



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Alba Regia Műszaki Kar
Geoinformatikai Intézet

SZAKDOLGOZAT

Precíziós technológia szerepe a napraforgó termesztésben

OE-AMK

2023

Hallgató neve: Albert István

Hallgató törzskönyvi száma: T00082/FI12904/A-G



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Alba Regia Műszaki Kar
Geoinformatikai Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Albert István

Szaktervezési száma: [REDACTED]

Törzskönyvi száma: T000872/FI12904/A-G

Neptun kódja: [REDACTED]

Szak: precíziós gazdálkodási szakmérnök

Specializáció:

A dolgozat címe: Precíziós technológia szerepe a napraforgó termesztésben

A dolgozat címe angolul: The role of precision technology in sunflower production

A feladat részletezése:

1. Irodalom alapján foglalja össze a napraforgó technológiát!
2. Ismertesse a precíziós gazdálkodási technológiát!
3. A gazdaság és kiválasztott mintaterület bemutatása.
4. Jelenleg alkalmazott napraforgótermesztés technológiájának és jövedelmezőségének ismertetése.
5. Munka során felhasznált adatok és elemzés módszereinek bemutatása.
6. Eredmények részletes leírása.
7. Következtetések és javaslatok tétele.

Intézményi konzulens neve: Verőné Dr. Wojtaszek Malgorzata Mária

A kiadott téma elévülési határideje: 2026. 02. 10.

Beadási határidő: 2023. 12. 15.

A szakdolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Székesfehérvár, 2023. 10. 24.



[Handwritten signature]

Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom. 2023. 12. 15.

[Handwritten signature: Verőné Dr. Wojtaszek M.]

belső konzulens

külső konzulens



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Alba Regia Műszaki Kar
Geoinformatikai Intézet

HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott hallgató kijelentem, hogy a dolgozat saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem. Az elkészült dolgozatban található eredményeket az Óbudai Egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Kelt: Székesfehérvár, 2023.12.08


.....
hallgató aláírása

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	6
2. Irodalmi áttekintés	7
2.1 A napraforgó termesztése, jelentősége és helyzete hazánkban és a világon	7
2.2 A napraforgó felhasználási területei	9
2.3 A napraforgó morfológiája	11
2.4 A napraforgó termesztéstechnológiája.....	12
2.5 A precíziós gazdálkodás helyzete és jelentősége a világban és Magyarországon.....	14
2.6 A precíziós gazdálkodási technológiák szántóföldi növénytermesztésben	17
2.6.1 Talajmintavételezés	17
2.6.2 Tápanyag-visszapótlás	18
2.6.3 Vetés	20
2.6.4 Növényvédelem	21
2.6.5 Öntözés	23
2.6.6 Hozamtérképezés	23
3. Anyag és Módszertan.....	24
3.1 A vizsgált terület elhelyezkedése.....	24
3.2 Talajtípus, talajadottságok	24
3.3 Éghajlati adottságok.....	25
3.4 A gazdaság bemutatása	26
3.5 Jelenleg alkalmazott napraforgó termesztéstechnológia.....	27
3.6 A vizsgált napraforgó jellemzése.....	28
3.7 Differenciált tápanyag visszapótlás és vetés.....	28
3.8 Műholdas adatok és elemzésük.....	29

3.8.1	Felhasznált műholdas adatok	29
3.8.2	Felvételek kiértékelése.....	31
4.	Eredmények	37
4.1	A jelenleg alkalmazott termesztés technológia.....	37
4.1.1	Hagyományos tápanyag visszapótlás.....	37
4.1.2	Hagyományos vetés	37
4.1.3	Vetéssel egy menetben kijuttatott műtrágya	38
4.2	Differenciált termesztéstechnológia	39
4.2.1	Differenciált tápanyag visszapótlás	39
4.2.2	Differenciált vetés.....	39
4.2.3	Vetéssel egy menetben, differenciáltan kijutatott tápanyag	40
4.3	Hagyományos és differenciált technológia összehasonlítása	41
4.3.1	Tápanyag visszapótlás	41
4.3.2	Vetés	42
4.3.3	Vetéssel egy menetben kijutatott tápanyag.....	43
4.4	Költségelemzés	44
5.	Következtetések és javaslatok	45
6.	Összefoglaló.....	47
7.	Summary.....	48
8.	Irodalomjegyzék	49
9.	Ábrajegyzék	57
10.	Táblázatok jegyzéke	59

