



SZAKDOLGOZAT

**Kis költségvetésű eszközök alkalmazása a
precíziós gazdálkodásban és digitalizációs
lehetőségek kisméretű gazdaságok számára**



ÓBUDAI EGYETEM
OBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Alba Regia Műszaki Kar
Geoinformatikai Intézet

SAKADOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Vadkerti-Tóth Viktor

Szakdolgozat száma: [REDACTED]

Törzskönyvi száma: T000676/FI12904/A-G

Neptun kódja: [REDACTED]

Szak: precíziós gazdálkodási szakember

Specializáció:

A dolgozat címe: Kis költségvetésű eszközök alkalmazása a precíziós gazdálkodásban és digitalizációs lehetőségek kis méretű gazdaságok számára

A dolgozat címe angolul: The use of low-budget tools in precision farming and digitization opportunities for small farms

A feladat részletezése:

1. Szakirodalom alapján foglalja össze a precíziós gazdálkodás lényegét, valamint a gazdálkodási mód szükséges adatigényét!
2. Ismertesse a különböző méretű gazdaságok legfőbb jellemzőit, ezek között térjen ki a kisebb gazdaságoknál alkalmazható gazdálkodási módokra, sajátosságokra!
3. Mutasson be a kisebb gazdaságokban is alkalmazható, olcsó adatnyerési lehetőségeket, amely ugyanakkor megfelel a mezőgazdaság digitalizációs törekvéseinek!
4. Egy mintaterület esetében végezzen alacsony költségű adatnyerést, és értékelje a kapott eredményeket a felhasználási lehetőségek figyelembe vételével!

Intézményi konzulens neve: Balázsik Valéria

A kiadott téma elévülési határideje: 2024. 12. 15.

Beadási határidő: 2022. 12. 15.

A szakdolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Székesfehérvár, 2022. 10. 17.



[Handwritten signature]

Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom: 2022. 12. 15.

[Handwritten signature]

belső konzulens

külső konzulens



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Alba Regia Műszaki Kar
Geoinformatikai Intézet

HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott szigorló hallgató kijelentem, hogy a szakdolgozat/diplomamunka saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem.

Egyéb jelentős segítséget nem vettem igénybe.

Az elkészült szakdolgozatban/diplomamunkában található eredményeket az egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Kelt: 2022. 12. 15.

.....
Hallgató aláírása

Tartalom

1. Témaválasztás	5
2. Absztrakt	5
3. Bevezetés	6
3.1 Az Európai unió digitalizációs törekvései a vidékfejlesztés és az agrárium területén	6
3.2 Az EU digitalizációs törekvéseinek adaptálása Magyarországon - Digitális Agrárstratégia (DAS)	6
3.3 Agrárium szereplőinek digitalizációs attitűdjei, hazai problémák a digitális átállásban	8
3.4 Mezőgazdasági termelőknek kategorizálási lehetőségei	11
3.5 Hazai gazdálkodók lehetőségei a precíziós átállás tekintetében	13
3.6 A precíziós gazdálkodásra való áttérés lépései	16
3.6.1 Táblák felmérése	16
3.6.2 Talajmintavétel	16
3.6.3 Távérzékelt adatok beszerzése, rendezése, elemzése	16
3.6.4 Területi heterogenitás vizsgálata, zónák kialakítása	16
3.6.5 Keletkező adatok felhasználása a döntéshozatalban	17
3.6.6 Nagyobb beruházást igénylő eszközök beszerzése	17
4. Szakirodalmi áttekintés	17
4.1 A precíziós mezőgazdaság fogalma, lényegi követelményei	17
5. Célkitűzés	19
6. Kutatás területének bemutatása	20
6.1 Térbeli elhelyezkedése	20
7. Eszközök és módszerek	23
7.1 Felhasznált eszközök	23
7.2 Felhasznált szoftverek	27
8. Eredmények	29
8.1 Felmért terepi illesztőpontok	29
8.2 Műholdképek feldolgozása	31
8.3 Drón által készített felvételek utófeldolgozás után	33
9. Összegzés	39
10. Summary	40
12. Irodalom és internetes forrásjegyzék	41
13. Ábrajegyzék	42

1. Témaválasztás

A modern digitális vívmányokba napjainkban a mezőgazdaságban élők lépten nyomon belefutnak. A precíziós vagy helyspecifikus mezőgazdaság jelentése gyakran összekapcsolódik az egyre többen használt Smart farming, magyarul Mezőgazdaság 4.0 fogalmával. A fejlődési trendek mellett, a különféle támogatáspolitikák is elősegítik az új technológiák térhódítását. Legutóbb 2021-ben volt lehetőség a magyar gazdátársadalomnak egy digitalizációs pályázat keretein belül beszerezni az új munkagépeket, vagy a régi rendszereiket „felokosítani”. Ezen pályázat keretein belül számos sorvezető, automatikus kormányzással, differenciált kijuttatási lehetőséggel ellátott eszköz mellett, megjelentek a különféle farm menedzsment szoftverek, műholdképfeldolgozáson alapuló tanácsadások, valamint az RTK pontos eszközök beszerzése.

Munkám során gyakran találkozom a precíziós gazdálkodással, valamint az ebből fakadó digitalizációs kérdésekkel, mind jogalkotói szinten, mind a területen megjelenő technológiák és szolgáltatások szintjén. Az utóbbi éve tapasztalatai során egyre jobban előkerültek különböző problémák, melyek gátat szabnak a magyar agrártársadalomnak a gazdaságuk elindítását a digitalizáció útján. A leggyakoribb válasz, amivel szembesültem a bekerülési költség és az ahhoz szükséges birtokméret problémája. A jelenlegi technológiai szinten

2. Absztrakt

A precíziós gazdálkodás a mai agráriumban szinte lépten, nyomon utolérhető. Ennek megfelelően a gazdálkodók számára is egyre jobban ismerté válik, azonban terjedése nem folyamatos, hazánkban és a világ többi országában is gátakba ütközik. Hazai viszonylatban a terjedési akadályok szorosan összefüggnek a hazai agráriumban tapasztalható birtokszerkezettel, valamint a kisebb méretű birtokok beruházási hajlandóságával. Azonban a precíziós technológiák bevezetése kis léptékben jól megfontoltan már a legkisebb gazdaságokba is kivitelezhető. Ennek módja a megfelelő eszközválasztás, tájékozódás, és az adott termelési környezetbe könnyedén és fenntarthatóan illeszthető módszerek megválasztása.

3. Bevezetés

3.1 Az Európai unió digitalizációs törekvései a vidékfejlesztés és az agrárium területén

Az Európai unió számára a 2019-2020-as évek alatt és főleg a világjárvány után világossá vált, hogy mélyreható társadalmi és gazdasági változások mentek végbe, melynek eredménye képpen a digitalizáció megítélése és szerepe kiemelté vált. A digitalizációs technológiák és a hozzájuk kapcsolódó különböző szolgáltatások napjainkban már elengedhetetlen részévé váltak a mindennapjainknak. Szinte minden gazdasági területen az ipartól kezdve a szolgáltató szektoron és a kereskedelmen keresztül már mindenhol digitális megoldásokkal és annak fontosságával találkozunk. Az utóbbi évek a szükségesség mellett azonban a digitalizáció sebezhetőségeire és az Európán kívüli rendszerektől való függésre is rámutatott, ezért Ursula von der Leyen elnök kijelentette, hogy Európának digitálisan szuverénnek kell lennie, és szabályozott, működő rendszereken keresztül kell összekapcsolódnia a világ digitális hálózataival. A virtuális tér kialakításának egyik fontos eleme, hogy lehetővé tegye az emberek és a vállalkozások számára a digitális transzformációban rejlő lehetőségek kihasználását, és segítsen egy egészségesebb és környezetbarátabb társadalom megteremtésében.

3.2 Az EU digitalizációs törekvéseinek adaptálása Magyarországon - Digitális Agrárstratégia (DAS)

A Digitális Jólét Program (DJP) részeként Magyarország Digitális Agrár Stratégiájának átfogó célja, hogy az agrárium számára fontos adatok gyűjtése, információvá alakítása, feldolgozása, felhasználása, mely segítségével a hazai agráriumban rejlő potenciál kiaknázása mellett, a magyar piac hazai szintén is hely tudjon állni, mindamelllett, hogy a környezeti erőforrások hatékony felhasználása történjen.

„A digitális eszközök és alkalmazások által biztosított hatékonyságnövekedés több elemből áll össze. A termelés szintjén növelik az input anyagok és természeti erőforrások felhasználásának hatékonyságát, hozamnövekedéssel, a minőség növelésével, a melléktermékek és hulladékok csökkentésével. Továbbá csökkentik a termelés kockázatait és az üzem szintjén javítják a technológiai és a vezetői döntések hatékonyságát. A termékpályák szintjén csökkentik az értékesítési kockázatokat.”(DAS 2019) [1]

A DAS célját különféle precíziós gazdálkodás szempontjából fontos, közvetlen vagy közvetett digitális kompetenciák fejlesztésével kívánja elérni. Ezen kulcskompetenciák lényegében az

agrárium szereplőit teljesen lefedését célozzák meg, a Digitális Agrárakadémia elindításával, az Okos Gazda Programon keresztül, az Agrárfelsőoktatás, és nem utolsósorban a Szaktanácsadás fejlesztésén át.

A DAS másik alappillére a Digitális Agrár Rezsicsökkentés fejlesztése, melynek célja a gazdaság több szereplőjéhez, valamint a világ gazdaságához képest, a hazai agráriumot olyan versenyhelyzeti előnyökkel felruházni, amivel képes felvenni a versenyt. Ezen tevékenységét a közsféra által nyújtott digitális közszolgáltatásokkal kívánja elérni, melyhez a már meglévő adatbázisok ingyenessé tétele, és számos új információs rendszer kialakítása tartozik:

