.). Az így összegyűjtött adatokat, OAM formában kezelem. A módszer gyakorlati alkalmazhatósága érdekében egy weboldalt is fejlesztettem, amelyen a szükséges adatok megadhatók, majd a kiértékelés lefuttatható. A cél az, hogy a rendszer ne csak a dolgozatban bemutatott elemzéshez legyen használható, hanem a későbbiekben is segítséget nyújtson a mezőgazdasági termelőknek és szolgáltatóknak a megalapozott drónválasztásban.

### **1.3 Célcsoportok**

A dolgozat és a webes kiértékelő felület elsődleges célcsoportját azok alkotják, akik permetező drón beszerzését, üzemeltetését vagy szolgáltatási célú alkalmazását tervezik, és ehhez összehasonlítható támpontokat keresnek. Ide tartoznak elsősorban a mezőgazdasági termelők, akik saját gazdaságukhoz illeszkedő eszközöket keresnek, valamint a szolgáltatók, akik különböző munkakörülmények között használnak drónokat.

### **1.4 Hasznosság**

Nem csupán a mezőgazdasági termelők számára lehet hasznos ez a dolgozat, hanem azoknak a vállalkozásoknak és magánszemélyeknek is, akik szolgáltatásként tervezik a drónos permetezést, és ehhez szeretnének megfelelő eszközt beszerezni. A vizsgálat gyakorlati értéke abban van, hogy megmutathatja: az árkülönbségek mögött nem minden esetben ugyanaz a műszaki tartalom vagy felhasználhatóság áll, ezért adott helyzetben az egyik típus jobb választás lehet, mint a másik. Fontos ugyanakkor, hogy az eredményekből nem lehet egy általános legjobb drón kijelentést levonni, mert a választás erősen függ az alkalmazási körülményektől, attól, hogy mely paramétereket vizsgáljuk, illetve attól is, hogy mely típusokat hasonlítjuk össze. Emiatt a dolgozat célja nem egyetlen univerzális ajánlás megfogalmazása, hanem egy olyan összehasonlító keret bemutatása, amely adott igények mellett segít megtalálni a reális alternatívákat.

A dolgozat hasznossága numerikusan is érzékeltethető. A vizsgált mintában a drónok árai megközelítőleg 2,2 millió forint és 7,4 millió forint között mozognak, vagyis a legolcsóbb és a legdrágább típus között több mint 5 millió forintos különbség adódik. Egy ilyen ár sávban már önmagában is jelentős gazdasági következménye lehet annak, ha a választás pusztán benyomások vagy kiragadott paraméterek alapján történik. Ha a strukturált összehasonlítás révén a felhasználó elkerül egy olyan beszerzést, ahol a magasabb ár nem jár együtt arányosan kedvezőbb műszaki

hasznossággal, akkor a döntéstámogatás gyakorlati értéke közvetlen pénzügyi előnyként is értelmezhető.

A hasznosság benchmark alapon is vizsgálható. A permetező drónok kiválasztása történhet pusztán gyártói adatlapok kézi összeolvasásával, egyszerű, naiv táblázatos összevetéssel, vagy a dolgozatban bemutatott webes OAM + COCO alapú rendszer segítségével. Az első megoldás gyors első tájékozódást adhat, ugyanakkor nehezen reprodukálható, és könnyen vezethet kiragadott paramétereken alapuló döntéshez. A második megoldás már strukturáltabb, de továbbra is jelentős mértékben szubjektív, mert nem biztosít egységes értékelési logikát. A harmadik megoldás előnye, hogy az adatokat egységes szerkezetben kezeli, a vizsgálati szempontokat rangsorolt formába rendezi, majd az összehasonlítást reprodukálható módon végzi el. A három megközelítés főbb különbségeit a következő táblázat foglalja össze (1. táblázat):

Döntési előkészítés fajtája	Becsült időráfordítás	Döntési kockázat	Várható gyakorlati haszon
Gyártói adatlapok kézi összeolvasása	120–180 perc	magas	gyors első tájékozódás, de könnyen torz döntés
Egyszerű, naiv táblázatos összevetés	45–60 perc	közepes	részben strukturált, de továbbra is szubjektív
Saját webes OAM + COCO alapú megoldás	10–15 perc	alacsony	gyorsabb, reprodukálhatóbb és szakmailag jobban védhető döntés

*1. Táblázat: A három döntési megközelítés főbb különbségei (saját szerkesztés)*

A hasznosság másik oldala az időráfordítás csökkenése. Nyolc különböző dróntípus több attribútum szerinti manuális összehasonlítása hagyományos módon külön adatlapok, ár listák és jegyzetek átnézését igényli. Ezzel szemben a dolgozatban bemutatott webes rendszer ugyanazokat az adatokat egységes szerkezetben kezeli, és rövid idő alatt áttekinthető eredményt ad. Az automatizált vagy részben automatizált rendszer nemcsak kényelmi többletet ad, hanem mérhető időmegtakarítást és következetesebb döntéselőkészítést is.

A döntéstámogatás numerikus értelmezését a következő becslés szemlélteti (2. táblázat):

Tétel	Érték / becslés
Vizsgált legalacsonyabb ár	2 200 000 Ft
Vizsgált legmagasabb ár	7 400 000 Ft
Maximális árkülönbség a mintában	5 200 000 Ft
5%-os becsült többletráfordítás	110 000 – 370 000 Ft
10%-os becsült többletráfordítás	220 000 – 740 000 Ft
Kézi döntés-előkészítés becsült ideje	120–180 perc
Saját rendszerrel becsült időigény	10–15 perc
Becsült időmegtakarítás	kb. 105–170 perc / döntési helyzet

*2. Táblázat: A döntéstámogatás gyakorlati hasznosságának numerikus becslése (saját szerkesztés)*

A hasznosság tehát ebben az esetben nem egy örökérvényű győztes kijelölésében ragadható meg, hanem a rossz beszerzési döntés kockázatának csökkentésében, a döntési folyamat gyorsításában és az indokolhatóság javításában. A dolgozatban bemutatott megoldás gyakorlati értéke abban áll, hogy a vizsgált alternatívák közül adott igények mellett segít kiválasztani a reális és szakmailag is jobban védhető megoldásokat.

## 1.5 Információs többletérték

A dolgozat információs többletértéke abban áll, hogy a gyártói specifikációkat nem önmagukban kezeli, hanem egységes szerkezetbe rendezi és kiértékeli, így a különböző dróntípusok ténylegesen összehasonlíthatóvá válnak. A legtöbb esetben az adatlapokból csak különálló paramétereket látunk, viszont ezekből nem derül ki egyértelműen, hogy adott felhasználási igény mellett melyik típus tekinthető kedvezőbb választásnak. Ezt a pluszt az adja, hogy az adatok objektum-attribútum mátrix (OAM) formában kerülnek feldolgozásra, majd a COCO módszer szerinti kiértékelés egy következetes szempontrendszer mentén ad eredményt. Így nem csak szemre történik az összevetés, hanem egy olyan eljárás alapján, ami ugyanarra a bemenetre ugyanazt az eredményt adja, tehát reprodukálható.

A webes felület tovább növeli a többletértéket, mert a módszer nem egy egyszeri számítás marad: bárki elvégezheti a kiértékelést a saját adataival, és új dróntípusokkal később is bővíthető. Emellett az eredmények áttekinthető formában jelennek meg, ami megkönnyíti az értelmezést, és a döntés szempontjából releváns különbségek gyorsabban észrevehetőek.

## 1.6 A dolgozat felépítése, arányai és terjedelmi korlátai

A témaválasztás mögött egyrészt a drónos növényvédelem gyakorlati terjedése áll, másrészt az a tapasztalat, hogy beszerzési döntések előtt a specifikációk önmagukban könnyen félrevezetőek. Egy 20 literes és egy 30 literes tartálykapacitású drón között például nem csak a tartály mérete a különbség: más lehet a kijuttatási sebesség, a repülési idő, a kezelhető terület nagysága, sőt még a hozzáférhető kiegészítők és a karbantartási igény is. A dolgozatban ezért a műszaki paramétereket nem külön-külön, hanem egy egységes, többtényezős rendszerben kezelem.

A kutatási kérdésem a következőképpen fogalmazható meg: a vizsgált drónok esetében mennyire tükrözi a piaci ár a műszaki paraméterekből levezethető hasznosságot, és kimutatható-e olyan típus, amely az ár/teljesítmény viszony alapján kedvezőbb választásnak tekinthető. Fontosnak tartom kiemelni, hogy a dolgozatban bemutatott módszer nem azt állítja, hogy létezik egy örökérvényű legjobb drón, hanem azt, hogy a döntés transzparenssebbé és jobban indokolhatóvá tehető a megfelelő adatrepresentációval és következetes kiértékeléssel.

A vizsgálat terjedelmi korlátai miatt a módszer bemutatását egy kisebb, de jól dokumentált drónmintán végzem, és a számítások alapját a gyártói adatlapokból származó műszaki adatok adják. A piaci árakat nyilvánosan elérhető ár listák és termékoldalak alapján vettem fel, így az eredmények értelmezésekor számolni kell a piaci árak időbeli változásával, illetve azzal, hogy egyes konfigurációk (akkumulátor, töltőrendszer, RTK, kiegészítők) a különböző forrásokban eltérően szerepelhetnek.

A dolgozat formai kialakítása során a Kodolányi János Egyetem szakdolgozati formai elvárásait vettem alapul. Ennek megfelelően a törzsszöveg egységes formázással, következetes bekezdés és oldalkialakítással készült. A fejezetek és alfejezetek számozott címsorokkal jelennek meg, amelyek egyértelműen tagolják a szöveget, és támogatják a tartalomjegyzék áttekinthetőségét is. Az ábrák sorszámozott, dőltbetűs, kék színű felirattal szerepelnek, a dolgozat végén pedig külön irodalomjegyzék, ábrajegyzék és rövidítésjegyzék segíti a tájékozódást. Az idézett szövegrészek a

dolgozatban dőlt betűs kiemeléssel jelennek meg, hogy jól láthatóan elkülönüljenek a saját megfogalmazású szövegrészekről. A mellékletekben olyan kiegészítő tartalmak kaptak helyet, amelyek a dolgozat megértését és alátámasztását szolgálják, de terjedelmük vagy jellegük miatt célszerűbb külön kezelni őket. A választott formai megoldások célja összességében az volt, hogy a dolgozat szerkezete világos, követhető, egységes és szakmailag rendezett legyen.

A dolgozatban felhasznált webes források, a dolgozat leadásának időpontjában elérhetőek voltak.

## 2. Szakirodalmi háttér és tantárgyi kapcsolódások

A fejezet célja, hogy bemutassa a dolgozat szakmai és módszertani háttérét, valamint azokat a tantárgyi kapcsolódásokat, amelyek a téma feldolgozását megalapozták. A permetező drónok ár-teljesítmény vizsgálata nem kizárólag szakterületi kérdés, hanem egyszerre kapcsolódik a döntéstámogatáshoz, az adatkezeléshez, a modellezéshez és a webes rendszerfejlesztéshez is. Emiatt ebben a fejezetben először a témához tartozó szakterületi háttér és a választott módszertan kerül bemutatásra, majd röviden kitérek a kapcsolódó megoldásokra és benchmarking szempontokra is. Ezt követően foglalom össze, hogy a képzés során tanult egyes tantárgyak milyen módon járultak hozzá a dolgozat elkészítéséhez.

### 2.1 Szakterületi háttér

*„A precíziós mezőgazdaság lényege, hogy a beavatkozásokat a lehető legpontosabban, a szükséges helyre, a szükséges időben és mennyiségben hajtsuk végre.”* (Prof. Dr. Tamás (T13))  
Ebből a szemléletből adódik, hogy a technológia nem önmagáért fontos, hanem azért, mert segít csökkenteni a veszteségeket és a felesleges erőforrás-felhasználást. A drónos permetezés ebbe a logikába illeszkedik: ott is képes kezelést végezni, ahol a földi gépek nehezen vagy egyáltalán nem jutnak el, mindemellett a kijuttatás is irányíthatóbbá válik. *„Amint a hazai jogszabályi háttér, a drónpilóta-képzési feltételek rendeződnek, a drónos permetezés kétségtelenül jelentős szerepet fog betölteni a precíziós gazdálkodásban, amely az európai zöld megállapodásban foglalt növényvédőszer-felhasználás csökkentésére vonatkozó elvekkel is harmonizálhat.”* (Baklanova (T15), 2022)

A téma informatikai és mezőgazdasági kapcsolódását az is erősíti, hogy a Kodolányi János University hivatalos angol nyelvű tájékoztatója a képzés céljai között a „*solid skillset in modern techniques in the field of cyber security and agricultural informatics*” kialakítását is hangsúlyozza. (Kodolányi János University (T04), dátum nélk.)

A permetező drónok működése során a fedélzeti vezérlés és a szóró rendszer összehangoltan dolgozik. A repülési útvonal biztosítja a stabil pályát, miközben a fúvóka a tervezett mennyiséget porlasztja le. A szakirodalom is kiemeli, hogy a légi kijuttatás minőségét több tényező együttesen befolyásolja, vagyis „*aerial spraying quality and droplet drift are affected by many factors*” (Dashuai, Sheng, Zhuolin, & Wujing (T09), 2022). A gyakorlatban ezért egy drón hatékonysága nem egyetlen szám, hanem több paraméter együttese. A beszerzési döntésnél tipikusan egyszerre merül fel a tartálykapacitás, a kijuttatási sebesség, a repülési idő, a permetezési szélesség, a hatótáv, és az, hogy a rendszer bővíthető-e.

A drónos növényvédelem ugyanakkor korlátokkal is rendelkezik. A hasznos teher és az akkumulátor kapacitása fizikai határokat szab, és az időjárás tényezők a kijuttatás minőségét közvetlenül befolyásolják. A szakirodalom is kiemeli, hogy a permetező drónoknál az üzemidő és a hasznos teher növelése a technológia két legfontosabb kihívása, vagyis „*Increasing the endurance and payload capacities of the RPAAS platforms appear to be the two most important technological challenges facing the spray drone industry in the agricultural sector.*” (Martin & Latheef (T09), 2022) A biztonságos üzemeltetéshez képzett kezelő, megfelelő tervezés és a jogszabályi megfelelés is szükséges. A nemzetközi szakirodalom szerint a permetező drónok vizsgálata ma már nemcsak technológiai, hanem gazdaságossági és jövőbeni alkalmazhatósági szempontból is kiemelt terület, mivel a kutatások az eszközök „*advancements, challenges, and future prospects*” kérdését is részletesen tárgyalják. (Amin, Iman, Aria, & Shirin (T01), 2025) A hazai szakmai környezetben is megjelenik, hogy „*a permeteződrónok még nem tudtak széles körben elterjedni*”, vagyis a technológia gyakorlati térnyerését nemcsak a műszaki fejlettség, hanem a szabályozási és üzemeltetési környezet is befolyásolja. (KITE Zrt. (T05), 2026)

## 2.2 Módszertani háttér

A beszerzési döntések támogatására a gyakorlatban gyakran használnak egyszerű összevetéseket, például árlistát, specifikációs táblázatot, illetve többtényezős értékelő táblákat, mint a

pontozás vagy a súlyozás. Ezek a módszerek akkor működnek jól, ha kevés objektum és kevés, egyértelműen mérhető attribútum áll rendelkezésre. Amint azonban több objektumot, több paramétert, illetve eltérő mértékegységű adatokat szeretnénk egyszerre kezelni, gyorsan előjönnek a klasszikus problémák: hogyan tegyük összehasonlíthatóvá a literben, percben, hektárban és forintban mért értékeket, és hogyan kerüljük el, hogy a döntés érzelmi alapokon legyen.

A dolgozatban használt megközelítés alapja az objektum–attribútum mátrix. Az OAM egy olyan táblázatos szerkezet, ahol a sorok az összehasonlítandó objektumokat, az oszlopok pedig a releváns attribútumokat jelentik. A mátrix előnye, hogy egyszerre ad áttekintést és alkalmas automatizálható feldolgozásra (1. ábra).

Típus	Tartály kapacitás (rangsorszám)	Max. kijuttatás /perc (rangsorszám)	Max. permetezhető terület /óra (rangsorszám)	Granulátum szórásra képes (rangsorszám)	Max repülési idő (rangsorszám)	Max. permetezési szélesség (rangsorszám)	Hatótáv (rangsorszám)	Piaci ár (forint)
DJI Agras T10	8	8	6	2	4	7	2	2 530 000
DJI Agras T30	3	6	1	1	2	1	2	4 888 000
DJI Agras T40	1	5	2	1	3	6	2	7 393 000
AGR A22	7	3	8	1	5	2	6	3 999 999
BDU AE50	2	1	3	2	5	2	6	3 058 000
BDU AE30	3	6	3	2	5	8	6	3 067 800
EFT G630	3	3	6	2	5	2	5	2 219 630
Yiassu F30	6	2	3	2	1	2	1	7 405 639

1. Ábra: OAM adattábla - OAM munkalap – A1:P10 tartomány (Forrás: (Kosárszki (T08), 2024))

Az OAM közvetlen numerikus értékeivel azonban nem minden elemzési modell tud dolgozni, különösen akkor, ha a különböző attribútumok skálája és eloszlása nagyon eltér. Emiatt a következő lépés a rangsorolás: minden attribútumot egy közös, egységes skálán fejezünk ki. A rangsorolásnál két döntési pont van: hogy mely attribútumokat választjuk be a vizsgálatba, és mi az ideális irányuk, azaz, hogy a nagyobb vagy a kisebb érték jobb. Ezt az irányt gyakran irányvektorként értelmezzük. A rangsorolt OAM már alkalmas arra, hogy a hasonlóságelemzés COCO modellcsaládja feldolgozza. A COCO módszer nem új keletű megközelítés, hanem korábban is publikált, objektivitásra törekvő összehasonlítási modellcsalád, amely az objektumok több szempont szerinti vizsgálatára alkalmas. „*Our presentation is about the methodology of COCO Component-based Object Comparison for Objectivity a recently developed Hungarian, Linear Programming based context-free similarity analysis method.*” (Bánkuti & Pitlik (T10), 2010) A modellcsalád egyik gyakran használt változata a „*COCO-STD*” (my-x (T16), dátum nélk.), amely kifejezetten

ár–teljesítmény vizsgálatokra alkalmas. A modell logikája röviden az, hogy a valós Y-változót közelíti az X-változók lépcsős függvényeként. Minden attribútumhoz hozzárendelhető egy hatásmechanizmus, és az egyes attribútum-hatások összege adja az adott objektum becsült Y értékét. A becsült és a valós Y különbsége a delta. Ez alapján értelmezhető, hogy egy objektum felül vagy alul árazott e. Ez a különbség a dolgozatban nem, mint abszolút igazság jelenik meg, hanem mint egy olyan, adatokból következetesen levezetett érték, amely segíti a döntést. A módszer aktualitását az is mutatja, hogy a COCO logikára épülő elemzések a közelmúltban is megjelentek KJE kapcsolódású, angol nyelvű konferenciaanyagokban. Példaként említhető a „*Circuit-Specific Performance Evolution in Formula 1 Anti-Discriminative Analysis of the Hungarian GP (2010–2023)*” munka. (Ariunbold (T02), 2025)

A módszertan fontos eleme a validáció. A COCO modell eredményeinek hitelességét a gyakorlatban gyakran ellenőrzik inverz rangsorolással: ilyenkor az attribútumok irányát megfordítjuk, majd lefuttatjuk az elemzést. A várakozás az, hogy az inverz futtatásnál a delta előjele megforduljon, azaz ellentétes legyen. Ha ez nem történik meg, akkor a kapott eredményt óvatosan kell kezelni, mert a minta vagy a rangsorolás iránya okozhat inkonzisztenciát. A dolgozatban ezt a validációt automatizáltan is megjelenítem a webes felületen.