1. BEVEZETÉS

A XXI. században a fejlett országok táplálkozási szokásaiban számos változás történt, ezeknek köszönhetően a növényi olajok használata felváltotta az állati eredetű zsírokat. A világon legnagyobb mennyiségben termesztett olajnövények az olajpálma, a napraforgó, a szója és a repce. Ezen kultúrnövények közül hazánkban az elmúlt években a legnagyobb területen termesztett olajnövényé a napraforgó vált (Pepó et al., 2013). Ideális körülmények között 5-6 t/ha is lehet a termésátlaga, de hazánkban az elmúlt években 2-3 t/ha között mozgott országszinten (FAO).

A napraforgót főként magas olajtartalma miatt termelik, de fehérjetartalma (25%) és ásványianyag tartalma sem elhanyagolható. A kultúrnövényt elsősorban az olajiparban hasznosítják, de állati takarmányként, üzemanyagként, gyógyszeripari alapanyagként és hántolva vagy pirítva humán emberi fogyasztásra is alkalmas.

A világ élelmiszer fogyasztása a népesség gyarapodása révén évről- évre drasztikus mértékben növekszik, ezzel ellentétben a mezőgazdasági források, mint például az édesvíz és a művelhető területek nagysága egyre inkább csökkenek. Ebből kifolyólag nagy hangsúlyt kap az élelmiszer-biztonság, a környezetvédelem és a klímaváltozáshoz való alkalmazkodás. Ezen szempontok miatt kiemelt fontosságúvá vált a mezőgazdasági források hatékony alkalmazása. Ennek egyik eszköze a precíziós gazdálkodás.

Családi gazdálkodásunk napraforgó termesztésével évtizedek óta foglalkozik, így dolgozatom témaválasztása személyes érdeklődésemből és kötődésemből ered. Az elmúlt években a gazdák hozzáállása a precíziós gazdálkodáshoz jó ütemben javult, köszönhetően az Európai Unió támogatásainak, az időjárási anomáliáknak, a környezetvédelem fontosságának és a magas inputanyag áraknak.

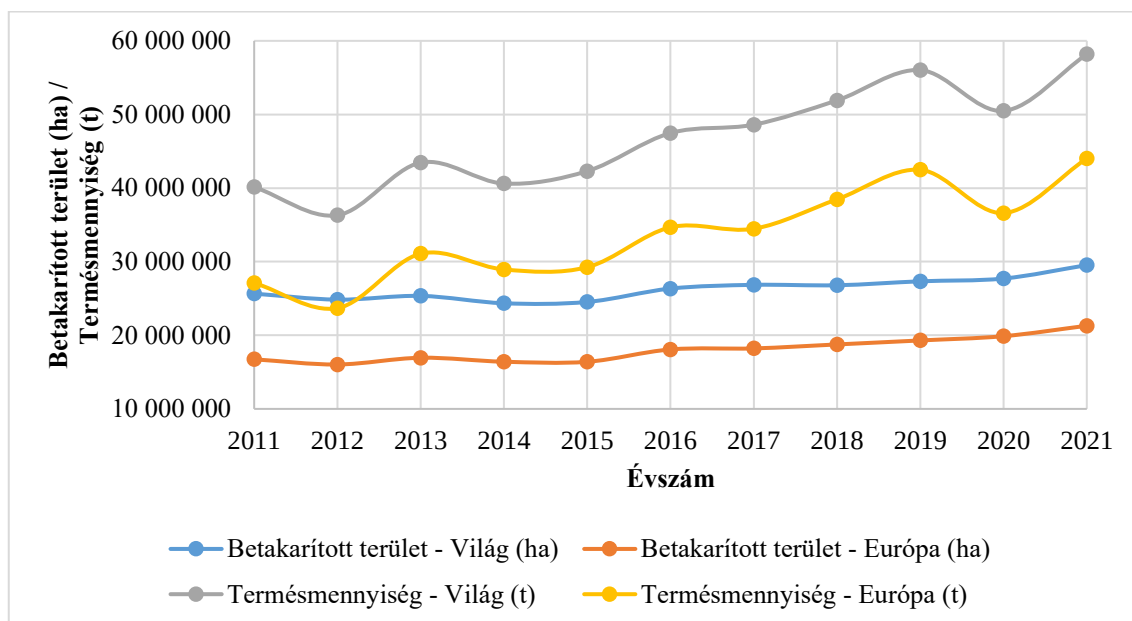
Vizsgálataimat a saját gazdaságunkban, Vámpusztán végeztem 2023-ban. Dolgozatom célja a hagyományos és a precíziós napraforgó termesztés összehasonlítása és a két technológia költségeinek és jövedelmezőségének elemzése.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1 A napraforgó termesztése, jelentősége és helyzete hazánkban és a világon