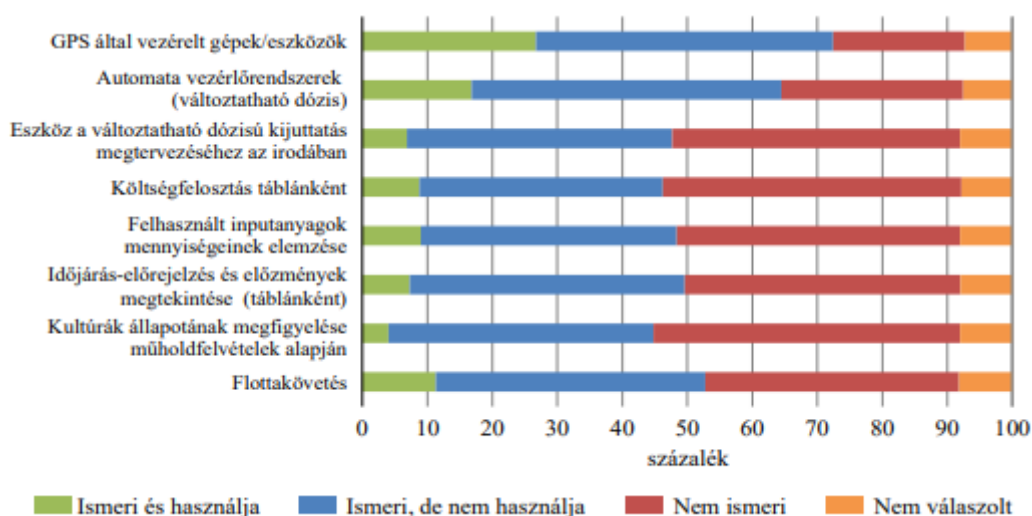
- Digitális alaptérkép: térinformatikai szolgáltatás a MePAR-hoz történő hozzáférésre alapozva;
- GNSS szolgáltatás: műholdas helymeghatározási szolgáltatás biztosítása Lechner Tudásközpont GNSSnet.hu rendszerére alapozva;
- Agrometeorológia: OMSZ által készített meteorológiai adatok és előrejelzések biztosítása;
- Növényvédelemi előrejelző szolgáltatás továbbfejlesztése: kórokozók és kártevők, valamint a gyomnövények terjedésének előrejelzése digitális továbbfejlesztéssel;
- Szőlővédelmi rendszer: országos borvidéki és hegyközségi növényvédelmi előrejelző rendszer létrehozása;
- Talajvédelmi szaktanácsadási rendszer: talajtani adatokon alapul, termelői adatszolgáltatáshoz kapcsolódó automatizált tápanyag-utánpótlási szaktanácsadási rendszer és webalkalmazás kiépítése a gazdálkodók számára;
- UAV/Drón szolgáltatás: pilóta nélküli légi járművekhez kapcsolódó országos szolgáltatás kialakítása;
- Felszínborítási adatrendszer: kódrendszeren alapuló felszínborítási rendszer kidolgozása és létrehozása;
- Gyümölcskataszter: gyümölcs ültetvény- és termőhelyi nyilvántartás létrehozása;
- Innovációs környezet fejlesztése: digitális agrár innovációs ökoszisztéma és tevékenység fejlesztése;
- A szabályozás digitális technológia lehetőségeihez történő igazítása: digitális agrár technológia alkalmazását, fejlesztését érintő jogszabályi környezet átalakítása. (DAS 2019)

A fent leírtak alapján látható, hogy a precíziós gazdálkodásban, valamint a digitális átállásban jogalkotói szinten is megjelenik az igény az előre haladásra. A Digitális Agrár Stratégia az utóbbi években fokozatosan teljesíti a leírtakat, és az agrárszektor számos szereplője által érezhetően elmozdulás történt a digitális agrárium irányába.

3.3 Agrárium szereplőinek digitalizációs attitűdjei, hazai problémák a digitális átállásban

A felhasználói hozzáállás/megítélés minden területen előre tudja vetíteni az adott technológia sikerességét. Ez az kijelentés a precíziós gazdálkodásban, valamint a digitalizációhoz való hozzáállásban is nyomon követhető a magyar agráriumban. A tendencia és attitűdvizsgálatok tekintetében a Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ Agrárgazdasági Kutatóintézete végzett két alkalommal is kérdőíves felmérést. A kérdőívben kitértek a különféle technológiák ismeretére, a megszerzett ismeretek forrására, valamint a precíziós gazdálkodás gazdasági, környezeti társadalmi fenntarthatóságához való hozzájárulását.

A tanulmány leírja, hogy „Összességében elmondható, hogy a termelők egyaránt elismerik a precíziós gazdálkodás előnyeit és felméri annak hátrányos következményeit, amennyiben nem kezdik meg a technológia alkalmazását (gazdasági különbségek növekedése, versenyhátrány), ennek ellenére a dinamikus elterjedés még várat magára. A precíziós gazdálkodás minél szélesebb körben való alkalmazása, a technológiában rejlő előnyök kiaknázása közös érdek, hiszen a hatékonyságnövelés a piacon való versenyben maradáshoz nélkülözhetetlen, így az elterjedést segítő és gátló tényezők azonosítása rendkívül fontos feladat.” [2].

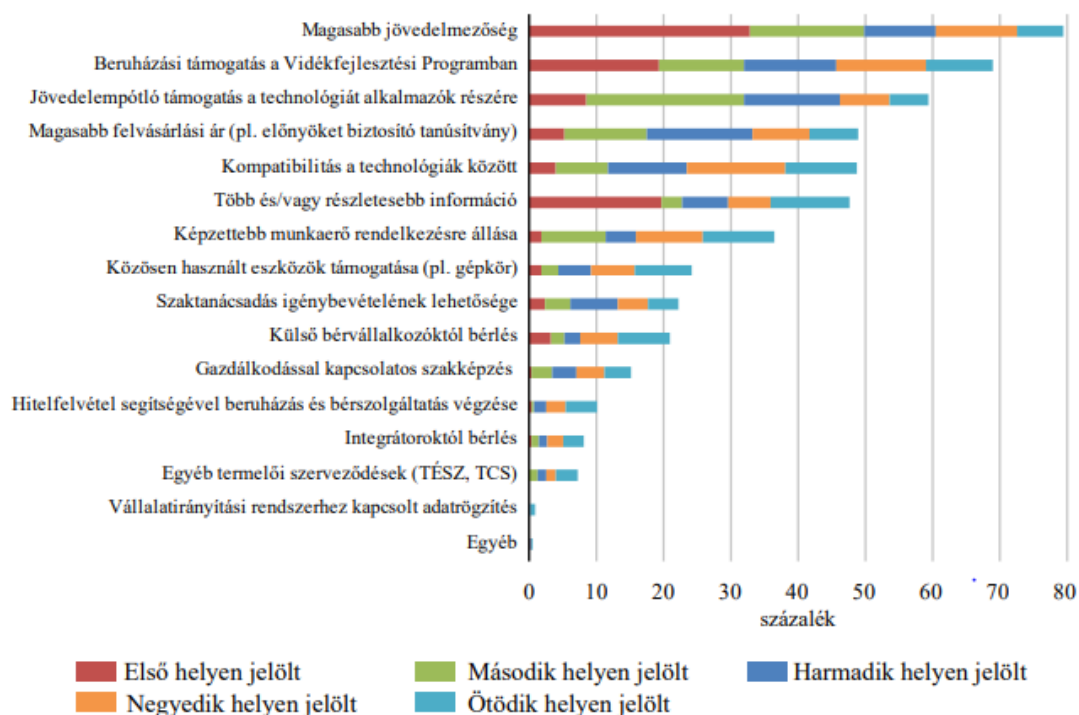


1. ábra Precíziós technológiák ismertsége és használata hazánkban 2018-ban

Forrás: http://repo.aki.gov.hu/3655/1/2020_01_T_Precizios%20kiadvany_web_pass2.pdf

A kutatóintézet felmérésének eredményeiben látható, hogy a precíziós technológia hazánkban is ismert, a gazdálkodók különféle fórumokon, szakmai folyóiratokban, vagy szaktanácsadó, szakértő előadásában hallott már a technológiákról.

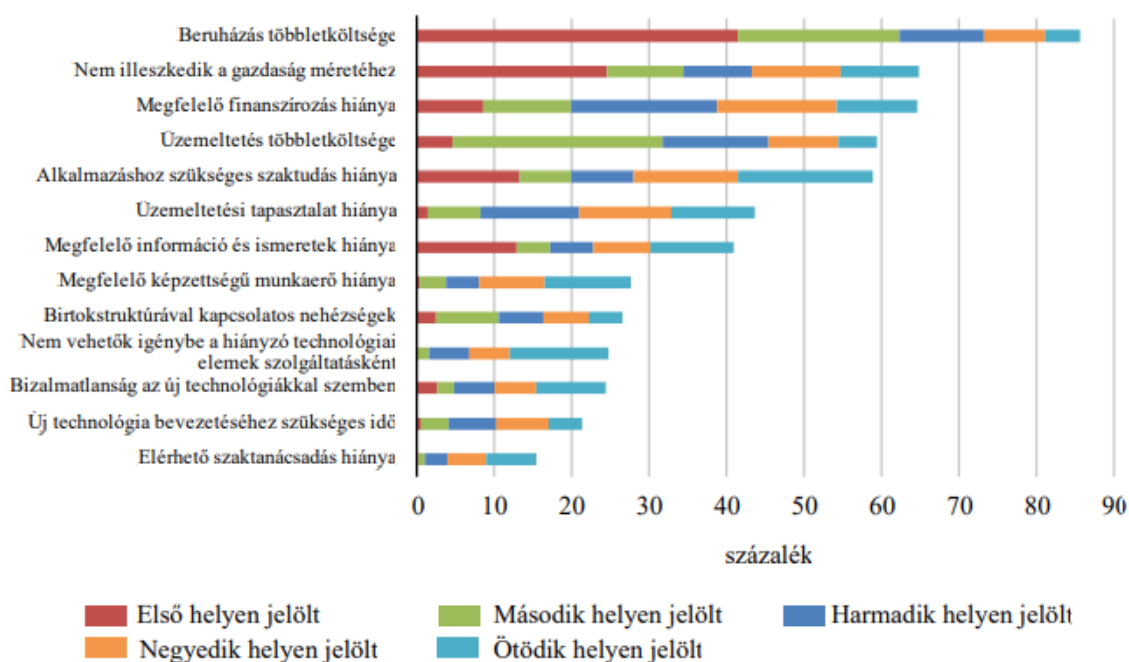
A kutatási eredményeket figyelembe véve, a gazdálkodók számára a legfontosabb szempont a precíziós gazdálkodásra való átállásban a jövedelmezőség, valamint a Vidékfejlesztési Program keretein belül történő beruházási támogatások fontossága.



2. ábra Gazdálkodói vélemények a precíziós gazdálkodás elterjedését segítő tényezőkről 2018-ban

Forrás: http://repo.aki.gov.hu/3655/1/2020_01_T_Precizios%20kiadvany_web_pass2.pdf

Az átállási hajlandóság mellett vizsgálni szükséges azokat a gátakat, amelyek a gazdálkodók szerint akadályozzák azt. Az AKI tanulmányában a gazdálkodók számára a legfőbb akadályozó tényező 2018-ban a nagy bekerülési költség volt.



3. ábra Gazdálkodói vélemények a precíziós gazdálkodás elterjedését gátló tényezőkről 2018-ban

Forrás: http://repo.aki.gov.hu/3655/1/2020_01_T_Precizios%20kiadvany_web_pass2.pdf

Az precíziós átállást gátló tényezők között a gazdaságossági szempontok szerepeltek 2018-ban. A bekerülési költség mellett, a gazdaságba illeszthetőség problémája jelent meg nagy arányban, valamint a kutatásban történt mérések alapján, a beszerzett precíziós eszközök és a hozzájuk tartozó szoftverek kezelésének, teljes fokú kihasználásának problémája is akadályt jelent.