A módszertani háttér lezárásaként fontosnak tartom megemlíteni a naiv becsléseket is. Ilyen naiv megközelítés például, ha a rangsorolt attribútumok átlagát vagy az átlagok összegét tekintjük teljesítménypontnak, és a piaci árat elosztjuk ezzel a pontszámmal. Ez gyorsan ad egy Ft/pont mutatót, de érzékeny a rangsorolásra, és hitelessége nem validálható. A COCO modell ezzel szemben kifejezetten egy becslési és ellenőrzési logikát épít fel.

## 2.3 Kapcsolódó megoldások, benchmarking

A permetező drónok kiválasztásához a gyakorlatban többféle információforrás áll rendelkezésre. A legkézenfekvőbb a gyártói adatlap, ahol a műszaki paraméterek hivatalos formában megjelennek. Ezek az adatlapok ugyanakkor jellemzően marketing logikával szerkesztettek: a kiemelt számok sokszor ideális körülmények között értelmezhetők, és a különböző gyártók nem feltétlenül azonos definíciókat használnak.

A másik tipikus forrás a kereskedői oldalak és az árukeresők világa. Ezek előnye, hogy a piaci árhoz közelebb állnak, viszont a műszaki adatok itt gyakran rövidítettek, hiányosak, vagy

nem pontosan jelennek meg. Harmadik forrás a tesztvideók és a felhasználói vélemények köre. Ezek hasznosak lehetnek az üzemeltetési tapasztalatok miatt, de nehezen strukturálhatók, és sok esetben az összehasonlíthatóság a szubjektivitás miatt nem lehetséges.

A jelen dolgozatban alkalmazott OAM + COCO szemlélet a benchmarkingban egy másik irányt képvisel: itt nem az egyes preferenciák súlyozása kerül előtérbe, hanem a rendelkezésre álló adatokból történő következetes, reprodukálható becslés. A webes felület fejlesztése pedig azért fontos, mert a módszer nem marad egy statikus Excel-tábla. A felhasználó saját összehasonlításait is elvégezheti, és az adatbázis bővíthető új objektumokkal. A benchmarking szemlélet a mezőgazdasági döntésekben sem idegen, hiszen a szakirodalom a benchmarkingot is úgy írja le, mint „*a tool to analyze and better understand the farm as a business*” (Food and Agriculture Organization of the United Nations (T09), 2010), ami jól illeszkedik ahhoz, hogy a jelen dolgozat a permetező drónok kiválasztását strukturáltabb és összehasonlíthatóbb formában közelíti meg

## **2.4 Kapcsolódási pontok és eltérések más COCO-orientált szakdolgozatokhoz képest**

A jelen dolgozat módszertani szempontból több olyan szakdolgozathoz kapcsolható, amelyek szintén objektum–attribútum mátrixra és COCO alapú kiértékelésre épülnek. A közös pont ezekben a munkákban az, hogy az összehasonlítandó objektumokat strukturált attribútumkészlet mentén rendezik OAM formába, majd a kiértékelést valamilyen COCO modell segítségével végzik el. Ilyen értelemben a jelen dolgozat nem elszigetelt megoldás, hanem egy tágabb, COCO orientált módszertani környezetbe illeszkedik. Ugyanakkor fontos hangsúlyozni, hogy a konkrét alkalmazási terület, az adatforrások jellege és a megvalósítás módja alapján a dolgozat több ponton el is tér a többi futó munkától.

A „*NewsCast*” című szakdolgozat (Váradí (T06), 2026) például szintén alkalmazza a COCO modellt és az OAM szemléletet, de egészen más problématerületen. A fókusz nem termékek vagy gépek ár–teljesítmény alapú összehasonlítása, hanem hírforrások objektivitásának vizsgálata. A rendszerben a COCO a hírforrások összevetését támogatja. Ez a megoldás jól mutatja, hogy a COCO orientált szemlélet nem egyetlen alkalmazási területhez kötődik, hanem különböző döntés-támogatási és elemzési helyzetekben is használható. A jelen dolgozat ehhez képest szűkebb, de egyben konkrétabb és közvetlenebb beszerzési problémára koncentrálna: permetező drónok közötti

választást támogat műszaki és gazdasági attribútumok alapján. A két munka közös pontja tehát az OAM és a COCO logika, de míg az előbbi inkább információs és médiapiaci elemzési irányba mozdul el, addig a jelen dolgozat egy mezőgazdasági eszközbeszerzési döntés támogatását helyezi előtérbe.

A mobiltelefon-adatok automatikus gyűjtésével és COCO alapú értékelésével foglalkozó szakdolgozat a „*Mobiltelefon adatok automatikus gyűjtése web scraperrel és elemzése*” (Török (T06), 2026) módszertani szempontból közelebb áll a munkámhoz. Abban a dolgozatban szintén termékek összehasonlítása történik, a cél pedig az, hogy a különböző műszaki jellemzők alapján objektívebb összevetés jöhessen létre. Ebben a dolgozatban is megjelenik a rangsorolás, a validáció, valamint az ár-teljesítmény mutató számítása. Ez jól mutatja, hogy a jelen dolgozat nem egyedi abban az értelemben, hogy termékek közötti többtényezős összevetésre használja a modellt. A mobiltelefonos dolgozat fő súlypontja azonban az automatizált adatgyűjtésen, és a Python-alapú feldolgozáson van, míg a jelen dolgozatban a hangsúly nem az automatikus adatkinyerésen, hanem a permetező drónok beszerzésének döntéstámogató feldolgozásán, valamint egy webes kiértékelő felület kialakításán van. A két megközelítés tehát módszertanilag rokon, de eltérő fejlesztési fókuszú.

Összességében a más COCO-orientált szakdolgozatokkal való összevetés alapján az állapítható meg, hogy a jelen munka módszertani értelemben illeszkedik a futó hasonlóságelemző és OAM alapú dolgozatok körébe, ugyanakkor a saját hozzájárulása több ponton is jól azonosítható. Egyrészt a választott alkalmazási terület gyakorlati és aktuális mezőgazdasági problémára reagál. Másrészt a dolgozat nem áll meg az OAM és a COCO modell bemutatásánál, hanem ehhez egy külön webes döntéstámogató felületet is fejleszt, amely a felhasználót végig vezeti az adatbeviteltől az eredményig. Harmadrészt a validációs logika is hangsúlyosabban jelenik meg benne, mivel az inverz OAM előállítása és az abból származó visszaellenőrzés a rendszer működésének része. Emiatt a jelen dolgozat a módszer gyakorlati alkalmazhatóságát és felhasználóközeliségét is erősíti.

Az összevetés a jelenleg párhuzamosan készülő öt COCO orientált szakdolgozat figyelembevételével történt.

## **2.5 Tantárgyi kapcsolódások**

A szakdolgozat témája több, a képzés során tanult tantárgyhoz is közvetlenül kapcsolódik. A permetező drónok ár-teljesítmény vizsgálata ugyanis nem csak egy szűken vett informatikai feladat, hanem egyszerre jelent adatkezelési, modellezési, programozási, rendszertervezési és döntéstámogatási problémát is. A dolgozatban bemutatott webes alkalmazás, az objektum-attribútum mátrix használata, valamint a COCO alapú kiértékelés mind olyan elemek, amelyek mögött több tantárgy során megszerzett ismeret áll. Az alábbi alpontok azt foglalják össze, hogy az egyes tantárgyak hogyan jelennek meg a dolgozat elkészítése során.

### **2.5.1 A választott specializáció keretében folyó fejlesztések minőség- és projektmenedzsmentje**

A dolgozat elkészítése során végig fontos volt, hogy a fejlesztést ne csak technikai feladatként kezeljem, hanem egy jól felépített projektként is. A rendszer kialakítása több egymásra épülő lépésből állt: adatgyűjtésből, tervezésből, fejlesztésből, tesztelésből és dokumentálásból. A drónok műszaki adatainak összegyűjtése, a vizsgálat szempontjainak kijelölése, majd ezek webes rendszerbe szervezése csak tudatos ütemezéssel volt kezelhető. Ennél a tantárgynál tanult szemlélet abban segített, hogy a feladatokat átláthatóan lehessen bontani, és a fejlesztés során a minőségi szempontok se szoruljanak háttérbe. Ez különösen fontos volt azért, mert a dolgozat nem csak elméleti modell, hanem egy működő döntéstámogató felület kialakítását is célul tűzte ki. Az ehhez kapcsolódó tárgyi tudás a dolgozatban leginkább a 3.1. fejezetben, a 3.2. fejezetben és a 3.2.9. alfejezetben érhető tetten, mivel ezekben jelenik meg a tervezés, a megvalósítás és a tesztelés egymásra épülő, projektjellegű kezelése.

### **2.5.2 Adatbázisok I-II.**

A webes alkalmazás egyik alapja a megfelelően kialakított adatkezelés. A drónokhoz tartozó műszaki paraméterek, az árak, valamint az elemzéshez szükséges adatok csak akkor kezelhetők jól, ha mögöttük rendezett adatstruktúra áll. Az adatbázisokhoz kapcsolódó ismeretek abban segítettek, hogy a rendszer ne csak tárolja az adatokat, hanem azok később is jól lekérdezhetők, bővíthetők és kezelhetők maradjanak. A dolgozat szempontjából ez azért lényeges, mert a külön-

böző dróntípusok csak egységes adattárolás mellett hasonlíthatók össze érdemben. A gyártói specifikációkból származó adatok eltérő szerkezetűek lehetnek, ezért ezek rendezése és egységesítése már adatbázis-tervezési feladatként is értelmezhető. A rendszer későbbi bővíthetőségét is ez alapozza meg, hiszen új drónok vagy új attribútumok felvétele csak megfelelő adatmodell mellett kezelhető jól. Az ehhez kapcsolódó tárgyi tudás a dolgozatban leginkább a 3.1.4., a 3.2.2. és a 3.2.9. alfejezetekben lelhető fel, mert ezek mutatják meg az adatmodell, az adatkezelés és az adatbázis-műveletek gyakorlati megvalósítását.

### **2.5.3 Adatszerkezetek és algoritmusok**

A dolgozatban nem elegendő pusztán összegyűjteni a drónok adatait, azokat feldolgozható formába is kell rendezni. Az objektum-attribútum mátrix létrehozása, a rangsorolás, valamint az összehasonlítás logikája mind kapcsolódik az adatszerkezetek és algoritmusok témájához. Ez a tárgy főként abban segített, hogy a vizsgálat mögött ne csak adatok legyenek, hanem egy jól felépített, következetes feldolgozási logika is. A drónok közötti összevetés során ugyanis nem egyetlen paraméter alapján történik az értékelés, hanem több jellemző együttes kezelésével. Ennek megfelelően fontos volt, hogy az adatok olyan szerkezetben jelenjenek meg, amelyből a további számítások és a COCO-kiértékelés egyértelműen elvégezhetőek. Az algoritmikus szemlélet itt abban is megjelent, hogy az összehasonlítás lépései ismételhetőek és reprodukálhatóak maradjanak. Az ehhez kapcsolódó tárgyi tudás a dolgozatban leginkább a 2.2. fejezetben, a 3.2.4. alfejezetben és a 3.2.9. alfejezetben érhető tetten, mivel itt jelenik meg leginkább az OAM, a rangsorolási logika és a reprodukálható feldolgozási menet.

### **2.5.4 Emberi viselkedés és kommunikáció**

Bár a dolgozat témája műszaki jellegű, a célja mégis az, hogy emberi döntéseket segítsen. A drónválasztás során ugyanis nem csak az számít, hogy milyen adatok állnak rendelkezésre, hanem az is, hogy azok mennyire érthetően és átláthatóan jelennek meg a felhasználó számára. Ez a tantárgy abban adott támpontot, hogy a rendszer kommunikációja, felépítése és a visszajelzések megfogalmazása a felhasználói oldal szempontjából is értelmezhető legyen. A dolgozatban fejlesztett felület esetében ez különösen fontos, mert a cél nem pusztán egy technikai számítás lefuttatása, hanem az, hogy a felhasználó jobban megértse az egyes drónok közötti különbségeket. A kommu-

nikációs szempont tehát közvetve a döntéstámogatás hatékonyságát is befolyásolja. Az ehhez kapcsolódó ismeretek a dolgozatban leginkább az 1.3. fejezetben, a 3.1.5. alfejezetben és a 3.2.8. alfejezetben jelennek meg.

### **2.5.5 Európai civilizáció és identitás**

A permetező drónok alkalmazása nem csupán technológiai kérdés, hanem egy tágabb gazdasági és társadalmi környezet része is. A precíziós mezőgazdaság, a fenntarthatóság és az erőforrás-hatékonyság egyaránt olyan területek, amelyek európai szinten is egyre hangsúlyosabbak. Ez a tantárgy abban segített, hogy a dolgozat témáját ne kizárólag technikai oldalról, hanem szélesebb összefüggésben is lássam. A drónos növényvédelem mögött ugyanis nem csak egy új eszköz megjelenése áll, hanem az a törekvés is, hogy a mezőgazdasági beavatkozások pontosabbá és takarékosabbá váljanak. Ez a szemlélet a dolgozat problémafelvetésével is összhangban van, hiszen az ár-teljesítmény vizsgálat önmagában is a hatékonyabb választást támogatja. Az ehhez kapcsolódó ismeretek a dolgozatban leginkább a 2.1. fejezetben, az 1.4. fejezetben és az 5. fejezetben jelennek meg.

### **2.5.6 Felhasználói interfészek és vizualizáció**

A fejlesztett webes felület célja az volt, hogy a drónok adatainak felvitele, összehasonlítása és az eredmények megtekintése egyszerű és átlátható legyen. A felhasználói felület kialakításánál fontos szempont volt, hogy a rendszer ne csak jól működjön, hanem egyben könnyen használható is legyen. A tantárgyhoz kapcsolódó ismeretek ebben a részben közvetlenül megjelentek, különösen az elrendezés, az adatmegjelenítés és az áttekinthetőség terén. Mivel a dolgozatban több paramétert kell egyszerre figyelembe venni, különösen fontos volt, hogy az eredmények ne kaotikus formában jelenjenek meg. Az összehasonlítás logikáját a vizualizáció is támogatja, mert a felhasználó így gyorsabban felismerheti, hogy mely típusok erősek vagy gyengék bizonyos szempontok szerint. A jó felület itt nem díszítőelem, hanem a döntéstámogató funkció része. Az ehhez kapcsolódó tárgyi tudás a dolgozatban leginkább a 3.1.5., a 3.2.3. és a 3.2.8. alfejezetekben tudtam felhasználni, mert ezekben jelenik meg közvetlenül a felület kialakítása, az adatok vizuális megjelenítése és a használhatóság támogatása.

### **2.5.7 Hálózatok és számítógép architektúrák**

A dolgozatban szereplő rendszer webes környezetben működik, ezért a kliens-szerver szemlélet és a hálózati működés alapjainak megértése is fontos volt. A rendszer használata során a felhasználó a böngészőn keresztül kommunikál a szerverrel, amely feldolgozza a kéréseket és visszaadja az eredményeket. Ez a tantárgy ahhoz adott alapot, hogy a rendszer működését ne csak programozási, hanem informatikai infrastruktúra szinten is értelmezni tudjam. A webes alkalmazás esetében a háttérben zajló adatkapcsolatok és a szerveroldali feldolgozás ugyan nem feltétlenül láthatóak a felhasználó számára, de a működés szempontjából meghatározók. Az ehhez kapcsolódó tárgyi tudás a dolgozatban leginkább a 3.1.3., a 3.2.1. és a 3.2.6. alfejezetekben érhető tetten, mivel ezek mutatják meg a kliens-szerver logikát, a technológiai környezetet és az üzemeltetési hátteret

### **2.5.8 Informatikai védelem és biztonság**

A webes alkalmazás fejlesztése során figyelembe kellett venni az alapvető biztonsági szempontokat is. Ide tartozik például a bemeneti adatok ellenőrzése, a hibás vagy rosszindulatú inputok kezelése, valamint az adatkezelés megbízhatósága. A tantárgy során megszerzett ismeretek segítettek abban, hogy a rendszer ne csak funkcionálisan működjön, hanem biztonság tudatos szemlélettel is készüljön el. A dolgozatban szereplő felület ugyan nem egy nagy terhelésű vállalati rendszer, de ettől függetlenül fontos volt a védekezés az alapvető sérülékenységekkel szemben. A felhasználói adatok ellenőrzése, az adatbázis-műveletek körültekintő kezelése és a stabil működés biztosítása mind ide kapcsolódik. Ez azért is lényeges, mert egy döntéstámogató rendszer hitelességét a megbízhatóság is meghatározza. Az ehhez kapcsolódó tárgyi tudás a dolgozatban leginkább a 3.1.6., a 3.2.7. és a 3.2.9. alfejezetekben demonstrálható, mert ezekben jelenik meg a biztonsági tervezés, a konkrét védelmi megoldások és azok ellenőrzése.

### **2.5.9 Innovatív információs és kommunikációs technológiák a választott specializáció kapcsán**

A dolgozat témája önmagában is egy innovatív technológiai területhez kapcsolódik, hiszen a permetező drónok a precíziós mezőgazdaság modern eszközei közé tartoznak. A dolgozat újszerűsége azonban nem csak magában a drónos környezetben jelenik meg, hanem abban is, hogy a kiválasztás támogatására egy informatikai alapú, strukturált elemzési megközelítést alkalmaz. Ez

a tantárgy megerősítette azt a szemléletet, hogy az informatika más területek problémáinak megoldásában is fontos támogató szerepet tölthet be. A dolgozatban bemutatott rendszer éppen ezt a kapcsolódást jeleníti meg: mezőgazdasági gépek összehasonlítását támogatja informatikai modellezéssel. Ez a fajta technológiai átjárás a korszerű informatikai gondolkodás egyik fontos eleme. Az ehhez kapcsolódó tárgyi tudás a dolgozatban leginkább a 2.1. fejezetben, a 3.2.4. alfejezetben, a 3.2.5. alfejezetben és a 6. fejezetben lelhető, mivel ezek mutatják meg legjobban az innovatív technológiai környezetet és annak gyakorlati hasznosítását.

### **2.5.10 Komplex társadalomtudományi ismeretek**

A drónválasztás nem csak műszaki, hanem gazdasági és gyakorlati döntés is. Egy ilyen döntés mögött megjelenik a beruházási szempont, a használhatóság, a piaci környezet és a felhasználói igény is. Ez a tantárgy abban segített, hogy a dolgozatban a műszaki adatok összehasonlítása mellett a döntési helyzet tágabb környezetét is figyelembe vegyem. A permetező drónok esetében a döntés hátterében sokszor nem csak a technológiai érdeklődés áll, hanem nagyon is gyakorlati kérdések, például, hogy milyen munkamennyiségre, milyen körülmények között és milyen költségkerettel keresnek megoldást. Emiatt az ár-teljesítmény vizsgálat társadalmi és gazdasági oldalról is értelmezhető. Az ehhez kapcsolódó ismeretek a dolgozatban leginkább az 1.3. fejezetben, az 1.4. fejezetben, a 4. fejezetben és az 5. fejezetben jelennek meg.

### **2.5.11 Matematikai alapok**

Az ár-teljesítmény vizsgálat mögött egyértelműen jelen van a matematikai szemlélet. Az adatok rendszerezése, a rangsorolás, az összehasonlítás és az OAM logikája mind olyan terület, ahol szükség van formalizált gondolkodásra. A tantárgy főként abban segített, hogy a dolgozat módszertani része ne csak leíró jellegű legyen, hanem világos logikai alapokon álljon. Az attribútumok egységes kezelése, a teljesítményre utaló jellemzők összehangolt figyelembevétele és az árhoz való viszonyítás mind matematikai megalapozottságát igényel. Ez adja meg a dolgozat elemzési részének az alapját. Az ehhez kapcsolódó tárgyi tudás a dolgozatban leginkább a 2.2. fejezetben, a 3.2.4. alfejezetben és a 3.2.9. alfejezetben érhető tetten, mert ezekben jelenik meg a modell mögötti logikai és mennyiségi gondolkodás.

### **2.5.12 Mesterséges intelligenciák a választott specializáció kapcsán**

A dolgozatban alkalmazott COCO alapú kiértékelés döntéstámogatási és modellezési oldalról kapcsolódik ehhez a tantárgyhoz. Itt nem klasszikus gépi tanulási modellről van szó, hanem olyan strukturált elemzési megközelítésről, amely az adatok közötti összefüggések alapján segíti a döntés előkészítését. Ez a tantárgy hozzájárult ahhoz, hogy a dolgozatban alkalmazott módszer intelligens, de mégis átlátható döntéstámogató logikaként tudjam kezelni. A COCO szerepe a dolgozatban abban jelenik meg, hogy az OAM alapján előállított adatszerkezetből következetes kiértékelést ad. Ez azért fontos, mert a drónok összevetése így nem pusztán intuitív vagy szubjektív módon történik, hanem formalizált eljárással. Az ehhez kapcsolódó tárgyi tudás a dolgozatban leginkább a 2.2. fejezetben, a 2.4. fejezetben, a 3.2.4. alfejezetben és a 3.2.5. alfejezetben tudtam felhasználni, mert ezekben válik közvetlenül láthatóvá a döntéstámogatási logika és annak MI-hez köthető értelmezése.

### **2.5.13 Operációs rendszerek**

A rendszer fejlesztése és futtatása mögött szükség volt az operációs rendszerekhez kapcsolódó gyakorlati szemléletre is. A webszerver, az adatbázis és a fejlesztői környezet működése mind olyan terület, ahol az operációs rendszerekhez kapcsolódó alapok hasznosultak. Ez a tantárgy főleg a háttérkörnyezet megértésében és a rendszer stabil működésének biztosításában játszott szerepet. A dolgozat szempontjából ez azért fontos, mert a webes alkalmazás nem önmagában létezik, hanem egy futtatási környezetre támaszkodik. A fejlesztői és tesztelési környezet beállítása, valamint a rendszer megbízható működésének biztosítása e nélkül nem lenne megoldható. Az ehhez kapcsolódó tárgyi tudás a dolgozatban leginkább a 3.2.1., a 3.2.6. és a 3.2.7. alfejezetekben érhető tetten, mert ezek mutatják meg a futtatási környezet, az üzemeltetés és a rendszer stabil működésének operációs rendszerhez kötődő oldalát.

### **2.5.14 Programozás I-II-III.**

A dolgozat gyakorlati megvalósítása közvetlenül támaszkodott a programozási tantárgyak során megszerzett tudásra. A backend logika, az adatfeldolgozás, a feltételkezelés, a ciklusok, a függvények használata és az általános problémamegoldó gondolkodás mind ide kapcsolódik. A webes alkalmazás elkészítése lényegében ezekre az alapokra épült. A drónadatok rögzítése, feldol-

gozása és a kiértékelés előkészítése mind programozási feladatként jelent meg. Ugyanígy programozási szemlélet kellett ahhoz is, hogy a rendszer a felhasználói inputból szabályos adatstruktúrát állítson elő, majd ezt továbbadja az elemzési logika számára. Ez a tárgy tehát a dolgozat megvalósításának egyik legerősebb alapját adta. Az ehhez kapcsolódó ismeretek a dolgozatban leginkább a 3.2.2., a 3.2.3. és a 3.2.4. alfejezetekben jelennek meg.

### **2.5.15 Programozási alapelvek és módszertanok**

A fejlesztés során nem csak az volt fontos, hogy a rendszer működjön, hanem az is, hogy a kód átlátható, tagolt és később is karbantartható maradjon. Az egyes funkciók elkülönítése, a moduláris gondolkodás és a rendezett felépítés mind ehhez a tantárgyhoz kapcsolódik. Ez a szemlélet különösen fontos volt a webes alkalmazás backend részének kialakításánál. A dolgozatban ugyanis a rendszer több, egymáshoz kapcsolódó funkcióból áll: adatfelvitelből, tárolásból, elemzésből és kiértékelésből. Ezeket csak akkor lehet később is jól kezelni és fejleszteni, ha a megoldás nem esetleges módon épül fel. A tárgy során tanult módszertani háttér ezt a rendezettséget támogatta. Az ehhez kapcsolódó ismeretek a dolgozatban leginkább a 3.1. fejezetben, a 3.2. fejezetben és a 3.2.9. alfejezetben jelennek meg.

### **2.5.16 Rendszermodellezés**

A dolgozat egyik lényegi eleme maga a modellezés. A valós drónparamétereket olyan egységes szerkezetben kellett kezelni, amely alkalmas az objektív összehasonlításra. Az objektum-attribútum mátrix ennek a modellezési szemléletnek egy gyakorlati megjelenése. A tantárgy abban segített, hogy a valós problémát kezelhető, formalizált struktúrává lehessen alakítani. A dolgozat szempontjából ez kulcsfontosságú, mert a drónok közötti különbségek önmagukban még nem vezetnek döntéstámogatáshoz. Ahhoz előbb a valós műszaki jellemzőket olyan formába kell önteni, amelyből következetes összevetés készíthető. A rendszermodellezés tehát nem mellékes háttér, hanem a módszer egyik központi eleme. Az ehhez kapcsolódó ismeretek a dolgozatban leginkább a 2.2. fejezetben, a 3.1.4. alfejezetben és a 3.2.4. alfejezetben jelennek meg.

### **2.5.17 Rendszertervezés**

A fejlesztett alkalmazás mögött tudatos rendszertervezés áll. A frontend, a backend, az adatkezelés és az elemzési logika egymástól elkülönülő, de mégis együttműködő részeket alkotnak.

Ez a tantárgy közvetlenül hozzájárult ahhoz, hogy a rendszer ne csak működőképes legyen, hanem logikailag is rendezett felépítésű. A dolgozatban szereplő webes megoldás esetében különösen fontos volt, hogy a felhasználói felület ne keveredjen össze a háttérben futó adatkezeléssel és számítási folyamattal. Ez a tárgy abban segített, hogy a dolgozatban ne csak egy működő kód, hanem egy értelmezhető rendszerstruktúra jelenjen meg. Az ehhez kapcsolódó tárgyi tudás a dolgozatban leginkább a 3.1.1., a 3.1.3., a 3.1.4. és a 3.1.5. alfejezetekben érhető tetten, mivel ezek mutatják meg a követelményekből kiinduló rendszertervezést.

### **2.5.18 Szakterületi jogi ismeretek**

A dolgozat témája több ponton is érinti a jogi környezetet. Egyrészt a drónos növényvédelem területe szabályozott, másrészt egy webes rendszer kialakításánál is figyelembe kell venni az adatkezelési és felelősségi kérdéseket. Ez a tantárgy abban segített, hogy a dolgozat témáját ne csak technikai oldalról, hanem a szabályozási környezet szempontjából is értelmezni tudjam. A permetező drónok esetében a használhatóság nem választható el teljesen az üzemeltetési és jogi megfelelési háttértől. Emellett a dolgozat készítése során a forráskezelés, a korrekt hivatkozás és a szellemi tulajdon kérdése is ide kapcsolódik. Az ehhez kapcsolódó tárgyi tudás a dolgozatban leginkább a 2.1. fejezetben, a 3.1.6. alfejezetben és a 3.2.7. alfejezetben demonstrálható, mert ezekben jelenik meg legerősebben a szabályozási környezethez és az informatikai megfeleléshez kapcsolódó szemlélet.

### **2.5.19 Szoftverarchitektúrák**

A réteges felépítés, a komponensek elkülönítése és a rendszer bővíthetősége a szoftverarchitektúrák tantárgyhoz kapcsolódik. A dolgozatban szereplő alkalmazás ugyan nem nagyvállalati rendszer, de kialakításánál fontos szempont volt, hogy később új drónokkal, új attribútumokkal vagy további funkciókkal is bővíthető maradjon. Ez a gondolkodás azért fontos, mert a jelen dolgozatban bemutatott mintahalmaz korlátozott, de maga a módszer később jóval szélesebb körben is használható lehet. A szoftverarchitektúra szemlélete segített abban, hogy a mostani megoldás ne egyszer használatos prototípus legyen, hanem olyan alap, amelyre később is lehet építeni. Az ehhez kapcsolódó ismeretek a dolgozatban leginkább a 3.1.3., a 3.2.1., a 3.2.2. és a 3.2.3. alfejezetekben jelennek meg.

### **2.5.20 Szoftvertesztelés**

A rendszer elkészítése során szükség volt arra is, hogy a funkciókat ne csak megvalósítsam, hanem ellenőrizzem is. Az adatbevitel, a mentés, a megjelenítés és az elemzési logika helyes működését tesztelni kellett. A szoftverteszteléshez kapcsolódó ismeretek segítettek abban, hogy a rendszer működését tudatosan és dokumentálható módon vizsgáljam. Ez a dolgozatban azért különösen fontos, mert a döntéstámogató funkció csak akkor tekinthető hitelesnek, ha az azt kiszolgáló rendszer megbízhatóan működik. A tesztelés tehát nem csupán technikai ellenőrzés volt, hanem a dolgozat eredményeinek alátámasztásához is hozzájárult. A tesztelési jegyzőkönyv ezt a gyakorlatban is igazolja. Az ehhez kapcsolódó ismeretek a dolgozatban leginkább a 3.2.9. alfejezetben és a 3.2.7. alfejezetben jelennek meg.

### **2.5.21 Szoftverüzemeltetés**

Egy rendszer értéke nem csak a fejlesztésben, hanem a működtethetőségben is megmutatkozik. A dolgozatban szereplő alkalmazásnál is fontos volt, hogy használható és fenntartható legyen. Ez a tantárgy abban adott segítséget, hogy a rendszerre ne csak fejlesztői, hanem üzemeltetési szempontból is tekintsek. A webes alkalmazás ugyanis akkor tud valódi gyakorlati segítséget nyújtani, ha folyamatosan stabil és használható marad. Ez a szemlélet a szerverkörnyezet, a technológiai háttér és a stabil működés kérdéseiben jelent meg. Az ehhez kapcsolódó ismeretek a dolgozatban leginkább a 3.2.6., a 3.2.7. és a 3.2.8. alfejezetekben jelennek meg.

### **2.5.22 Tudásmenedzsment a választott specializáció kapcsán**

A dolgozat egyik fontos eleme, hogy a különböző forrásokból származó műszaki adatokat rendezett, összehasonlítható tudássá alakítja. A gyártói specifikációk önmagukban még nem jelennek jól használható döntési alapot, de megfelelő struktúrába rendezve már igen. Ez a tantárgy abban segített, hogy a dolgozatra ne csak technikai fejlesztésként, hanem tudásrendezési feladatként is tekintsek. Az ehhez kapcsolódó tárgyi tudás a dolgozatban leginkább a 2.3. fejezetben, a 2.4. fejezetben, a 3.2.5. alfejezetben és a 6. fejezetben demonstrálható, mivel ezekben válik hangsúlyossá a korábbi megoldásokhoz való kapcsolódás, az információs többlet és a továbbfejlesztetőség.

### **2.5.23 Vállalati gazdaságtan**

Az ár-teljesítmény vizsgálat egyértelműen kapcsolódik a gazdasági szemlélethez. A drón-választásnál nem elegendő csupán a műszaki paramétereket figyelembe venni, mert a beszerzési költség és a gyakorlati hasznosság együtt adja a döntés lényegét. Ez a tantárgy hozzájárult ahhoz, hogy a műszaki összehasonlítást gazdasági oldalról is megalapozottan tudjam kezelni. A dolgozat alapvető kérdése is erre épül: valóban jobb választást jelent-e a drágább típus, vagy bizonyos esetekben kedvezőbb árú modell is hasonló gyakorlati értéket képviselhet. Ez a megközelítés már túlmutat a pusztán műszaki leírásán, és közvetlenül kapcsolódik a gazdasági racionalitáshoz. Emiatt ez a tantárgy a dolgozat egyik erős kapcsolódó eleme. Az ehhez kapcsolódó tárgyi tudás a dolgozatban leginkább az 1.4. fejezetben, a 3.2.4. alfejezetben, a 4. fejezetben és az 5. fejezetben érhető tetten, mert ezek mutatják meg legjobban az ár, a teljesítmény és a gyakorlati hasznosság gazdasági összefüggéseit.

### **2.5.24 Vezetési és vállalkozási ismeretek**

A permetező drónok nem csak saját gazdaságban használhatók, hanem szolgáltatási és vállalkozási környezetben is. Emiatt a dolgozatban bemutatott döntéstámogató megközelítés olyan felhasználók számára is hasznos lehet, akik üzleti alapon gondolkodnak drónbeszerzésben vagy drónos szolgáltatásban. Ez a tantárgy abban segített, hogy a dolgozat gyakorlati hasznosságát ne csak technikai, hanem vállalkozási oldalról is átlássam, ugyanis egy ilyen beruházásnál a döntés mögött megtérülési és piaci szempontok is állhatnak. Az ehhez kapcsolódó ismeretek a dolgozatban leginkább az 1.3. fejezetben, az 1.4. fejezetben, a 3.2.6. alfejezetben és a 6. fejezetben jelennek meg.

## **3.A döntéstámogató rendszer tervezése és megvalósítása**

A fejezet a dolgozat saját munkáját mutatja be, azaz a permetező drónok összehasonlítására készített webes döntéstámogató rendszer tervezését és megvalósítását. Először a követelmények és a tervezési szempontok kerülnek bemutatásra, majd ezt követi a rendszer technológiai kör-

nyezetének, főbb komponenseinek és működésének ismertetése. A fejezet kitér a biztonsági, üzemeltetési és tesztelési szempontokra is, hogy a megoldás ne csak elméleti, hanem gyakorlati oldalról is értékelhető legyen. A bemutatott elemzési folyamat nemcsak a webes döntéstámogató felületen követhető, hanem a hozzá tartozó táblázatos háttérállományban is. A kiinduló objektum–attribútum mátrix, annak rangsorolt változata, valamint a részszámítások és köztes eredmények a „*dronok\_oam.xlsx*” (Kosárszki (T08), 2024)állományban található. Ez biztosítja, hogy a webes felület mögött álló elemzési logika külön is visszakövethető és ellenőrizhető legyen.

## 3.1 Követelmények és tervezés

Ebben az alfejezetben azokat a szempontokat foglalom össze, amelyek a rendszer kialakítását meghatározták. Először a funkcionális és nem funkcionális követelményeket mutatom be, majd ezekre építve a tervezés főbb elemeit, vagyis a rendszer felépítését, adatkezelési logikáját, felhasználói felületét és a biztonsági szempontokat ismertetem. A cél az volt, hogy a későbbi megvalósítás mögött egy átgondolt, követhető és a dolgozat témájához illeszkedő rendszerterv álljon.

### 3.1.1 Funkcionális követelmények

A webes alkalmazást úgy terveztem meg, hogy az egyébként manuálisan is elvégezhető OAM és COCO alapú kiértékelési folyamatot egy egyszerűbben használható, átláthatóbb és gyorsabban elvégezhető formába rendezze. A kiindulópont az volt, hogy a felhasználó jellemzően nem elemzői háttérrel rendelkező szakember, hanem olyan gazdálkodó, szolgáltató vagy érdeklődő, aki permetező drónok között szeretne összehasonlítást végezni, és ehhez segítséget vár. A rendszernek emiatt nem pusztán számolnia kell, hanem végig is kell vezetnie a felhasználót a folyamaton.