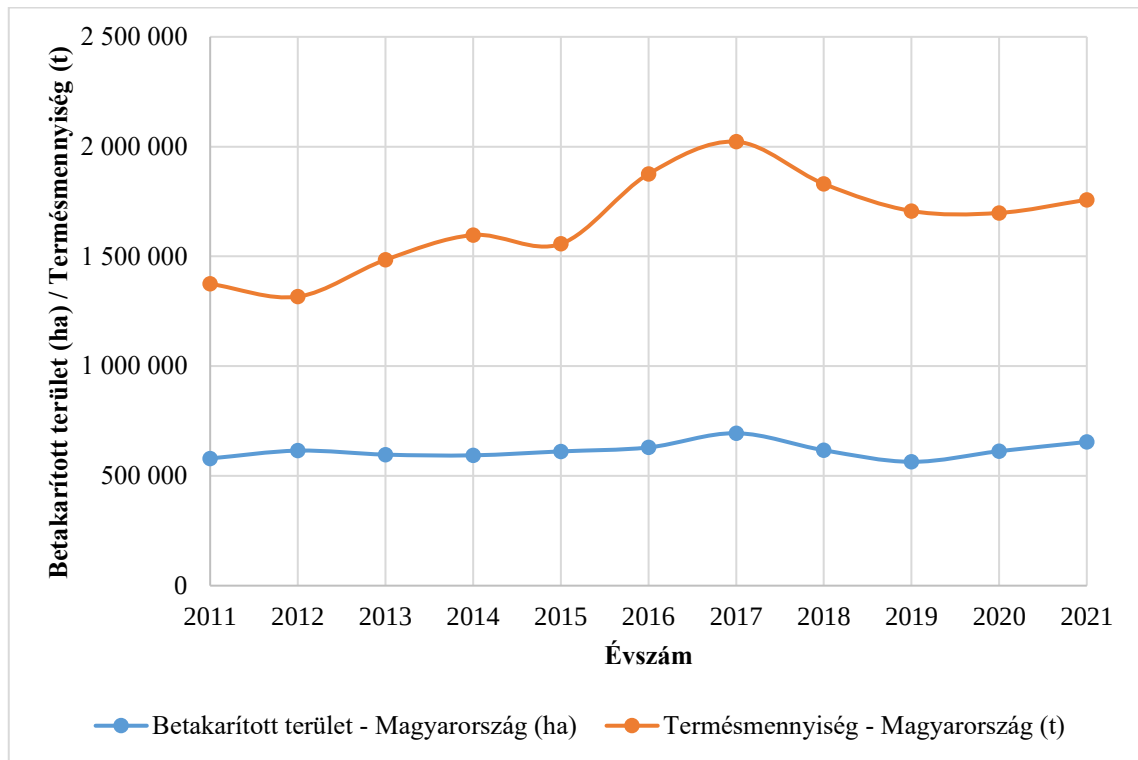
A napraforgó (*Helianthus annuus* L.) eleinte szépsége miatt, dísznövényként terjedt el a világon. Származása Észak-Amerika (Heiser, 1976), innen terjedt tovább Európába (Selmeczi, 1993). Feltételezések szerint i.e. 3000 környékén a mai Új-Mexikó és Arizóna területén már termesztették. Az Európai kontinensen elsőként nyugaton jelent meg, Spanyolországban, Franciaországban és Olaszországban (Selmeczi, 1993). Hazánkban az 1700-as években kezdték el termesztetni (Frank, 1999). A kimagasló térhódításához hozzájárult, hogy alkalmazkodóképessége a klímához és az ökológiához kiváló, a hideg, nedves, csapadékos időjárás kedvező a növénykártevőinek (Antal J. et al., 2005). Napjainkban a világ vezető olajnövényei között van számontartva, az éghajlati és talajviszonyokhoz tökéletes alkalmazkodása révén (Bartholomew és Olubukola, 2020). A kultúrnövény mezőgazdasági jelentőségét erősíti, hogy napjainkban az állati eredetű zsírokat a fogyasztási szokások miatt felváltják a növényi olajok (Zajác, 2011).