Az AKI kérdőíves kutatását összegezve, három olyan fő tengely figyelhető meg a gazdálkodók válaszaiban, amely gátló tényezőként jelenik meg. Legfontosabb a gazdasági akadály. Ennek két külön aspektusa értelmezhető. Első esetben maga a beruházási tőke. Amit nehéz előteremteni, másik oldalról, a magyar gazdaságszerkezethez sok esetben nehezen illeszthetők be a technológiák. Ide sorolandó az elaprózódott birtokméret, kis parcellák problémája. Végül pedig problémaként merült fel 2018-ban a megfelelő szaktudás hiánya, mind a gazdálkodói oldalon, mind pedig a szaktanácsadók részéről.

A 2018-ban megjelölt problémák közül az elmúlt 4 évben számos intézkedéssel próbálta és folyamatosan próbálja megoldani a szakpolitika. Erre példa, hogy 2021-ben rekord magas összegben került kiírásra vidékfejlesztési pályázat (VP2-4.1.8-21 Mezőgazdaság digitális átállásához kapcsolódó precíziós fejlesztések támogatása), melynek keretében az eszköz beszerzés anyagi költségeinek megteremtése mellett, kötelező jelleggel előírásra került a

precíziós szolgáltatások bevezetése a gazdaságokban. Továbbá az utóbbi években számos felsőoktatási létesítményben meghirdetésre kerültek a precíziós gazdálkodási szakmérnök képzések, melyek lehetőséget adnak a gazdálkodók számára, hogy saját maguk szerezzék be a modern technológiák használatához szükséges szaktudást.

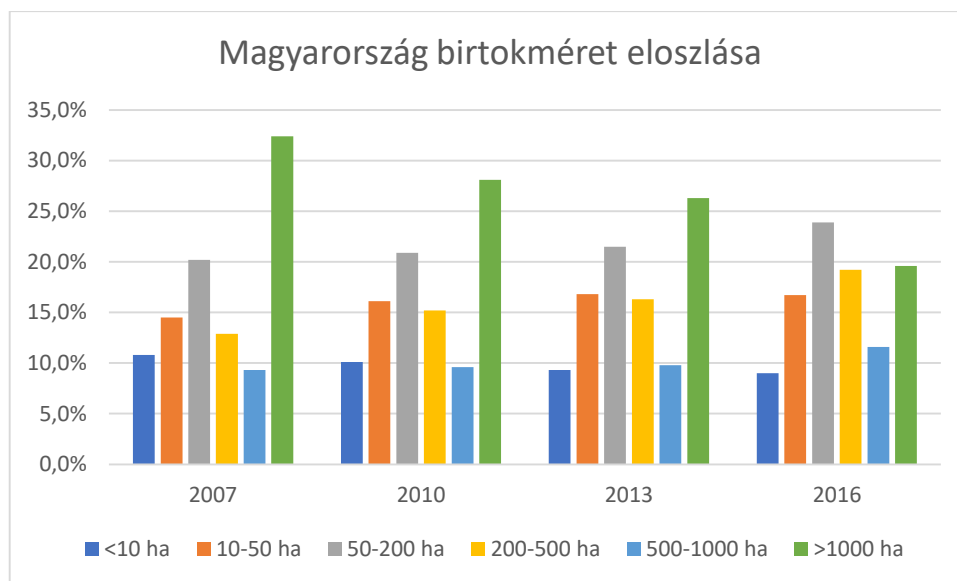
3.4 Mezőgazdasági termelőinek kategorizálási lehetőségei

Az agrártámogatások óta nehézséget okoz a különféle mezőgazdasági tevékenységet végző vállalkozások kategorizálása, összehasonlítása. Ezen probléma feloldásához a 2014-2020 időszakban került kialakításra hazánkban az úgynevezett STÉ (standard termelési érték) érték. „Az STÉ az egyes mezőgazdasági tevékenységek (növény- és gombatermesztés, állattenyésztés) által létrehozott termékek bruttó termelés felvásárlási áron számított értékét jelenti. Az STÉ értéket termékenként kell megállapítani. A növény- és gombatermesztési termékek értékét a termelési terület, míg az állattenyésztési termékek értékét az éves átlagos állatlétszám alapján szükséges meghatározni. Előbbi értékek pénzben történő kifejezéséhez a termékek átlagárai, illetve az átlagos euró árfolyam kerül felhasználásra, melyet az Irányító Hatóság határoz meg.” [3]

Az STÉ érték azonban a támogatáspolitikához megalkotott gazdaságméretet meghatározó fogalom. Hazánkban a különböző méretű gazdaságokat jogszabályban, rendeletben foglaltak alapján tudjuk megkülönböztetni. Ettől függetlenül több fogalmat is használhatunk.

„Kistermelő: A kistermelő természetes személy, aki saját gazdaságából származó alaptermékét, és abból általa előállított termékét, mennyiségi és területi korlát betartásával értékesítheti közvetlenül a végső fogyasztónak a gazdasága helyén, piacon, vásáron, rendezvényeken, illetve olyan helyi kiskereskedelmi és vendéglátóipari egységek részére, amelyek közvetlenül a fogyasztóknak értékesítik a termékeiket.” [4]

A jogszabályi, illetve támogatáspolitikai gazdaságméret meghatározásoktól kicsit eltérően a gyakorlatban megfigyelhető gazdaságméretek alapján történő kategorizálást egyszerűbbnek és érthetőbbnek gondolom.



4. ábra Magyarország birtokméreteinek százalékos eloszlása

Forrás: KSH 2016 alapján szerző szerkesztés

A birtokméretek csoportosításához a KSH által használt hektár adatokat alapul véve a következő osztályok alakíthatók ki:

- 10 hektár üzemméret alatt beszélhetünk minigazdaságokról
- 10-200 hektár üzemméret között alkalmazhatjuk hazai viszonylatban kis gazdaság kifejezést
- 10-500 hektár üzemméret között kezdetünk közepes gazdaságokról beszélni
- 500-1000 hektár üzemméret kategóriánál kezdődik a valódi közepes gazdaság
- 1000 hektár feletti üzemmérettel hazánkban nagygazdaságokról kell beszélnünk

Fontos kiemelni, hogy a hektár alapon történő kategorizálás nem veszi figyelembe az esetleges diverzifikált gazdasági szerkezetet, csak a hektár alapú kategorizálásra támaszkodik. Amennyiben egy gazdálkodó állattenyésztéssel, szolgáltatásokkal, takarmányelőállítással, kertészettel is foglalkozik, a birtokmérettől függetlenül a gazdaság mérete nagyobb lehet.

A gazdaságok precíziós attitűdjének mérésében az Agárközgazdasági Intézet (későbbiekben AKI) végzett kérdőíves kutatást a 2018-es évben, melyet 2020-ban publikált. Ezen tanulmányban a megkérdezett gazdaságokat a szántóföldi területeinek mérete alapján, valamint működési formájuk szerint (egyéni gazdaságok, társas vállalkozások) kategorizálták.

Egyéni gazdaságok esetében	Társas vállalkozások
50 hektár alatt	200 hektár alatt
50–100 hektár között	200–500 hektár között
100 hektár felett	500 hektár felett

5. ábra AKI által használt gazdaságméret kategóriák

Forrás: AKI adatai alapján szerző saját szerkesztése

3.5 Hazai gazdálkodók lehetőségei a precíziós átállás tekintetében

Ahhoz, hogy egy gazdaság elinduljon a precíziós gazdálkodás irányába, egy megfontolt és kidolgozott döntés szükséges, melynek keretein szükséges felmérni az erőforrásokat, lehetőségeket, és a lehetséges problémákat. Fontos figyelni, hogy amikor egy gazdaság, vagy termelő átáll a precíziós technológiákra, azt minden szinten le kell követni a gazdaságban.

Az új technológiák bevezetésének első lépése a megfelelő pozicionálás, annak érdekében, hogy jelentős eredményt lehessen elérni.

Precíziós gazdálkodási tevékenység szempontjából két jelentős különböztetünk meg annak függvényében, hogy az alkalmazott eszköz/technológia mely ponton illeszkedik a mezőgazdasági folyamatokba:

Termelési szint: jellemzően azok a tevékenységek, amelyek közvetlenül hozzájárulnak a mezőgazdasági (rész)tevékenységek hatékonyabb elvégzéséhez (pl. automata kormányzás);

Üzemirányítási szint: komplex gazdasági irányítási rendszerek, amelyek az adatgyűjtés, elemzés, döntéshozatal, beavatkozás láncolatba kapcsolódnak be (gyakran akár a termelési szinten elhelyezkedő eszközöket is irányítva).

A mezőgazdasági ágazatok bontása szerint számos precíziós lehetőség áll rendelkezésre a gazdálkodóknak, melyek között az anyagi keretek a szaktudás és az egyéni preferenciák segíthetnek a döntéshozatalban.

A szántóföldi növénytermesztésben méreteit tekintve a legnagyobb területhasználó, és itt található a legnagyobb területű üzemek is jelen a későbbiekben felsorolt mezőgazdasági ágazatok közül, ezért már pusztán a befektetendő emberi és anyagi erőforrások miatt is magától értetődő, hogy további jelentős potenciál rejlik az ágazatban, amelynek kiaknázására technológiai megoldások már jelenleg is rendelkezésre állnak. Ettől függetlenül számos megoldás alkalmazható a kertészeti kultúrákban, valamint az állattenyésztésben is.

Informatikai megoldások (Mesterséges intelligencia, gépi tanulás)

A mesterséges intelligencia és gépi tanulási megoldások a mezőgazdaság területén gyors ütemben tudnak teret nyerni. Ez a termesztési, termelési folyamatok ismeretben érthető, számos olyan monoton művelet van, melyben kis mennyiségű változó beiktatásával könnyedén automatizálható folyamatok kerülhetnek bevezetésre. Fontos megemlíteni azonban, hogy hiába hasonlóak a munkaműveletek, vannak olyan döntések, amit napjainkban még a szakavatott agronómusoknak kell meghozni az információk ismeretében. A mesterséges intelligencia, gépi tanulás azonban a képfeldolgozásban, szenzorokból érkező adatfeldolgozásban, nagy pontosságú pozicionálási rendszerekben magas hatásfokkal alkalmazhatók.

A mesterséges intelligencia segítségével gyorsítani és automatizálni lehet különféle képfelismerő és képképző megoldásokat, ennek segítségével rövid idő alatt nagy mennyiségű információ állítható elő, mely a döntéshozatal pillanatában segítheti a gazdálkodót, vagy megfelelő tanított szoftver segítségével automatizált folyamatot indíthat el. Erre jó példa az automatizált képfelismerésen alapuló gyomirtás.

A precíziós eszközökről általánosságban elmondható, hogy a rendelkezésre álló inputokkal szoros összefüggésben áll a hatékonyságuk, ezért a folyamatos, pontos időben és térben gyűjtött adatgyűjtés nélkülözhetetlen. Ezen logika mentén nélkülözhetetlen eleme a precíziós gazdálkodásnak a szenzoros adatgyűjtés. Az adatgyűjtésre a vizsgált paramétertől függően számos szenzort különböztethetünk meg. Az elektromágneses szenzorok, ultrahangos szenzorok, elektromos vezetőképességen alapuló szenzorok mint hasznos adatokkal szolgálhatnak a gazdálkodók számára. Ha felhasználás alapján szeretnénk kategorizálni a szenzorokat, akkor megkülönböztetünk talajszenzorokat, növény szenzorokat, környezeti szenzorokat, valamint működést ellenőrző szenzorokat.

A különböző napjainkban ismerté vált módszerek mellett, a legtöbb precíziós tevékenységnek az alapját a helymeghatározás adja. Ez képezi a gerincét a gazdaságunkról felépített adatbázisoknak. Napjainkban egy GPS készülék könnyedén beszerezhető, sőt a legtöbb esetben

a telefonokon, órákon keresztül alkalmazható. Fontos kiemelni, hogy egy RTK pontos munkagép működtetéséhez, a megfelelően pontos vetés kialakításához egy mezei GPS nem elégséges, de annak érdekében, hogy kisebb gazdaságok is be tudjanak lépni a precíziós gazdálkodásba számos lehetőséget rejt számukra. A pontos helymeghatározáshoz kapcsolódóan meg kell említenünk a jármű navigációs rendszereket, az automatizált kormányzást, sorvezetőket.

Szintén a precíz helymeghatározáshoz kapcsolódó technológia, azonban már eszközökbe, gépekbe szoftveresen beépül a úgynevezett vezérlés. Vezérlés esetében külön kell kezelni az offline és az online működésen alapuló rendszereket. Offline esetben a területről rendelkező adatok alapján térképet alakítunk ki, melynek mentén a munkagép előre megadott folyamatokat hajt végre. Erre jó példa a talajmintavételen alapuló előre tervezett tápanyag kijuttatás. Online rendszerekről akkor beszélünk, ha a munkafolyamatot valós időben érzékelő szenzorokkal kötjük össze, és a döntéshozatal a területen munka közben történik. Ilyenek például a szenzorokkal ellátott gyomirtó rendszerek.

A teljesség igénye nélkül felsorolt hardver illetve szoftveres alapon nyugvó precíziós rendszereket a piac alakította ki. Ennek értelmében, eleinte nehézséget okozott, hogy nem volt, és a mai napig sem teljes mértékben kialakított, az adatok átjárhatósága. Lényegében egy gépparkot, szoftverkörnyezetet kellett használni teljes rendszerek kiépítéséhez. Ezen probléma feloldására kezdődtek meg a különböző szabványok kialakítása, melyből az ISOBUS szabvány az egyik legismertebb.

Az erőteljes hardver oldali támogatottság mellett nem szabad elfeledkezni a szoftveres oldalról történő támogatásról. Magyarországon az elaprózódott birtokok mellett a gazdatársadalom nagy része nem képes, valamint számukra nem is feltétlenül szükséges első lépésben a nagy erőgépek beszerzése és használata. Kisebb léptékben az ingyenesen beszerezhető műholdképek, elérhető online adatbázisok, valamint az éves tapasztalatok alapján összeállított térképek is számos hasznos segítséget nyújthatnak a precíziós gazdálkodás útján történő elindulásban.

3.6 A precíziós gazdálkodásra való áttérés lépései

3.6.1 Táblák felmérése

A gazdálkodónak a saját területén táblahatár felmérése és annak digitalizációja elengedhetetlen kezdő lépés. Ennek keretében a területünkről egy térinformatikailag kezelhető adatot hozunk létre, melyet célszerű egy univerzális formátumba, például „shape file”- formátumba menteni. Ezen alap területre célszerű az ott található legtöbb információt, elhelyezkedést, nem művelhető területeket, nem mezőgazdasági területeket (üzemépületek, vízfolyások stb) megjeleníteni, így egy áttekinthető térképet kapva, mely segíthet a tevékenységek tervezésében és az ideális technológia megválasztásában.

3.6.2 Talajmintavétel

A gazdálkodás alapját minden esetben a talaj paramétereinek kell megadni. Ehhez szükséges meghatározott módon a helyspecifikus mintavételezésre. Ennek módszere lehet az amerikai módszeren alapuló, minden 1 hektáros rácsból mintavétel, azonban ennek költségei magasabbak, vagy az általunk tapasztalati úton kialakított zónák alapján történő mintavétel. A talajminták

3.6.3 Távérzékelte adatok beszerzése, rendezése, elemzése

Napjainkban elértünk arra a szintre, hogy ingyenesen elérhetők számos űrprogram által üzemeltetett műholdképek. Ezen adatok a legtöbb esetben nyersen beszerezhetők, de bizonyos platformokon már előre feldolgozott adatokat tudunk, a nekünk megfelelő állapotban letölteni. Erre jó példa az Európai Unióhoz kapcsolódó Kopernikusz program. „A Kopernikusz kifejezetten azzal a céllal jött létre, hogy eleget tegyen a felhasználói követelményeknek. A műholdas és helyszíni megfigyelések alapján a Kopernikusz szolgáltatásai világszerte közel valós idejű adatokat szolgáltatnak, amelyek a helyi és regionális igények kielégítésére is felhasználhatók, hogy segítsenek jobban megérteni bolygónkat és fenntartható módon kezelni környezetünket.” [5]

3.6.4 Területi heterogenitás vizsgálata, zónák kialakítása

„A precíziós gazdálkodás során az első és legfontosabb dolog, hogy adatokat gyűjtsünk, az adatokból információkat nyerjünk ki, amelyek alapján döntést lehet hozni a helyspecifikus beavatkozásokról. A helyspecifikus gazdálkodásnak, nevéből is adódóan, éppen az a lényege, hogy egy adott táblát nem lehet homogén egészként kezelni, hanem meg kell keresni benne azokat a foltokat (zónákat), amelyek egyformán viselkednek, és azokat, amelyeket a többitől eltérően kell kezelni. A tápanyag-kijuttatás esetében ez azt jelenti, hogy a növények

tápanyagigényét úgy próbáljuk tökéletesen vagy a tökéleteshez közeli módon kielégíteni, hogy mindenhova annyi tápanyagot juttatunk ki, amennyire az adott zónában az adott növénykultúrának valóban szüksége van.” [6]

A megfelelő zónatérképek kialakításához szükséges a területet leíró legtöbb adat beszerzése, és a táblán belül látható eltérések kategorizálása, majd ez alapján a zónák lehatárolása.

3.6.5 Keletkező adatok felhasználása a döntéshozatalban

A gyakorlatba is beültetett precíziós technológiák, a gazdaságról gyűjtött adatok mennyiségének gyarapodását fogják eredményezni. napjainkban már nincs olyan új gyártású munkagép, mérőműszer, amely nem gyűjt adatot a működése közben. Ezen adatok folyamatos gyűjtése, rendezése és a belőlük előállított információk alapján történő döntéshozatal a precíziós elvek megvalósulásának legmagasabb foka. Azonban, hogy az általunk megvalósított beruházás folytatódjon majd megtérüljön, minden területi beavatkozásnál érdemes megvizsgálni az előző évek tapasztalatait, és meghozni az esetleges döntéseket, melyeket így már számításokra és modellekre alapozva tudunk megtenni.

3.6.6 Nagyobb beruházást igénylő eszközök beszerzése

A nagyobb beruházások előtt mindig érdemes pontosan felmérni, mi a célunk a gépvásárlással, szoftver beszerzésével. Kiemelendő, hogy a precíziós ökoszisztéma felépítése részleteiben, úgynevezett moduláris módon is történhet. Ennek érdekében a már meglévő eszközök „felokosítása” a meglévő adatvagyon mentén történő tervezés, és az ingyenesen, vagy kis költségen elérhető adatok beszerzése szükséges első lépésnek.

4. Szakirodalmi áttekintés

4.1 A precíziós mezőgazdaság fogalma, lényegi követelményei

A precíziós mezőgazdaság napjainkban ismert formája az 1980-as évek végén jelent meg, amikor is a talaj kémiai paramétereinek meghatározásához úgynevezett rácsos mintavételi hálózatát alakították ki, majd az innen nyert információ alapján helymeghatározás segítségével változó dózisú műtrágyakijuttatást alkalmaztak. ebben az időszakban a terméshozam ellenőrzésére szolgáló technológiák még kutatási fázisban voltak. [7]

A precíziós mezőgazdaság köztudatba kerülése az 1990-es évekre datálható, de még napjainkban is több meghatározással találkozhatunk. Az első szélesebb körben ismertté vált és elfogadott fogalom 1997-ből származik az USA képviselőházától „Egy integrált információ és termelésbázisú mezőgazdálkodási rendszer, melynek célja hosszú távon, helyspecifikusan és a gazdaság egészére vonatkozóan növelni a termelés hatékonyságát, termelékenységét és jövedelmezőségét az élővilágra és a környezetre irányuló nem kívánatos hatások egyidejű minimalizálása mellett.” [8]

A precíziós gazdálkodás első megjelenése csak a szántóföldi növénytermesztésben volt jelen. Ez érthető, hiszen e termesztési módnál lehet a legnagyobb területeket homogén módon kezelni, adat és agrotechnika tekintetében is. Azonban az évek múlásával teret hódított a különféle kertészeti kultúrákban is (Precision Horticulture, Precision Viticulture). Fő ismertetője, hogy a termesztés minden fázisában történik adatgyűjtés, adatfeldolgozás, majd ezen információk birtokában kerül meghozatalra a döntés. Ki kell emelni azonban, hogy a különféle beavatkozások, kezelések léptéke a több hektáros mérettől az egy növényre való fókuszálásig változhat [9]

Ezen fogalommeghatározás a precíziós gazdálkodást, mint menedzsment módszertant definiálja, melynek funkciója a profitmaximalizálás, melybe beleérti a kijuttatott vetőmagok, inputanyagok minimalizálást, és racionális felhasználását.

Egy másik megfogalmazás, mely már a századforduló után írtak meg, az alábbiakat mondja: „A precíziós gazdálkodás olyan mezőgazdasági koncepció, amely új termelési és gazdálkodási módszereket foglal magában, amelyek intenzíven alkalmazzák adatok egy adott helyről és termésről. A gyártás optimalizálására szenzortechnológiákat és alkalmazási módszereket alkalmaznak folyamatok és növekedési feltételek. A hagyományos mezőgazdasági módszerekkel ellentétben a digitális adatok használata növelheti az erőforrásokat és költséghatékonyság, valamint a környezetterhelés csökkentése.” [10]

Egységesen elmondható, hogy a precíziós gazdálkodás alatt egy fejlett technológiai összeséget értünk, melynek segítségével a mezőgazdasági műveletek nyomon követhetőek, azokról időbeni és térbeli adatok keletkeznek, melyek összesítése és elemzése után a döntéstámogatáshoz szükséges információt tudunk előállítani. Az iparosodó termelés és azon belül is a szántóföldi termesztés miatt, a precíziós műszerek elsőként a szántóföldi növénykultúráknál jelentek meg, majd később hódítottak teret a különböző ágazatokban. Napjainkban már a nagytáblás termesztésnél lényegében bármely munkafolyamathoz tudunk

olyan eszközt szerezni, amely helyadatot és ahhoz tartozó munkaadatot rögzít, tárol, továbbít. Mindezek mellett a precíziós gazdálkodás nem csak a növénytermesztés kiváltsága. Megjelenik az állattenyésztésben is, különféle képelemző szoftverek, érzékelőkkel ellátott karámok és mérőműszerek, valamint ehhez kapcsolódó farmmenedzsment programok formájában.

A digitalizációs folyamatokat jelenleg egyre inkább bevezetik a nemzetgazdaság különböző ágazataiba, így a mezőgazdaságba is. A mezőgazdaság hagyományosan költséges iparág volt, és mindig is nagy veszteségekkel járt a teljes termelési folyamat során, ami a termelés hatékonyságának csökkenéséhez vezetett. A mezőgazdaság digitalizálása e problémák túlnyomó többségét hivatott megoldani, és jelentősen növelni az ipar jövedelmezőségét. A digitalizáció segít a műveletek teljes körének lefedésében, a folyamatok automatizálásában, az információk teljességének lefedésében, egységes rendszerbe foglalásában, azonnali feldolgozásában, minden folyamat áttekinthető nyomon követésében, mindenféle erőforrás-veszteségjelentős csökkentésében, a korrupciós komponens teljes kiküszöbölésében. A digitalizáció lehetővé teszi a növénytermesztés, állattenyésztés, feldolgozás, logisztika bármely folyamatának folyamatos nyomon követését és egyes negatív jelenségek kialakulásának megelőzését. A szántóföldi monitoring magában foglalja a talajok és a növények minőségi jellemzőinek nyomon követését, a vetésforgó kezelését, a vetésforgó-tervezési javaslatokat, segít a teljes munkaciklus nyomon követésében az ültetéstől a betakarításig, beleértve a logisztikát is. Mivel a termékek mozgatása során nagy a mezőgazdasági termékek vesztesége, célszerűnek tűnik a digitális technológiák alkalmazása a logisztikában, ami jelentősen növeli a termelés hatékonyságát. A késztermékek ellenőrzése magában foglalja a betakarítás elszámolását (táblától a súlyig), a betakarítási kampány előrehaladásának nyomon követését, az egyes táblák betakarításának mennyiségét, az egyes alkalmazottak termelését, a fuvarozók munkájának elszámolását. [11]

5. Célkitűzés

Szakedolgozatomban szeretném megvizsgálni annak a lehetőségét, hogy olyan gazdálkodóknak, akik nem képesek előteremteni a precíziós eszközök beszerzéséhez szükséges tőkét, vagy a piaci szereplők által nyújtott szolgáltatások nem megfelelőek, milyen lehetőségeik vannak ingyenes adatbeszerzésre (műholdképek, elérhető légifelvételek), ingyenes szoftverek használatára (QGis, OneSoil), vagy olyan adatgyűjtő berendezések használatára, amelyek a

gazdálkodásuk számára hasznos, jól értelmezhető és a döntéstámogatási folyamatba beépíthető információt tud nyújtani.

Kutatásom során szeretném figyelembe venni, hogy napjainkban a mezőgazdasági termelők között erősen diverz az informatikai tudás és a szoftverek, eszközök készség, de számos esetben a felhasználó szintű ismerete. Ennek fényében kutatásom során a könnyű reprodukálást, valamint egyszerűen adaptálható módszerek kialakítására is törekszem.

6. Kutatás területének bemutatása

A kutatási területemre a választást az egyéni preferenciák mellett a Dunántúlon jellemző birtokmozaikosság bemutatásának lehetősége adta. A területek a földrajzi adottságokból fakadóan nem homogén táblákat alkotnak, hanem tagolt térszín jellemző. A rendszerváltás előtt a városok környékén számos hétvégi telek, és rajta az úgynevezett háztáji gazdálkodás jelent meg. Ennek nyomán sok kis tagolt parcella, gyümölcsös, veteményes és állattartásra alkalmas terület lett kialakítva. A felmért területen nagyszüleim folytattak háztáji gazdálkodást, melyben saját családjuknak próbálták előállítani a lehető legtöbb élelmiszert.

6.1 Térbeli elhelyezkedése

Az általam választott kutatási terület Kaposvár Déli részén helyezkedik el. Közigazgatásilag tekintve Kaposvár külterületi részén Zselicszentpál település irányába az Észak-Zselic kistájon, melynek területe 679 km². A Kapos- völgyből magas lejtőkkel 250-300 m átlagmagasságra emelkedő dombság NY-on Belső-Somoggyal, K-en a Völgységgel és a Baranyai-Hegyháttal szomszédos. D-i zezugos határa a Kapos és a Fekete-, valamint a Pécsi víz közti vízválasztó, amely a Dél-Zselictől különíti el. A területet nagyrészt szerkezeti határok keretezik. É-D-irányú törésvonalakhoz igazodott völgyek és köztes hátaik tagolják részekre. Az erősen és közepesen tagolt dombság átlagosan 84m/km² relieffel rendelkezik. (DÖVÉNYI ET.AL 2010) [12]



6. ábra Drónfelvétel a vizsgált területről

Forrás: Saját szerkesztés



7. ábra Terület elhelyezkedése Magyarország kistájainak kataszterében

Forrás: MAGYARORSZÁG KISTÁJAINAK KATASZTERE Dövényi Z.et.al. 2010

A terület földtani felépítését tekintve változatos vastagságban lösztakaróval fedett pannóniai dombság. Déli részén az egész Zselic központjában, a tetőző Hollofészek térségében paleozoos és mezozoos alaphegység is magasan fekszik, sőt az alsó-permi konglomerátum, ill. az alatta települt rio lit (korábbi elnevezése kvarcporfir) Gyűrűfűnél a felszínt is eléri. Itt a N y-K-i irányú másodlagos szerkezeti vonalak is megjelennek, ugyancsak a mélyszerkezet tükröződéseként. EK-en vastagszik ki leginkább a lösztakaró. A Kaposhoz az eróziós völgyeken kívül igen sok mély deráziós völgy ereszkedik le; némelyik rövid, de meglehetősen kiszélesednek, s alaposan csipkézik a magas peremet. Itt egyébként rövidtávon 5-6 deráziós-krioplanációs lépcső is kialakult egymás fölött 20-25 m-es lépcsőközzel, a Kapós 120 tszf-i szintjétől a 260-270 m-es tetőperemig. A völgyperemeken, a pannóniai agyagokon jellemzőek a csuszamlásos folyamatok. ÉK-en a Baranya-csatorna mentén több mint 10 m-es lösztakaró, 10-20 m-re bevágódott völgyek, ezekhez csatlakozó deráziós völgyek jellemzőek. Sajátos szerkezeti forma a Sásdi-árok, amelynek hordalékkúp alapzatán széles ártéri sík terjeszkedik, a lejtőkön völgyvállak, csuszamlások jellemzőek. (DÖVÉNYI ET.AL 2010) [12]

A kistájat a löszös talajképző kőzeten az agyagbemosódásos és a Raman-féle barna erdőtalajok (86%) uralják. A magasabb, meredekebb lejtésű térszínnek agyagbemosódásos barna erdőtalajainak részaránya 59%. Vályog mechanikai összetételűek, vízgazdálkodási tulajdonságaikra a közepes vízvezető és az erős víztartó képesség jellemző. Kémhatásuk gyengén savanyú. Termékenységi besorolásuk a 25-40 (ext.) és a 40-60 (int.) ponthatárok között változik. A tagolt domborzat nem kedvez a mezőgazdasági tevékenységnek, ezért főként erdők (63%) lehetnek. Feltehetően ennek köszönhetően, a nagy eróziós potenciál ellenére, az erősen erodált területek (földes kopárok) részaránya nem jelentős. A kistáj É-i részén, a Kapós felé néző lejtőkön barnaföldek fordulnak elő (27%). Fizikai féleségük és vízgazdálkodási tulajdonságaik az agyagbemosódásos barna erdőtalajokéval megegyező, termékenységi besorolásuk azonban kedvezőbb (int. 60-80). A nagy relatív reliefű területeken erdő vagy legelő hasznosítás célszerű (45%). Több helyen azonban földes kopárig erodálódtak. Az enyhébb lejtőjű felszíneken szántó (40%) hasznosítás lehetséges. A folyó- és patak völgyek öntésanyagait lápos réti talajok (13%) és öntés réti talajok (1%) borítják. A lápos réti talajok vályog mechanikai összetételűek, felszíntől karbonátosak. Termőréteg-vastagságukat a felszín közeli (70-100 cm) talajvíz korlátozza. Termékenységi besorolásuk 35-50 (int.). Rét-legelőként 55, szántóként 30, ligeterdőként 15%-uk hasznosulhat. Az öntés réti talajok teljes egészében gyepterületként hasznosíthatóak [12]

A vizsgált terület korábban kisebb családi, háztáji gazdaságoknak szolgált helyszínül, azonban e tevékenységek az utóbbi 30 évben nem voltak jelen. A területen egy diófa ültetvény maradványa található, alatta jól zárt és változatos gyepek alakultak ki. A környéken az utóbbi időszakban a művelés nagyobb részben felhagyásra került, legtöbb helyen elhagyatott hétvégi házak találhatók, de a domboldalakon a mai napig megtalálható az egykor kialakított ültetvények teraszai.

7. Eszközök és módszerek

7.1 Felhasznált eszközök

Ingyenes műholdképek beszerzésére a DAS-ban leírt fejlesztések által kialakított webes kereső felületet használtam, mely a Földmegfigyelési Információs Rendszer eFöld űrtávérzékelési portálján keresztül érhető el a <https://fir.gov.hu/> oldalon.

Területen történő GPS pontok rögzítésénél a mobiltelefon készülékemet használatam. A készülék egy Apple Iphone SE 2020-es modell. A gyártó ismertén zárt rendszerekkel foglalkozik, ezért pontos működéshez kapcsolódó leírást nem tudok megjeleníteni.



8. ábra Apple Iphone SE 2020

Forrás: <https://www.apple.com/hu/iphone-se/specs/>

A gyártó leírása alapján a helymeghatározáshoz a telefon beépített GPS, GLONASS, Galileo, QZSS és BeiDou rendszereket használ. Mindezek mellett saját digitális iránytű, mobilhálózatok alapján történő korrekció és IBeacon mikroléptékű helymeghatározás is megtalálható. A készülék pontos leírása a <https://www.apple.com/hu/iphone-se/specs/> honlapon található.

A mobil applikációs mérések mellett egy Polar M430-as multisport órával is megkíséréltem a terület felmérését. Az órával történt GPS mérések eredményét később részletezem, a működését leíró adatokat nem találtam, a gyártó ezt nem teszi közzé. A hivatalos weboldal az alábbi linken érhető el <https://www.mypolar.hu/polar-m430-fekete-m-l#>



9. ábra Polar M430 sportóra

Forrás: <https://www.mypolar.hu/polar-m430-fekete-m-l>

A drónfelvételek készítéséhez egy DJI gyártó egyik legolcsóbb termékét a DJI Mavic Mini eszközt használtam. Ez az eszköz a gyártó szerint első körben hobby felhasználók számára lett kifejlesztve, azonban könnyű kezelhetősége, jó minőségű képfelbontása, és egyszerű szállíthatósága miatt bizonyos fokú felmérésre is ideális.



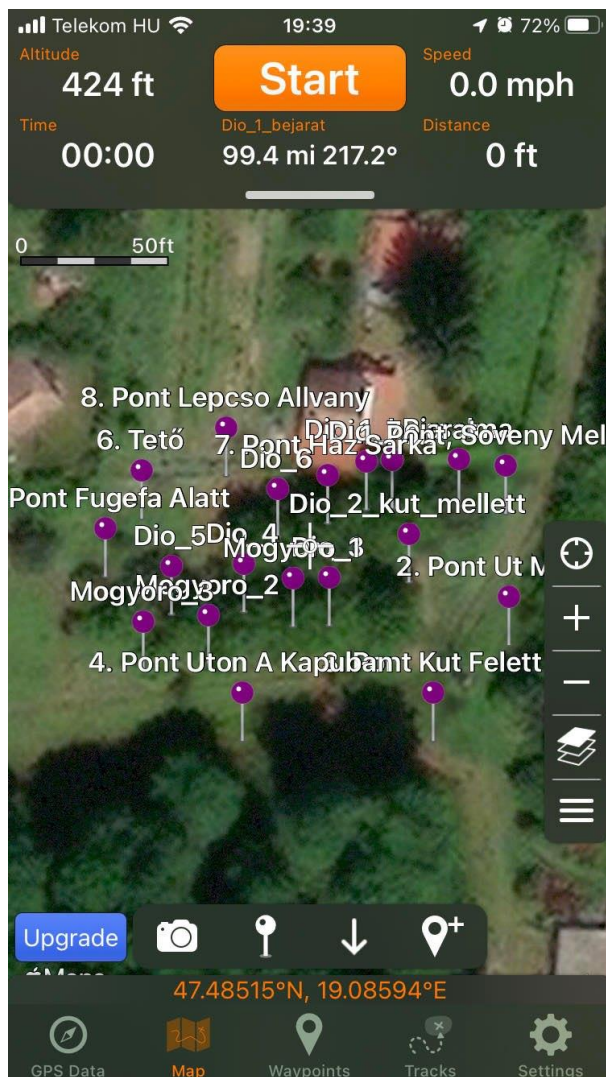
10. ábra DJI Mavic Mini

Forrás: <https://www.mall.hu>

A készülék képalkotó szenzor tekintetében egy 12 MP-es kamerával ellátott 3 síkon történő mozgást biztosító kamera. A drón részletes leírását a gyártó weboldalán, a <https://www.dji.com/hu/mavic-mini> címen érhetjük el.

7.2 Felhasznált szoftverek

A mérési pontok rögzítéséhez és kezeléséhez egy GPS Tracks ingyenes szoftvert használtam fel, mely az IOS környezetben kialakított alkalmazás áruházban „App Store”-ban található.

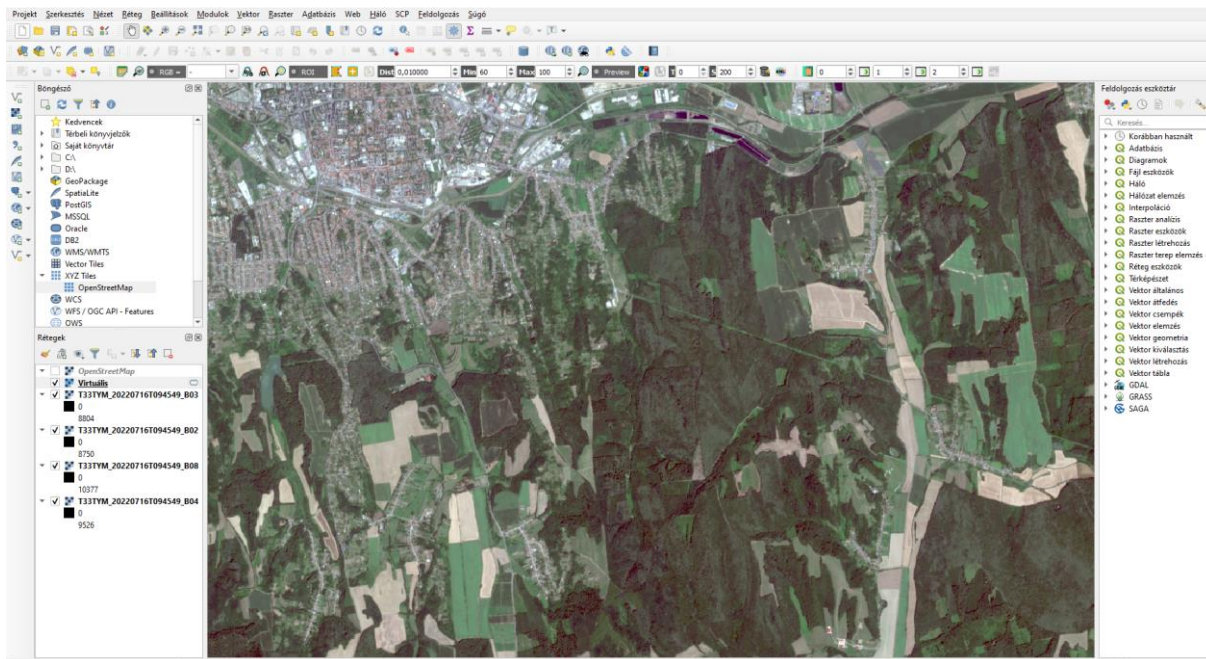


11. ábra Képernyőkép az alkalmazás használata közben

Forrás: Saját fotó

Az applikáció működésébe betekinteni, valamint a forráskódot tanulmányozni nem volt szerencsém, az összes információ az alkalmazásról a <https://apps.apple.com/us/app/gps-tracks/id425589565?platform=iphone> oldalon található.

Az kutatás során begyűjtött adatok térbeli megjelenítésére és feldolgozására az ingyenesen elérhető QGIS térinformatikai szoftvert 3.16.11-es verzióját használtam.



12. ábra QGIS szoftver működés közben

Forrás: Saját fotó

Az általam használt verzió nem a jelenleg elérhető utolsó stabil fejlesztés, azonban számomra egy ismert és jól megszokott környezetet biztosít a régebbi kiadás. A térinformatikai szoftver a <https://www.qgis.org/hu/site/> linken érhető el.

A drón által készített légi felvételek feldolgozásához, a pontfelhő létrehozásához, az Agisoft által fejlesztett Metashape asztali alkalmazást használtam. Ennél a szoftvernél ki kell emelni, hogy egy licenszdíjas szoftver, melynek használatához előfizetést kell vásárolni. Az alkalmazás a <https://www.agisoft.com/> weboldalon érhető el.

8. Eredmények

8.1 Felmért terepi illesztőpontok

A vizsgálati terület lehatárolásához GPS pontokat vettem fel, annak érdekében, hogy a georeferálást pontosan tudjam végrehajtani. Ehhez a művelethez mobiltelefont, valamint egy sportórát használtam. A mérést tiszta égbolt mellett 12:00 és 13:00 között végeztem, annak érdekében, hogy minél pontosabb adatokat tudjak rögzíteni.



13. ábra Sportóra által rögzített terület

Forrás: Saját szerkesztés

A sportórával történő rögzítés esetében, ahogy a képen is látható, kevésbé használható eredményt kapunk. A területen található domborzati viszonyok, valamint a környezetben található növényborítottság miatt, a keletkezett adatok nehezen értelmezhetőek, a felhasználáshoz számottevő utómunkálat szükséges.

Name	X	Y	magassag
1. pont	46,33346	17,82914	180,14
2. pont	46,33339	17,82911	180,3
3. pont	46,33336	17,82900	180,1
4. pont	46,33329	17,82868	183,00
5. pont	46,33347	17,82868	185,9
6. pont	46,3335	17,82872	187,1
7. pont	46,33346	17,82897	183,2
8. pont	46,33353	17,82883	182,6

14. ábra Mérési pontok koordinátái WGS 84 koordinátarendszerben

Forrás: Saját szerkesztés

A telefonnal rögzített adatok kezelése könnyebben kivitelezhető. A pontos helymeghatározás mellett a területen készített mérési jegyzőkönyv segítségével jól azonosítható pontokat tudtam felvételezni. Azonban ebben az esetben is figyelni kell a mérés pontosságára. A mérés közben több alkalommal kellett rögzítenem a pontokat, és a körületek ellenére is, néhány pontnál az eszköz korlátoltsága, az aktuális lefedettség, és feltételezésem szerint az applikációba és a telefonba épített korrekció miatt eltérések mutatkoztak.



15. ábra Mérési hibák ábrázolása drónfelvételen

Forrás: Saját szerkesztés

A fenti képen piros ponttal kerültek jelölésre a mérés során felvett koordináták, kék pontal pedig a valós helyzet jelölése.

8.2 Műholdképek feldolgozása

Az általam választott mérési időpont augusztusra esett. Ebben az időszakban a vizsgált területen a fás borítottság egy megfelelő mértékű zöld tömeggel rendelkezik, azonban a 2022-es évet tekintve a gyepek vegetációja egy szárazabb képet mutat a rendkívüli szárazság miatt.

Műholdas képek vizsgálatához a Kopernikusz program Sentinel-2 műholdcsaládjának képeit választottam alapul. A felvételek egy regisztrációt követően ingyenesen beszerezhetők a <https://scihub.copernicus.eu/> weboldalról, azonban a korábban említett Földmegfigyelési Információs Rendszer e-Föld űrtávérzékelési portál (FIR) felületéről magyar nyelven és átláthatóbban lehet letölteni őket. Adattartalmat tekintve nincs különbség a két portál között.

A későbbi esetleges munkákra való tekintettel, a teljes adatsor letöltése mellett döntöttem, azonban mivel kis területet akartam vizsgálni, a 10m-es felbontású képeket vettem alapul. 10 méteres felbontásban a Sentinel-2 adatsorban a kék (band 2) zöld (band 3) vörös (band 4) illetve a közeli infravörös/NIR (band 8) érhető el.

A választott képek egyedi azonosító alapján elérhetők. Ezen azonosítóval bármely Sentinel-2 felvételeket tartalmazó portálon megtalálhatóak:

S2A_MSIL2A_20220810T094601_N0400_R079_T33TYM_20220810T142353



16. ábra Valós színes képen történő ábrázolása a területnek

Forrás: <https://fir.gov.hu/> adatai alapján saját szerkesztés

Mivel az általam kiválasztott terület méretében kicsi (2000-3000 m²), ezért az ingyenesen elérhető műholdképek nem tudnak számomra hasznos adatokkal szolgálni. Az elvégzett szerkesztés és megjelenítés alapján elmondható, hogy olyan területeken, ahol kis parcellaméretet kell vizsgálnunk, vagy a domborzati viszonyok hirtelen változnak, a jelenleg ingyenesen elérhető adatforrások nem nyújtanak elégséges segítséget a gazdálkodóknak.



17. ábra Illesztőpontokkal jelölt terület

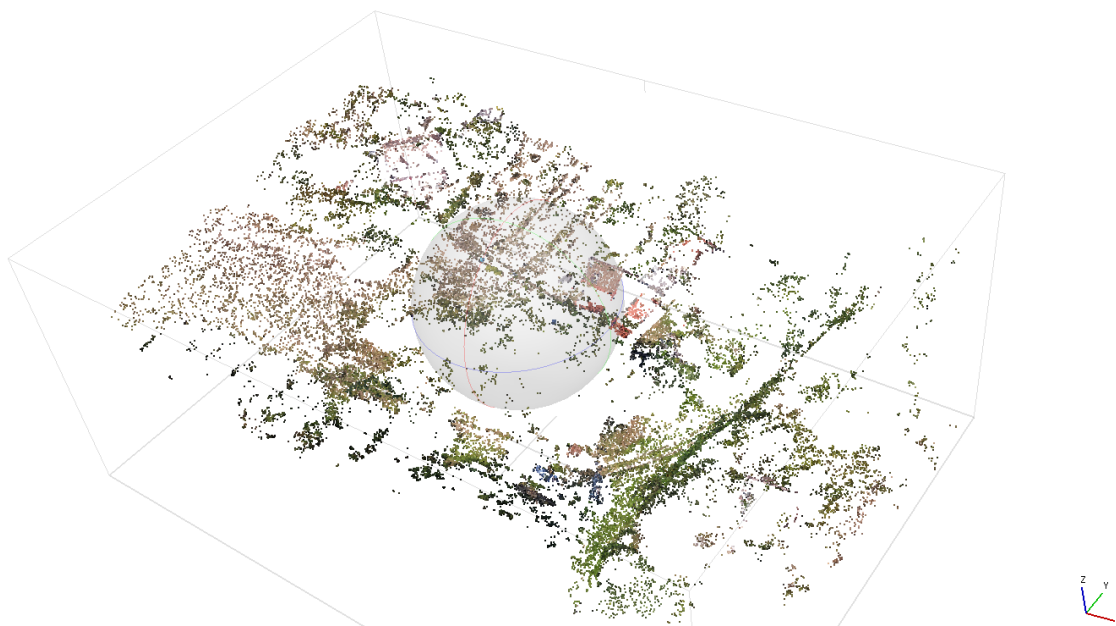
Forrás: <https://fir.gov.hu/> adatai alapján saját szerkesztés

Az illesztőpontokat a drónfelvételek pontos georeferálása végett helyeztem el. Ennek segítségével a műholdkép felbontásától függetlenül le tudtam határolni a területet ahol dolgoztam. A pontok elhelyezése után láthatók a korábban leírt eredmények, miszerint nem megfelelőek a nagyon kis terület ábrázolására a jelenleg elérhető adatok.

Érdekes összefüggés, hogy a jelenlegi támogatáspolitikai az ültetvények esetében a legkisebb támogatható parcellaméret, amely nem keverendő össze az üzemmérettel és a gazdaság méretével, egyes ültetvények esetében 0,2-0,3 hektár. Ezen párhuzamot vizsgálva, a műholdas távérzékelés a kis parcellamérettel rendelkező gazdálkodók számára nem tud segítséget nyújtani, holott gazdaságméret tekintetében 10-20 hektáros gyümölcsültetvény már egy jelentős szántóföldi kultúrával rendelkező gazdálkodó vetélytársa lehet.

8.3 Drón által készített felvételek utófeldolgozás után

A területen készült drónfelvételek feldolgozásához a Metashape szoftvert használtam. A repülés előtt megterveztem a területen a pontos útvonalat, melynek segítségével időt és erőforrást tudtam megtakarítani. A pontos térbeli elhelyezéshez szükségem volt úgynevezett illesztőpontokat elhelyeznem a területen



18. ábra Szoftver által automatikusan generált pontfelhő

Forrás: Saját szerkesztés

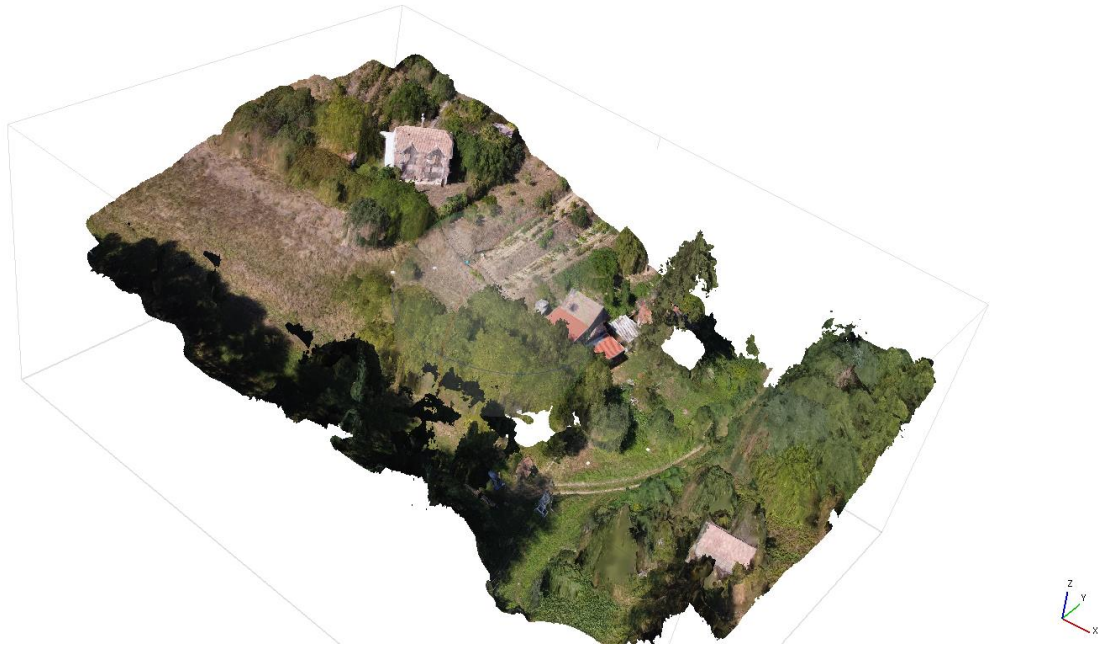
A nyers képeket a szoftverbe illesztve és sorba rendezve egy automatikusan generált képet kapunk. Ahhoz, hogy ezt fel tudjuk használni, az általunk felmért illesztőpontokat meg kell adnunk. Az automatikusan generált kép még nem ad számunkra lényeges információt, azonban amennyiben rosszul terveztük meg a repülési utat



19. ábra Sűrűpontfelhős ábrázolás a területről

Forrás: Saját szerkesztés

A hozzáadott illesztőpontok alapján, melyeket a programban a képekhez párosítottunk, a következő lépésben a területen egy sűrűpontfelhőt alakítottam ki. Ezen az ábrázoláson, már jól kivehetők a terepi tárgyak, a növényzet, valamint a megadott magasság adatok miatt a 3D megjelenítésben térbeli ábrázolást is tudunk használni. A képen láthatók fehér foltok, képhiányok a betekintési szög miatt keletkeztek. A szenzor a terület fölött helyezkedett el és 90 fokban lefelé tekintett, így a fákkal borított területek alá nem volt képes „belátni”. Egy ilyen felvétel alapján a gazdálkodók már első körös következtetéseket képesek levonni a területükről, azonban csak erre támaszkodni még nem feltétlenül célravezető.



20. ábra Felszín textúra ábrázolás a területen

Forrás: Saját szerkesztés

A pontfelhős ábrázolás után a területen a szoftver segítségével egy textúra modellt alakítottam ki, melynek segítségével a korábban fehér foltként jelentkező területek korrigálhatók. Ehhez a javításhoz a program az ismert szomszédos pontokhoz viszonyítva rendel hozzá háromszögelés segítségével adatot az üres pontokhoz. Ezzel a módszerrel már egy a valósághoz közeli képet kaphatunk, melynek segítségével könnyen el tudunk különíteni különféle növénycsoportokat, vagy művelési módokat.



21. ábra Drónfelvételből előállított ortofotó a vizsgálat területéről

Forrás: Saját szerkesztés

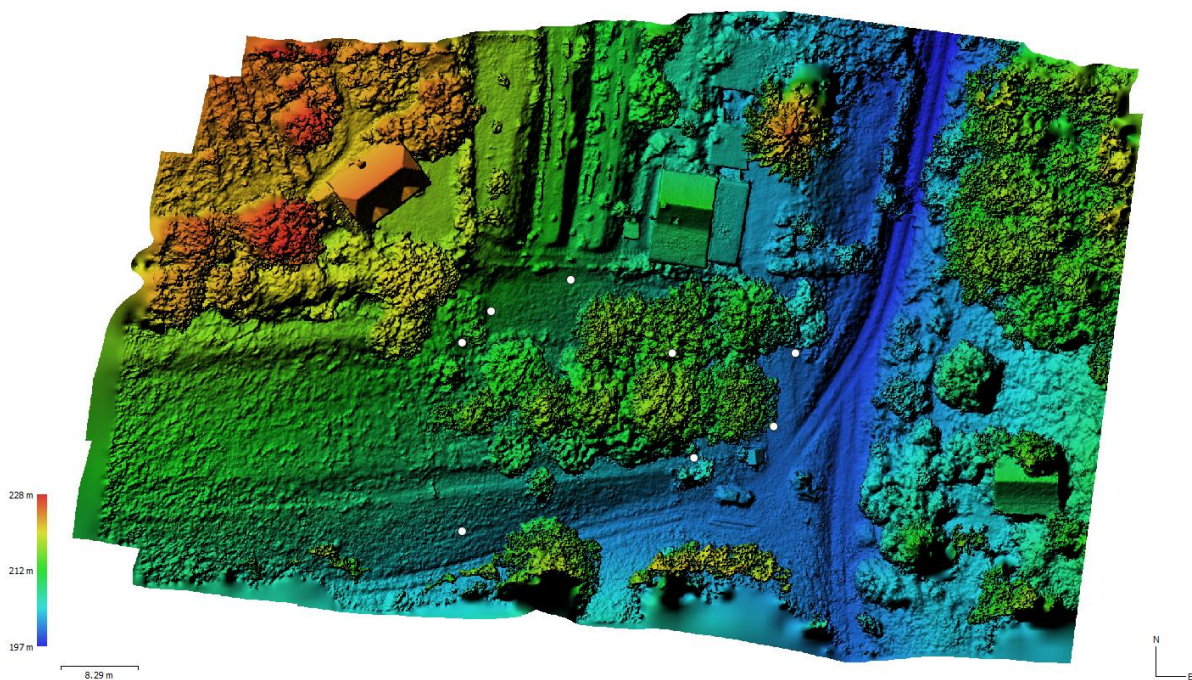
A képfeldolgozás utolsó lépéseként, egy ortofotót készítettem, amely már teljes mértékben hordoz olyan adatokat a gazdálkodó számára, ami alapján tud döntést hozni a területével kapcsolatban. Jól kivehetők rajta az épületek elhelyezkedése, a növényborítottság, a fák lombkoronájának állapota, a teraszos művelésben lévő terület állapota, felszínborítottsága. A kép alapján meg lehet határozni a gyepek állapotát, azok zártságát, valamint meg lehet tervezni az esetleges fásítást.



22. ábra Ortofotó elhelyezése a műholdkép felvételen

Forrás: Sentinel-2 adatok alapján saját szerkesztés

Az adatok feldolgozásánál és a gyakorlatban történő használatánál fontos a megfelelő átjárhatóság a szoftverek között. Szerencsére napjainkban számos adatmentési forma szabványosítva lett. Ennek köszönhetően az Agisoft Metashape programban előállított ortofotók a QGIS ingyenes szoftverbe könnyen áthelyezhetők, a felhasználástól függően a különböző térinformatikai műveletek elvégezhetők rajtuk. Egy így elkészített fotón könnyedén lehet területeken felületeket létrehozni, számolásokat elvégezni, területszámítást végezni, és a gazdálkodás számára hasznos információkat, mint például borítottság adatokat kinyerni. Továbbá ha megfelelő térinformatikai adatbázist építünk hozzá, akkor tökéletes alapot adhatnak a precíziós irányzatok szerinti gazdaságfejlesztéshez.



23. ábra Ortofotó alapján előállított DEM modell

Forrás: Saját szerkesztés

A kutatásom utolsó lépéseként egy digitális magasság modellt (DEM) hoztam létre a drónfelvételekből valamint a hozzárendelt mérési pontok adataiból. A DEM segítségével egy gazdálkodó meg tudja vizsgálni a területén végbemenő víz és szél általi eróziós folyamatokat, azokkal szemben védekezni tud (védőművekkel, lefolyást gátló gyepsávokkal, nagy zöldfelülettel rendelkező kultúrák vetésével). Továbbá egy jól kialakított magasságmodell hasznos lehet az esetleges gépi munkavégzés megtervezéséhez, költséghatékonyan lehet útvonalat tervezni, valamint előre meg tudjuk mondani mik azok a területek, ahova nem érdemes, vagy csak nehezen lehetséges vetni.

9. Összegzés

Napjainkban a precíziós gazdálkodáshoz kapcsolódó eszközök és szoftverek piaca jelentős. Az uniós, illetve a hazai támogatáspolitikai nagymértékben támogatja a gazdálkodókat abban, hogy területükről, üzemükről megfelelő minőségű és mennyiségű információt szerezzenek be, és ezek alapján hozzanak döntést. Ennek ellenére a kérdőíves kutatások azt mutatják, hogy ámbár a technológiák ismertek a gazdatársadalom számára, mégis van három olyan tényező: befektetési hajlandóság hiánya, gazdasági mérethez való illeszkedés, illetve a megfelelő szakmai tudás hiánya, mely a precíziós technológiák terjedését gátolja.

Az elterjedt precíziós technológiák nagyrészt a nagyparcellás szántóföldi kultúrákra vannak berendezkedve, azonban a hazai agrárium szerkezete erősen változatos, tájegységtől és művelés ágtól függően eltérő. Más technológiát kell alkalmaznia egy az Alföldön gazdálkodó 200-300 hektárt szántóföldi kultúrát művelő termelőnek, mint a Dunántúl dombos vidékén kertészeti kultúrával foglalkozó gazdának. Napjainkban a nagytermelők mellett jelentős arányban jelen vannak a pár hektáros, vagy egész hektár alatti parcellákkal rendelkező gazdálkodók.

A kisméretű parcelláknál a műholdképes adatgyűjtés a felbontási korlátok miatt nem alkalmazható, valamint a nagy bekerülési költség miatt a különféle modern szenzoros hálózatok kialakítása is fontos döntés kérdése. Ezen gazdák számára jelenthet segítséget az olcsóbb drónok beszerzése, és az ezekből gyűjtött adatok összevetése az évek során keletkezett ismeretekkel.

A megfelelő adatbázis megléte, és annak folyamatos kezelése a kistermelők számára is kulcsfontosságú feladat. Napjainkban a felgyorsult társadalom és a folyton változó fogyasztói szokások mellett azon gazdálkodók, akik nem tudják lekövetni a fejlődést, hamar kiszolgáltatott helyzetbe tudnak kerülni a versenytársakkal szemben.

Fontos azonban megemlíteni, hogy a gazdálkodóktól nem elvárható, hogy a megfelelő informatikai képességek birtokába legyenek. Véleményem szerint ideális lehetőség lehet számukra, a jólképzett szaktanácsadók által nyújtott szolgáltatásokkal együttműködve, azokat igénybe véve elindulni a precíziós gazdálkodás útján, és a piaci környezet, valamint a társadalom által állított követelményeknek megfelelően gazdálkodni.

10.Summary

Today, the market for tools and software related to precision farming is significant. The EU and domestic support policies greatly support farmers in obtaining the right quality and quantity of information about their area and plant, and making decisions based on these. However,, questionnaire research shows that although the technologies are known to the farming community, there are still three factors: lack of willingness to invest, adaptation to economic scale, and lack of appropriate professional knowledge, which hinders the spread of precision technologies.

The already spreaded precision technologies are mostly for large-plot arable crops, however, the structure of hungarian agriculture is highly diverse, depending on the landscape unit and the branch of cultivation. A farmer who cultivates 200-300 hectares of arable crops in the Alföld must use different technology, than a farmer who cultivates horticulture in the hilly regions of Dunántúl. Nowadays, in addition to the large producers, there are a significant number of farmers with plots of a few hectares or less than a whole hectare.

For small parcels, satellite image data collection cannot be used due to resolution limitations, and the high initial cost, moreover the establishment of various modern sensor networks is also an important decision. Purchasing cheaper drones and comparing the data collected from them with the previous results generated over the years can be helpful for these farmers.

The existence of the appropriate database and its ongoing management is also a key task for small producers. In addition to today's fast-paced society and constantly changing consumer habits, farmers who cannot keep up with developments can quickly find themselves in a vulnerable position against their competitors.

However, it is important to mention that farmers are not expected to have adequate IT skills. In my opinion, it could be an ideal opportunity for them, in cooperation with the services provided by well-qualified consultants, to start on the path of precision farming and to farm in accordance with the requirements set by the market environment and society.

12. Irodalom és internetes forrásjegyzék

- [1] „<https://digitalisjoletprogram.hu/>,” 2019. [Online]. Available: <https://digitalisjoletprogram.hu/files/24/2e/242e263bd2b441f6f30cf400e06e1e4a.pdf>. [Hozzáférés dátuma: 01 12 2022].
- [2] H. N. I. I. K. A. Gaál Márta, „<http://repo.aki.gov.hu/>,” 2020. [Online]. Available: http://repo.aki.gov.hu/3655/1/2020_01_T_Precizios%20kiadvany_web_pass2.pdf. [Hozzáférés dátuma: 12 12 2022].
- [3] „www.mvh.allamkincstar.gov.hu/,” [Online]. Available: <https://www.mvh.allamkincstar.gov.hu/tamogatasok-listazo/-/tamogatas/4415412/tajekoztatok/standard-termelesi-ertek>. [Hozzáférés dátuma: 01 12 2022].
- [4] „www.nak.hu/,” 2020. [Online]. Available: <https://www.nak.hu/kiadvanyok/kiadvanyok/3259-rel-kisokos/file>. [Hozzáférés dátuma: 01 12 2022].
- [5] „<https://www.copernicus.eu/>,” [Online]. Available: <https://www.copernicus.eu/hu>. [Hozzáférés dátuma: 04 12 2022].
- [6] M. P. Ákos, „<https://www.axial.hu/>,” AXIÁL, 2019. [Online]. Available: <https://www.axial.hu/cikkek/hirek/a-precizios-gazdalkodas-kenyszere>. [Hozzáférés dátuma: 11 10 2022].
- [7] „Agriprecisione,” [Online]. Available: http://www.agriprecisione.it/wp-content/uploads/2010/11/general_introduction_to_precision_agriculture.pdf. [Hozzáférés dátuma: 5 november 2022].
- [8] J. S. J. v. A. W. G. B. J. Bouma, „Pedology, Precision Agriculture, and the Changing Paradigm of Agricultural Research,” *Soil Science Society of America Journal*, pp. 1763-1768, 1 november 1999.
- [9] H.-W. G. SIMON BLACKMORE, „A future view of precision farming,” *KTBL*, 2002.
- [10] S. Giesler, „Bioeconomy BW,” 9 április 2018. [Online]. Available: <https://www.biooekonomie-bw.de/en/articles/dossiers/digitisation-in-agriculture-from-precision-farming-to-farming-40>. [Hozzáférés dátuma: 5 november 2022].
- [11] S. P. Filippova, „Regional aspects of food security,” 23 12 2020. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/358870782_The_main_trends_of_digitalization_in_agriculture. [Hozzáférés dátuma: 15 06 2022].
- [12] D. Z. et.al., Magyarország Kistájainak katasztere, Budapest: MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, 2010.

13.Ábrajegyzék

1. ábra Precíziós technológiák ismertsége és használata hazánkban 2018-ban.....	8
2. ábra Gazdálkodói vélemények a precíziós gazdálkodás elterjedését segítő tényezőkről 2018-ban....	9
3. ábra Gazdálkodói vélemények a precíziós gazdálkodás elterjedését gátló tényezőkről 2018-ban....	10
4. ábra Magyarország birtokméreteinek százalékos eloszlása.....	12
5. ábra AKI által használt gazdaságméret kategóriák.....	13
6. ábra Drónfelvétel a vizsgált területről	21
7. ábra Terület elhelyezkedése Magyarország kistájainak kataszterében.....	22
8. ábra Apple Iphone SE 2020.....	24
9. ábra Polar M430 sportóra	25
10. ábra DJI Mavic Mini	25
11. ábra Képernyőkép az alkalmazás használata közben	27
12. ábra QGIS szoftver működés közben	28
13. ábra Sportóra által rögzített terület.....	29
14. ábra Mérési pontok koordinátái WGS 84 koordinátarendszerben.....	30
15. ábra Mérési hibák ábrázolása drónfelvételen	30
16. ábra Valós színes képen történő ábrázolása a területnek.....	31
17. ábra Illesztőpontokkal jelölt terület	32
18. ábra Szoftver által automatikusan generált pontfelhő	33
19. ábra Sűrűpontfelhős ábrázolás a területről	34
20. ábra Felszín textúra ábrázolás a területen.....	35
21. ábra Drónfelvételből előállított ortofotó a vizsgálat területről	36
22. ábra Ortofotó elhelyezése a műholdkép felvételen.....	37
23. ábra Ortofotó alapján előállított DEM modell.....	38