Ennek megfelelően szükséges volt egy olyan kezdőfelület kialakítása, amely röviden és közérthetően megmagyarázza, hogy az oldal mire való, milyen problémára nyújt megoldást, és milyen attribútumokkal dolgozik. Ez azért fontos, mert a felhasználó csak akkor tudja helyesen értelmezni az eredményeket, ha már a használat elején világos számára, hogy nem egy egyszerű ár összehasonlításról, hanem egy többtényezős döntéstámogatásról van szó.

A második alapfunkció a drónadatok rögzítése. A rendszernek alkalmasnak kellett lennie arra, hogy a felhasználó a vizsgálatba bevonni kívánt drónok paramétereit egy űrlapon keresztül rögzíthesse. Ilyen adatok például a név, a tartálykapacitás, a kijuttatási sebesség, a repülési idő, a

permetezési szélesség, a hatótáv, a granulátum-szórási képesség és az ár. Ezek a paraméterek adják azt az alapot, amelyből később az objektum attribútum mátrix előállítható, majd a kiértékelés lefuttatható.

A rendszer központi funkciója maga az elemzés indítása. A tervezés során cél volt, hogy a felhasználónak ne kelljen külön táblázatokkal, kézi rangsorolással más számítási lépésekkel foglalkoznia. A rendszernek egyetlen indítással elő kell tudnia állítani a nyers adatokból a rangsorolt OAM struktúrát, majd el kell végeznie a naiv becslést és a COCO alapú kiértékelést is. Ez a funkció azért kulcsfontosságú, mert ettől válik a módszer ténylegesen használhatóvá a gyakorlatban, és nem marad meg egy nehezen reprodukálható, részben manuális eljárás szintjén.

A tervezés során külön funkcionális követelményként jelent meg az inverz elemzés és a validáció is. Mivel a dolgozatban alkalmazott logika eredményeinek hitelességét az inverz futtatás révén lehet ellenőrizni, ezért a rendszernek automatikusan elő kell tudnia állítani az inverz rangsorolt OAM-ot, le kell futtatnia az inverz kiértékelést, majd össze kell vetnie a delta értékek előjelét az eredeti futással. Az így kapott valid vagy invalid jelzés nem csak technikai többletfunkció, hanem a dolgozat módszertani megbízhatóságának is része.

Végül fontos funkcionális követelmény volt az eredmények áttekinthető megjelenítése. Ennek megfelelően a tervezett eredményoldalon meg kell jelenniük a nyers adatoknak, a rangsorolt OAM-nak, a naiv becslésnek, a COCO eredményének, az inverz futás adatainak és a validáció összegzésének.

Az alkalmazás egyik plusz funkciója, hogy külön aloldalon bemutatja az elemzési folyamat logikáját is. Ezzel a felhasználó végig tudja követni, hogy a megadott adatokból milyen lépéseken keresztül lesz értékelhető eredmény. Ez a megoldás különösen jól illik a dolgozat céljához, mert egyszerre támogatja a gyakorlati használatot és a módszer érthetőségét.

A következő fontos funkció a felvitt drónok listázása és kezelése. A rendszernek nem csak az adatfelvitelre kell lehetőséget adnia, hanem arra is, hogy a felhasználó lássa, mely objektumokat vitte már fel, és szükség esetén törölhesse is őket. Ez a funkció azért lényeges, mert az összehasonlítás előkészítése gyakran iteratív módon történik: előfordulhat, hogy egy típust később mégsem szeretne a felhasználó bevonni az elemzésbe, vagy új típusal egészítené ki a mintát.

### 3.1.2 Nem funkcionális követelmények

A nem funkcionális követelményeknél az volt a célom, hogy az alkalmazás a gyakorlatban is jól használható legyen. Gyorsan reagáljon, legyen stabil és értelmezhető, valamint ne okozzon biztonsági kockázatot a felhasználóknak.

A használhatóság elsődleges követelmény volt. Mivel a célcsoport részben olyan felhasználókból áll, akik nem feltétlenül informatikai háttérrel rendelkeznek, ezért a felületnek egyértelműnek és könnyen követhetőnek kell lennie. A rendszerben a fő lépéseknek logikusan kell egymásra épülniük: adatbevitel, ellenőrzés, elemzés, eredményértelmezés. Különösen fontos volt, hogy a felhasználó ne vesszen el a módszer technikai részleteiben, hanem a számára releváns kérdésre kapjon választ.

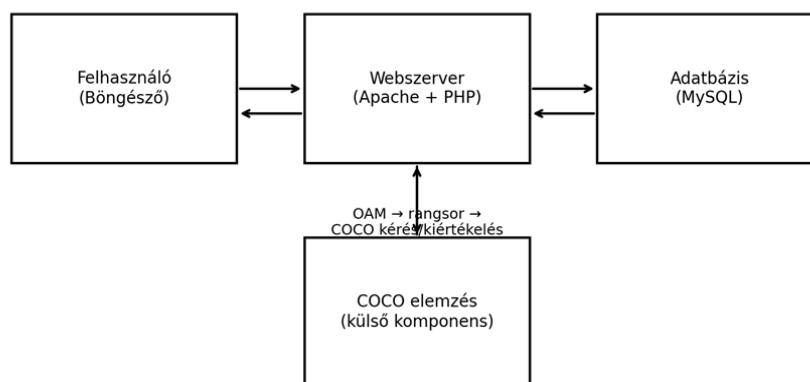
Szintén fontos volt a bővíthetőség. A rendszernek úgy kell felépülnie, hogy később új dróntípusok, új attribútumok vagy akár további elemzési lehetőségek is beépíthetők legyenek anélkül, hogy az egész alkalmazást újra kellene tervezni. Ez különösen azért lényeges, mert a permeező drónok piaca folyamatosan változik, és a jelen dolgozatban bemutatott mintahalmaz csak egy kiindulási állapotot jelent. A bővíthetőség tehát nem kényelmi szempont, hanem a módszer hosszabb távú használhatóságának feltétele.

A biztonság terén a cél nem egy túlkomplikált, vállalati szintű védelmi rendszer kialakítása volt, hanem az, hogy a webes alkalmazás az alapvető kockázatokkal szemben védett legyen. A rendszernek kezelnie kell a hibás vagy rosszindulatú adatbevitelt, biztosítania kell az adatbázisműveletek megbízhatóságát, és lehetőség szerint védenie kell a felhasználói munkameneteket is. A részletes technikai megoldások a megvalósítási fejezetbe tartoznak, de tervezési követelményként ez már itt is fontos szempont volt.

### 3.1.3 Rendszerarchitektúra és komponensek

A rendszer architektúráját tudatosan egyszerű, ugyanakkor jól skálázható felépítésben terveztem meg. A webes alkalmazás klasszikus háromrétegű architektúrára épül, amely három fő komponensből áll: a böngészőben futó felhasználói felület (frontend), a szerveroldali alkalmazáslogika (backend), valamint a relációs adatbázis, amely az adatok tartós tárolásáért és kezeléséért felel. (2. ábra) Ez a felépítés széles körben alkalmazott webes rendszerek esetében, mivel jól elkü-

löníti a megjelenítési, az üzleti logikai és az adatkezelési rétegeket, ezáltal növeli a rendszer átláthatóságát és karbantarthatóságát. „By separating an application into these parts, the MVC design pattern enables you to modify one part of the application without disturbing the other parts.” (Oracle (T09), dátum nélk.)



2. Ábra: A webes döntéstámogató rendszer logikai architektúrája (Saját szerkesztés)

A rendszerhez egy további, logikailag elkülönülő elemzési komponens is kapcsolódik, amely a COCO alapú kiértékelést végzi. Ez a komponens a rangsorolt objektum-attribútum mátrixból indul ki, és annak feldolgozásával állítja elő az elemzés végső eredményeit. Az ilyen jellegű moduláris felépítés lehetővé teszi, hogy az elemzési logika a későbbiekben külön is fejleszthető vagy bővíthető legyen.

A frontend réteg feladata az adatbevitel, az eredmények megjelenítése és a felhasználói navigáció támogatása. Ez a réteg közvetlenül a felhasználóval kommunikál, ezért itt különösen fontos az átlátható szerkezet és az egyértelmű kezelhetőség. A backend réteg feladata a kérések fogadása, az inputok ellenőrzése, az adatok adatbázisba írása és lekérdezése, valamint az elemzéshez szükséges előkészítő lépések végrehajtása. Az adatbázisréteg biztosítja a drónadatok, az OAM-ból származó feldolgozott adatok és az eredmények perzisztens tárolását. Az elemzési komponens pedig a rangsorolt adatokból kiindulva állítja elő azokat a kimeneteket, amelyekből a naiv és a COCO alapú becslés, valamint a validáció levezethető.

A rendszer architektúrájának tervezésénél végig jelen volt a költséghatékonyság és az oktatási környezetben való megvalósíthatóság szempontja is. Olyan felépítésre volt szükség, amely nem igényel túlzottan összetett infrastruktúrát, ugyanakkor valós környezetben is üzemeltethető. Ezért a tervezett architektúra klasszikus kliens–szerver szemléletet követ, relációs adatbázissal és szerveroldali feldolgozással.

### 3.1.4 Adatmodell és adatfolyamok

A rendszerben fontos tervezési döntés volt, hogy a felhasználók regisztráció nélkül is tudják azt használni, ugyanakkor az általuk felvitt adatok és elemzési futások elkülöníthetők maradjanak. Ezt egy ideiglenesen generált felhasználói azonosítóval oldottam meg, amelyet a rendszer a böngésző munkamenetéhez köt. A felhasználó tehát anonim marad, a hozzátartozó drónok mégis jól beazonosíthatóak lesznek az adatbázisban.

A tervezett adatfolyam logikája a következő: a felhasználó megadja a drónok adatait, a rendszer ellenőrzi és eltárolja azokat, majd szükség esetén előállítja belőlük az OAM szerkezetet. Ezt követően megtörténik a rangsorolás, majd az elemzési logika előállítja a naiv és a COCO-alapú eredményeket, végül pedig megtörténik az inverz ellenőrzés és a validáció.

Az adatbázis méretét és a teljesítményt hosszabb távon időszakos adatkarbantartás védi. A terv szerint ütemezett feladat fogja a régi, már nem releváns elemzési adatokat törölni vagy archiválni, így az adatbázis kezelhető méretű marad. Ez különösen akkor fontos, ha a rendszer később szélesebb körben is használatba kerül. A tervezett struktúrát a harmadik ábrán szemléltetem:

Tábla	Cél	Kulcs / azonosítás
dronok	Nyers drónadatok tárolása	dron_id, session_id
oam	Rangsorolt OAM tárolása	oam_id, session_id, dron_id
coco	COCO futtatás eredményei	coco_id, session_id, dron_id

3. Ábra: Tervezett táblák és kulcsmezők (Saját szerkesztés)

### 3.1.5 UI/UX és webdesign terv

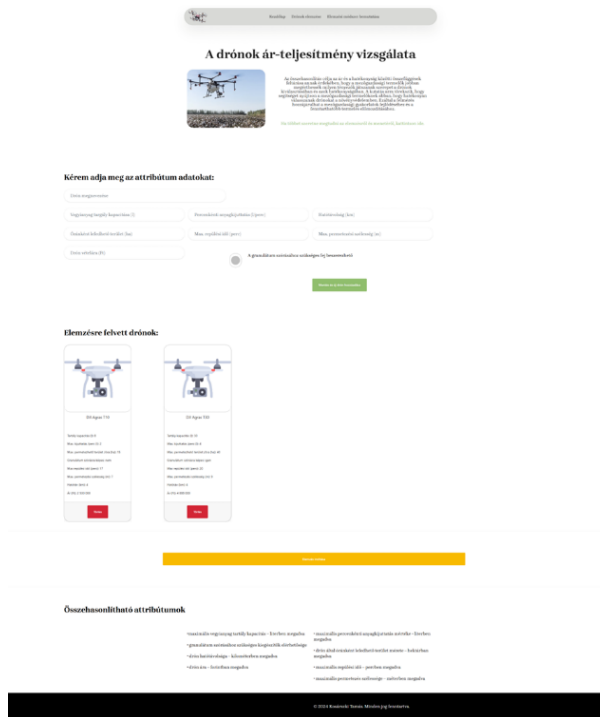
A felhasználói felület tervezésekor azt tartottam szem előtt, hogy az elemzési módszer főbb elemei a felhasználók számára is átláthatóak legyenek, de közben a felület ne váljon túl bonyolulttá. A felület három fő oldal köré szerveződik: egy kezdőoldalra, egy adatbeviteli oldalra, valamint egy eredményoldalra. Emellett külön aloldal mutatja be az elemzési módszer logikáját.

A kezdőoldal (4. ábra) rövid betekintést nyújt az alkalmazás céljáról és működéséről, továbbá navigációs lehetőségeket biztosít a felhasználók számára. A kezdőlapon elhelyezett egyértelmű navigációs elemek és indító gombok segítik azt, hogy a felhasználó gyorsan eljusson az elemzési részhez.



4. Ábra: Kezdőlap (saját forrás)

A drónok elemzésére (5.ábra) szolgáló oldal a rendszer egyik központi eleme, ahol a felhasználó betáplálhatja az összehasonlíteni kívánt drónok paramétereit. Az oldalon interaktív űrlapmezők találhatók, amelyek lehetővé teszik a különféle műszaki adatok strukturált rögzítését. A tervezés közben arra törekedtem, hogy az adatbevitel egyszerű és átlátható legyen, ugyanakkor biztosítva legyenek az adatok következetes rögzítéséhez szükséges követelmények.



5. Ábra: Drónok rögzítése az elemzéshez (saját forrás)

Az Eredmények oldal talán a legfontosabb felület. A rendszerterv szerint a felület elsőként a nyers adatok táblázatos formáját mutatja be, amely pontosan tükrözi a rögzítés során megadott bemeneti adatokat. Ez lehetővé teszi az adatok gyors áttekintését, segíti annak átláthatóságát. Ez után jelenik meg az elemzés eredményei. A táblázatos megjelenítés egy tudatos tervezési döntés. Célja, hogy a felhasználó ne csupán a végső rangsort vagy eredményt lássa, hanem átláthassa az elemzés teljes folyamatát.

A felület tervezésénél fontos szempont volt az is, hogy a módszer bemutatása külön oldalon is elérhető legyen. Ez azért hasznos, mert így azok a felhasználók, akiket érdekel, hogy mi történik a háttérben, további magyarázatot kapnak anélkül, hogy ez a fő munkafolyamatot túlterhelné.

### 3.1.6 IT biztonsági aspektusok

Már a tervezési szinten fontos volt meghatározni, hogy milyen alapvető kockázatokkal kell számolni, és ezek ellen milyen védekezésre lehet szükség.

Első szempontként a felhasználói inputok kezelését tartottam fontosnak. Mivel a rendszer adatbevitellel dolgozik, ezért elengedhetetlen, hogy a megadott értékek ellenőrizve legyenek, és a

rendszer ne fogadjon be hibás formátumú vagy rosszindulatú bemenetet. Ez a tervezési oldalról azt jelenti, hogy minden mezőhöz megfelelő validációs logikát kell rendelni.

A kommunikáció védelme szintén tervezési szempont volt. A rendszernek ideális esetben titkosított csatornán kell működnie, különösen akkor, ha később nem csak lokális, hanem szerveroldali környezetben is használatba kerül. A titkosított adatforgalom nem csak technikai plusz, hanem a rendszer hitelességét is növeli.

Végül fontos volt az is, hogy adatvesztés esetén a rendszerből származó információk ne vesszenek el véglegesen. Emiatt tervezési szempontként megjelent a rendszeres mentés, az adatok időszakos karbantartása, valamint a régi elemzési adatok kezelésének kérdése is. Ezek a kérdések részben üzemeltetési, részben biztonsági vonatkozásúak, de már a rendszer kialakításakor figyelembe kellett őket venni.

## 3.2 Megvalósítás

Ebben az alfejezetben a tervezési szempontok gyakorlati megvalósítását mutatom be. A cél az volt, hogy a dolgozatban ismertetett döntéstámogatási logika ne csupán elméleti modellként jelenjen meg, hanem egy működő webes rendszer formájában is megvalósuljon. Ennek megfelelően ebben a részben a technológiai környezetet, a backend és frontend megoldásokat, az elemzési modult, valamint a biztonsági, üzemeltetési és tesztelési szempontokat ismertetem.

### 3.2.1 Technológiai környezet és eszközök

A fejlesztés során céлом egy olyan technológiai stack kiválasztása volt, amely egyrészt oktatási és fejlesztői környezetben is reálisan megvalósítható, másrészt később szerveroldali futtatásra is alkalmas marad. Ennek megfelelően a rendszert klasszikus LAMP (Linux-Apache-MySQL-PHP) jellegű felépítésben valósítottam meg. Ez a választás azért bizonyult megfelelőnek, mert stabil, széles körben támogatott, költséghatékony és jól illeszkedik a dolgozatban bemutatott webes döntéstámogató rendszer igényeihez.

A szerveroldali környezet alapját „*Ubuntu Server 24.04 LTS*” adja, amely megbízható és hosszabb távon is támogatott operációs rendszerként megfelelő alapot biztosított a futtatáshoz. (Ubuntu (T11), dátum nélk.) A webservert szerepét „*Apache 2.4.62*” tölti be, míg a backend oldali logika „*PHP 8.2*” környezetben került kialakításra. (Apache Software (T11), Foundation, 2026)

(PHP (T11), dátum nélk.)Az adattárolás „MySQL 8.0.40” relációs adatbáziskezelővel történik. (Oracle (T11), dátum nélk.) Ez a technológiai összeállítás jól használható volt arra, hogy a felhasználói inputok feldolgozását, az adatbázis-műveleteket, az OAM előállítását és az eredmények előkészítését egy egységes környezetben valósítsam meg.

A frontend megjelenítéshez HTML-alapú felépítést és „Bootstrap 5” keretrendszert használtam. A „Bootstrap 5” választás oka az volt, hogy így a felület gyorsan kialakítható, konzisztens marad, és különböző képernyőméretekben is használható. (Bootstrap (T11), dátum nélk.)

A fejlesztés során a rendszer kipróbálása jellemzően lokális környezetben történt, majd ezt követően szerveroldalon is ellenőriztem a működést. Az adatbázis kezeléséhez és a tesztadatok ellenőrzéséhez a „phpMyAdmin 5.2.2” (phpMyAdmin (T11), dátum nélk.) felületét használtam, ami a táblák gyors áttekintésében és a hibakeresésben is segítséget nyújtott.

### **3.2.2 Backend és adatbázis megoldás**

A backend megvalósításának központi feladata az volt, hogy a felhasználó által megadott adatokat fogadja, ellenőrizze, eltárolja, majd az elemzéshez szükséges formába alakítsa. A PHP oldalon ezért olyan feldolgozási logikát alakítottam ki, amely képes a beérkező űrlapadatok kezelésére, azok szerkezeti és formai ellenőrzésére, majd az adatbázissal való biztonságos kommunikációra. A rendszer működése során a felhasználó által rögzített adatok a háttérben adatbázisba kerülnek, majd ezekből a rendszer előállítja a rangsorolt OAM-ot, valamint annak inverz változatát is. Ezek a saját rendszer által előkészített struktúrák képezik a COCO Standard külső kiértékelésnek bemenetét, amelyet a backend cURL kérés segítségével továbbít a megfelelő végpont felé. A backend feladata tehát itt nem az, hogy a teljes logikát helyben kiszámítsa, hanem az, hogy a szükséges mátrixokat pontosan előállítsa, elküldje, majd a visszakapott eredményeket feldolgozza és megjelenítésre előkészítse. A COCO Standard felület működése alapján a rangsorolt mátrix kötelező bemenet, míg az azonosító és a lépcsők száma opcionális paraméterként kezelhető.

A megvalósítás során fontos szerepet kapott az ideiglenes felhasználói azonosító alkalmazása is. Ennek segítségével a rendszer regisztráció nélkül is képes összekapcsolni az egy felhasználó által felvitt drónokat és az ezekhez tartozó feldolgozott adatokat. Ez egyszerre tette egyszerűbbé a használatot és rendezettebbé az adatkezelést. A session-alapú logika azért előnyös, mert a

felhasználó számára nem jelent többletlépést, ugyanakkor az adatok a háttérben továbbra is elkülöníthetően kezelhetők.

Az adatkezelésnél figyeltem arra is, hogy a rendszer támogassa a drónok listázását és törlését. Ez a backend oldalon azt jelenti, hogy a felhasználói munkamenethez kapcsolódó rekordok lekérdezhetők, valamint szükség esetén eltávolíthatók legyenek. Ez a működés különösen fontos az összehasonlítás előkészítésénél, mert a felhasználó a minta összetételét menet közben is módosíthatja.

A backend oldali megvalósítás másik fontos része az volt, hogy az elemzéshez szükséges adatok előállítását automatizált legyen. A nyers drónadatokból a rendszer képes olyan szerkezetet létrehozni, amelyből a rangsorolás és a további becslési lépések már végrehajthatók. Ez a logika nem pusztán technikai adatmozgatás, hanem a dolgozat módszertani részének gyakorlati leképezése.

A rendszer által előállított kiinduló OAM, rangsorolt OAM és inverz OAM struktúrák a „*dronok\_oam.xlsx*” (Kosárszki (T08), 2024) háttérállományban is nyomon követhetők, így a backend oldali adat-előkészítés nemcsak a webes működésben, hanem külön táblázatos formában is ellenőrizhető.

### **3.2.3 Frontend és felhasználói felület**

A frontend megvalósítás során arra törekedtem, hogy a felhasználó számára a rendszer működése egyszerű és követhető maradjon, még akkor is, ha a háttérben összetettebb adatfeldolgozás történik. Ennek megfelelően a felületet néhány jól elkülöníthető oldalra bontottam, amelyek funkció szerint szervezik a használatot.

A kezdőoldalon rövid bemutató szöveg, navigáció és indítóelemek kaptak helyet. A cél itt nem a részletes szakmai magyarázat volt, hanem az, hogy a felhasználó gyorsan megértse, milyen célra szolgál a rendszer, és hogyan használhatja azt. Ez a felület egyfajta belépési pontként működik, ahol a téma rövid ismertetése és az elemzés megkezdésére ösztönző elemek kapnak hangsúlyt.

A drónok elemzése oldalon valósítottam meg az adatbevitelhez szükséges űrlapot, valamint a már rögzített drónok megjelenítését is. Itt a felhasználó meg tudja adni a vizsgálatához szükséges attribútumokat, majd mentés után vissza is látja azokat. A felületen megjelenik az elemzésre

felvett drónok listája, és lehetőség van az egyes elemek törlésére is. Ez a megoldás a használhatóság szempontjából fontos, mert folyamatos visszacsatolást ad arról, hogy mely objektumok kerültek be az aktuális összehasonlításba.

Az eredmények oldal feladata az elemzési folyamat különböző kimeneteinek strukturált bemutatása. Ezen az oldalon jelennek meg a felvitt nyers adatok, a rangsorolt OAM táblázat, a naiv becslés, a COCO eredményei, az inverz elemzés és az összegzés.

A frontendhez tartozik az elemzési módszert bemutató aloldal is. Ezen a lapon a felhasználó végig tudja követni, hogy a megadott adatokból miként lesz elemzési eredmény. Ez a megoldás azért hasznos, mert a rendszer így nem pusztán eredményt szolgáltat, hanem magyarázatot is ad arra, hogy az eredmény milyen folyamat végén állt elő.

### 3.2.4 Elemzési / értékelő modul

A modul feladata az, hogy a nyers drónadatokból előállítsa a kiértékeléshez szükséges struktúrákat, majd ezek alapján biztosítsa az eredmények megjelenítését.

A feldolgozás első lépése a felvitt adatok OAM-szerkezetbe rendezése. Itt a különböző drónok attribútumai egységes táblázatos formába kerülnek, amely már alkalmas a további összehasonlításra. Ezt követi a rangsorolási lépés, ahol az eltérő mértékegységű paraméterek közös, kezelhető logika szerint kerülnek rendezésre. Erre azért van szükség, mert a rendszer egyszerre kezel

#### Az OAM COCO elemzése:

COCOSTD	Becsült ár (Ft)	Piaci ár (Ft)	Differencia	Diff. / Piaci ár
DJI Agras T10	2534600	2530000	-4600.40	-0.18
DJI Agras T30	4896889	4888000	-8889.00	-0.18
DJI Agras T40	7406443	7393000	-13443.50	-0.18
AGR A22	3876666	3999999	123332.70	0.03
BDU AE50	3068469	3058000	-10469.40	-0.34
BDU AE30	3068469	3067800	-669.40	-0.02
EFT G630	2291424	2219630	-71794.00	-3.23
Yiassu F30	7419106	7405639	-13467.00	-0.18

#### Az inverz OAM COCO elemzése:

Inverz (brány: 1)	Becsült ár (Ft)	Piaci ár (Ft)	Differencia	Diff. / Piaci ár
DJI Agras T10	0	6678742	-4148742.50	-163.98
DJI Agras T30	0	3471667	1416332.90	28.98
DJI Agras T40	0	4644021	2748978.30	37.18
AGR A22	251693	5337905	-1337906.80	-33.45
BDU AE50	251693	2721655	336344.90	11.00
BDU AE30	251693	4895715	-1827915.20	-59.58
EFT G630	0	2469961	-250331.50	-11.28
Yiassu F30	0	4504682	2900956.70	39.17

6. Ábra: A COCO elemzési eredményeinek megjelenítése (saját forrás)

literben, percben, méterben, hatótávban és árban kifejezett adatokat, amelyek közvetlenül nem vehetők össze. A saját rendszer ezután nemcsak a rangsorolt OAM-ot állítja elő, hanem elkészíti annak inverz változatát is, amely a validációs folyamat alapját adja (6. ábra).

A COCO alapú kiértékelés ezekre a saját rendszer által előállított mátrixokra épül. A rangsorolt OAM és az inverz OAM cURL kérés használatával kerül továbbításra a COCO Standard külső feldolgozó felülete felé. A felület működése alapján a rangsorolt mátrix megadása kötelező, míg az azonosító és a lépcsők száma nem kötelező, és megadás hiányában alapértelmezett értékekkel dolgozik. A COCO Standard emellett képes opcionálisan objektum- és attribútumelnevezések kezelésére is, ami jól illeszthető a rendszer által előállított adatszerkezethez. A saját alkalmazás a külső feldolgozás eredményeként visszakapott eredményeket fogadja, feldolgozza és megjeleníti a felhasználó számára.

A modul része az inverz futtatásra épülő validáció is. Mivel az inverz OAM-ot szintén a saját rendszer állítja elő, ezért az eredeti és az inverz futás eredményei közvetlenül összevethetők. Az így visszakapott COCO eredmények alapján meghatározható, hogy az eltérések előjelviszonyai megfelelnek-e az elvárt logikának, és ebből áll elő a valid vagy invalid jelzés. Ez a lépés módszertani és gyakorlati szempontból is fontos, mert a rendszer így nem csak eredményt ad, hanem egyfajta önellenőrzést is végez.

A modul működésének szemléltetésére egy rövid mintapéldát is bemutatok. A vizsgálat során a rendszer nyolc permetező drón adatait dolgozta fel, majd ezekből előállította a rangsorolt OAM-ot és annak inverz változatát is. Ezt követően a két mátrix cURL kérés segítségével került továbbításra a COCO Standard felé, amelynek eredményei visszaérkeztek a rendszerbe és megjelentek az eredményoldalon. A kapott kimenetek alapján jól látható volt, hogy a vizsgált típusok között eltérés mutatkozik az ár és a becsült teljesítmény viszonyában, tehát a magasabb ár nem jelentett automatikusan kedvezőbb választást. A validációs rész azt is megmutatta, hogy a numerikusan kedvezőbb eredmények közül nem mindegyik tekinthető egyformán megbízhatónak. A mintában például az EFT G630 kiemelkedően kedvező eltérést mutatott, ugyanakkor a validáció eredménye ennél a típusnál invalid lett, ezért az eredmény óvatos értelmezést igényel. Ezzel szemben a BDU AE50 esetében a direkt futás kedvező eltérést mutatott, és a validáció is megfelelő volt, ezért ez a típus a bemutatott mintában egy stabilabban értelmezhető, kedvezőbb választásként jelenik meg (7. ábra). A mintapélda jól szemlélteti, hogy a rendszer nemcsak az adatok rögzítésére

és feldolgozására alkalmas, hanem a döntéstámogatási folyamat végig vitelére és az eredmények értelmezésének támogatására is.

A mintapéldában szereplő részeredmények és köztes táblázatos állapotok a „*dronek\_oam.xlsx*” (Kosárszki (T08), 2024) háttérállományban is megtalálhatók, ezért az értékelési folyamat nemcsak képernyőképek alapján, hanem strukturált adattáblák szintjén is visszakövethető.

### Validáció:

Drón	Direkt Diff. / Piaci ár	Inverz Diff. / Piaci ár	Validitás
DJI Agras T10	-0.18	-163.98	invalid
DJI Agras T30	-0.18	28.98	valid
DJI Agras T40	-0.18	37.18	valid
AGR A22	0.03	-33.45	valid
BDU AE50 <span style="background-color: #e0ffe0; border: 1px solid #808080; border-radius: 5px; padding: 2px;">Ajánlott választás</span>	-0.34	11.00	valid
BDU AE30	-0.02	-59.58	invalid
EFT G630	-3.23	-11.28	invalid
Yiassu F30	-0.18	39.17	valid

Értelmezés: a numerikusan kedvező eredmény önmagában még nem elegendő. A döntéstámogatás során a valid eredmények tekintetében megközelítőben értelmezhetőnek. A jelenlegi méréskor a BDU AE50 adta a legkedvezőbb olyan eredményt, amelyet a validáció is megerősített.

7. Ábra: Validáció, azaz a végeredmény megjelenítése, az eredmények oldalán (saját forrás)

### 3.2.5 Összevetés LLM alapú megoldásokkal

A rendszer értékelésének egy speciális formájaként indokoltnak tartottam annak vizsgálatát is, hogy ugyanarra a feladatra milyen eredményt ad egy nagy nyelvi modellen alapuló megoldás, és ez miként vethető össze az általam fejlesztett rendszer kimenetével. A cél mindkét esetben azonos volt, a megadott permetező drónok közül olyan típus vagy típusok azonosítása, amelyek az ár és a műszaki paraméterek együttes figyelembevételével kedvező választásnak tekinthetők.

Az összevetés alapjául ugyan az a minta szolgált, amelyet a saját rendszer is feldolgozott. A vizsgálatban nyolc típus szerepelt: DJI Agras T10, DJI Agras T30, DJI Agras T40, AGR A22, BDU AE50, BDU AE30, EFT G630 és Yiassu F30. Az összehasonlítás során a tartálykapacitás, a maximális kijuttatás percenként, az óránként permetezhető terület, a granulátum-szórási képesség, a maximális repülési idő, a permetezési szélesség, a hatótáv és az ár szerepelt attribútumként. Ez azért volt fontos, mert így az LLM és a saját rendszer ugyanabból az adathalmazból indult ki, vagyis a feladat célja és a bemenet is azonos maradt.

Az LLM első válasza alapján a DJI Agras T30 tűnt a legjobb általános választásnak, mivel a modell a hektárteljesítményt, a munkaszélességet, a granulátum-szórási képességet és az összképet együttesen értékelte. A válasz ezen a ponton gyors, emberileg könnyen értelmezhető és első tájékozódásra alkalmas volt.

A további pontosító kérdések hatására azonban láthatóvá vált, hogy az LLM értékelési logikája nem egyetlen, rögzített módszertani keret szerint működik. A DJI Agras T30 és a BDU AE50 összevetésében a modell már külön kiemelte, hogy a T30 nem minden szempontból jobb, és a BDU AE50 bizonyos mutatók mentén kedvezőbb választás lehet. A részletesebb vizsgálat során az LLM külön számolta az ár / hektáróra, az ár / tartálykapacitás, az ár / kijuttatás, az ár / repülési idő, az ár / permetezési szélesség és az ár / hatótáv típusú mutatókat is. Ezek alapján a BDU AE50 több nyers hardverjellegű mutatóban kedvezőbbnek bizonyult, míg a DJI Agras T30 a hektárteljesítményhez és a sokoldalúbb üzemi felhasználhatósághoz közelebb álló szempontok szerint maradt erősebb.

A beszélgetésből tehát az derült ki, hogy a nagy nyelvi modell képes gyors és több szempontot figyelembe vevő szöveges elemzést adni. Előnye, hogy a bemeneti adatokból rövid idő alatt értelmezhető összehasonlítást készít, és bizonyos ellentmondásokat is felismer, például azt, hogy a nagyobb tartálykapacitás vagy a nagyobb kijuttatás önmagában nem feltétlenül jelent jobb üzemi teljesítményt. Ugyanakkor az is jól látható volt, hogy az LLM válasza erősen függött a kérdés pontos megfogalmazásától. Más eredmény született akkor, amikor az összképet kellett értékelnie, és más akkor, amikor kifejezetten minden attribútumhoz külön ár-teljesítmény mutatót kellett számolnia.

Ez azt jelenti, hogy az LLM alkalmas lehet gyors, szöveges benchmarkként vagy elsődleges előszűrésre, de a döntési mechanizmusa nem eléggé keretezett. A modell természetes nyelvű következtetéseket ad, de nem minden esetben teszi egyértelművé, hogy pontosan milyen szabály, vagy milyen összehasonlítási logika alapján jutott el a végső ajánláshoz. A különböző kérdésformákra adott eltérő válaszok azt mutatják, hogy az eredmény bizonyos mértékig prompt függő, vagyis a válasz szerkezete és hangsúlya módosulhat attól függően, hogy a felhasználó milyen nézőpontból kérdez rá ugyanarra a problémára.

A dolgozatban bemutatott saját megoldás ehhez képest strukturáltabb és következetesebb. Az OAM-ra épülő rendszer előre meghatározott attribútumkészlettel dolgozik, a bemeneti adatokat

egységes szerkezetben kezeli, majd ezek rangsorából kiértékelést végez. Ezt követi a validációs lépés, amely az inverz rangsor vizsgálatán keresztül külön ellenőrzési lehetőséget biztosít. Emiatt a saját rendszer eredménye nemcsak értelmezhető, hanem reprodukálható és ellenőrizhető is.

Összességében tehát megállapítható, hogy a nagy nyelvi modell a permetező drónok összehasonlításában használható alternatív, gyors és jól olvasható támogatást adott, de elsősorban becslés alapon. A dolgozat céljához a saját webes rendszer jobban illeszkedik, mert nemcsak szöveges ajánlást fogalmaz meg, hanem átláthatóbb, reprodukálható és validálható döntéstámogatást tesz lehetővé. A két megközelítés közül ezért az LLM inkább előzetes benchmarkként, míg a saját rendszer tényleges elemzési és döntéstámogatási eszközként értelmezhető.

### 3.2.6 Telepítés és üzemeltetés

A rendszer fejlesztése során a tesztelés elsődlegesen lokális környezetben történt, majd ezt követően szerveroldali környezetben is ellenőriztem a működést. Ez a kétlépcsős megközelítés azért volt célszerű, mert a lokális fejlesztés gyorsabb hibakeresést tett lehetővé, míg a szerveroldali ellenőrzés segített annak vizsgálatában, hogy az alkalmazás valós futtatási környezetben is megfelelően viselkedik.

Az üzemeltetési oldalnál fontos szempont volt, hogy a rendszer ne legyen túlzottan bonyolult, és kisebb erőforrásigény mellett is megbízhatóan használható maradjon. Ebben segít a klasszikus LAMP felépítés, valamint a relációs adatbázisra épülő, jól átlátható működési logika. Az „*Ubuntu Server 24.04 LTS*” kiadás többéves támogatási modellje és az „*Apache 2.4.62*” stabil dokumentált ága ilyen szempontból is jó alapot adnak a fenntartható üzemeltetéshez. (Ubuntu (T11), dátum nélk.) (Apache Software (T11), Foundation, 2026)

Az üzemeltetés szempontjából fontos sajátosság, hogy a rendszer elemzési folyamata részben külső szolgáltatás elérhetőségére is támaszkodik. Mivel a COCO-eredmények a COCO Standard külső feldolgozó felületéről érkeznek vissza, ezért az elemzés teljes lefutása attól is függ, hogy ez a végpont elérhető legyen

Az üzemeltetési szemlélethez tartozik az adatbázis karbantartása, az időszakos mentések, valamint a régebbi adatok kezelése is. Ezek a szempontok a jelen dolgozatban még nem teljes körű üzemeltetési tervként jelennek meg, de a rendszer működtethetősége szempontjából így is lényegesek.

### 3.2.7 Biztonsági megoldások

A megvalósítás során törekedtem arra, hogy a rendszer a legalapvetőbb webes biztonsági követelményeknek megfeleljen. Mivel az alkalmazás felhasználói inputokat fogad, adatbázis-műveleteket végez, valamint külső feldolgozó felülettel is kommunikál, ezért különösen fontos volt az inputellenőrzés, az adatbázis felé továbbított lekérdezések biztonságos kezelése, valamint a külső kapcsolat kontrollált használata. Az „*SQL injection*” jellegű sérülékenységek a webalkalmazások esetében valós és jól ismert kockázatot jelentenek, amelyre a Nemzeti Kiberbiztonsági Intézet is több alkalommal felhívta a figyelmet. (Nemzeti Kiberbiztonsági Intézet (T07), dátum nélk.)

Az adatbázis-kommunikációnál parametrizált lekérdezési logikát alkalmaztam (8. ábra), mert ez az egyik legfontosabb védekezési mód az SQL injection típusú hibákkal szemben. Az OWASP útmutatói ezt egyértelműen a javasolt megoldások közé sorolják, míg az NKI magyar nyelvű tájékoztatása jól érzékelteti, hogy a nem megfelelően kezelt bemenetek és lekérdezések milyen sérülékenységekhez vezethetnek. Emiatt ezt a megoldást a rendszerben alapvető biztonsági követelményként kezeltem. (OWASP (T11), dátum nélk.)

```
$db = new db();
$databse = $db->get_connection();
$date = date("Y-m-d");

$$save_drone = $databse->prepare(
    "INSERT INTO dronok (
        session_id,
        dron_neve,
        vegyi_tartaly,
        anyagkijuttatas,
        hatotav,
        lefedheto_terulet,
        repulesi_ido,
        permet_szelessege,
        vetelar,
        granulatum_szoras,
        datum)
    VALUES (
        :session_id,
        :dron_neve,
        :vegyi_tartaly,
        :anyagkijuttatas,
        :hatotav,
        :lefedheto_terulet,
        :repulesi_ido,
        :permet_szelessege,
        :vetelar,
        :granulatum_szoras,
        :datum)";
);

$$save_drone->bindParam(":session_id", $session_id, PDO::PARAM_STR);
$$save_drone->bindParam(":dron_neve", $dron_neve, PDO::PARAM_STR);
$$save_drone->bindParam(":vegyi_tartaly", $vegyi_kapacitas, PDO::PARAM_INT);
$$save_drone->bindParam(":anyagkijuttatas", $percenkenti_anyag, PDO::PARAM_INT);
$$save_drone->bindParam(":hatotav", $hatotav, PDO::PARAM_INT);
$$save_drone->bindParam(":lefedheto_terulet", $lefedheto_terulet, PDO::PARAM_INT);
$$save_drone->bindParam(":repulesi_ido", $repulesi_ido, PDO::PARAM_INT);
$$save_drone->bindParam(":permet_szelessege", $max_per_m_szelesseg, PDO::PARAM_INT);
$$save_drone->bindParam(":vetelar", $vetelar, PDO::PARAM_INT);
$$save_drone->bindParam(":granulatum_szoras", $granulatum, PDO::PARAM_INT);
$$save_drone->bindParam(":datum", $date, PDO::PARAM_STR);

$$save_drone -> execute();
```

8. Ábra: Kódrészlet- Parametizált lekérdezés (saját forrás)

A megvalósítás során arra is figyeltem, hogy a külső COCO végpont felé történő kommunikáció ellenőrzött módon történjen. Mivel a rendszer cURL kérés segítségével továbbítja a saját

maga által előállított rangsorolt OAM-ot és az inverz OAM-ot a COCO Standard modellje felé, ezért fontos volt, hogy csak a szükséges, előzetesen ellenőrzött és megfelelő formátumra előkészített adatok kerüljenek továbbításra. „*Input validation can be used to detect unauthorized input before it is processed by the application.*” (OWASP (T06), dátum nélk.) A használt „*COCO Standard*” felületen a rangsorolt mátrix kötelező bemenet, míg az azonosító és a lépcsők száma opcionális paraméterként kezelhető. Emiatt a saját rendszer oldalán külön figyelmet kellett fordítani arra, hogy a külső kéréshez használt paraméterek szerkezete mindig kontrollált maradjon, és a visszakapott eredmények feldolgozása is csak a szükséges adatokra terjedjen ki. (my-x (T16), dátum nélk.)

A kommunikáció védelme szintén fontos szempont volt, ezért szerveroldali környezetben a rendszer titkosított kapcsolat használatára alkalmas módon került kialakításra. Ez nem csak technikai biztonsági kérdés, hanem a rendszer hitelességét és üzemszerű használhatóságát is erősíti.

### **3.2.8 Felhasználói támogatás**

A rendszer fejlesztése során fontos szempont volt, hogy a felhasználó ne csak egy működő felületet kapjon, hanem olyan környezetet is, amely a használat során segítséget nyújt számára. Mivel az alkalmazás nem csupán adatbevitelre szolgál, hanem a permetező drónok ár-teljesítmény alapú összehasonlítását támogatja, ezért lényeges volt, hogy a folyamat lépései könnyen követhetők legyenek.

A felhasználói támogatás egyik alapja a világos oldalstruktúra. A kezdőoldal, az elemzési felület, az eredmények oldala és a módszertani bemutató oldal elkülönül egymástól, ami megkönnyíti az eligazodást. Emellett a rendszer folyamatos visszajelzést ad a felhasználónak: láthatóak a rögzített drónok, ellenőrizhetők a bevitt adatok, szükség esetén törölhetők az elemek, majd az eredmények is több szinten jelennek meg.

Fontos elem az is, hogy a rendszer nem csak a végeredményt mutatja meg, hanem lehetőséget ad az alkalmazott módszer alaplogikájának megismerésére is. Ez azért hasznos, mert a felhasználó így jobban átláthatja, hogy az eredmény milyen lépések alapján jött létre.

Összességében a felhasználói támogatás a rendszerben a világos szerkezet, a folyamatos visszacsatolás és az értelmezhető megjelenítés révén valósul meg, ami hozzájárul ahhoz, hogy az alkalmazás a gyakorlatban is jól használható döntéstámogató eszköz legyen.

### 3.2.9 Tesztelés és értékelés

A rendszer fejlesztése során a tesztelés célja az volt, hogy ellenőrizhető legyen a fő funkciók helyes működése, az adatkezelés megbízhatósága, valamint a rendszer által előállított eredmények konzisztenciája. Mivel a dolgozatban bemutatott alkalmazás nem pusztán adatbeviteli felület, hanem döntéstámogató funkciót is ellát, ezért a tesztelés itt nem szűkülhetett le kizárólag technikai hibakeresésre. Fontos volt annak vizsgálata is, hogy a rendszer a felhasználói inputok kezelésétől kezdve az OAM és az inverz OAM előállításán át egészen a COCO Standard felé küldött kérésekig megbízhatóan működjön.

A tesztelési stratégia kialakításánál abból indultam ki, hogy a rendszer fő munkafolyamatait kell végig vizsgálni. Ennek megfelelően külön ellenőriztem az adatbeviteli mezők működését, a mentési folyamatot, a rögzített drónok megjelenítését, a törlést, az adatbázis szerkezetét, valamint az alapvető adatműveletek helyes működését. A tesztelés manuális módon történt, normál működési esetek, szélsőséges bemenetek és biztonsági próbálkozások felhasználásával. A tesztesetek között szerepelt a drónok rögzítésére szolgáló űrlap vizsgálata, az „Elemzésre felvett drónok” felület ellenőrzése, az adatbázis szerkezetének vizsgálata phpMyAdmin segítségével, az INSERT, UPDATE, DELETE és SELECT műveletek kipróbálása, valamint az SQL injection elleni védelem tesztelése is (9. ábra). Emellett a saját rendszer logikájából adódóan szükséges volt annak ellenőrzése is, hogy a felhasználói inputból előállított adatok megfelelően kerülnek-e feldolgozásra, majd továbbításra az elemzési folyamat következő lépései felé.

A tesztelés során felhasznált bemeneti adatokhoz és az elemzés táblázatos részállapotaihoz a „*dronok\_oam.xlsx*” (Kosárszki (T08), 2024) háttérállomány is kapcsolódik, amely a dolgozatban bemutatott eredmények ellenőrizhetőségét tovább erősíti.

## Kérem adja meg az attribútum adatokat:

Hiba a mentés közben, ellenőrizd az adatokat és próbáld újra.






DROP DATABASE dronok;			
Vegyi anyag tárgály kapacitása	Percenkénti anyagkijuttatás (l/	Hatótávolság (km)	
Óráként lefedhető terület (ha)	Max. repülési idő (perc)	Max. permetezési szélesség (m)	
Drón vételára (Ft)	<input type="checkbox"/> A granulátum szórásához szükséges fej beszerezhető		

Mentés és új drón hozzáadása

### 9. Ábra: SQL injection teszt (saját forrás)

A tesztelés eredményei alapján a rendszer fő funkciói a tervezett módon működnek. A felhasználói felület áttekinthetőnek bizonyult, a mezők logikus sorrendben jelennek meg, a kitöltés egyértelmű, a mentés funkció megfelelően működik, és a rögzített drónok adatai jól strukturáltak, könnyen összehasonlítható módon jelennek meg (10. ábra). A törlés funkció a tesztelés során hibamentesen működött, a felület pedig különböző eszközökön és böngészőkben is megfelelően jelent meg. Az adatbázis vizsgálata során megállapítható volt, hogy az előírt táblák, mezők és kapcsolatok helyesen létrejöttek, az adattípusok és kulcsok megfeleltek a tervezett követelményeknek, továbbá az INSERT, UPDATE, DELETE és SELECT műveletek is hibátlanul működtek. A frontenden rögzített drónadatok sikeresen és hiánytalanul bekerültek az adatbázisba, ami igazolja a backend és az adatbázis közötti kommunikáció helyességét. (11. ábra)

## Elemzésre felvett drónok:

 <p>DJI Agras T10</p> <p>Tartály kapacitás (l): <b>8</b>            Max. kijuttatás /perc (l): <b>2</b>            Max. permetezhető terület /óra (ha): <b>15</b>            Granulátum szórásra képes: <b>Nem</b>            Max repülési idő (perc): <b>17</b>            Max. permetezési szélesség (m) :<b>6</b>            Hatótáv (km): <b>4</b>            Ár (Ft): <b>2530000</b></p> <p>Törlés</p>	 <p>DJI Agras T30</p> <p>Tartály kapacitás (l): <b>30</b>            Max. kijuttatás /perc (l): <b>4</b>            Max. permetezhető terület /óra (ha): <b>40</b>            Granulátum szórásra képes: <b>Igen</b>            Max repülési idő (perc): <b>20</b>            Max. permetezési szélesség (m) :<b>9</b>            Hatótáv (km): <b>4</b>            Ár (Ft): <b>4888000</b></p> <p>Törlés</p>	 <p>DJI Agras T40</p> <p>Tartály kapacitás (l): <b>70</b>            Max. kijuttatás /perc (l): <b>6</b>            Max. permetezhető terület /óra (ha): <b>21</b>            Granulátum szórásra képes: <b>Igen</b>            Max repülési idő (perc): <b>18</b>            Max. permetezési szélesség (m) :<b>7</b>            Hatótáv (km): <b>4</b>            Ár (Ft): <b>7393000</b></p> <p>Törlés</p>	 <p>AGR A22</p> <p>Tartály kapacitás (l): <b>22</b>            Max. kijuttatás /perc (l): <b>8</b>            Max. permetezhető terület /óra (ha): <b>14</b>            Granulátum szórásra képes: <b>Igen</b>            Max repülési idő (perc): <b>15</b>            Max. permetezési szélesség (m) :<b>8</b>            Hatótáv (km): <b>2</b>            Ár (Ft): <b>3999999</b></p> <p>Törlés</p>	 <p>BDU AE50</p> <p>Tartály kapacitás (l): <b>50</b>            Max. kijuttatás /perc (l): <b>14</b>            Max. permetezhető terület /óra (ha): <b>18</b>            Granulátum szórásra képes: <b>Nem</b>            Max repülési idő (perc): <b>15</b>            Max. permetezési szélesség (m) :<b>8</b>            Hatótáv (km): <b>2</b>            Ár (Ft): <b>3058000</b></p> <p>Törlés</p>
--	--	--	---	---

10. Ábra: Elemzésre rögzített drónok (saját forrás)

A biztonsági tesztelés során az SQL injection próbálkozás nem vezetett sikeres támadáshoz. A rendszer felismerte és blokkolta a veszélyes bemenetet, egyértelmű hibaüzenetet adott vissza, és az adatbázis védelme nem sérült. A tesztelés során nem tapasztaltam kritikus hibát vagy biztonsági rést, ezért a rendszer a jelenlegi állapotában stabil alapot ad annak használatára vagy továbbfejlesztésére.

	id	session_id	drón_neve	vegyl_tartaly	anyagkijuttatas	hatotav	lefedheto_terulet	repulesi_ido	permet_szelessege	vetelar
<input type="checkbox"/>	30	0q9c51ocd1okvdh27mfvkjvv9e	Yiassu F30	27	10	5	18	30	8	7405639
<input type="checkbox"/>	29	0q9c51ocd1okvdh27mfvkjvv9e	EFT G630	30	8	3	15	15	8	2219630
<input type="checkbox"/>	28	0q9c51ocd1okvdh27mfvkjvv9e	BDU AE30	30	4	2	18	15	5	3067800
<input type="checkbox"/>	27	0q9c51ocd1okvdh27mfvkjvv9e	BDU AE50	50	14	2	18	15	8	3058000
<input type="checkbox"/>	26	0q9c51ocd1okvdh27mfvkjvv9e	AGR A22	22	8	2	14	15	8	3999999
<input type="checkbox"/>	25	0q9c51ocd1okvdh27mfvkjvv9e	DJI Agras T40	70	6	4	21	18	7	7393000
<input type="checkbox"/>	24	0q9c51ocd1okvdh27mfvkjvv9e	DJI Agras T30	30	4	4	40	20	9	4888000
<input type="checkbox"/>	23	0q9c51ocd1okvdh27mfvkjvv9e	DJI Agras T10	8	2	4	15	17	6	2530000

11. Ábra: Drón attribútumok az adatbázisban tárolva (saját forrás)

## 4. Vita

A dolgozatban bemutatott vizsgálat alapvetően arra adott választ, hogy a kiválasztott permetező drónok körében hogyan értelmezhető az ár és a műszaki jellemzők viszonya, illetve, hogy az objektum–attribútum mátrixra és a COCO alapú kiértékelésre épülő megközelítés képes-e átláthatóbbá tenni a döntést. A kapott eredmények alapján megállapítható, hogy a magasabb ár önmagában nem jelent automatikusan jobb választást, és az sem következik belőle, hogy a legolcsóbb típus feltétlenül gyengébb ár–teljesítmény arányt képvisel. A vizsgálat inkább azt mutatta meg, hogy az egyes drónok relatív helyzete mindig a bevont attribútumoktól és a vizsgált mintától függ, ezért a döntés csak akkor lehet megalapozott, ha a műszaki paraméterek egységes szerkezetben kerülnek összehasonlításra. Kreidl szerint „*a ... legobjektívebb választ ... a hasonlóságelemzés szolgáltatja*”, vagyis a permetezőgépek ár–teljesítmény alapú összevetése egységes módszertani keretben támogatható (Kreidl (T14), 2016)

A dolgozat egyik fontos eredménye, hogy a módszer nem maradt meg elméleti szinten, hanem webes környezetben is megvalósult. A rendszer képes a drónadatok fogadására, az OAM és az inverz OAM előállítására, majd ezek továbbítására a COCO Standard külső feldolgozó felület felé. Ez azért lényeges, mert így a döntéstámogatás nem egy statikus táblázatban jelenik meg, hanem egy olyan felületen, amely a későbbiekben is bővíthető és új objektumokkal használható marad. A dolgozat jelenlegi formájában ez a webes alkalmazás már alkalmas arra, hogy a felhasználó saját összehasonlításokat végezzen, miközben a háttérben ugyanaz a következetes feldolgozási logika működik.

Ugyanakkor fontos hangsúlyozni, hogy a vizsgálat eredményei nem általánosíthatók korlátlanul. A dolgozatban szereplő következtetések mindig a bevont dróntípusokra és a kiválasztott attribútumokra vonatkoznak. Ha más típusok kerülnének a mintába, vagy ha az attribútumkészlet módosulna, akkor az eredmények is megváltozhatnak. Ez a módszer természetéből következik: az OAM alapú összehasonlítás mindig a rendelkezésre álló objektumok egymáshoz viszonyított helyzetét mutatja meg. Emiatt a dolgozat nem azt állítja, hogy létezik egy minden helyzetben legjobb permetező drón, hanem azt, hogy egy adott mintán belül és adott attribútumok mentén lehet

objektívebb, reprodukálhatóbb összehasonlítást készíteni. Hasonló korlát már a korábbi drónos változatban is megjelent, ahol a vita részben az szerepelt, hogy az elemzés mindig a vizsgált objektumok egymáshoz való viszonyát tükrözi.

További korlátot jelent az adatok forrása is. A dolgozatban felhasznált műszaki adatok elsősorban gyártói specifikációkból és nyilvánosan elérhető termékoldalakból származnak, amelyek alkalmasak az összehasonlítás alapjának megteremtésére, ugyanakkor nem minden esetben tükrözik teljes pontossággal a valós üzemeltetési körülményeket. A gyártói adatlapok tipikusan laboratóriumi vagy ideális környezetben megadott értékeket tartalmaznak, és az is előfordulhat, hogy az ár, a konfiguráció vagy az opcionális kiegészítők köre idővel változik. Emiatt a dolgozat eredményei inkább döntés-előkészítő jellegűek, mintsem végleges, minden körülmények között helyét megálló ajánlások. Ebből következően a rendszer legnagyobb erőssége nem az, hogy abszolút igazságot állít elő, hanem az, hogy strukturáltabb és indokolhatóbb kiindulási alapot biztosít a választáshoz.

A módszertani oldal kapcsán külön érdemes kiemelni, hogy a dolgozatban alkalmazott megközelítés nem preferenciaalapú súlyozásra épül, hanem a rendelkezésre álló adatokból történő következetes becslésre. Ez előny, mert csökkenti annak a veszélyét, hogy a végeredmény túl erősen a felhasználó előzetes elvárásaihoz igazodjon. Ugyanakkor ez egyben korlát is, mert a valós beszerzési döntésekben gyakran jelen vannak olyan tényezők is, amelyek nehezen formalizálhatók. Ilyen lehet például a szervizháttér minősége, a beszállítói megbízhatóság, az alkatrész-utánpótlás gyorsasága, vagy éppen a márkahűség. Ezek a tényezők a gyakorlatban sokszor valóban befolyásolják a döntést. A dolgozat jelenlegi keretei között ezért a vizsgálat inkább a mérhető, strukturálható jellemzőkre koncentrál.

A webes rendszer gyakorlati értékét növeli, hogy a felhasználó számára betekintést nyújt annak működésébe. A felületen külön megjelennek a nyers adatok, a rangsorolt OAM, a naiv becslés, a COCO eredmények, az inverz futás és a validáció összegzése is. Ez különösen fontos, mert a döntéstámogatás hitelessége nagyban múlik azon, hogy a felhasználó mennyire tudja követni az eredmény keletkezésének logikáját. A dolgozat szempontjából ez azért lényeges, mert az információs többletérték nem csupán a számított eredményben jelenik meg, hanem abban is, hogy az értelmezés útja átláthatóvá válik.

A validációs rész szintén a dolgozat erősségei közé tartozik. Mivel a rendszer nemcsak a rangsorolt OAM-ot állítja elő, hanem annak inverz változatát is, lehetőség nyílik az eredmények belső konzisztenciájának ellenőrzésére. Ez azért fontos, mert így az elemzés nem áll meg a végső becslés megjelenítésénél, hanem egy ellenőrzési lépést is tartalmaz. Ugyanakkor azt is fontos látni, hogy a valid vagy invalid jelzés sem old meg minden bizonytalanságot: a konzisztens belső működés nem azonos azzal, hogy az összes inputadat feltétlenül tökéletes vagy teljes. Emiatt a validációt inkább a módszer megbízhatóságát erősítő, semmint minden kétséget kizáró bizonyítékként érdemes értelmezni.

Összességében úgy látom, hogy a dolgozat legfontosabb hozadéka kettős. Egyrészt bemutat egy konkrét, mezőgazdasági példán keresztül értelmezhető döntéstámogató modellt, amely a permetező drónok közötti választást képes átláthatóbbá tenni. Másrészt megmutatja, hogy ez a megközelítés informatikai rendszerként is megvalósítható, vagyis nem csak egy egyszeri számítás, hanem egy továbbfejleszhető keretrendszer alapja is lehet. A vita alapján tehát a dolgozat nem azt bizonyítja, hogy minden döntés tökéletesen objektívizálható, hanem azt, hogy a gyártói specifikációk önmagukban történő olvasásához képest egy strukturált OAM + COCO alapú megközelítés lényegesen jobb döntés-előkészítési alapot adhat a permetező drónok kiválasztásához.

## 5. Következtetések

A dolgozat célja annak vizsgálata volt, hogy a permetező drónok esetében miként értelmezhető az ár és a műszaki jellemzők viszonya, valamint, hogy az objektum–attribútum mátrixra és a COCO alapú kiértékelésre épülő megközelítés alkalmas-e a döntéstámogatásra. Az elvégzett vizsgálat alapján megállapítható, hogy a gyártói specifikációk megfelelő szerkezetbe rendezve és egységes logika szerint feldolgozva alkalmasak arra, hogy a drónok közötti összehasonlítást átláthatóbbá tegyék.

A dolgozat egyik legfontosabb eredménye, hogy a módszer nem csak elméleti szinten került bemutatásra, hanem webes döntéstámogató rendszerként is megvalósult. A fejlesztett alkalmazás képes a drónadatok fogadására, az OAM és az inverz OAM előállítására, a COCO Standard

felé történő továbbításra, valamint az eredmények megjelenítésére. Ezáltal a vizsgálat nem egyszeri, manuális számításként jelenik meg, hanem egy olyan továbbfejleszhető rendszer részeként, amely gyakorlati felhasználásra is alkalmas.

A vizsgálat alapján az is megállapítható, hogy a magasabb ár önmagában nem jelent automatikusan kedvezőbb választást. Az egyes típusok helyzete mindig a vizsgálatba bevont attribútumoktól és az összehasonlított objektumoktól függ, ezért a döntés csak több szempont együttes figyelembevételével közelíthető meg megalapozottabban. A dolgozat így arra a következtetésre jut, hogy a strukturált, többtényezős összehasonlítás a permetező drónok kiválasztásánál lényegesen hasznosabb, mint az egyes gyártói adatok külön-külön történő értelmezése.

Összességében a dolgozat legfontosabb következtetése az, hogy a permetező drónok kiválasztása informatikai modellezéssel és webes rendszerbe szervezett döntéstámogatással érdemben segíthető. A munka gyakorlati értéke ezért nem csak a konkrét eredményekben rejlik, hanem abban is, hogy bemutat egy továbbfejleszhető keretet a drónok ár-teljesítmény alapú összehasonlítására.

## 6. Jövőkép

A dolgozatban bemutatott módszer és a hozzá kapcsolódó webes rendszer jelenlegi formájában is alkalmas arra, hogy a permetező drónok összehasonlítását strukturáltabbá és átláthatóbbá tegye. Ugyanakkor a jelenlegi megoldás nem tekinthető lezárt végpontnak, hanem inkább egy olyan alapnak, amely több irányban is továbbfejleszhető. A legfontosabb jövőbeli fejlesztési irányt az jelenti, hogy a most még részben manuális adatgyűjtési lépések minél nagyobb arányban automatizálhatók legyenek.

A jövőben ezért célszerű lehet egy olyan továbbfejlesztett rendszer kialakítása, amely nem kizárólag manuálisan bevitt adatokkal dolgozik, hanem képes támogatni a naprakészebb és ellenőrzöttebb adatfrissítést is. A permetező drónok piaca gyorsan változik, új típusok jelennek meg, a konfigurációk módosulnak, és az árak is időről időre változhatnak. Emiatt hosszabb távon olyan megoldás lenne előnyös, amely a gyártói vagy forgalmazói adatok strukturált feldolgozását is se-

gíti. Ugyanakkor ez önmagában is külön kihívás, mert a különböző források eltérő részletezettséggel és eltérő formátumban közlik a műszaki adatokat, ezért az automatizálás csak megbízható ellenőrzési és egységesítési logika mellett lehet használható.

További fejlesztési lehetőséget jelenthet az attribútumkészlet bővítése is. A jelen dolgozat elsősorban olyan műszaki és gazdasági paraméterekkel dolgozik, amelyek gyártói specifikációk alapján viszonylag jól összehasonlíthatók. A gyakorlatban azonban a beszerzési döntéseket olyan tényezők is befolyásolják, amelyek jelenleg még nem, vagy csak korlátozottan jelennek meg a modellben. Ilyen lehet például a szervizhátér, az alkatrész-utánpótlás, a karbantartási igény, a tartós üzemeltetési költség vagy a különböző kiegészítők elérhetősége. Ha ezek a szempontok a jövőben megbízhatóan strukturálható formában bevonhatók lennének, akkor a döntéstámogatási modell a jelenleginél közelebb kerülhetne a valós beszerzési helyzetekhez. Ez jól illeszkedik ahhoz a dolgozatbeli célhoz is, hogy ne pusztán néhány kiragadott paraméter, hanem egy többtényezős összehasonlítás alapján szülessen meg a döntés.

A jövőkép másik fontos eleme a rendszer általánosíthatósága. Bár a dolgozat kifejezetten a permetező drónok ár–teljesítmény vizsgálatára koncentrált, az alkalmazott logika nem kizárólag erre a területre érvényes. Az objektum–attribútum mátrixra és a COCO alapú kiértékelésre épülő megközelítés más, strukturálható beszerzési vagy döntéstámogatási helyzetekben is alkalmazható lehet. A mintákban is megjelenik az a gondolat, hogy a konkrét vizsgálati példa idővel elavulhat, de a mögötte álló számításmenet és összefüggésrendszer tartalomfüggetlenebb módon továbbra is használható marad. A jelen dolgozat esetében ez azt jelenti, hogy a permetező drónok vizsgálata egy olyan konkrét alkalmazási példa, amely később más mezőgazdasági gépekre vagy akár más beszerzési helyzetekre is adaptálható lehet.

Fejlesztési szempontból külön jövőbeli lehetőséget jelenthet a webes rendszer önállóbb működésének növelése is. Jelenleg a COCO alapú kiértékelés külső szolgáltatás bevonásával történik, ami gyors és jól használható megoldás, ugyanakkor hosszabb távon felmerülhet egy még integráltabb működés igénye. Ez nem feltétlenül jelenti a teljes külső logika helyi újrainplementálását, hanem inkább azt, hogy a rendszer köré épülő funkciók tovább erősödhetnek. A jelenlegi megoldás egyik előnye ugyanakkor éppen az, hogy már most is túlmutat egy statikus táblázatos összehasonlításon, és egy működő webes döntéstámogató keretet ad.

Összességében a jövőkép szempontjából a legfontosabb megállapítás az, hogy a dolgozatban bemutatott módszer és rendszer nem lezárt megoldásként, hanem továbbfejleszhető alapként értelmezhető. A nagyobb fokú automatizálás, a naprakészebb adatkezelés, a bővebb attribútumkészlet és a szélesebb körű alkalmazhatóság együtt jelenthetik azt az irányt, amelyben a jelenlegi megoldás tovább vihető. Emiatt a dolgozat gyakorlati értéke nem csak a most bemutatott eredményekben rejlik, hanem abban is, hogy kiindulási alapot ad egy később még komplexebb, szélesebb körben használható döntéstámogató rendszerhez.

## 7. Összefoglaló

A szakdolgozat célja a permetező drónok ár–teljesítmény viszonyának vizsgálata, valamint egy olyan webes döntéstámogató rendszer bemutatása, amely támogatja a különböző dróntípusok strukturáltabb és objektívebb összehasonlítását. A kiinduló probléma az, hogy a gyártói specifikációk és a piaci árak önmagukban nem mindig teszik lehetővé a megalapozott beszerzési döntést, mivel a műszaki jellemzők eltérő szerkezetben, eltérő hangsúllyal jelennek meg, és ezekből nehéz közvetlenül következtetni a tényleges gyakorlati hasznosságra. A dolgozat ezért az objektum–attribútum mátrixra (OAM) és a COCO alapú kiértékelésre épít, amelyek segítségével a drónok releváns paraméterei egységes szerkezetben kezelhetők, majd következetes összehasonlításnak vethetők alá.

A dolgozat egyik fontos eredménye, hogy a módszer nem csupán elméleti szinten jelenik meg, hanem egy működő webes alkalmazás formájában is megvalósul. A fejlesztett rendszer képes a drónadatok fogadására, a kiinduló OAM, a rangsorolt OAM és az inverz OAM előállítására, valamint a COCO Standard alapú kiértékeléshez szükséges bemenetek előkészítésére és az eredmények megjelenítésére. A megoldás külön erőssége, hogy validációs lépést is tartalmaz, így az eredmények nemcsak áttekinthetők, hanem vissza is ellenőrizhetők. A vizsgálat rámutat arra, hogy a magasabb ár nem minden esetben jelent arányosan kedvezőbb műszaki hasznosságot, ezért a strukturált, több szempontú összehasonlítás a gyártói adatlapok önmagukban történő áttekintéséhez képest megalapozottabb döntéselőkészítési alapot adhat. A dolgozat gyakorlati értéke így abban ragadható meg, hogy a permetező drónok kiválasztását gyorsabbá, átláthatóbbá és reprodukálhatóbbá teszi.

## 8. Mellékletek

Ebben a fejezetben azokat a kiegészítő anyagokat helyeztem el, amelyek a dolgozat törzsszövegében bemutatott megállapításokat, tervezési döntéseket és eredményeket támasztják alá. A mellékletek között szerepel a rendszer és webdesignterv és a tesztelési jegyzőkönyv is. A fejezetben szereplő dokumentumok ezért nem önálló tartalmi egységként, hanem a dolgozat fő részeit kiegészítő és alátámasztó anyagokként értelmezendők.

### 8.1 Irodalomjegyzék

- Amin, T., Iman, S., Aria, A., & Shirin (T01), G. (2025). Agricultural spraying drones: A comprehensive review. *Smart Agricultural Technology*. Letöltés dátuma: 2026. 04 14, forrás: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772375525007506>
- Apache Software (T11), Foundation. (2026. 03 22). *Apache HTTP Server Version 2.4 Documentation*. Forrás: Apache HTTP Server: <https://httpd.apache.org/docs/2.4/>
- Ariunbold (T02), M. (2025). Circuit-Specific Performance Evolution in Formula 1. Letöltés dátuma: 2026. 04 15, forrás: <https://miau.myx.hu/miau/327/fl/Ariunbold%20Munkhjargal%20Conference.pptx>
- Baklanova (T15), S. (2022). *Mikor „robbanhat be” a drónos permetezés Magyarországon?* Letöltés dátuma: 2026. 02 20, forrás: Agroforum: <https://agroforum.hu/szakcikkek/novenyvedelem-szakcikkek/mikor-robbanhat-be-a-dronos-permetezes-magyarorszagon/>
- Bánkúti, G., & Pitlik (T10), L. (2010). About the method of Component-based Object Comparison for Objectivity. Letöltés dátuma: 2026. 04 15, forrás: <https://miau.myx.hu/miau/141/india.pdf>
- Bootstrap (T11). (dátum nélk.). *Get started with Bootstrap*. Letöltés dátuma: 2026. 03 20, forrás: Bootstrap: <https://getbootstrap.com/docs/5.3/getting-started/introduction/>
- Dashuai, W., Sheng, X., Zhuolin, L., & Wujing (T09), C. (2022). Analysis of the Influence of Parameters of a Spraying System Designed for UAV Application on the Spraying.

- Agriculture*. Letöltés dátuma: 2026. 04 14, forrás: <https://www.mdpi.com/2077-0472/12/2/131?>
- DJI (T03). (dátum nélk.). *DJI Agriculture*. Letöltés dátuma: 2026. 02 17, forrás: DJI: <https://ag.dji.com/>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (T09). (2010). *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Letöltés dátuma: 2026. 04 17, forrás: FAO: <https://www.fao.org/sustainable-food-value-chains/training-and-learning-center/details-materials/en/c/274685/>
- KITE Zrt. (T05). (2026. 04 17). *Drónok a növényvédelem eszköztárában*. Forrás: Agroforum: <https://agroforum.hu/szakcikkek/novenyvedelem-szakcikkek/dronok-a-novenyvedelem-eszkoztaraban/>
- Kodolányi János University (T04). (dátum nélk.). *BPROF in Computer Science Operational Engineering*. Letöltés dátuma: 2026. 04 17, forrás: [backend.kodolanyi.hu/en/degree-programs/bprof-it](https://backend.kodolanyi.hu/en/degree-programs/bprof-it)
- Kosárszki (T08), T. (2024). Letöltés dátuma: 2026. 04 17, forrás: [https://miau.my-x.hu/miau/312/dronok/dronok\\_oam.xlsx](https://miau.my-x.hu/miau/312/dronok/dronok_oam.xlsx)
- Kreidl (T14), F. (2016). *Döntéstámogatás a mezőgazdasági gépvásárlás területén*. Letöltés dátuma: 2026. 03 23, forrás: MIAU: [http://miau.my-x.hu/miau/213/Kreidl\\_Frigyes\\_2016.pdf](http://miau.my-x.hu/miau/213/Kreidl_Frigyes_2016.pdf)
- Martin, D. E., & Latheef (T09), M. A. (2022). Payload Capacities of Remotely Piloted Aerial Application Systems Affect Spray Pattern and Effective Swath. *Drones*, 208. Letöltés dátuma: 2026. 04 17, forrás: <https://www.mdpi.com/2504-446X/6/8/205>
- my-x (T16), M. (dátum nélk.). *COCO*. Letöltés dátuma: 2026. 03 20, forrás: MIAU: [https://miau.my-x.hu/myx-free/coco/beker\\_std.php](https://miau.my-x.hu/myx-free/coco/beker_std.php)
- Nemzeti Kiberbiztonsági Intézet (T07). (dátum nélk.). *SQL befecskendezéssel kapcsolatos cikkei*. Letöltés dátuma: 2026. 03 20, forrás: NKI: <https://nki.gov.hu/it-biztonsag-cimke/sql-injection>

- Oracle (T09). ( dátum nélk.). *Designing the Application*. Letöltés dátuma: 2026. 04 15, forrás: Oracle : [https://docs.oracle.com/cd/B14098\\_01/core.1012/b14000/design.htm](https://docs.oracle.com/cd/B14098_01/core.1012/b14000/design.htm)
- Oracle (T11). ( dátum nélk.). *MySQL 8.0 Reference Manual :: 1.1 About This Manual*. Letöltés dátuma: 2026. 03 20, forrás: MySQL Documentation: <https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/manual-info.html>
- OWASP (T06). ( dátum nélk.). *Query Parameterization Cheat Sheet*. Letöltés dátuma: 2026. 03 22, forrás: OWASP Cheat Sheet Series: [https://cheatsheetseries.owasp.org/cheatsheets/Query\\_Parameterization\\_Cheat\\_Sheet.html](https://cheatsheetseries.owasp.org/cheatsheets/Query_Parameterization_Cheat_Sheet.html)
- OWASP (T11). ( dátum nélk.). *Input Validation Cheat Sheet*. Letöltés dátuma: 2026. 03 20, forrás: OWASP Cheat Sheet Series: [https://cheatsheetseries.owasp.org/cheatsheets/Input\\_Validation\\_Cheat\\_Sheet.html](https://cheatsheetseries.owasp.org/cheatsheets/Input_Validation_Cheat_Sheet.html)
- PHP (T11). ( dátum nélk.). *PHP 8.2.0 Release Announcement*. Letöltés dátuma: 2026. 03 20, forrás: PHP: <https://www.php.net/releases/8.2/en.php>
- phpMyAdmin (T11). ( dátum nélk.). *Bringing MySQL administration to the web*. Letöltés dátuma: 2026. 04 17, forrás: phpMyAdmin: <https://www.phpmyadmin.net/>
- Prof. Dr. Tamás (T13), J. ( dátum nélk.). *Precíziós mezőgazdaság*. Debreceni Egyetem / Tankönyvtár. Letöltés dátuma: 2026. 04 13
- Thiago (T09), C. (2022). Flight Parameters for Spray Deposition Efficiency of Unmanned Aerial Application Systems (UAASs). *Agriculture*. Letöltés dátuma: 2026. 04 14, forrás: <https://www.mdpi.com/2504-446X/9/7/461>
- Török (T06), T. (2026). *Mobiltelefon adatok automatikus gyűjtése web scareperrel és elemzése*. Letöltés dátuma: 2026. 04 02
- Ubuntu (T11). ( dátum nélk.). *Ubuntu Releases*. Letöltés dátuma: 2026. 03 20, forrás: Ubuntu: <https://releases.ubuntu.com/>
- Váradi (T06), V. (2026). „NewsCast” - *Hírgyűjtő, hírelemző és hírolvasó alkalmazás*. Letöltés dátuma: 2026. 04 02, forrás: [https://miau.myx.hu/miau/330/vv/NewsCast\\_SZAKDOLGOZAT\\_VV\\_2026\\_v0.3.docx](https://miau.myx.hu/miau/330/vv/NewsCast_SZAKDOLGOZAT_VV_2026_v0.3.docx)

## 8.2 Irodalomjegyzék lefedettségi táblázat

T-Kód	Követelmény	Darabszám
T01	új, angol nyelvű, cikk, nem KJE	1
T02	új, angol nyelvű, cikk, KJE	1
T03	új, angol nyelvű, weboldal, nem KJE	1
T04	új, angol nyelvű, weboldal, KJE	1
T05	új, nem angol nyelvű, cikk, nem KJE	1
T06	új, nem angol nyelvű, cikk, KJE	3
T07	új, nem angol nyelvű, weboldal, nem KJE	1
T08	új, nem angol nyelvű, weboldal, KJE	1
T09	régi, angol nyelvű, cikk, nem KJE	4
T10	régi, angol nyelvű, cikk, KJE	1
T11	régi, angol nyelvű, weboldal, nem KJE	6
T12	régi, angol nyelvű, weboldal, KJE	1
T13	régi, nem angol nyelvű, cikk, nem KJE	1
T14	régi, nem angol nyelvű, cikk, KJE	1
T15	régi, nem angol nyelvű, weboldal, nem KJE	1
T16	régi, nem angol nyelvű, weboldal, KJE	1

3. Táblázat: Lefedettségi táblázat

## 8.3 Ábrajegyzék

1. Ábra: OAM adattábla - OAM munkalap – A1:P10 tartomány (Forrás: (Kosárszki (T08), 2024))	12
2. Ábra: A webes döntéstámogató rendszer logikai architektúrája (Saját szerkesztés)	29
3. Ábra: Tervezett táblák és kulcsmezők (Saját szerkesztés)	30
4. Ábra: Kezdőlap (saját forrás)	31
5. Ábra: Drónok rögzítése az elemzéshez (saját forrás)	32
6. Ábra: A COCO elemzési eredményeinek megjelenítése (saját forrás)	36
7. Ábra: Validáció, azaz a végeredmény megjelenítése, az eredmények oldalon (saját forrás)	38
8. Ábra: Kódrészlet- Parametizált lekérdezés (saját forrás)	41
9. Ábra: SQL injection teszt (saját forrás)	44
10. Ábra: Elemzésre rögzített drónok (saját forrás)	45
11. Ábra: Drón attribútumok az adatbázisban tárolva (saját forrás)	45

## 8.4 Táblázatjegyzék

1. Táblázat: A három döntési megközelítés főbb különbségei (saját szerkesztés)	7
2. Táblázat: A döntéstámogatás gyakorlati hasznosságának numerikus becslése (saját szerkesztés)	8
3. Táblázat: Lefedettségi táblázat	55

## 8.5 Rövidítésjegyzék

COCO – Component-based Object Comparison for Objectivity

COCO-STD – a COCO modelles család standard változata

cURL – client URL

HTML – HyperText Markup Language

IT – információtechnológia  
 KPI – Key Performance Indicator  
 LAMP – Linux, Apache, MySQL, PHP  
 LTS – Long Term Support (hosszú távú támogatás)  
 NKI – Nemzeti Kiberbiztonsági Intézet  
 OAM – Objektum–attribútum mátrix  
 OWASP – Open Worldwide Application Security Project  
 PHP – PHP: Hypertext Preprocessor  
 phpMyAdmin – PHP-alapú adatbázis-kezelő felület  
 RTK – Real-Time Kinematic  
 SLA – Service Level Agreement  
 SQL – Structured Query Language  
 UI – User Interface (felhasználói felület)  
 UI/UX – felhasználói felület és felhasználói élmény  
 UX – User Experience (felhasználói élmény)  
 VPS – Virtual Private Server

## 8.6 LLM konverzációk teljes szövege

### Felhasználói kérdés:

A táblázatban szereplő drónok attribútumai alapján, kérlek vedd össze őket:

Drón	Tartály kapacitás (l)	Max. kijuttatás /perc (l)	Max. permetezhető terület /óra (ha)	Granulátum szórásra képes	Max repülési idő (perc)	Max. permetezési szélesség (m)	Hatótáv (km)	Ár (Ft)
DJI Agras T10	8	2	15	nem	17	6	4	2530000
DJI Agras T30	30	4	40	igen	20	9	4	4888000
DJI Agras T40	70	6	21	igen	18	7	4	7393000

AGR A22	22	8	14	igen	15	8	2	3999999
BDU AE50	50	14	18	nem	15	8	2	3058000
BDU AE30	30	4	18	nem	15	5	2	3067800
EFT G630	30	8	15	nem	15	8	3	2219630
Yiassu F30	27	10	18	nem	30	8	5	7405639

Permeteződrón beszerzésén gondolkozom és azt szeretném megtudni, hogy ár-teljesítmény arányában melyik lesz a legjobb választás.

### Válasz:

Átnézem a táblázatot, és csinálok egy ár-teljesítmény összevetést úgy, hogy ne csak egyetlen számot nézzünk, hanem a fontosabb műszaki adatok összképét is. A végén adok egy egyértelmű rangsort és külön jelzem, melyik drón a legjobb, ha az alacsony ár, illetve ha a nyers teljesítmény fontosabb.

Már látszik egy fontos dolog: ha a beszerzés célja valóban az ár-teljesítmény, akkor nem a legdrágább és nem is a legnagyobb tankos modell lesz automatikusan a nyerő. Az eddigi számolás alapján a DJI Agras T30 nagyon erős összképet ad, míg szűkebb büdzsénél az EFT G630 és a BDU AE50 kifejezetten jó értéket adnak a pénzért.

Ennyi ideig gondolkozott: 1m 7s

A megadott adatok alapján az ár-teljesítmény bajnok nálam a DJI Agras T30.

Miért ez a legjobb választás?

- 40 ha/óra a mezőny legjobb területteljesítménye
- 30 literes tartály, ami már komoly munkára elég
- granulátum-szórásra is képes
- 9 m permetezési szélesség, ami szintén a legjobb

az ára magasabb, de a teljesítményéhez mérten még mindig nagyon jó

A legegyszerűbb mutató az ár / permetezhető terület óránként:

- DJI Agras T30: kb. 122 200 Ft / (ha/óra)
- EFT G630: kb. 147 975 Ft / (ha/óra)
- DJI Agras T10: kb. 168 667 Ft / (ha/óra)

- BDU AE50: kb. 169 889 Ft / (ha/óra)
- BDU AE30: kb. 170 433 Ft / (ha/óra)
- AGR A22: kb. 285 714 Ft / (ha/óra)
- DJI Agras T40: kb. 352 048 Ft / (ha/óra)
- Yiassu F30: kb. 411 424 Ft / (ha/óra)

Ez alapján a T30 a legerősebb ár/kapacitás arányú modell.

Melyiket venném különböző célokra?

Ha a legjobb általános választás kell:  
DJI Agras T30

Ha a lehető legjobb olcsóbb vétel kell:  
EFT G630

Ha a nyers kijuttatási teljesítmény fontos és nem kell granulátum:  
BDU AE50

Ha a prémium kategória érdekel, de nem az ár a fő szempont:  
DJI Agras T40, de tisztán ár–teljesítményben nem ez a legjobb

Röviden:

- Legjobb ár–teljesítmény: DJI Agras T30
- Legjobb kedvezőbb árú alternatíva: EFT G630
- Legjobb “erős, de még nem túl drága” opció: BDU AE50

Ha szeretnéd, a következő lépésben csinállok ebből egy pontozásos táblázatot 10-es skálán, és adok egy végső toplistát kis, közepes és nagy gazdasághoz.

---

### **Felhasználói kérdés:**

biztos vagy benne, hogy a DJI Agras T30 lesz a legracionálisabb választás?

Hogy vélekedsz a BDU AE50-ről? Összevetnéd nekem ezt a két drónt táblázatos formában, és leírnád, hogy miért lesz jobb választás az Agras T30 mint a BDU AE50?

---

### **Válasz:**

Újra számolom kifejezetten a T30 vs. BDU AE50 párt, mert itt tényleg nem elég egyetlen mutató. Megnézem külön az ár/hektár, az ár/liter kapacitás, a kijuttatási teljesítmény, valamint a használhatósági kompromisszumokat is, és ebből vonok le óvatosabb következtetést.

Ennyi ideig gondolkozott: 25s

Nem, nem mondanám kategorikusan, hogy minden helyzetben a DJI Agras T30 a legracionálisabb választás.

A pontosabb állítás ez:

- ha a fő cél a hektárteljesítmény, az általános használhatóság és a sokoldalúság, akkor a DJI Agras T30 tűnik jobb választásnak;
- ha a fő cél az alacsonyabb bekerülési ár, a nagy tartály és a nagyon magas folyadék-kijuttatási kapacitás, akkor a BDU AE50 is teljesen védhető döntés.

Vagyis a T30 nem abszolút győztes, hanem jobb általános kompromisszum.

DJI Agras T30 vs. BDU AE50

Szempont	DJI Agras T30	BDU AE50	Előny
Ár	4 888 000 Ft	3 058 000 Ft	BDU AE50
Tartály kapacitás	30 l	50 l	BDU AE50
Max. kijuttatás / perc	4 l/perc	14 l/perc	BDU AE50
Max. permetezhető terület / óra	40 ha/óra	18 ha/óra	DJI Agras T30
Granulátum szórás	igen	nem	DJI Agras T30
Max. repülési idő	20 perc	15 perc	DJI Agras T30
Max. permetezési szélesség	9 m	8 m	DJI Agras T30
Hatótáv	4 km	2 km	DJI Agras T30

Ár–teljesítmény mutatók

A legfontosabb különbség az, hogy mit tekintünk teljesítménynek.

1. Ár / hektáróra

Ez mutatja meg legjobban, hogy mennyi területteljesítményt kapsz a pénzedért.

- DJI Agras T30:  $4\,888\,000 / 40 = 122\,200$  Ft / (ha/óra)
- BDU AE50:  $3\,058\,000 / 18 = 169\,889$  Ft / (ha/óra)

Ebben a mutatóban a T30 kb. 28%-kal jobb.

- Ár / liter tartálykapacitás  
DJI Agras T30:  $4\,888\,000 / 30 = 162\,933$  Ft / liter
- BDU AE50:  $3\,058\,000 / 50 = 61\,160$  Ft / liter

Ebben a BDU AE50 sokkal jobb.

- Ár / l/perc kijuttatás  
DJI Agras T30:  $4\,888\,000 / 4 = 1\,222\,000$  Ft / (l/perc)
- BDU AE50:  $3\,058\,000 / 14 = 218\,429$  Ft / (l/perc)

Ebben is egyértelműen a BDU AE50 jobb.

Miért mondanám mégis inkább a T30-at?

Azért, mert permeteződrónnál a legtöbb vásárlónál a valódi kérdés nem az, hogy mekkora a tank vagy mekkora a folyadékáram, hanem az, hogy mennyi területet tudsz vele ténylegesen, hatékonyan, üzemszerűen lefedni.

A te táblázatod alapján ebben a T30 erősen jobb:

- 40 ha/óra vs. 18 ha/óra
- 9 m vs. 8 m munkaszélesség
- 20 perc vs. 15 perc repülési idő
- 4 km vs. 2 km hatótáv
- granulátum-szórás is van, a BDU AE50-nél nincs

Ez azt jelzi, hogy a T30 üzemi szinten jobb munkaszervezési gép:

- gyorsabban halad,
- kevesebb kompromisszummal dolgozik,
- többféle feladatra alkalmas,

nagyobb területnél valószínűleg hamarabb termeli vissza a felárát.

A fontos ellentmondás: miért tud a BDU AE50 14 l/percet, mégis csak 18 ha/órát?

Ez a te táblázatod alapján is feltűnő. A BDU AE50-nél:

- nagyon nagy a tank,
- nagyon nagy a folyadék-kijuttatás,
- mégis közepes a hektárteljesítmény.

Ez arra utal, hogy a nagy l/perc nem egyenlő a nagy területteljesítménnyel.

A hektáróra értéket inkább a teljes rendszer határozza meg:

- munkaszélesség,
- repülési sebesség,
- fordulók,
- újratöltési ciklusok,
- üzemi hatékonyság.

Ezért beszerzési döntésnél én a ha/óra mutatót fontosabbnak tartom, mint az önmagában magas l/perc értéket.

Mikor jobb választás a BDU AE50?

A BDU AE50 akkor lehet racionálisabb, ha:

- a belépési ár nagyon fontos;
- a 50 literes tartály neked kifejezett előny;
- nem érdekes a granulátum-szórás;
- nem gond a rövidebb hatótáv;
- kisebb vagy közepes területeken dolgoznál;
- neked a nagy folyadékmennyiség kijuttatása fontosabb, mint a hektáróra.

Mikor jobb választás a T30?

A DJI Agras T30 akkor jobb döntés, ha:

- a fő cél a nagyobb óránkénti területteljesítmény;
- fontos a sokoldalúság;
- kell a granulátum-szórás;
- fontos a nagyobb üzemi rugalmasság;
- hosszabb távon nézed a beruházást, nem csak a vételárat.

Végső véleményem

A megadott táblázat alapján a DJI Agras T30 nem azért jobb, mert minden számban jobb, hanem azért, mert a mezőgazdasági munkára nézve fontosabb mutatókban jobb:

- területteljesítmény,
- munkaszélesség,
- repülési idő,
- hatótáv,
- felhasználási kör.

Ezért ha egyetlen modellt kellene kiválasztanom általános, racionális beszerzésre, még mindig a DJI Agras T30-at mondanám.

De ha a kérdés így szólna:

„Melyik ad több vasat a pénzért, ha a tartálméretet és a nyers kijuttatási kapacitást nézem?” akkor a válaszom már inkább BDU AE50 lenne.

A legőszintébb összegzés egy mondatban:

T30 = jobb üzemi gép, AE50 = jobb nyers hardver-érték olcsóbban.

---

**Felhasználói kérdés:**

kérlek az összes ár-teljesítmény mutatót vezesd le, azaz mind a két drón minden attribútumát oszd el az árral. Táblázatos formában szeretném a választ, illetve alatta egy rövid szöveges véleményt is kérnék

---

**Válasz:**

Most explicit módon levezetem az összes mutatót: minden egyes attribútumot elosztok az árral mindkét drónnál, és egységes táblázatba rendezem, hogy közvetlenül össze lehessen hasonlítani őket. A végén röviden összefoglalom, melyik mitől erősebb ár-teljesítmény szempontból.

Ennyi ideig gondolkozott: 31s

Az alábbi táblázatban minden mutató így készült: ár/attribútum. A könnyebb olvashatóság miatt a nyers arány mellé odaírom azt is, hogy ez 1 millió Ft-ra vetítve mekkora értéket jelent. A granulátum-szórásnál az igen = 1, nem = 0 kódolást használtam, hogy azt is lehessen arányosítani.

DJI Agras T30 vs. BDU AE50 — ár / attribútum táblázat

Mutató	DJI Agras T30	BDU AE50	Előny
Ár / hektáróra	122 200 Ft / (ha/óra)	169 889 Ft / (ha/óra)	DJI Agras T30
Ár / liter tartálykapacitás	162 933 Ft / liter	61 160 Ft / liter	BDU AE50
Ár / l/perc kijuttatás	1 222 000 Ft / (l/perc)	218 429 Ft / (l/perc)	BDU AE50
Ár / perc repülési idő	244 400 Ft / perc	203 867 Ft / perc	BDU AE50
Ár / méter permeterzési szélesség	543 111 Ft / m	382 250 Ft / m	BDU AE50
Ár / km hatótáv	1 222 000 Ft / km	1 529 000 Ft / km	DJI Agras T30

**Granulátum-szórás**

Ezt nem érdemes ugyanúgy osztani, mint a számszerű adatokat, mert ez nem mennyiségi, hanem igen/nem típusú tulajdonság.

Szempon	DJI Agras T30	BDU AE50	Előny
Granulátum szórásra képes	igen	nem	DJI Agras T30

**Rövid vélemény:**

Ha tényleg az összes attribútumot szigorúan az árhoz viszonyítva nézzük, akkor a BDU AE50 7-

ből 4 mutatóban jobb: olcsóbban ad nagyobb tartályt, nagyobb folyadék-kijuttatást, hosszabb repülési időt és jobb szélesség/ár arányt. Ugyanakkor a DJI Agras T30 a két legfontosabb üzemi mutató egyikében biztosan erősebb, mert jobb a területteljesítmény/ár aránya, és emellett van granulátum-szórási képessége is, valamint a hatótáv/ár mutatója is jobb. Ez alapján azt mondanám, hogy nyers hardver-értékben a BDU AE50 kedvezőbb, de üzemi, mezőgazdasági felhasználásban a T30 valószínűleg racionálisabb, mert hektárteljesítményben többet ad a pénzért.

A DJI Agras T30 2 számszerű mutatóban jobb:

- ár / hektáróra
- ár / km hatótáv

és ezen felül van még egy fontos plusza:

- granulátum-szórásra is képes

Az én rövid következtetésem:

BDU AE50 = jobb, ha a „mennyi hardvert kapok a pénzemért” szempont a fő

DJI Agras T30 = jobb, ha a „mennyi hasznos munkát kapok a pénzemért” szempont a fő, mert a hektárteljesítmény mezőgazdasági használatban általában fontosabb, mint a pusztán tartályméret vagy l/perc adat

Ezért továbbra is azt mondanám, hogy a BDU AE50 jobb nyers ár-érték, de a DJI Agras T30 jobb üzemi ár-teljesítmény.

---