Az elmúlt évtizedben a hibrid napraforgó fejlesztéseknek és termesztésének köszönhetően még mindig versenyképesen lehet termesztetni és értékesíteni az olajos magvak piacán (Pilorgé, 2020). A Food and Agriculture Organization (FAO) adatai alapján a napraforgó termőterülete világszinten folyamatosan növekvő tendenciát mutatott az elmúlt évtizedben. A 2021-es évben a legmagasabb értéket produkálta, a világon összesen, mint egy 29.531.998 hektáron folyt a termesztése. A kultúrnövényt az Európai Unió területén termelik a legtöbben, mint egy 21.292.846 hektáron. A fő napraforgó termelő országok az EU-ban Franciaország, Románia, Magyarország és Spanyolország (Hoffman, 2011). A betakarított terület és a termés mennyiséget az **1. ábra** tartalmazza.



1. ábra: A napraforgó termelési adatai hazai és világviszonylatban (Forrás: FAOSTAT)

Az elmúlt 10 évet nézve hazánkban a kultúrnövény termőterületének nagysága ingadozott, átlagban 618.989 hektáron termesztették. A KSH 2022-es adatai alapján a búza (979.000 ha) és a kukorica (817.000 ha) után a napraforgó a harmadik legnagyobb területen termesztett (680.000 ha) kultúrnövény az országban. Figyelemmel kísérve az elmúlt évtizedet hazánkban 2017-ben volt a legnagyobb a napraforgó termesztési területe (695.000 ha) és a legnagyobb termésmennyiség (2.000.000 tonna) is ebben az évben került betakarításra. Hazánkban betakarított terület és termésmennyiség adatait az elmúlt 10 évben a **2. ábra** tartalmazza.



2. ábra: A napraforgó termésmennyiségének és a termőterület nagyságának alakulása 2011-től hazánkban (Forrás: FAOSTAT)

2.2 A napraforgó felhasználási területei

A napraforgót elsősorban magas olajtartalma miatt termelik, de a 25%-ot meghaladó fehérjetartalma sem elhanyagolható, emellett ásványi anyagokat, mint például foszfort, káliumot és kalciumot is tartalmaz. Előszeretettel fogyasztható natúr formában, hántolva vagy pirítva is (Vágvölgyi és Romhányi, 2012) (**3. ábra**).



3. ábra: Napraforgó (Fotó: Albert I., Vámpuszt, 2023)

A napraforgót ipari célokra is hasznosítják, erre javarészt a magas olajsav tartalmú fajták felelnek meg. Hátrányuk e hibrideknek, hogy eltér a termesztéstechnológiájuk, más izolációt és külön tárolást igényelnek (Rátonyi, 2011). Utóbbi kultúrnövényt felhasználják kenőanyagokban, szappanokban és festékanyagokban, illetve bio üzemanyagként is (Aruna et al., 2016). Emellett dísnövényként is népszerű a családok kertjeiben (Lévai, 2012). A napraforgót az európai behozatalát követően, csaknem 250 évig dísnövényként termesztették (Vranceanu, 1977).

További előnyei a magas olajsavas hibrideknek, hogy a nem megújuló energiaforrásokat, mint például a kőolajat is helyettesítheti ipari felhasználásban (Aruna et al., 2016). Emellett a brikettált napraforgóhéjat fűtésre is lehet alkalmazni magas fűtőértéke miatt (Frank és Szendrő, Versenyképes napraforgó-termesztés, 2012).

A gyógyszeriparban is alkalmazzák, mint például epilepszia kezelésére, görcsoldóként, valamint hurutos megbetegedések ellen. A kultúrnövény szirmaiból tea is készíthető, ami

vérnyomáscsökkentő, lázcsillapító és idegnyugtató hatású (Rápóti és Romváry, 1997). A kozmetikai iparban a szárában termelődő auxint hasznosítják, a különböző kozmetikai eszközök gyártása során (Frank és Szendrő, 2011).

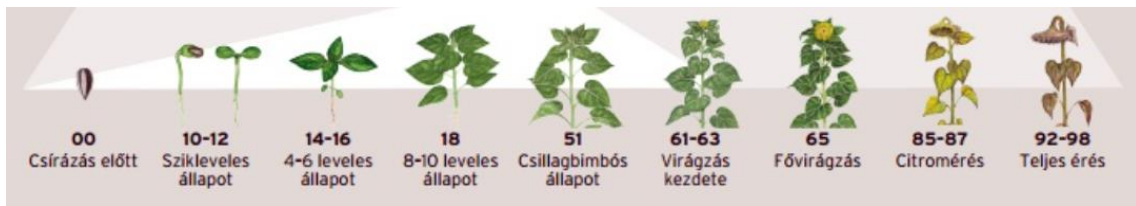
A fentiekben említett felhasználási területek mellett állati takarmányozásban is jelentős szerepet tölt be az olajgyártás során keletkezett melléktermékekből (Antal, 1978). Az olajkivonás után keletkező mellékterméket olajpogácsának nevezik, melynek a fehérjetartalma 50%-ot is megközelíti és jelentős mennyiségű foszfatidokat is tartalmaz (Kiss, 2006). A baromfik esetében a napraforgómagot szemes formában használják fel, aminek köszönhetően a tojástermelés hatékonyabb lesz. A sertéseknél és a fiatal szarvasmarhák esetében a mag darálva, vagy más abrakhoz keverve szolgál tápanyagul (Schmidt et al., 2003). A magdarának amellet, hogy magas a fehérjetartalma (34-36%), még ásványi anyagokban is bővelkedik (Antal J. et al., 2005). A számtalan felhasználási lehetőség mellett energiatermelésre is alkalmazzák az olyan melléktermékeket, amik ipari vagy takarmányozási célnak nem felelnek meg (Frank és Szendrő, 2012).

A méhészetben, mint mezőgazdasági ágazatban is jelentős szerepet tölt be a napraforgó. Hosszantartó virágzása révén kitűnő méhlegelő (Romhányi, 2012). A méheknek köszönhetően a növényekből kinyert méz színe sötétsárga vagy barnás színű (Frank és Szendrő, 2011). Mézhozama akár 25-30 kg/ha is lehet, ha az időjárás kedvező (Zajác et al., 2003).

2.3 A napraforgó morfológiája

A napraforgó (*Helianthus annuus* L.) a fészkes virágzatúak rendjébe tartozik. Hazánkban a legfontosabb termesztett olajnövényünk (Szabó-Domokos-Kiss, 2006).

A kultúrnövény gyökere orsó alakú főgyökérzet, amelynek teljes hosszában elágaznak az oldalgyökerei. A szára bélszövettel kitöltött dudvaszár. Levelei váltakozó állásúak, azonban az alsó 2-3 pár nem (Ragasits, 1994). Virágzata összetett fészkes virágzat, csöves és nyelv virágokkal, amik tányér alakot képeznek. Kaszat termése van, melynek felépítése áll egy terméshéjből és magból, ezerkaszattömege 60-80 g (Antal, 1978). A napraforgó fenológiai állapotait a **4. ábra** mutatja be.



4. ábra: Napraforgó fenológiai állapota (Fotó: <https://www.agroinform.hu/szantofold/napraforgo-nelkul-nem-megy-27184-002>)

2.4 A napraforgó termesztéstechnológiája

Az integrált növényvédelmi szemlélet fontos a termesztés szempontjából, mivel ez határozza meg a termés mennyiségét és bel tartalmi értékeit. A napraforgó a talajviszonyokhoz jól alkalmazkodik, ez által nem tartozik az igényes kultúrnövények közé. A jó minőségű erdő, illetve a mezősegi talajokat kedveli, melyeknek semleges vagy enyhén savanyú a kémhatásuk (Udvardy, 2010). A napraforgó termesztésére kevésbé alkalmasak az olyan területek, amik mélyfekvésűek vagy heterogének, mert a károsítók, mint például a gyomnövények vagy a korokozók könnyebben megjelennek és terjednek (Pepó, Ökológiai kockázatok a napraforgó-termesztésben, 2019). