

TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI KONFERENCIA 2022
SAPIENTIA EMTE - CSÍKSZEREDAI KAR

Mesterséges Intelligencia a mezőgazdaságban
Fuzzy szakértői rendszer

Hallgató: Bálint Botond
Vezetés és Szervezés mesterképzés II Év

Témavezető: dr. Makó Zoltán - Gazdaságtudományi Tanszék

Csíkszereda
2022. május 10.

Mesterséges intelligencia a mezőgazdaságban.

Fuzzy szakértői rendszer

Hallgató: Bálint Botond

Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Csíkszeredai kar, Gazdaságtudományi Tanszék,
Vezetés és szervezés szak

E-mail: balintbotond97@gmail.com

Témavezető: DR. Makó Zoltán, egyetemi professzor

Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Csíkszeredai kar, Gazdaságtudományi Tanszék,

E-mail: makozoltan@uni.sapientia.ro

A mesterséges intelligencia régebb óta foglalkoztatja az emberiséget, mint gondolnánk. Már 1943-ban áttörő sikereket értek el a technológiában, és ezt egyre több eredmény követte.

Az MI egyik első kereskedelmi alkalmazásánál a rendszer képes volt a vállalat számára évi 40 millió dollárt megtakarítani. Ugyancsak áttörő sikert aratott a rendszer mikor az amerikai haderő alkalmazta, és egyszeri alkalmazásával a rendszer megtérítette a 30 éves fejlesztési költségeit. Ezek csak pár példák arra, hogy a múltban mekkora sikereket és hasznot hozott az MI-alkalmazása. Mára már az élet rengeteg területén alkalmazzák a technológiát. Az általam megvizsgált és kiemelt terület az a mezőgazdaság.

Választásom azért indokolja ezt az ágazatot, mivel napjainkban a föld népessége egyre jobban gyarapszik, és ezzel az élelmiszer igény is növekedik. A rendelkezésünkre álló földterület véges, ezért a költségcsökkentés, termelés maximalizálás kerül előtérbe. Ezek az MI-rendszerek kiválóan alkalmazhatóak ezen problémák megoldására, ezt a nyugati példák is alátámasztják.

Dolgozatomban megvizsgálom az ország, régió mezőgazdasági fejlettségét, bemutatom a fontosabb alkalmazott MI-rendszereket, majd a dróntechnológiára fektetem a hangsúlyt. Egy marosvásárhelyi vállalat segítségével bemutatom a technológiát.

Ezt követően kerül sor a gyakorlati munkára, ugyanis a vállalat által készített képek segítségével egy olyan Fuzzy (homályos logikán alapuló) szakértői rendszert mutatok be, mely a drónokkal való permetezést segíti elő, így az emberi képelemzés, döntéshozás feladatokat a rendszer is képes lenne kezelni. A dolgozatban megvizsgálom egy dróntechnológián alapuló permetezési rendszer megtérülési költségeit is.

Tartalomjegyzék

Bevezetés.....	5
1. Mesterséges intelligencia elméleti megközelítése.....	7
1.1. A mesterséges intelligencia története.....	8
1.2. A Mesterséges Intelligencia fontossága.....	10
1.3. A Mesterséges Intelligencia előnyei és hátrányai.	11
1.4. Gazdasági hatások: növekedés és termelékenység	12
2. Robotok a mezőgazdaságban	13
2.1. Automatizálás és robotizálás az állattartásban.....	14
2.2. Drónok és robotok alkalmazása	15
2.3. Precíziós mezőgazdaság.....	17
3. Appia Drone Tech vállalat bemutatása	18
3.1. Appia Drone Tech.....	19
3.2. Fuzzy Szakértői rendszer	26
3.3. Jogi szabályozások.....	30
3.4. Számítások	31
3.4.1. Taifun Forte	32
3.4.2. Agil 100 EC	34
3.4.3. Nordox 75 WG.....	36
3.4.4. Lamdex Extra.....	38
4. Appia Drones management	41
5. Következtetések, jövőbeni kitekintések	43
Felhasznált szakirodalom:	45
Internetes források:	45
Ábrajegyzék:	46
Képjegyzék:	47
Táblajegyzék:	48

Bevezetés

Világunkban az egyre növekvő népességszámnak, és a technológia exponenciális növekedésének köszönhetően egyre nagyobb figyelem irányul a Mesterséges Intelligenciára és fejlődésére. De mit is értünk pontosan Mesterséges Intelligencia alatt? Dolgozatomban részletesen kifejtem a pontos fogalmát, de ha egy mondatban kellene összefoglalni akkor a következőképp határoznám meg: Olyan gépek és rendszerek összessége, melyek környezetükből adatot gyűjtve képesek bizonyos szintű autonóm cselekvéseket végrehajtani.

Régebb óta foglalkoztatja az emberiséget ez a technológia, mint gondolnánk, és ennek köszönhetően több áttörő eredményt is sikerült elérni a történelemben.

Egyik ilyen sikeres ágazat, melyre nagy kihatással van a Mesterséges Intelligencia az a mezőgazdaság. Az egyre növekvő igények szükségessé tették a mezőgazdaság fejlődését, a költségek optimalizálását és a terméshozam maximalizálását. Ebből adódóan elkezdődött a mezőgazdaság automatizálása, majd későbbiekben egyre magasabb szintű technológia alkalmazása, és a trendek azt mutatják, hogy rengeteg potenciál rejlik ebben az ágazatban.

Dolgozatom célja egy mezőgazdasági technológia bemutatása, és úgy környezeti, mint gazdasági hatásainak ismertetése. Kutatásom gerincét a dróntechnológia, valamint az erre épülő Fuzzy szakértői rendszer képezi. Feltevődhet a kérdés, hogy miért pont erre esett a választásom?

Témám választását azzal indokolnám, hogy családom is foglalkozik kisebb mértékű mezőgazdasági tevékenységgel, így bizonyos munkálatok elvégzésének szerves részét képezem. Hobbi szinten foglalkozom reklámvideó készítéssel, drónozással, így a két téma összekapcsolása eredményezte dolgozatom témájának választását.

Célom a dróntechnológia bemutatása, környezetre gyakorolt kedvező aspektusának ismertetése, valamint gazdasági vonzatainak részletezése. Dolgozatom elkészülésének kulcsfontosságú szereplője a marosvásárhelyi Appia Drones vállalat, mely megkeresésemre készségesen segítséget nyújtottak, és egy interjú keretében ismertették a technológiát, és adatokat szolgáltatottak számomra. Az általuk szolgáltatott adatok alapján dolgozatomban először bemutatom a dróntechnológiát, majd az erre a technológiára épülő Fuzzy másnéven homályos logikán alapuló szakértői rendszert elemzem. Számításaim alapját néhány széleskörben alkalmazott vegyszerrel való számolás alkotja, mely a technológia hatékonyságát és a költségek optimalizálását fogja alátámasztani.

Dolgozatom felépítése a következő fő fejezetekből tevődik össze:

Első és egyik alap fejezete a munkámnak a Mesterséges Intelligencia fogalmának tisztázása, valamint történelmének ismertetése. Ezt követően a fontosságáról, előnyeiről és gazdasági hatásairól ejtek néhány gondolatot.

Második fejezetben a technológia fejlődéséről, és bizonyos alapszintjeit mutatom be melyek elősegítették a dróntechnológia létrejöttét.

Harmadik fejezet már a dolgozatom gyakorlati részét képezi, így a vállalat bemutatása, technológia ismertetése, valamint a Fuzzy szakértői rendszer részletezése olvasható. Rövid kitérőt ejtek a bizonytalan jogi szabályokról, majd néhány fontosabb vegyszerrel való számítással szemléltetem a technológia hatékonyságát.

Negyedik fejezetben röviden és átláthatóan a vállalat management részét mutatom be, és a hozzá kapcsolódó humán erőforrását taglalom.

Végül de nem utolsó sorban konklúzióval, valamint a jövőbeni kitekintésekkel zárom dolgozatomat. Fontosnak tartom kiemelni, hogy a jövőbeni kitekintések terén a vállalat részéről egy olyan felajánlás érkezett, mely a Sapientia EMTE számára partneri kapcsolatot nyújtana, így a diákok akár szakmai gyakorlat, akár jövőbeni munkalehetőségre is találhatnának a vállalaton belül.

Nem kérdéses, hogy a technológia rohamosan fejlődik, és előbb vagy utóbb az erdélyi fejlett gazdáknál is meg fog jelenni ez a technológia, és akkor már testközelből fogjuk tapasztalni a hatásait. A környezetre gyakorolt kedvező hatása, gazdasági fenntarthatósága egy élhetőbb jövőt, jövedelmezőbb, és fenntarthatóbb üzletet fog eredményezni.

1. Mesterséges intelligencia elméleti megközelítése

Dolgozatom kezdéseként fontosnak láttam a dolgozatom törzsét alkotó mesterséges intelligencia fogalmát meghatározni, több szakirodalmi megközelítést megvizsgálni, így egy átfogó, és tiszta képet kaphatunk arról, hogy mi is pontosan a mesterséges intelligencia.

Egyik és talán legegyszerűbb megfogalmazást McCarthy-tól olvashatjuk, aki szerint „A mesterséges intelligencia az intelligens gépek gyártásának tudománya és mérnöki gyakorlata” (McCarthy, Minsky, Rochester, Shannon, 1955)

Az Európai Bizottság AI (Artificial Intelligence) meghatározása is hasonlóképp hangzik miszerint „A mesterséges intelligencia intelligens viselkedésre utaló rendszereket takar, melyek konkrét célok eléréséhez elemzik a környezetüket, és bizonyos mértékű autonómiával cselekvéseket hajtanak végre” (Európai Bizottság, 2019).

A Mesterséges Intelligencia: Negyedik ipari forradalom című könyvben a mesterséges intelligenciát (AGI) mesterséges általános intelligenciaként említik, és meghatározása a következőképp hangzik: „A mesterséges általános intelligencia (AGI) egy olyan gép intelligenciája, amely képes megérteni vagy megtanulni bármely szellemi feladatot, amelyet az ember képes.” (Daniel, Vasil, Peter, 2019) A könyv a mesterséges intelligenciát többféleképp osztályozza: Mesterséges általános intelligenciát (AGI) abban különbözteti meg az erős AI-től, hogy míg az AGI olyan rendszereket takar, amelyek képesek általános intelligens cselekvésekre, addig az erős AI szoftver képes speciális problémák megoldására, valamint érvelési feladatokat is képes tanulmányozni és végrehajtani. Ezek mellett próbálja az emberi kognitív képességek teljes skáláját teljesíteni. (Daniel, Vasil, Peter, 2019)

A mesterséges intelligencia kutatása fejlesztése során több kérdés is felvetődött, hogy pontosan mi is nevezhető MI-nek. A probléma megoldására kidolgoztak egy kritérium rendszert, amelynek, ha megfelel a rendszer, akkor MI-nek tekinthető, ezek a kritériumok pedig a következők:

- képes a rendszer indokolni, stratégiát alkalmazni, rejtvényeket megoldani, és bizonytalan helyzetekben döntést hozni
- a rendszer a tudást képviseli beleértve a közérdekű ismereteket is
- képes tervezni
- képes tanulni
- képes kommunikálni természetes nyelven
- képes érzékelni, és ezek alapján cselekedni

- ezen képességeket képes integrálni a közös célok elérése érdekében

(Daniel, Vasil, Peter, 2019)

Most, hogy már tisztában vagyunk a mesterséges intelligencia fogalmával, tekintsünk vissza a múltjára is.

1.1. A mesterséges intelligencia története

A technológia gyökereit kutatva egész az 1943-mas évekig vissza kell tekintenünk, mikor Warren McCulloch és Walter Pitts a mesterséges neuron modelljükkel elsőként érték el olyan eredményt, amelyet ma is a MI első eredményeként ismernek el. 1949-ben Donald Hebb a mesterséges neuronok közötti kapcsolatok erősségének módosításával egy olyan innovatív szabályt mutatott be, amely segítségével lehetővé tette a tanulást. Ez a szabály máig érvényes és a tanulás szabályának másnéven Hebb-tanulásnak (Hebbian learning) nevezzük. (Russel, Stuart, Norving, Peter, 2005)

1951-ben Marvin Minsky és Dean Edmonds megépítette az első neurális számítógépet. Ezek után sok eredményt meg lehetne említeni, ami az MI kapcsán sikerült elérni, azonban teljes elképzelést Alan Turing fogalmazott meg 1950-ben a „Computing Machinery and Intelligence” című cikkében. Bevezette a Turing-teszt, genetikai algoritmusok, gépi tanulás és a megerősítéses tanulás fogalmakat.

Az MI kapcsán felmerülő egyik legfontosabb személyiség John McCarthy, aki Minsky, Claude Shannon és Nathaniel Rochester segítségével megszervezték egy olyan két hónapos találkozót, ahol az MI kapcsán felmerülő legfontosabb kutatókat hívták össze. Ugyan a találkozó nem zárult áttörő innovációval, de a szakmában dolgozók, és kutatók legalább ismeretségre tettek szert. (Russel, Stuart, Norving, Peter, 2005)

Ezt követő fontosabb mérföldkő Allen Newell informatikus – kognitív pszichológus és Herbert Simon Nobel-díjas amerikai közgazdász nevéhez kötődik, akik megalkották a GPS-t (General Program Solver) általános probléma megoldó programot, amely első az „emberi módon gondolkodó” rendszer volt. A programot úgy tervezték, hogy hasonlóképp gondolkodjon, mint ahogy az ember. A program a feladványon belül a részcélokat, és a cselekvéseket hasonlóképp oldotta meg, mint ahogy azt a problémán dolgozó emberek tették.

1958-ban John McCarthy újabb kiemelkedő eredményt ért el, mikor az MIT AI Lab Memóban definiálta a Lips-et, mely az első és legfontosabb MI-programozási nyelvvé

növekedett. Ennek köszönhetően létrehozta az Advice Takert, mely egy olyan hipotetikus program, mely az első MI teljes rendszernek tekinthetünk. A program képes volt néhány axióma segítségével terveket generálni, valamint működés közben képes volt új axiómákat is elfogadni, és új eredményeket elérni, mindezt átprogramozás nélkül. (Russel, Stuart, Norving, Peter, 2005)

Az időben kicsit nagyobb léptét haladva megérkezünk egészen 1982-ig, mikor elsőként alkalmaztak üzletileg sikeres szakértőrendszert a Digital Equipment Corporation-nél. A rendszer a megrendeléseket segítette konfigurálni, és segítségével 1986-ra a cég évi 40 millió dollár megtakarítást tudott elérni.

Újabb nagyobb időléptéket haladva az MI jelenlegi helyzetéről tesztek említést.

A Nasa Remote Agent programja lett az első autonóm tervkészítő program. A földről felküldött célokból a program terveket generált miközben monitorizálta az űrhajót, esetleges hibákat detektálta, diagnosztizálta, és kijavította a hibát így visszaállítva a helyes működést.

Az IBM Deep Blue rendszere az első számítógépes program mely egy sakkprogramban legyőzte a világbajnokot egy mérkőzésen.

Az autonóm szabályozás területén az Alvin számítógépes látórendszer betanítás után képes volt arra, hogy Amerikában megtegyen egy 2850 mérföldes távot, ahol 98%-ban a rendszer vezetett, 2%-ban ember avatkozott közbe. (Russel, Stuart, Norving, Peter, 2005)

A diagnosztizáló rendszerek az orvostudományt segítik. Heckerman 1991-es könyvében leír egy esetet, ahol egy komplikált esetben a diagnosztizáló rendszer olyan diagnózist állított fel, melyet a szakember is elismert és elfogadott.

Logisztikai tervkészítés során 1991-ben az amerikai haderő egy DART- Dynamic Analyst and Replanning Tool-t alkalmazott az Öböl-válság idejére. A rendszer órák alatt elkészült az óriási logisztikai feladattal, melynek köszönhetően egyetlen alkalmazás során megtérült a rendszer 30 éves fejlesztési befektetése.

A robotika mikrosebészet terén való alkalmazása nagy előrelépést jelent. A számítógépes látás technikával a páciens belső anatómiájából háromdimenziós modellt készített a rendszer, majd robotirányítással szabályozta a csípőprotézis behelyezését.

Nyelvmegértés és probléma megoldás, amelyre a Proverb rendszer képes. Óriási adatbázissal, információval, szótárakkal, online adatbázisokkal a rendszer a legtöbb embernél kiválóbb keresztretjtvény fejtő. (Russel, Stuart, Norving, Peter, 2005)

Ezek csak néhány területek, ahol már sikeresen alkalmazzák az MI-t, és létfontosságú feladatok ellátására is képesek a rendszerek. A mezőgazdaság is egy olyan ágazat, mely egyre inkább használ MI-t és a jövő nagy gazdaságai már elképzelhetetlenek lesznek az MI nélkül.

A történelmi áttekintés után tekintsünk bele a rendszer fontosságába, ezen belül is a mezőgazdaságra gyakorolt hatásaira.

1.2. A Mesterséges Intelligencia fontossága

Az MI fontosságát Jeff Bezos az Amazon vezérigazgatója szavaival emelném ki: „A Mesterséges intelligencia aranykorának kezdetén vagyunk. A legújabb fejlesztések olyan találmányokhoz vezetnek, melyek korábban csak a sci-fi filmekben voltak láthatóak, és még csak a felszínét karcoltuk annak, ami lehetséges” (www.analyticsvidhya.com).

A MI a világ szinte minden ágazatára hatást gyakorol. Egyre több iparág törekszik az automatizálásra, intelligens gépek segítségével a hatékonyság, termelékenység növelésére. A mezőgazdaság a világ egyik legrégebbi és legfontosabb ágazata. Világszerte az ágazat megközelítőleg 5 billió dollár értéket képvisel.

A jelenlegi trendekből azt láthatjuk, hogy a világ népessége 2050-re meghaladja a kilencmilliárdot, ami extra keresletet jelent így a mezőgazdasági termelés 70%-os növekedését teszi szükségessé a kialakult helyzet. A problémát tovább fokozza, hogy míg a népesség egyre csak növekszik, a rendelkezésünkre álló földterület, víz, és erőforrások egyre szűkösebben állnak a rendelkezésünkre. Erre a problémára próbál az emberiség megoldást találni. A MI alkalmazása a mezőgazdaságban kiváló megoldást nyújt a probléma kezelésére. Segítségével növelhetjük a hatékonyságot, csökkenthetjük a munkaerő költséget, és a lehető legoptimálisabb költségek mellett érhetjük el a lehető legnagyobb terméshozamot. (www.analyticsvidhya.com) Persze kezdetben mindez óriási költségekkel jár, a technológia, szoftver, robotok, szenzorok és egyéb felszerelés roppant költséges, és ez az, ami a legtöbb gazdálkodót eltántorítja. A fejlettebb országokban a nagy farmok már komoly összegeket invesztálnak a technológiába, és sikeresen alkalmazzák azt. Ezért is lehet nyugaton egyre gyakrabban vezető nélküli traktorokat, gépeket látni, mivel a gép GPS-jelek, és szenzorok alapján képes tájékozódni, és elvégezni a feladatot.

Az idő előrehaladtával ezek a farmok annyira hatékonyan, és akkora volumenű terményt fognak termelni, hogy a fejletlenebb gazdálkodók nem fogják tudni tartani a versenyt ezekkel szemben. Ezért tartom fontosnak a technológia vizsgálatát, bemutatását, hogy dolgozatom segítségével is felhívjam az emberek, gazdálkodók figyelmét arra, hogy ha lépést akarnak tartani a jövő igényeivel, akkor elengedhetetlen ezen fejlesztések megejtése. A kezdeti nehézségek, és költségek ellenére a történelem már több alkalommal

is bebizonyította, hogy a rendszer alkalmazásával óriási összegeket lehetséges megtakarítani, hosszútávon meg versenyelőny elérése is lehetséges.

1.3. A Mesterséges Intelligencia előnyei és hátrányai.

Az MI fontosságának letisztázása után kiemelném néhány fontosabb előnyét és hátrányát is, mivel mint mindennek ennek is vannak negatív hozadécai.

Az előző fejezetekben inkább az MI előnyét, fontosságát emeltem ki, melyből kiderül, hogy a jövő ebbe az irányba halad, és az idő elteltével egyre jobban és egyre szélesebb körben elterjed a technológia. Ez a felgyorsult világnak, és a növekvő igényeknek köszönhetően növelni kell a termelést, csökkenteni a költségeket. Az MI ezt a problémát hivatott megoldani, de alkalmazása sok ember számára aggodalmat kelt, újabb problémákat generál.

A mesterséges intelligencia, robotika, és automatizálás sok ember számára azt az aggodalmat erősíti, hogy az emberek munkáját elveszik a gépek. Ez a probléma bizonyos szinten valós, de be kell látnunk, hogy ahhoz, hogy képesek legyünk tartani a lépést az igényekkel, ahhoz fejleszteni, automatizálni kell. Már a mai világban is bizonyos szakmák szépen lassan visszaszorulnak, ezek a jövőben akár teljesen el is tűnhetnek.

Anthony McAfee véleménye szerint a robotok a jövőben már nemcsak a leggazdagabb országokban fognak megjelenni, India, Kína, Mexikóban is idő kérdése és emberek milliói munkáját fogják végezni. A munkásoknál csak a robotok lesznek olcsóbb munkaerők, így ez egy komoly társadalmi problémát szülhet. A robotika párti kutatók próbálják eloszlatni a kétségeket azzal, hogy csak a monoton munkákat fogják átvenni a gépek, ezek mellett meg új szakmák jelennek meg, ennek ellenére sokan a globális munkaerőpiaci majd gazdasági és szociális problémákra hívják fel a figyelmet. (<http://publicatio.bibl.u-szeged.hu>)

Egy másik probléma, ami ugyancsak aktuális napjainkban az pedig a felelősségre vonás kérdése. Ki a hibás az MI okozta károkért? Ez a kérdés merül fel, és főként az egyre jobban felszerelt önvezető autók esetében tevődik fel. Az autó tulajdonos, autógyártó, vagy programozó vonható felelősségre? Ezek máig nem tisztázódtak teljes mértékben, értelmezésük, törvénykezés jelenleg is ezekre próbál választ találni. (www.europarl.europa.eu)

Probléma továbbá az is, hogy ezek a rendszerek rengeteg adattal működnek, melyek biztonságossága, visszaélési kockázata nem tisztázott.

A gépi tanulás sok ember számára aggodalmat kelt, mivel már vannak olyan szoftverek, robotok, melyek képesek tanulni, tudásuk pedig exponenciálisan képes növekedni.

Minél többet tudnak annál gyorsabban és több tudásra tudnak szert tenni. Ez lehet pozitív is, mivel olyan problémákat képesek megoldani, amelyet az emberek nem, de viszont sokan attól tartanak, hogy a robotok olyan szintű tudásra tesznek szert, mely emberi ésszel nem lesz felfogható, és kordában tartható. Ezért fontos az óvatosság és a biztonság, hogy ezek a veszélyek ne történhessenek meg.

1.4. Gazdasági hatások: növekedés és termelékenység

Kína remek példát nyújt az MI gazdasági hatásai bemutatására. Az ország rohamos ütemben fejleszti a technológiát, melyet az internetes ágazat fejlődése is tükrözi. 2018-ban 22,9%-os bevétel növekedést realizált az online ágazat, mely jelentősen meghaladja a teljes gazdasági növekedést. A mesterséges intelligencia kutatása és fejlesztése terén is élen jár az ország, mivel 2017-ben 592 MI-vel foglalkozó vállalatnak adott otthont az ország, mely a világon MI-vel foglalkozó vállalatok 23%-át teszi ki. A szélessávú 5G mobilinternet technológia ebben az országban a legfejlettebb, mely tovább segíti az MI kutatás, és fejlesztési folyamatokat. Más országokhoz hasonlóan Kína is tehetséghiánnyal küzd, így nagy hangsúlyt fektet a megfelelő szakképzésre. Mintegy 40 középiskola bevonásával MI középiskolai oktatás kísérleti programot indít az ország. Az oktatási minisztérium nagy robotikai vállalatokkal együttműködve közös ipari robotikai képzési központokat nyit Kína 115 felsőoktatási és szakképző intézményeiben. Az ország digitális fejlettsége világ szinten élen járó, ezekkel a fejlesztésekkel, képzésekkel megőrzi, és tovább növeli a digitális előnyét a világ fejlett országaihoz viszonyítva. (<https://ourworld.unu.edu>)

A McKinsey Global Institute a mesterséges intelligencia öt nagy kategóriáját kutatja: számítógépes látás, természetes nyelv, virtuális asszisztensek, robotizált folyamatautomatizálás és fejlett gépi tanulás. Becsléseik azt mutatják, hogy ezek közül az 5 MI- kategória közül 2030-ra a vállalatok 70%-a legalább egyfajta, kevesebb mint fele mind az öt kategóriát fogja teljesen elsajátítani. Ugyancsak ezekből a becslésekből az is kiderül, hogy ezzel 13 billió dollárnyi globális gazdasági tevékenységet eredményezhet, mely 16%-al magasabb kumulatív GDP-t jelent. (<https://www.mckinsey.com>)

A mesterséges intelligencia vezérelt termelékenység növekedést számos tényező befolyásolja, mint például a munkaerő automatizálása, az innováció és az új verseny. Ezek mellett a mikrotényezők is fontos szerepet kapnak, mint a MI átvételének üteme,

makrotényezők közül az ország munkaerő piaci struktúrája is hozzájárulhat a technológiai hatás nagyságához. (<https://www.mckinsey.com>)

2. Robotok a mezőgazdaságban

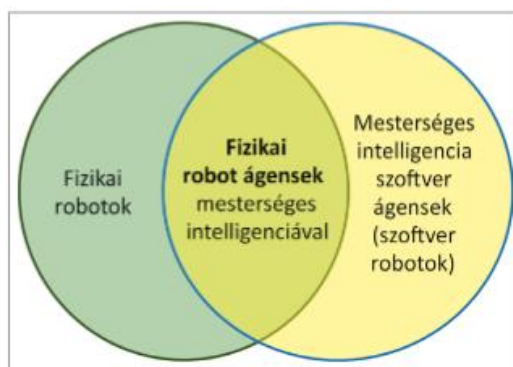
Napjainkban egyre szélesebb körben kutatják, fejlesztik, és terjesztik a mezőgazdasági robotokat. Jelentősebb fejlődés a fejőrobotok, és a gyümölcsbetakarító gépek körében sikerült elérni. A robotok fejlődése szoros kölcsönhatásban van a mesterséges intelligencia fejlődésével. A technológia bizonyos téren olyan fejlődési szintet ért el, mely egy negyedik ipari forradalomhoz is vezethet.

A Szent István Egyetem Gépészmérnöki Karán végzett kutatás során a mezőgazdasági robotokat a következőképp definiálták:

„Általánosan robot ágensnek tekintünk minden olyan működő entitást, amely a dinamikus változó környezet jellemzőit érzékeli, értelmezi, és működését ehhez igazítva avatkozik be a környezetébe.”

Ezek alapján robotnak tekinthető minden olyan entitás mely alapjellemzője az érzékelés, bizonyos szintű autonóm viselkedés, működés, és a környezetbe való beavatkozás, cselekvés. Ezek mellett a kooperáció és kommunikáció is fontos ágens tulajdonság. (Bárfai Zoltán és munkatársai: Robotok a mezőgazdaságban, 2018)

A robotok osztályozásának egyik egyszerű ábrája a következőképp néz ki:



1.ábra: Robotok osztályozása

Forrás: Bárfai Zoltán és munkatársai: Robotok a mezőgazdaságban, 2018

Az ábra Fizikai robotok és Mesterséges intelligencia szoftver ágenseket különböztet meg, valamint ezek átfedése a dolgozatom egyik fő kulcsszereplője a Fizikai robot ágens mesterséges intelligenciával.

A következő ábra némiképp jobban felbontja a mezőgazdasági robotok osztályozását és helyzetét a 2017-es állapotok szerint.



2.ábra: Mezőgazdasági robotok 2017-es állapota

Forrás: Bártfai Zoltán és munkatársai: Robotok a mezőgazdaságban, 2018

Az ábrán balról jobbra haladva láthatjuk a technológia fejlődésének fázisait, így egy-egy technológia 2017-es fejlettségi fázisát is beazonosíthatjuk.

2.1. Automatizálás és robotizálás az állattartásban

Az állattartásban való automatizálás, robotizálás rendkívül szerteágazó, sokféle feladatokat foglal magába. Ennek tudatában két fő csoportra szegmentálom az automatizált folyamatokat:

- A folyamatban az állat a munkatárgy: fejés, kezelés-ellátás, állat és állapot detektálás, állapotalapú szelektálás
- A folyamatban az anyagok a munkatárgyak: melléktermék (trágya) kezelés, termékkezelés, takarmányozás

Az állattartásban való automatizálás egyik fontos feltétele az állatok beazonosítása. A szarvasmarhák esetében a nyakszíjra erősített transzporterek segítségével sikerül az állatot

beazonosítani. Sertések esetében főként fülszámok, de már bőr alá beültethető micro transporterek is segíthetnek az állatokat monitorizálni. A jeladók sikeres használata már az 1980 az évektől elterjedt főként a 100-200 tehenet tartó gazdák körében. A nyakszíjon levő jeladó jelet ad a jászlon levő vevő egységnek, mely az információt továbbítja az adatközpontba. Az adatközpontból utasítás érkezik a takarmány adagolóknak a megfelelő mennyiségű takarmány adagolására. Ez csak egy folyamat a sok közül mely növeli az állattartás hatékonyságát. Ezen kívül rengeteg automatizált rendszer létezik melyek még az állatok ivarzásának jelzését is képesek megállapítani az állat aktivitásából. (Dr. Bártfai Zoltán, Dr. Faust Dezső, Dr. Tóth László: Automatizálás, robotizálás az állattartásban, 2018)

A fejőrobotok alkalmazása is magas fokú hatékonyságot tesz lehetővé. A 2. ábrán is jól látható, hogy ez már egy kiforrott technológia mely részben emberi felügyelettel, vagy teljes egészében automatikusan is képes működni. A Lelly Astronaut is egy ilyen fejőrobot, mely teljesen automatikusan mesterséges intelligenciát alkalmazva képes a fejés folyamatát lebonyolítani. Ez a technológia Erdélyben is elterjedt, több gazdaságban fellelhető a Lelly Astronaut fejőrobot, így mondhatni a mesterséges intelligencia alkalmazása is egyre népszerűbb. A témában szakdolgozat is készült, melyet Imets Kinga a Sapientia EMTE hallgatója 2021-es évben készítette el.

Az agrárium korszerűsítését nagyban befolyásolja az állattartás területén elért automatizálási, robotizálási folyamatok megvalósítása. Az állattartás modernizálása révén javul a hatékonyság, az állati termékek minősége, csökken a fajlagos veszteség, javul a takarmányozás, csökkennek a beteg állatok száma, mivel az érzékelők segítségével megelőzhetőek a betegségek. (Dr. Bártfai Zoltán, Dr. Faust Dezső, Dr. Tóth László: Automatizálás, robotizálás az állattartásban, 2018)

2.2. Drónok és robotok alkalmazása

Az Association for Unmanned Vehicle System International (AUVSI) 2013-ban közzétett egy gazdasági jelentést mely a pilóta nélküli légi járművek (UAV) polgári felhasználásának jövőbeni fontosságát emelte ki. A jelentés főként két piacot emel ki: a közbiztonságot, és a precíziós mezőgazdaságot, melyek nagy hatást fognak a jövőben gyakorolni főként az USA, de a világ más országai számára is. A precíziós mezőgazdaság terén várható a nagyobb növekedés, mely a következő évtizedek gazdaságára és a munkahelyek alakulására is nagy kihatással lesz. (www.intechopen.com)

Az elmúlt évtizedekben a mezőgazdasági adatgyűjtés főként repülőkkal, műholdakkal vagy kimondottan talajra szakosodott szakemberek segítségével végezték. Ezek a módszerek komplikáltak, költségesek, és korlátozottak voltak elvégzésükhöz különleges engedélyek beszerzése volt szükséges, és az adatszolgáltatási idő is hosszú folyamat volt.

Ezzel szemben a pilóta nélküli légi járművek hatékonyak, egyszerűen telepíthetők, képesek többféle érzékelőt is hordozni, nem igényelnek komplikáltabb engedélyeket, költséghatékony adatszolgáltatási alternatívává válnak.

Az adatszolgáltatás mellett a pilóta nélküli légi járművek másnéven drónok képesek más komplikáltabb feladatokat is elvégezni. Hő, és hiperspektrális kamerákkal, valamint fluoreszcencia érzékelőkkel, hőkamerával felszerelt drónok képesek a növények vízterhelését, és állapotát, valamint betegségeiket, kimutatni, mely elemzése után megfelelő lépéseket tehetünk a növények állapotának optimalizálásához. (www.intechopen.com)

Ezt a folyamatot precíziós gazdaságnak nevezzük, mivel csak ott avatkozunk be, és ott alkalmazunk növényvédőt, vagy műtrágya szert, ahol a növényeknek szükségük van rá. Így a magasfokú hatékonyság mellett a környezeti lábnyom is csökkenthető, mivel nem kerül felesleges műtrágya vagy permet a talajba. A precíziós gazdaság elvégezhető a drónok segítségével is mivel már képesek akár 20-30-40 kiló terhet is szállítani, és ezt a permetlevet, vagy műtrágyát képesek célzottan kijuttatni arra a területre, ahol szükséges, mindezt magasfokú hatékonyság mellett. (www.intechopen.com)

A dróntechnológia mellett érdemes néhány szót ejteni a földön közlekedő mezőgazdasági robotokról is.

A Carbon Robotics amerikai vállalat 2021-ben bemutatta az Autonomus Weeder nevű mezőgazdasági robotját, mely képes felismerni és beazonosítani a különböző gyomnövényeket és egy nagy teljesítményű lézerrel képes elpusztítani. Ezzel a technológiával a gyomirtó szerek használata kikerülhet, így a talaj és talajvíz sem szennyeződik különböző növényvédő szerekkel. A robot egy kereken guruló kockára hasonlít, mely 12 kamerája segítségével képes detektálni a gyomnövényeket, melyet a mesterséges intelligencia felismeri, és egy nagy teljesítményű lézersugárral megsüti a nemkívánatos gyomnövényeket. A robot képes teljes mértékben önállóan dolgozni, így nem szükséges emberi beavatkozás. Ezzel a technológiával naponta 6-8 hektárt képes gyomtalanítani a robot, és becslések szerint 2-3 év alatt a robot megtéríti a befektetést. (www.agrarszektor.hu)

Spanyolországban 2020-ban a Valenciai Politechnikum létrehozott egy VineScout nevű robotot, mely forradalmasíthatja a szőlészeteket. A robot szenzorokkal, kamerákkal és érzékelőkkel felszerelve a szőlő állapotát képes felmérni, így az öntözést, szüretelést is a

legmegfelelőbb pillanatban lehet végrehajtani. A robot elektromos meghajtással, és teljesen autonóm képes közlekedni a szőlőültetvények között, ha az ültetvény megfelel bizonyos követelményeknek, mely a robot számára szükséges.

A felsorolt technológiák csak néhány példa arra, hogy a mai világban mennyire fontosak a robotok, ezeken kívül hosszú oldalakon keresztül lehetne bemutatni a már alkalmazható, és még fejlesztés alatt álló mezőgazdasági robotokat, mely a precíziós gazdaság egyik alapkövét alkotják. (www.agrarszektor.hu)

2.3. Precíziós mezőgazdaság

A precíziós mezőgazdaság (Precision Agriculture -PA) a mezőgazdasági üzemek irányításának olyan megközelítése, mely információs technológiát használ annak érdekében, hogy a növények, a talaj a legoptimálisabb feltételeket kapják az egészség és a termelékenység érdekében. A precíziós mezőgazdaság speciális eszközökre, informatikai szolgáltatásokra, szoftverekre támaszkodik. Célja a jövedelmezőség, fenntarthatóság, és a környezetvédelem biztosítása. A talajba helyezett érzékelők képesek érzékelni a talaj, és levegő nedvességtartalmát, és hőmérsékletét, a robotok, drónok képesek valós idejű képeket továbbítani a gazdáknak vagy akár mezőgazdasági irányító központoknak. A beérkezett információk segítségével elvégezhető a precíziós mezőgazdaság, így a kijuttatandó víz, műtrágya, növényvédő szerek optimális helyre, és optimális mennyiségben kerülnek ki. A gazda így erőforrás pazarlás, valamint elfolyást elkerülve hatékonyan biztosítja a talaj adalékanyagát ezzel megőrizve a növény optimális állapotát. A költségek csökkenése mellett ellenőrzi a technológia a környezeti hatásokat is. (<https://whatis.techtarget.com>)

Ezzel kapcsolatos témákkal Magyarországon a Precíziós Gazdálkodás (preciziosgazdalkodas.com) interaktív szakfolyóirat foglalkozik.

3. Appia Drone Tech vállalat bemutatása

1.kép: Appia Drones logó



Forrás: <https://www.google.com>

Az Appia Drone Tech vállalat egy marosvásárhelyi székhelyű vállalat. A cég román, és magyar (Instal Invest KFT) közös vállalkozás, melynek célja a magasfokú modernizálás, automatizálás, mezőgazdaság digitalizálása.

A vállalkozás alapvetően három területen tevékenykedik:

1. Appia Drones szolgáltatások
2. Appia Drones Shop drón és kiegészítő üzlet
3. Appia Drone Tech mezőgazdasági drónok

Appia Drone szolgáltatások alatt a vállalat teljeskörű drón tanácsadást nyújt úgy az érvényben levő jogszabályok, mint drónok használati utasítása szempontjából. Ezek mellett online drón kezelési kurzusokat is tartanak, és különböző drón kategóriákra is van lehetőség engedélyt szerezni. A vállalat ezen ágazata továbbá foglalkozik különböző rendezvények filmezésével, valamint építkezési területek felmérésével, ingatlanok filmezésével is.

Az Appia Drone shop lehetőséget nyújt a legújabb dróntechnológiák megvásárlására. A cég alapvetően a legfejlettebb, és leggyorsabban fejlődő DJI márkával dolgozik együtt, és úgy a DJI mint a saját fejlesztésű drónjaikat is értékesítik. Az üzletben megvásárolható akár hobby célra használt drónok, akár komolyabb filmezésre használható drónok, de a mezőgazdasági vállalati célra használható drónok megvásárlására is van lehetőség. Ezek mellett az összes kategóriához köthető kiegészítők, akkumulátorok, motorok, tartályok is megvásárolhatóak.

Az Appia Drone Tech tevékenységei közé sorolható a mezőgazdasági drónok tervezése, építése, és működtetése. A vállalat végez mezőgazdasági terület feltérképezést, növény állapot felmérést, permetezést, műtrágya kiszórást drónok segítségével. A mezőgazdasági szolgáltatások elvégzése mellett lehetőség van megvásárolni a mezőgazdasági drónokat is így akár a gazda is elvégezheti saját kezűleg a feltérképezést, permetezést, műtrágya kiszórás feladatát. Dolgozatom szempontjából az Appia Drone Tech vállalati rész lesz részletesebben taglalva, melyet a következő alfejezetben mutatok be.

3.1. Appia Drone Tech

Ezen alfejezetben belül a vállalat mezőgazdasági szolgáltatásait, drónjait, és teljes feltérképezés, permetezés folyamatát szemléltetem.

A alfejezet két fő részre bontható le melyek a mezőgazdasági szolgáltatások, valamint mezőgazdasági drónok értékesítése részből tevődnek össze.

Elsőként a mezőgazdasági szolgáltatásokat mutatom be, majd a későbbiekben a drón specifikációkról, és árakat fogom részletesen bemutatni.

A mezőgazdasági szolgáltatás folyamatai a következőképp néznek ki:

A gazda felkeresi az Appia Drone Tech céget, hogy a vállalat végezzen el egy megfelelő terület feltérképezést, növény állapot felmérést és permetezést vagy műtrágya kiszórást. Miután az Appia Drone Tech vállalat megkapta a megfelelő információkat, a felderítő csapat a helyszínre utazik, és a legújabb Dji P4 Multispectral drón segítségével elvégzik a terület feltérképezését, és a növények állapot felmérését.

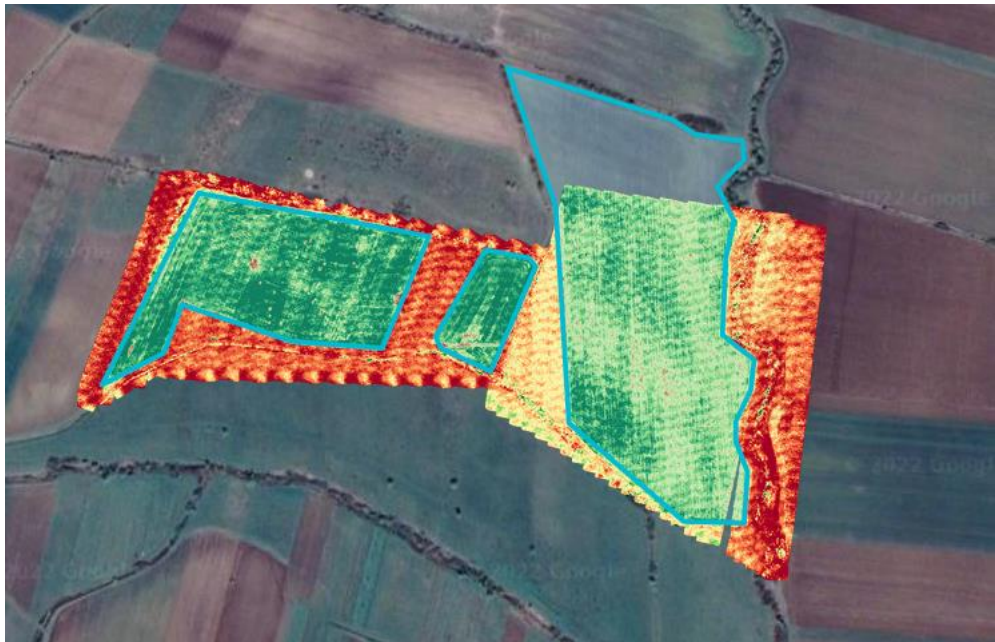
2.kép: Dji P4 multispectral drón



Forrás: www.dji.com

A feltérképezés, és felmérés eredményeképp a következő felvételekhez jut a cég.

3.kép: Terület feltérképezés



Forrás:<https://www.dronedeploy.com/app2/sites/622ba2284a21b38a56469fa8/maps/622ba1254a21b38a56469fa7>

A fent látható 3. képen a kijelölt 3 parcella látható, és a Dji P4 multispektrális kamerával készült növényállapot felmérés. Ezen kép alapján a cég vagy az adott gazda növényszakértője megállapítja a növény állapotát, a beavatkozás területét, a vegyszer fajtáját, és koncentrátumát. A felállított diagnózis alapján az Appia cég a permetező vagy műtrágyaszóró drónjaival újra kimegy a területre, és a gazda által biztosított vegyszert vagy műtrágyát a drón tartályaiba töltik.

4.kép: Permetező drón



Forrás: www.facebook.com

A tartályok feltöltése után a pilóta üzemképes állapotba helyezi a drónt, és a betáplált adatok alapján elindítja a permetezést, amely ezután teljesen automatikusan zajlik. Az ember csak felügyeli a folyamatot, kicseréli a lemerült akkumulátort, és feltölti a vegyszer tartályt, és a munka folytatódhat is tovább.

5.kép: Permetező drón távirányító



Forrás: <https://www.dji.com/t10>

A munkafolyamat következőképp néz ki a pilóta távirányítóján. A drón az előre feltérképezett területen halad, és minden szükséges adatot a pilóta lát. Látható a kijelzőn az akkumulátor töltöttségi szintje, a vegyszertartályok szintje, a drón sebessége, magassága, és permetező ereje. Ezek mellett a szenzorok és kamerák segítik a drón működését. A munkafolyamat teljesen automatizált, a pilóta csak felügyelőként, és utántöltőként vesz részt a munkafolyamatban, de ennek ellenére manuálisan is irányíthatja a drónt, valamint módosíthatja a javasolt útvonalát.

Feltevődik a kérdés, hogy miért érdemes a gazdának a drónnal való permetezés mellett döntenie, mikor hagyományos gépek, és eszközök segítségével is elvégezhetné a munkafolyamatot.

Az Appia Drone Tech vállalatnál történt látogatásom során erre a kérdésre is választ kaptam. A drónnal való teljes terület azonos mértékű permetezése esetén a drón 10-15%-al hatékonyabb eredményt képes elérni, mintha a gazda traktorral, és hagyományos permetezőgéppel permetezne.

Ez a hatékonyság annak köszönhető, hogy a drón nem hagy nyomot maga után, vagyis nincs növény taposás, ami a traktor esetében előfordul. Ezek mellett a drón egy kijelölt útvonalon halad vigyázva arra, hogy csak az adott területre permetezzen. Ennek köszönhetően nincs fölösleges terület permetezés vagy permetezés átfödés. Csak ott és akkor permetez a drón, ahol és amikor kell. Ezek mellett további előnye a drónnal való permetezésnek vagy műtrágya kiszórásnak az is, hogy a drón képes eső után a nedves talajra műtrágyát kiszórni, így optimálisabb felszívódást képes elérni, mint traktor esetében. Hagyományos gépekkel nedves talajon nem lehet közlekedni, mivel a sárban elsüllyednek. A 10-15 %-os megtakarítás nagyobb földterületek esetében komoly összeget jelenthet, mely hosszútávon megtéríti a befektetést.

A vállalat szolgáltatási portfóliójában megtalálható továbbá a növényellenőrzés növényi tanácsadás, öntözéskezelés, valamint a fentebb említett teljes permetezés, műtrágya szórás. (<https://appiadronetech.com/hu/mezogazdasagi-dronok/>)

Az Appia Dronte Tech szolgáltatás részét bemutatva áttérek a vállalat által egyedileg tervezett, gyártott, gazdák számára megvásárolható drónok bemutatására.

A teljes feltérképezés és permetezés folyamat elvégzéséhez először olyan drónra van szükség, mely multispektrális kamerával képes a területet, növény állapotot feltérképezni. Az Appia Drone Tech erre a feladatra készítette el a következő drónját:

6.kép: ADT Vulture Multispectral drón



Forrás: <https://appiadronetech.com>

Ezzel a drónnal a gazda is elvégezheti a feltérképezés és növényállapot felmérést. A drón a következő specifikációkkal rendelkezik:

7.kép: ADT Vulture Multispectral drón specifikációk

SPECIFIKÁCIÓK	
Teljes tömeg	10 kg
Felszállási súly	15 kg
Maximális felszállási súly	15 kg
Repülési idő	25-35 perc
Repülési távolság	0-2000 m
Repülési magasság	0-120 m
Repülési sebesség	0-10 m/s
Üzemi hőmérséklet	-10° C és 70° C között
Nedvesség	0-90%
Maximális készített képek száma	60/perc
Leszállási légáramlás	4-15 m/s
Széllel szembeni ellenállás	10 m/s
MÉRETEK	
Kihajtott karokkal	1.10 x 1.10 x 0.45 m
Összehajtott karokkal	0.65 x 0.60 x 0.45 m

Forrás: <https://appiadronetech.com>

Legfontosabb tulajdonságai, amik segítik a pilótát:

8.kép: ADT Vulture Multispectral drón legfontosabb tulajdonságai

				
BIZTONSÁG	FPV KAMERA	MULTISPEKTRÁLIS KAMERA	AUTONÓM REPÜLÉS	FOLYAMATOS REPÜLÉS
Terepkövető radar Akadályelkerülő érzékelő	1 tengelyes forgó FPV kamera élő képtvitel és megjelenítés a távírányító képernyőjén	Multispektrális képek készítése növényegészség állapot felméréséhez	Pályajelző eszköz Ground Station alkalmazás/szoftver + rádiótelemetria	Több akkumulátor Több akkumulátor adapter a töltőhöz

Forrás: <https://appiadronetech.com>

Ezen specifikációkkal rendelkező drón ára az ADT vállalatnál 7900 Euró+Áfa.
A feltérképező drón bemutatása után fontos, hogy a vállalat által kínált 6 típusú permetező drón közül egy párat kiemeljek, és bemutassak.

9.kép: Drón összehasonlítás

	ADT EAGLE S 10L - 4M	ADT EAGLE S 16L - 6M	ADT AQUILA S 20L - 8M
Folyadéktartály térfogata	10 liter	16 liter	2 x 10 liter
Teljes tömeg	11 kg	15 kg	20 kg
Felszállási súly	15 kg	21 kg	25 kg
Maximális felszállási súly	25 kg	37 kg	50 kg
Repülési idő	20-25 perc	20-25 perc	10-25 perc
Repülési távolság	0-1000 m	0-1000 m	0-2000 m
Repülési magasság	0-20 m	0-20 m	0-20 m
Repülési sebesség	0-10 m/s	0-10 m/s	0-10 m/s
Üzemi hőmérséklet	-10° C to 70° C	-10° C to 70° C	-10° C to 70° C
Nedvesség	0-90%	0-90%	0-90%
Permetezési sebesség	0-8 m/s	0-8 m/s	0-8 m/s
Permetezési szélesség/Fúvókák száma	3-4 m / 2 dupla fúvóka	>4-5 m / 2 centrifugális permetező fúvóka	>4.5-6.5 m / 4 centrifugális permetező fúvóka
Permetezési áramlás	1-1.5 l / perc	1.2-2 l/perc	1.5-2.5 l/perc
Permetezési hatékonyság	1500-2000 m²/perc	1400-2400 m²/perc	2200-3000 m²/perc
Leszállási légáramlás	4-15 m/s	4-15 m/s	4-15 m/s
Széllel szembeni ellenállás	10 m/s	10 m/s	10 m/s

Forrás: <https://appiadrone.tech.com>

10.kép: Drótípusok



Forrás: <https://appiadrone.tech.com>

A fent látható drónok árai a következők:

- ADT Eagle S 10L- 4 M – 6725 Euró + Áfa
- ADT Eagle S 16L- 6M – 8235 Euró + Áfa
- ADT Aquila S 20L- 8M- 11990 Euró +Áfa

A vállalat által egyedileg gyártott drónok mellett lehetőség van a piacon lévő nagyobb márkák mezőgazdasági drónját is megvásárolni, mint például a DJI Agras.

11.kép: Dji drónok



The image displays three DJI drone packages. The first package on the left is the DJI Phantom 4 RTK Multispectral + Licenta TERRA, shown with the drone and its remote control. The middle package is the DJI Agras T20 Combo Pack, featuring the drone, four batteries, a charging station, a reservoir, and a system. The third package on the right is the DJI Agras T30 Combo Pack, including the drone, four batteries, a charging station, a system, and granule application equipment. Each package is presented with its components and a price tag.

Drone Model	Price (€)	Price (€) (inclusiv TVA)
DJI Phantom 4 RTK Multispectral + Licenta TERRA	6.300,00	6.300,00
DJI Agras T20 Combo Pack (4x Baterii + Încărcător + Rezervor + Sistem)	20.000,00	20.000,00
DJI Agras T30 Combo Pack (4X Baterii + Încărcător + Sistem Împrăștiat Granule)	24.000,00	24.000,00

Forrás: <https://appia-droneshop.ro/37-drone-agricole>

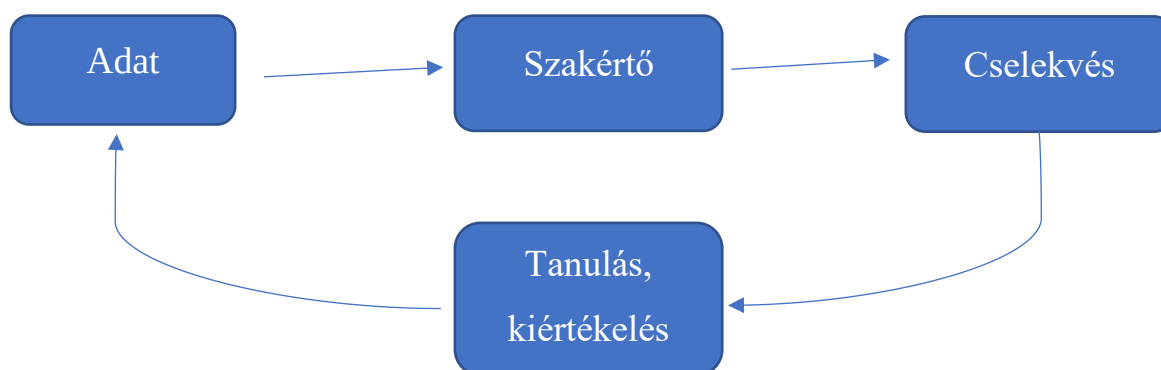
Ezen adatok tudatában a gazdának bőséges választási lehetősége van a vállalat által kínált drónok listájából. A dróntechnológia megvásárlásával és alkalmazásával a vállalat a következőket ígéri:

- Egy nap alatt 20-40 ha földterület fedhető le
- Csökken a víz és talajszennyezés
- Peszticidhasználat 30%-os megtakarítása érhető el
- Akár 90%-os vízmegtakarítás érhető el az ultra alacsony térfogatú permetezési technológiának köszönhetően
- A költségek 97%-os megtakarítása is elérhető a hagyományos permetezési technológiákhoz képest.
- A drónok terepviszonyoktól függetlenül, növénymagasságtól függetlenül képesek dolgozni a kamerák, érzékelőknek köszönhetően
- A rotoroknak köszönhetően hatékonyabb permetezés érhető el a növény teljes magasságára
- A drónok hatékonyan kezelhetőek és szállíthatóak, akár egy ember is képes elvégezni a feladatot
- A drónok 100%-os minőségellenőrzésen mennek át az értékesítés előtt
- Alacsony fenntartási költségek a kiváló minőségű egyszerűen és gyorsan cserélhető alkatrészeknek köszönhetően. (<https://appiadronetech.com>)

A vállalat ezen eredményeket biztosítja a drónok megfelelő alkalmazásával, viszont ezek az értékek tovább fokozhatóak lennének a Fuzzy szakértői rendszer felállításával.

3.2. Fuzzy Szakértői rendszer

A jelenlegi területfelmérés, döntés és cselekvési folyamat a következőképp néz ki:

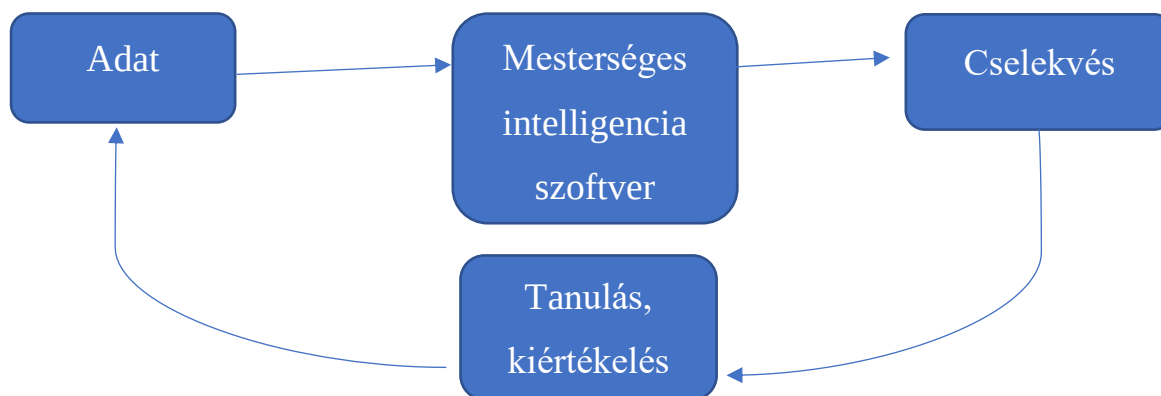


3.Ábra: Permetezési folyamat

Forrás: Saját szerkesztés

A folyamat egyik kulcsfontosságú szereplője a szakértő, aki a feltérképezett terület adatait látva képes döntést hozni, és ez alapján cselekvéseket, permetezési tervet létrehozni, amit vagy az ADT vállalat, vagy a gazda végre is fog hajtani. A probléma ezzel az, hogy a szakértő a folyamatnak egy kulcsfontosságú szereplője, és éppen ezért költséges is. Továbbá a szakember hiány is nagy problémát jelent. A technológia egyre inkább fejlődik, egyre több szakemberre lenne szükség, de nehéz megfelelő embert találni az állás betöltésére.

Erre a problémára nyújtana megoldást a Fuzzy szakértői rendszer, másnéven homályos logikán alapuló rendszer, mely a következőképp alakítaná át a struktúrát.



4.Ábra: Fuzzy szakértői rendszer

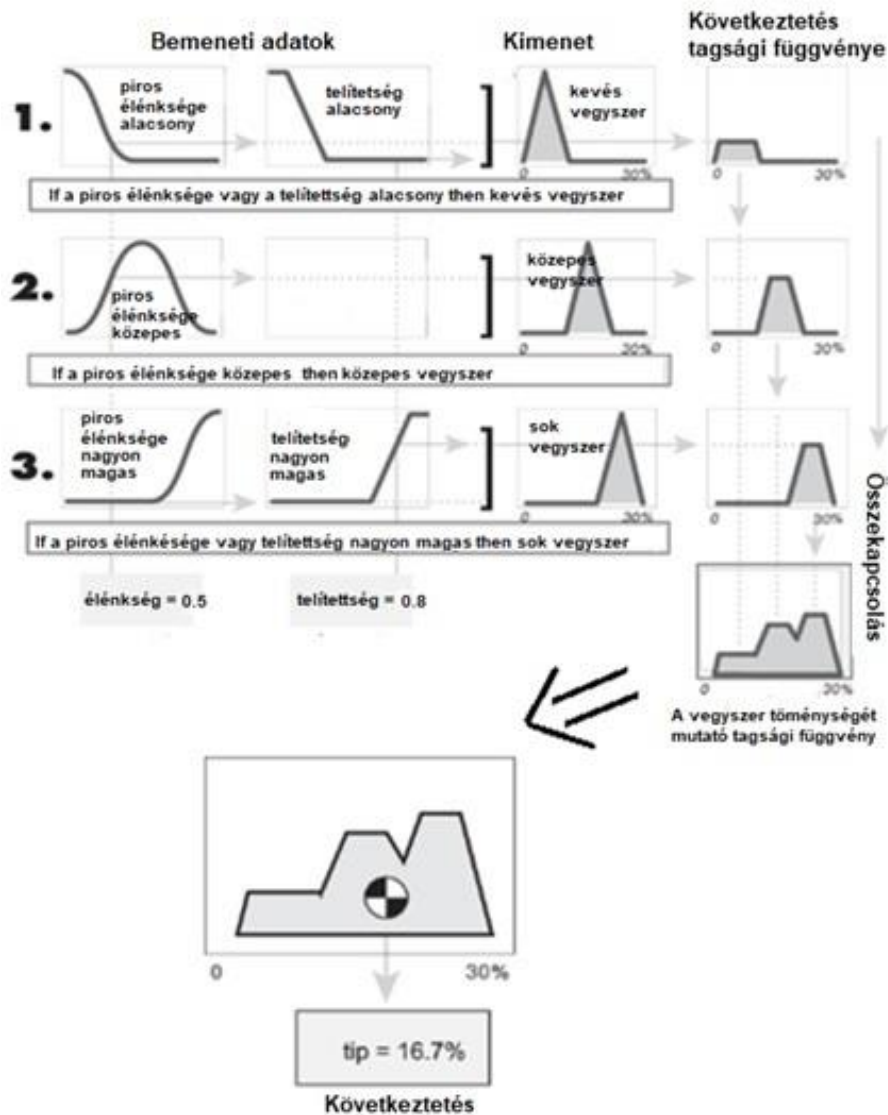
Forrás: Saját szerkesztés

A fent látható ábrán a szakértő szerepét egy olyan szoftverrel cseréltem fel, mely képes a betáplált adatok alapján döntéseket és cselekvéseket javasolni, majd a cselekvésből képes tanulni. Egyszóval ez egy mesterséges intelligenciát alkalmazó szoftver.

A Fuzzy következtetési rendszer (Matlab help, 2021- Mamdani and Sugeno Fuzzy interference System) három fő alkotóelemből tevődik össze: bemenetek (input-ok), kimenetek (output-ok) és szakértő által felállított szabályok (Rules). A rendszer a bemeneti adatokra, a megfogalmazott szabályok alapján kimeneti eredményt generál. A kimeneti eredményekből különböző következtetések vonhatók le. Esetünkben a bemenet a drón által készített képek pixeljeinek az RGB komponensei. A szabályok a szakértők által megfogalmazott „Ha körülbelül ez a szín látható akkor a betegség mértéke körülbelül ekkora” típusú homályos logikai leírások. A homályos logika (fuzzy logika) segítségével a számítógépes program a szabályokból tagsági függvényeket generál és ezeket a logikai „and”, „or” vagy „xor” műveletek segítségével összekapcsolja. A MATLAB programozási környezet két összekapcsolási lehetőséget kínál fel a felhasználónak: Sugeno- típusú, valamint Mamdani- típusú következtetési módokat. Esetünkben a Mamdani típusú következtetési módot alkalmazzuk. A fuzzy következtetési rendszer egyik nagy előnye a hagyományos következtetési rendszerekkel szemben, hogy a bemeneti adatok nem generálnak éles váltásokat, itt a rendszer folytonosan, zökkenőmentesen képes működni. A Mamdani- típusú következtetési rendszer működési lépései a következők: (Kóczy, L. T. – Tikk, D, 2001)

- a bemeneti pixelek színeinek fuzzifikációja (tagsági függvények megadása)
- a következtetés tagsági függvényeinek megadása
- a színekre vonatkozó homályos, ha a feltétel, akkor következtetés szakértői szabályok megadása, például: „Ha a szín sötét piros, akkor a betegség mértéke nagy”
- a szabályok összekapcsolása a Mamdani- féle módszert alkalmazva
- a kimenetek eredményének tagsági függvényének kiértékelése
- a következtetés számszerű megfogalmazás. Például az, hogy „ez a színt mutató tartományra ilyen koncentrációmú vegyszer szükséges”. (Kása R. – Réthi G. 2017)

Az alábbi ábra egy ilyen három szabályból álló rendszer működését szemlélteti.



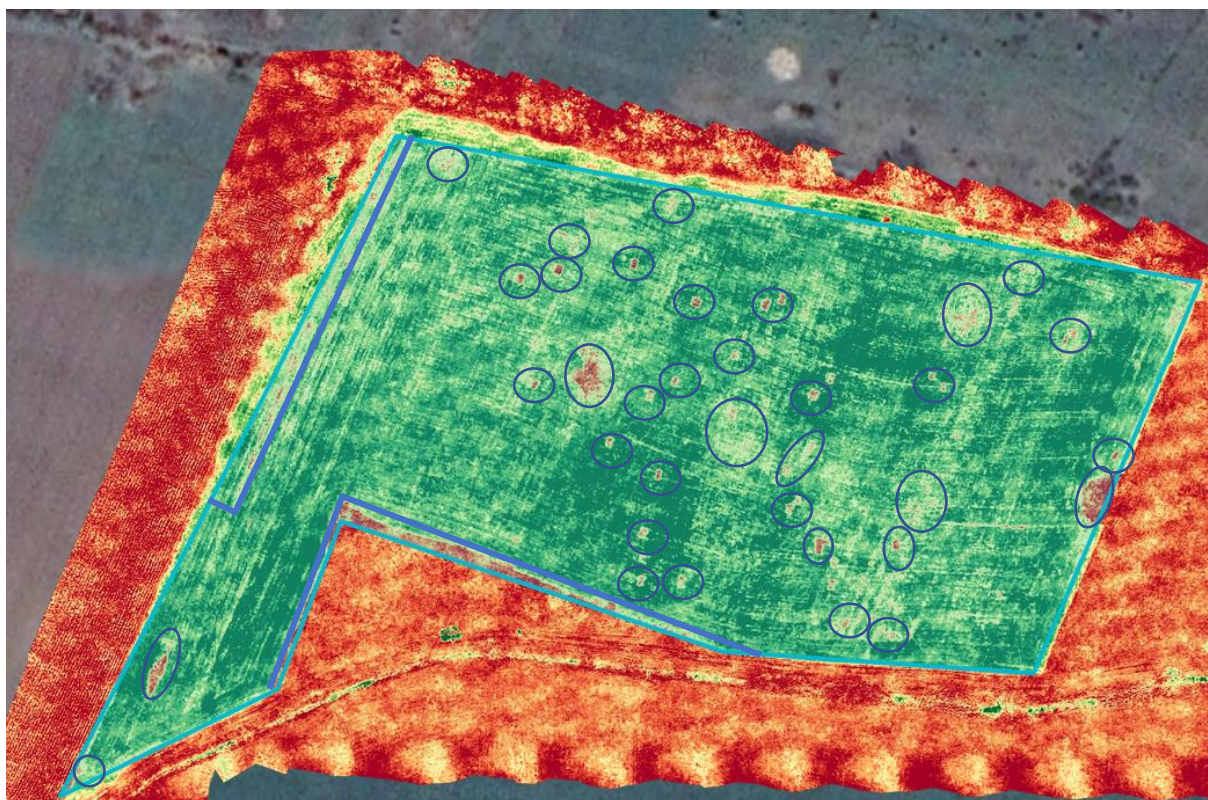
5.ábra: A vegyszer töménységét meghatározó három szabályból álló rendszer működése (Saját ábra)

Miért jó ez, hogyan oldaná meg a problémát, tevődik fel a kérdés.

Mint ismert a Mesterséges Intelligencia alkalmazása költséges, szoftver felépítése, betanítása is komoly anyagi vonzattal jár. A folyamat míg létrejön a rendszer időigényes, mivel kezdetben sok adat szükséges ahhoz, hogy a rendszer képes legyen tanulni.

Ennek ellenére a nagy volumenű gazdálkodás esetében a növényvédő szerek, műtrágyák értéke több ezer vagy akár tízezer euróba is kerülhet vegyszertől függően, így a 30%-os vállalat által ígért peszticid megtakarítás hamar megtéríti a drónokba fektetett összeget.

12.kép: Multispektrális növényállapot kép



Forrás:<https://www.droneDeploy.com/app2/sites/622ba2284a21b38a56469fa8/maps/622ba1254a21b38a56469fa7>

A fent látható 12. képhez hasonlítana a Fuzzy szakértői rendszer által kijelölt szükséges beavatkozási területek. A képen is jól látható, hogy a feltüntetett területek összes felülete 10-20%-a a teljes parcellának így a teljes permetezéshez, műtrágyázáshoz viszonyítva 80-90%-os megtakarítás érhető el. A drón által készített felvételek a Fuzzy szakértői szoftverbe integrálva a program javasolt permetezési területek, és koncentrációt, valamint szükséges permetezési mennyiséget is képes lenne kiszámolni. Ezek mellett a program képes lenne tanulni, és egyre több funkció integrálására is lehetőség lenne. A program által generált eredmények az ADT rendszerébe továbbítva bekerülne a drónok útvonal tervező rendszerébe így a területre megérkezve, tartályokat feltöltve csak üzemképes állapotba kell helyezni a drónt, és az már az egyedileg kialakított repülési pályán végezné el a permetezést, műtrágyázás folyamatát.

3.3. Jogi szabályozások

A dróntechnológia fejlődésének egyik visszatartó ereje a szabályozások, érvényben levő vagy zavaros jogszabályok miatt jött létre. Nagyon nehezen, és hosszas folyamat eredményeként mára már tisztázódtak a drónozási feltételek. Ezek alapján 3 kategóriába sorolják a drónokat:

- 250 g alatti
- 250 g felett 2 kg alatt
- 2 – 25 kg között (<https://www.clubulfoto.com>)

A mezőgazdasági drónok mind a legnagyobb és legszigorúbb kategóriába sorolhatóak, így a drón is be kell legyen jelentve a hatóságnál, és a pilóta is kell rendelkezzen drón kezelői, valamint repülési engedéllyel. Ennek eredményeként, ha az ügyfél vásárol mezőgazdasági drónt, akkor csak úgy tudja használni, ha megszerzi a megfelelő engedélyeket a drón kezelésére.

A mesterséges intelligencián alapuló Fuzzy szakértői rendszer létrehozása is hasonló problémákba ütközhet. A felelősség, valamint a felelősségre vonás is kétséges. Pesszimista forgatókönyvet tekintve, ha valamiért a szakértői rendszer hibás eredményeket továbbít a drón kezelő szoftverébe, akkor a permetező drón automatikus repülésének köszönhetően hibás permetezést fog végre hajtani. Nem megfelelő helyre való permetezés miatt a terményben kár keletkezik ezért a gazda kártérítést követel.

Feltevődik a kérdés ki a felelős? A szoftver tervezője? A drón gyártó cég? A pilóta, aki protokoll szerint végrehajtotta a permetezést? A válasz nem egyszerű, és nem lehet pontosan tudni ki is a felelős. Éppen ezért is jelenleg a mesterséges intelligencia csak javaslattal jöhet, a szakértő az, aki a döntést meghozza, így a felelősség őt terheli a nem megfelelő permetezés esetében.

3.4. Számítások

A dróntechnológia hatékonyságát néhány számítás segítségével támasztom alá. Ezen fejezetben pár szélesebb körben alkalmazott gyomírtó szert, növényvédő szert, rovarírtó szert mutatok be, és a hagyományos permetezési technológiát hasonlítom össze a drónokkal való permetezéssel: A Fuzzy szabályokban rejlő finom összekapcsolódásokat a szakértő nem képes észlelni, de a számítógépes program ezeket is figyelembe veszi, amikor javaslatot tesz a vegyszer töménységére vonatkozóan. Ebből eredendően érhető el a magas szintű megtakarítás és hatékonyság. Jelenleg a permetezési folyamatban a szakértő megállapítja a vegyszer fajtáját, és koncentrációját, és a vegyszert egyenlő mértékben teljes területen permetezik szét.

A hagyományos és a dróntechnológiás azonos mértékű permetezés esetén 10-15% megtakarítás érhető el a dróntechnológiával. A Fuzzy szakértői rendszer esetében akár pesszimista forgatókönyvet tekintve is elérhető, sőt meghaladható a számításaimban szereplő szakértői becslés által meghatározott 45%-os megtakarítási érték. A technológia alkalmazásával, és a finomhangolást is lehetővé tevő dróntechnológiával való permetezéssel magasszintű megtakarítás érhető el.

3.4.1. Taifun Forte

A Taifun Forte egy totális gyomirtó szer, mely 480g/l glifozát-izopropilamin-só hatóanyagot tartalmaz. Felhasználási területe az őszi búzában és őszi, valamint tavaszi árpában. Aratás előtt erősen fertőzött területekre juttatják ki minimum 14 nappal az aratás megkezdése előtt. Ezek mellett tarlókezelésre, szőlő és gyümölcs ültetvényekben, legelő és gyepterületeken, lucernában, kétévesnél idősebb erdőtelepítésben, valamint mezőgazdaságilag nem megművelt területeken is alkalmazzák, mint például utak, útpadkák, vízelvezető árkok tisztán tartására is. Fontos, hogy ez a szer nem növényvédő szer, hanem totális gyomirtó, így csak a gyomnövényre kell kijuttatni, ellenkező esetben a megvédeni kívánt növényt is elpusztítja. Felhasználási területei és módja a következő: (Adama Hungary Zrt – Növényvédő szerek,2022)

1.táblázat: Taifun Forte alkalmazása

Kultúra	Károsító	Dózis (l/ha)	
		szer	víz
napraforgó, kukorica	állományszárítás	2,0 - 5,0	50 - 60 légi
repce	állományszárítás	4,0	150 - 250
szója	állományszárítás	3,0 - 5,0	150 - 250
őszi búza, őszi és tavaszi árpa	évelő egy- és kétszikű gyomfajok	4,0 - 6,0	150 - 250
szántóföldi kultúrák	magról kelő egy- és kétszikű gyomok irtása	2,0 - 3,0	250 - 300
	évelő egy- és kétszikű gyomok irtása	4,0 - 6,0	250 - 300
szőlő, gyümölcsös	magról kelő egy- és kétszikű gyomok irtása	2,0 - 3,0	150 - 200
	évelő egy- és kétszikű gyomok irtása	4,0 - 6,0	150 - 200
legelő, gye	telepítés előtti totális gyomirtás	4,0 - 6,0	250 - 300
lucerna	aranka	0,5 - 0,7 ill. 0,2 - 0,3 %	250 - 300
erdészet (két évesnél idősebb luc, erdei, duglasz fenyő)	totális gyom- és cserjeirtás	3,0 - 5,0	250 - 300
erdészeti fakitermelés	sarjhajtások irtása	3,5 %	300 - 400
mezőgazdaságilag nem művelt területek, csatornák, árokpartok, vasúti pályatestek	totális gyom- és cserjeirtás	5,0 - 6,0	250 - 300

Forrás: Adama Hungary Zrt – Növényvédő szerek 2022

A vegyszerek nagyvolumenű, mezőgazdaságban való alkalmazásának köszönhetően az árak változóak. Árajánlat kérés útján történik az ár meghatározása, melyet mennyiségi, minőségi, hosszútávú szerződések feltételei változtatják az árakat. Ennek ellenére kisebb kiszerezésben is megvásárolhatóak.

A Taifun Forte ára **5 literes** kiszerezésben:**35.930 Forint**, ami **472 lei**. Az 1. táblázatban látható adatok alapján egy átlagot számolva hektáronként **3 liter** vegyszer, és **200 liter** vizet szükséges permetezni.

2.táblázat: hagyományos, és drónos permetezés összehasonlítása

	Vegyszer		Víz		Permetezési költség	Permetezési költség	Permetezési költség
	Liter	Ár (Ron)	Liter	Ár (Ron)	(Ron/Hektár)	(Ron/10 Hektár)	(Ron/100 Hektár)
	5	472	1000	11			
Traktoros permetezés (Hektár)	3	283,2	200	2,2	285,40	2854,00	28540,00
Drónos permetezés (Hektár)	3	283,2	4,5	0,0495	283,25	2832,50	28324,95
Drónos permetezés 15% megtakarítás(Hektár)	2,55	240,72	3,825	0,042075	240,76	2407,62	24076,21
Drónos permetezés Fuzy szakértői rendszer alkalmazásával 45% (Hektár)	1,65	155,76	2,475	0,027225	155,79	1557,87	15578,72

Forrás: Saját szerkesztés

A 2. táblázatban végeztem egy rövid számolást a Taifun Forte vegyszerrel kapcsolatosan, ahol a hagyományos és a drónos permetezést hasonlítottam össze. Az eredményekből látható, hogy a drón technológiával **97%-os vízmegtakarítás** érhető el. Ezek mellett teljes terület permetezése esetén az átfedések, és taposás hiányának köszönhetően **15%-os megtakarítás** is már jelentős költségcsökkenést eredményeznek hosszabb távon. Végül a Fuzzy szakértői rendszer alkalmazásával történő permetezést becsültem meg, így mivel csak a szükséges helyeken avatkozunk be a **45%-os átlagos** megtakarítás elérése könnyen teljesíthető.

3.táblázat: Megtakarítás számítások

	Permetezési költség	Permetezési költség	Permetezési költség	Permetezési költség megtakarítás	Permetezési költség megtakarítás	Permetezési költség megtakarítás
	(Ron/Hektár)	(Ron/10 Hektár)	(Ron/100 Hektár)	(Eur/Hektár)	(Eur/10 Hektár)	(Eur/100 Hektár)
Traktoros permetezés (Hektár)	285,40	2854,00	28540,00			
Drónos permetezés (Hektár)	283,25	2832,50	28324,95	0,44	4,35	43,53
Drónos permetezés 15% megtakarítás(Hektár)	240,76	2407,62	24076,21	9,04	90,36	903,60
Drónos permetezés Fuzy szakértői rendszer alkalmazásával 45% (Hektár)	155,79	1557,87	15578,72	26,24	262,37	2623,74

Forrás: Saját szerkesztés

3.4.2. Agil 100 EC

Az Agil 100EC egy olyan vegyszer, mely széleskörben elterjedt úgy gabonafélék, zöldségek, és gyümölcsök védelme érdekében is. Az Agil 100 EC hatóanyagát tekintve 100g/l propakizafop (+adjuváns) tartalmaz, és a szelektív egyszikű gyomnövényekre alkalmazzák.

4.táblázat: Agil 100 EC alkalmazása

Kultúra	Károsító	Dózis (l/ha)
őszi és tavaszi káposztarepce	gabona árvakelés	0,4-0,5
almatermésűek (alma, körte, naspolya, birs)	magról kelő egyszikű gyomnövények	0,6-0,8
szőlő		
szamóca		
burgonya		
vöröshagyma		0,7-1,0
őszi és tavaszi káposztarepce, mustár, olajretek		
zöldborsó, száraz borsó		1,2-1,5
napraforgó		
szója		
cukorrépa		

Forrás: Adama Hungary Zrt – Növényvédő szerek 2022

Az árképzése ezen vegyszernek is hasonló, mint a Taifun forte gyomírtónak, így csak a kisebb kiszerelésű 5 literes formában találtam hivatalos árat, amely **675 lei** vagy **51.360 forint**.

5.táblázat: Agil 100 EC számítások

	Vegyszer		Víz		Permetezési költség	Permetezési költség	Permetezési költség
	Liter	Ár (Ron)	Liter	Ár (Ron)	(Ron/Hektár)	(Ron/10 Hektár)	(Ron/100 Hektár)
	5	675	1000	11			
Traktoros permetezés (Hektár)	1	135	200,00	2,200	137,20	1372,00	13720,00
Drónos permetezés (Hektár)	1	135	6,38	0,070	135,07	1350,70	13507,01
Drónos permetezés 15% megtakarítás(Hektár)	0,85	114,75	5,42	0,060	114,81	1148,10	11480,96
Drónos permetezés Fuzy szakértői rendszer alkalmazásával 45% (Hektár)	0,55	74,25	3,51	0,039	74,29	742,89	7428,86

Forrás: Saját szerkesztés

Az 5. táblázatban az Agil 100 Ec gyomírtó szerre végeztem számítást. Ez a vegyszer annyiban tér el az előzőtől, hogy hektáronként csak 1 liter szükséges átlagosan, és árban magasabb, mint a Taifun forte. Ezek alapján számítást végeztem, hogy a drónos permetezés mennyi megtakarítást generál.

6.Táblázat: Agil vegyszer számítások

	Permetezési költség	Permetezési költség	Permetezési költség	Permetezési költség megtakarítás	Permetezési költség megtakarítás	Permetezési költség megtakarítás
	(Ron/Hektár)	(Ron/10 Hektár)	(Ron/100 Hektár)	(Eur/Hektár)	(Eur/10 Hektár)	(Eur/100 Hektár)
Traktoros permetezés (Hektár)	137,20	1372,00	13720,00			
Drónos permetezés (Hektár)	135,07	1350,70	13507,01	0,43	4,31	43,11
Drónos permetezés 15% megtakarítás(Hektár)	114,81	1148,10	11480,96	4,53	45,32	453,25
Drónos permetezés Fuzy szakértői rendszer alkalmazásával 45% (Hektár)	74,29	742,89	7428,86	12,74	127,35	1273,51

Forrás: Saját szerkesztés

Az Agil 100 EC vel végzett számításokból jól látszik, hogy ugyan drágább a gyomírtó szer, de mivel kisebb dózis szükséges hektáronként, ezért kisebb a különbség a hagyományos, és drónos permetezés között.

3.4.3. Nordox 75 WG

A Nordox 75 WG egy gombaölő szer. Hatóanyagát tekintve 86% réz (I)oxid-ot tartalmaz, ami 75% fémréznek felel meg. Főként gyümölcsök, és zöldségek kezelésére alkalmas, tavaszi, és őszi lemosó baktériumos és gombás ágelhalás ellen, valamint egyéb gombabetegségekre is alkalmazható.

7.táblázat: Nordox gombaölő szer alkalmazási területe

Kultúra	Károsító	Dózis (kg/ha)
almatermésűek	őszi, tavaszi lemosó baktériumos és gombás eredetű ágelhalás, egyéb gombabetegségek (kivéve lisztharmat)	2,0 - 2,6
	varasodás, tűzelhalás	1,2 - 1,6
szőlő	peronoszpóra	1,2 - 2,0
cukorrépa	cerkospóras, fómás és ramuláriás levélfoltosság	0,8 - 2,0
burgonya	burgonyavész, alternáriás betegség	0,8 - 2,0
csonthéjasok	baktériumos és gombás eredetű ágelhalások, levéllyukacsosodás, tafrinás levélfodrosodás, apiognomóniás levélfoltosság, monília	rügyfakadásig: 0,27 - 0,30 % fehér ill. pirosbimbós állapotig: 0,14 - 0,17%
héjas gyümölcsűek	baktériumos és gombás betegségek ellen, lemosóként (kivéve lisztharmat)	0,3 %
bogyósok	levél- és vesszőbetegségek (kivéve lisztharmat)	0,17 - 0,20 %
paprika, paradicsom (hajtatott és szabad-földi)	baktériumos betegségek, alternária, paradicsomvész	0,14 - 0,20 %
kabakosok (hajtatott és szabad-földi)	baktériumos betegségek, peronoszpóra	0,14 - 0,17 %
káposztafélék	baktériumos betegségek, peronoszpóra	0,14 - 0,17 %
hüvelyesek	baktériumos betegségek, fenésedés, rozsda, aszkothia, peronoszpóra	0,14 - 0,20 %
hagyma	baktériumos betegségek, peronoszpóra	0,14 - 0,20 %
zeller	szeptóriás levélfoltosság	0,14 - 0,20 %
spenót	peronoszpóra	0,14 - 0,17 %
spárga	spárgarozsda	0,14 - 0,2 %
cikória	peronoszpóra	0,14 - 0,17 %
dísznövények	baktériumos és gombás betegségek (kivéve lisztharmat és szürkepenész)	0,14 - 0,2 %

Forrás: Adama Hungary Zrt – Növényvédő szerek 2022

A Nordox gombaölő szer szilárd halmazállapotú készítmény, mely **10 kg**-os csomagolásban is megvásárolható, ára **906 Lei** vagy **68.950 Forint**. Mivel por formájában kapható, ezért kg/ha vagy százalékos koncentrációban van megadva a javasolt használati mennyiség.

8.táblázat: Nordox számítások

	Vegyszer		Víz		Permetezési költség	Permetezési költség	Permetezési költség
	kg	Ár (Ron)	Liter	Ár (Ron)	(Ron/Hektár)	(Ron/10 Hektár)	(Ron/100 Hektár)
	10	906	1000	11			
Traktoros permetezés (Hektár)	1,5	135,9	350,00	3,850	139,75	1397,50	13975,00
Drónos permetezés (Hektár)	1,5	135,9	6,02	0,066	135,97	1359,66	13596,62
Drónos permetezés 15% megtakarítás(Hektár)	1,28	115,515	5,11	0,056	115,57	1155,71	11557,12
Drónos permetezés Fuzy szakértői rendszer alkalmazásával 45% (Hektár)	0,83	74,745	3,31	0,036	74,78	747,81	7478,14

Forrás: Saját szerkesztés

A Nordox gombaölő szer esetében **1,5 Kg/hektárt** vettem alapul, mely átlagos értéknek számít. A magas árához képest kisebb koncentrációban ajánlott keverni, ezért a következő megtakarítási számok jöttek ki:

9.Táblázat: Nordox megtakarítások

	Permetezési költség	Permetezési költség	Permetezési költség	Permetezési költség megtakarítás	Permetezési költség megtakarítás	Permetezési költség megtakarítás
	(Ron/Hektár)	(Ron/10 Hektár)	(Ron/100 Hektár)	(Eur/Hektár)	(Eur/10 Hektár)	(Eur/100 Hektár)
Traktoros permetezés (Hektár)	139,75	1397,50	13975,00			
Drónos permetezés (Hektár)	135,97	1359,66	13596,62	0,77	7,66	76,60
Drónos permetezés 15% megtakarítás(Hektár)	115,57	1155,71	11557,12	4,89	48,94	489,45
Drónos permetezés Fuzy szakértői rendszer alkalmazásával 45% (Hektár)	74,78	747,81	7478,14	13,15	131,52	1315,15

Forrás: Saját szerkesztés

3.4.4. Lamdex Extra

A Lamdex Extra a legszélesebb körben használt rovarölő szer. Gyümölcsökre, zöldségekre, gabonafélékre és egyéb növényekre is alkalmazzák. 25g/kg lambda-cihalotrin hatóanyagot tartalmaz.

10.táblázat: Lamdex Extra felhasználása

Kultúra	Károsító	Dózis (kg/ha)	Házi kerti dózis g szer/10 l víz
almatermésűek (alma, körte, birs, naspolya)	almamoly, levéltetvek, aknázó- és sodrómolyok	0,3 – 0,6	5 - 7
csonthéjasok (őszibarack, kajszli, szilva, cseresznye, meggy)	cseresznyelég, gyümölcsmolyok, levéltetvek	0,3 – 0,4	5
szőlő (bor, csemege)	szőlőmolyok, szőlőkabóca	0,3 – 0,5	5 - 8
fekete bodza	amerikai fehér szövőlepke, levéltetvek	0,3 – 0,6	5 - 10
burgonya	levéltetvek	0,3 – 0,4	5 - 8
fejes káposzta, bimbós kel, kelkáposzta	bagolylepkék hernyói, levéltetvek, káposztapoloska	0,4 - 0,5	7- 10
karfiol, brokkoli	bagolylepkék hernyói, levéltetvek, káposztapoloska	0,4	7
paradicsom, paprika	levéltetvek, bagolylepkék hernyói	0,3 – 0,4	5 - 8
uborka	levéltetvek, bagolylepkék hernyói	0,3 – 0,4	5 - 8
cukorrépa	bagolylepkék hernyói, levéltetvek, répabolha, lisztes répabarkó	0,3	6 - 10
lucerna	lomb- és magkártevők	0,3	6 - 10
káposztarepce, fehér mustár	repcebecő-ormányos, repcefénybogár, levéltetvek, repceszár-ormányos, repcebolha, repcedarázs	0,3	6 - 10
kalászosok (búza, árpa, tritikálé, rozs, zab)	levéltetvek, vetésfehérítő bogár, gabonapoloska	0,3	6 - 10
kukorica (takarmány, vetőmag, csemege)	kukoricamoly, kukoricabogár, bagolylepkék hernyói	0,5	10- 15
napraforgó	levéltetvek, poloskák, bagolylepkék lárvái	0,3 – 0,4	6 - 13

Forrás: Adama Hungary Zrt – Növényvédő szerek 2022

A Lamdex Extra egy hatékony széles spektrumban használható rovarölő szer, mely úgy szívó, mint rágcsáló állatok ellen is megvéd. Időjárástól függetlenül alkalmazható, és 2-3 órán belül képes kifejteni hatását. **5 kg-os** kiszerelésben **635 lei** vagy **48,318 forint**. Ajánlott átlagos adag **0,3 kg/ha**.

11.táblázat: Lamdex Extra számítások

	Vegyszer		Víz		Permetezési költség	Permetezési költség	Permetezési költség
	kg	Ár (Ron)	Liter	Ár (Ron)	(Ron/Hektár)	(Ron/10 Hektár)	(Ron/100 Hektár)
	5	635	1000	11			
Traktoros permetezés (Hektár)	0,3	38,1	300,00	3,300	41,40	414,00	4140,00
Drónos permetezés (Hektár)	0,3	38,1	7,14	0,079	38,18	381,79	3817,85
Drónos permetezés 15% megtakarítás(Hektár)	0,26	32,385	6,07	0,067	32,45	324,52	3245,18
Drónos permetezés Fuzy szakértői rendszer alkalmazásával 45% (Hektár)	0,17	20,955	3,93	0,043	21,00	209,98	2099,82

Forrás: Saját szerkesztés

Mivel kis dózisban ajánlott keverni, és viszonylag nem drága vegyszerről beszélünk, ezért a költségek sem túl magasak.

12.táblázat: Lamdex Extra megtakarítások

	Permetezési költség	Permetezési költség	Permetezési költség	Permetezési költség	Permetezési költség	Permetezési költség
	(Ron/Hektár)	(Ron/10 Hektár)	(Ron/100 Hektár)	megtakarítás	megtakarítás	megtakarítás
				(Eur/Hektár)	(Eur/10 Hektár)	(Eur/100 Hektár)
Traktoros permetezés (Hektár)	41,40	414,00	4140,00			
Drónos permetezés (Hektár)	38,18	381,79	3817,85	0,65	6,52	65,21
Drónos permetezés 15% megtakarítás(Hektár)	32,45	324,52	3245,18	1,81	18,11	181,14
Drónos permetezés Fuzy szakértői rendszer alkalmazásával 45% (Hektár)	21,00	209,98	2099,82	4,13	41,30	412,99

Forrás: Saját szerkesztés

Ebben az esetben a megtakarítás sem számottevő, mivel kis koncentrátumban is képes a szer kifejteni hatását.

A számítások a következő alap adatok, révén voltak számolva:

13. táblázat: Számítási feltételek

Drón kapacitás	Átlag permetezési hatékonyság	Átlag permetezési áramlás	Munkaszélesség	Tartály kiürülése	Maximális permetezési terület
Liter	hektár/ perc	liter/perc	méter	perc	hektár
20	0,20	1,5	6	13,33	2,666

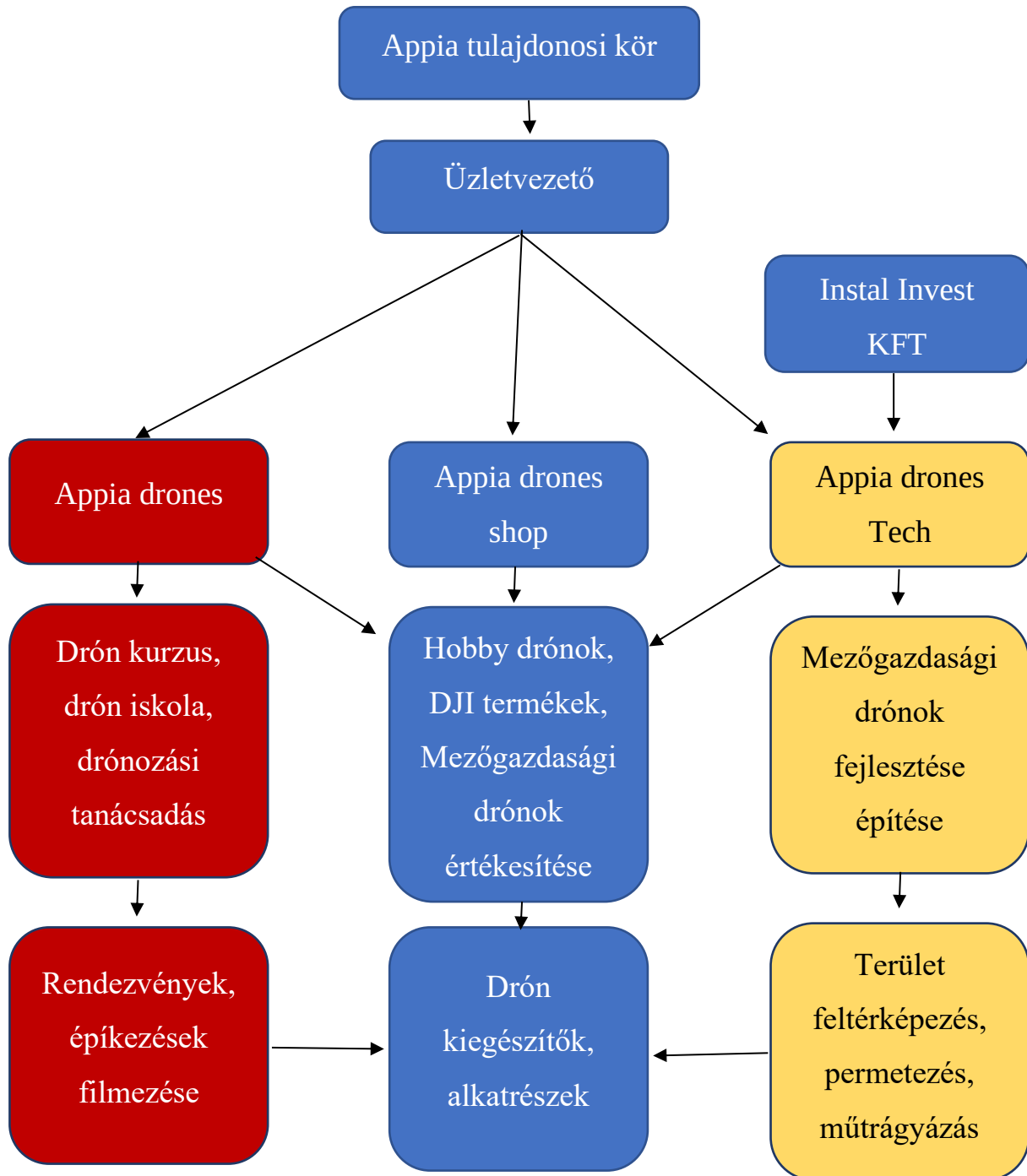
Forrás: Saját szerkesztés

A költségek számításakor csak a vegyszer, valamint a víz költsége volt hektáronként lebontva, egyéb jellegű költség nem volt kalkulálva. Ezek ellenére is sokkal hatékonyabb, dróntechnológiát használni, mivel fix költségnek az akkumulátor amortizációja számolható fel, mely **600-700 ciklust** bír, így **2600 hektár** alatt használódik el egy akkumulátor. Hektáronként csupán **0,38 Euró** + villanyáram+ pilóta bére adja a költségeket, ezzel szemben a hagyományos traktorral való permetezés esetében a traktor amortizációja, üzemanyag költsége, permetező amortizációja lényegesen nagyobb költségeket jelent.

Az előbbieken elvégzett számításokból azt láthatjuk, hogy átlagosan **1400 Euró** megtakarítás érhető el **100 hektár** megművelt terület után. Minél nagyobb a hektáronkénti vegyszer szükséglet, annál nagyobb lehet a dróntechnológiával megtakarítható mennyiség. Mivel egy drón naponta **20-30 hektárt** is képes megművelni így 5 munkanap alatt elérhető a 100 hektáros terület megművelés. Ebből adódóan akár már **egy-két munkaszezon** is megtérítheti a drónba fektetett összeget.

4. Appia Drones management

Az Appia drones rendkívül széles termék és szolgáltatás portfóliójának köszönhetően összetett management-el vállalati hierarchiával rendelkezik. Ezen fejezetben ezt a hierarchiát, vállalat felépítést fogom egyszerűen és átláthatóan szemléltetni.



5.ábra: Appia vállalati struktúra

Forrás: Saját szerkesztés

Az Appia vállalat tevékenységéből adódóan három ágazatra bontható le. A széles termék és szolgáltatás paletta ellenére viszonylag alacsony az alkalmazottainak száma.

Az ügyvezető igazgató az, aki mindhárom szekciót átlátja, utasításokat ad, és alkalom adtán, ahol tud besegít.

Az Appia Drones szolgáltatásaiért két alkalmazott felelős. Az egyik a drónokkal kapcsolatos jogszabályokat oktatja, valamint a drón kurzus, irányítást segít elsajátítani, míg a másik alkalmazott a növényszakértő, aki a növénytanácsadás, növényellenőrzés, öntözéskezelés, növénypermetezés feladatokért felelős. A rendezvényeken való drónozás, építkezés drónozást további két alkalmazott intézik, akik a felvételek elkészítése mellett az utómunkákat is elvégzik.

Az Appia Drone Shop – 2 alkalmazott számára nyújt munkát, akik a hobbi, üzleti, és mezőgazdasági drónokat értékesítik, és a drónokhoz kapcsolódó összes tartozékokat is.

Az Appia Drone Tech ágazaton belül 3 fejlesztő építi a drónokat, akik a mezőgazdasági szolgáltatásokért is felelősek. Így a drón megépítése után alkalmuk van gyakorlatban is alkalmazni, ennek köszönhetően gyorsan képesek javítani a hibákat, fejleszteni a gyengeségeket. Az alkalmazottak létszáma így eléri a 10 főt, amely azért is mondható ilyen alacsonynak, mivel a cég csupán néhány éves múlttal rendelkezik, de ennek ellenére dinamikusan fejlődik, és rengeteg jövőbeni tervvel készülnek.

5. Következtetések, jövőbeni kitekintések

A Mesterséges Intelligencia, mint technológia régebb óta foglalkoztatja az emberiséget, mint gondolnánk. A technológia iránt tanúsított nagy érdeklődés meghozta gyümölcsét, így a történelmi sikereknek köszönhetően mára már egy fejlett technológiával állunk szemben.

Dolgozatom legfőbb részét képző dróntechnológia mára már a hétköznapijainkban is megjelenik, és részét képezi annak. Kezdve a gyerekjátékoktól a hobbi eszközökön keresztül a rendezvények videózása, valamint építkezéseken való felméréseken túl mára már a mezőgazdaságban is megvetette lábát a technológia.

Egyszerű, praktikus, és több célú felhasználásának köszönhetően egyre szélesebb körben terjed el, így a hagyományos, nagyobb környezeti lábnyomot hagyó, kevésbé hatékony technológiák egyre inkább kiszorulnak.

Az Appia Drones vállalat segítségével lehetőségem volt egy olyan fejlett technológiát megismerni, és bemutatni, mely fenntartható, kevésbé költséges, jövedelmező, és hosszútávú alkalmazása úgy a környezetre, mint a gazdálkodóra is kedvező hatással van. Nem kétséges, hogy a trendek ebbe az irányba mozdulnak el, és csak idő kérdése, hogy környékünkön is elterjedjen ez a gazdálkodási forma.

Jelen helyzetben nem szükséges a drónokat megvásárolni, mivel a vállalat teljes térképezés, felmérés, és permetezés szolgáltatást is kínál, így a technológiai vonzattal a gazdának nem kell foglalkozzon. A későbbiekben is lehetősége lesz megvásárolni, melyhez tanácsadást, képzést, és teljeskörű útbaigazítást vállal az Appia Drones cég. Ezek mellett széles szolgáltatás palettával, és bőséges termékkínálattal várja az érdeklődőket a vállalat.

Erre a fejlett dróntechnológiára alapoztam a Fuzzy szakértői rendszert, mely létrehozásával, fejlesztésével és alkalmazásával tovább fenntartható a technológiai fejlődés, költség csökkenés, környezet megóvás.

Ugyan még fiatal a dróntechnológia, ennek ellenére nem a bevezetési költségei, hanem a tanulási folyamat, engedélyeztetés az, ami a gátat szabja. Egy farmer a technológiát megvásárolva hosszas képzéseken, trainingeken, és engedélyeztetési folyamaton kell végig menjen, hogy a drónokat hivatalosan is kezelhesse. Ugyan időigényes a folyamat mégis fontos az elsajátítása, mivel segítségével egy élhetőbb jövő, és egy jövedelmezőbb üzlet részeseivé válhat.

A fejlődés itt nem áll meg, mivel a drónokat nem csak mezőgazdasági felhasználásra lehetséges alkalmazni. Az Appia Drones vállalat dinamikus fejlődésének köszönhetően új piacra készül belépni, ahol új szegmensek meghódítását tervezi, így az ipari a biztonsági drónok és mentő drónok terén készül piacra törni. Ezek mellett a vállalat nyitott az új kapcsolatok létrehozására, így az új disztribúciós partnerek felkeresése mellett ajánlatot tett a Sapiencia EMTE számára partneri viszonyra, mely a jövőt tekintve nemcsak az egyetemnek, a diákoknak, hanem a vállalatnak is pozitív hozadékokat eredményezhet.

A jövő ebben rejlik. A technológia rohamosan fejlődik, már csak az a kérdés merül fel, hogy a részesei akarunk lenni a fejlődésnek, vagy külső szemlélőként egyszer csak azt vesszük észre, hogy lemaradtunk.

Felhasznált szakirodalom:

- Bártfai Zoltán, Blahunka Zoltán, Bognár István, Faust Dezső: *Robotok a mezőgazdaságban*, SZIE Gépészmérnöki kar, Mechanikai és Géptani Intézet, 2018
- Daniel Mikelsten, Vasil Teigens, Peter Skalfist: *Mesterséges intelligencia: Negyedik ipari forradalom*, Cambridge Stanford Books, 2019
- Dr. Bártfai Zoltán, Dr. Faust Dezső, Dr. Tóth László: *Automatizálás, robotizálás az állattartásban*, SZIE Gépészmérnöki kar, Mechanikai és Géptani Intézet, 2018
- Európai Bizottság: *Az AI (mesterséges intelligencia) meghatározása: Főbb képességek és tudományterületek*, Brüsszel, 2019
- Kása Richárd, Réthi Gábor: *Fuzzy logikán alapuló modellezési módszerek gazdálkodástudományi alkalmazásának episztemológiai megközelítése*, 2017
- Kóczy, L. T. – Tikk, D.: *Fuzzy rendszerek*. Budapest: TypoTeX, 2001
- MATLAB help: *Mamdani and Sugeno Fuzzy Inference Systems*, 2021
- McCarthy, John – Minsky, Marvin – Rochester, Nathaniel – Shannon, Claude: *Proposal for the Dartmouth summer research project on artificial intelligence*. Tech. rep., Dartmouth College, 1955.
- Russel, Stuart, Norving, Peter: *Mesterséges intelligencia: Modern megközelítésben: Második átdolgozott bővített kiadás*, Hungarian Translation Panem könyvkiadó, Budapest, 2005 p.51-62

Internetes források:

- <https://www.europarl.europa.eu/news/hu/headlines/society/20200918STO87404/a-mesterseges-intelligencia-hasznalata-es-veszelyei> Letöltve: 2022.02.02
- <https://ourworld.unu.edu/en/developing-resilient-economies-in-the-age-of-artificial-intelligence> Letöltve: 2022.02.02
- <https://www.mckinsey.com/featured-insights/artificial-intelligence/notes-from-the-ai-frontier-modeling-the-impact-of-ai-on-the-world-economy#part1> Letöltve: 2022.02.02
- <https://www.intechopen.com/chapters/56199> Letöltve: 2022.02.05
- <https://www.agrarszektor.hu/gepek/forradalmasitottak-a-gyomirtast-az-usa-ban-8-hektart-is-kigazolnak-egy-nap-alatt.29644.html> Letöltve: 2022.02.05
- <https://www.agrarszektor.hu/gepek/nagyot-alkottak-a-spanyol-feltalalok-ez-a-robot-lepipalja-a-szolocsoszoket.26356.html> Letöltve: 2022.02.09

- <https://whatis.techtarget.com/definition/precision-agriculture-precision-farming>
Letöltve: 2022.02.09
- <https://appiadronetech.com/hu/mezogazdasagi-dronok/> Letöltve: 2022.03.15
- <https://www.clubulfoto.com/cum-zbori-legal-drona-romania/> Letöltve: 2022.03.17
- <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2020/11/artificial-intelligence-in-agriculture-using-modern-day-ai-to-solve-traditional-farming-problems/> Letöltve: 2022.03.25
- http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/23641/1/Infokomm_75_3-9o_HajduJozsef.pdf
Letöltve: 2022.04.10

Ábrajegyzék:

1. **Ábra:** Robotok osztályozása, Forrás: Bártfai Zoltán, Blahunka Zoltán, Bognár István, Faust Dezső: Robotok a mezőgazdaságban, SZIE Gépészmérnöki kar, Mechanikai és Géptani Intézet, 2018
2. **Ábra:** Mezőgazdasági robotok 2017-es állapota, Forrás: Bártfai Zoltán, Blahunka Zoltán, Bognár István, Faust Dezső: Robotok a mezőgazdaságban, SZIE Gépészmérnöki kar, Mechanikai és Géptani Intézet, 2018
3. **Ábra:** Permetezési folyamat, Forrás: Saját szerkesztés
4. **Ábra:** Fuzzy Szakértői rendszer, Forrás: Saját szerkesztés
5. **Ábra:** A vegyszer töménységét meghatározó három szabályból álló rendszer működése, Forrás: https://www.mathworks.com/help/fuzzy/types-of-fuzzy-inference-systems.html?searchHighlight=Mamdani%20and%20Sugeno%20Fuzzy%20Inference%20Systems&s_tid=srchtitle,
6. **Ábra:** Appia vállalati struktúra, Forrás: Saját szerkesztés

Képjegyzék:

1. kép: Appia Drones logó

Forrás: https://www.google.com/search?q=appia+drone+tech&client=firefox-b-d&channel=trow5&sxsrf=APq-WBtIUwLIS8qgeabfSkIQE-ig7WVi_A:1649156207985&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjz9LP4fz2AhWa_6QKHUYZA2MQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1696&bih=816&dpr=1.13#imgrc=zsCfGkqh0kDIOM (2022.03.25)

2. kép: Dji P4 multispectral drón

Forrás: <https://www.dji.com/p4-multispectral> (2022.04.10)

3. kép: Terület feltérképezés

Forrás: <https://www.dronedeploy.com/app2/sites/622ba2284a21b38a56469fa8/maps/622ba1254a21b38a56469fa7> (2022.04.10)

4. kép: Permetező drón

Forrás: <https://www.facebook.com/photo/?fbid=245499917587743&set=a.245499920921076> (2022.04.10)

5. kép: Permetező drón távirányító

Forrás: <https://www.dji.com/t10> (2022.04.11)

6. kép: ADT Vulture Multispectral drón

Forrás: <https://appiadrone.tech.com/hu/adt-vulture-multispectral/#!/specs> (2022.04.12)

7. kép: ADT Vulture Multispectral drón specifikációk

Forrás: <https://appiadrone.tech.com/hu/adt-vulture-multispectral/#!/specs> (2022.04.12)

8. kép: ADT Vulture Multispectral drón legfontosabb tulajdonságai

Forrás: <https://appiadrone.tech.com/hu/adt-vulture-multispectral/#!/specs> (2022.04.12)

9. kép: Drón összehasonlítás

Forrás: <https://appiadrone.tech.com/hu/mezogazdasagi-dronok/> (2022.04.12)

10. kép: Dróntípusok

Forrás: <https://appiadrone.tech.com/hu/mezogazdasagi-dronok/> (2022.04.13)

11. kép: Dji Drónok

Forrás: <https://appia-drones.shop.ro/> (2022.04.13)

12. kép: Multispektrális növényállapot kép

Forrás:<https://www.dronedeploy.com/app2/sites/622ba2284a21b38a56469fa8/maps/622ba1254a21b38a56469fa7> (2022.04.13)

Táblajegyzék:

1.táblázat: Taifun Frote alkalmazása

Forrás: Adama Hungary Zrt – Növényvédő szerek 2022, Budapest, p. 50

2.táblázat: Hagyományos és drónos permetezés összehasonlítása

Forrás: Saját szerkesztés

3.táblázat: Megtakarítás számítások

Forrás: Saját szerkesztés

4.táblázat: Agil 100 EC alkalmazása

Forrás: Adama Hungary Zrt – Növényvédő szerek 2022, Budapest, p. 28-29

5.táblázat: Agil 100 EC számítások

Forrás: Saját szerkesztés

6.táblázat: Agil vegyszer számítások

Forrás: Saját szerkesztés

7.táblázat: Nordox gombaölő szer alkalmazási területe

Forrás: Adama Hungary Zrt – Növényvédő szerek 2022, Budapest, p. 66-67

8.táblázat: Nordox számítások

Forrás: Saját számítások

9.táblázat: Nordox megtakarítások

Forrás: Saját szerkesztés

10.táblázat: Lamdex Extra felhasználása

Forrás: Adama Hungary Zrt – Növényvédő szerek 2022, Budapest, p. 82-83

11. táblázat: Lamdex Extra számítások

Forrás: Saját szerkesztés

12.táblázat: Lamdex Extra megtakarítások

Forrás: Saját szerkesztés

13.táblázat: Számítási feltételek

Forrás: Saját szerkesztés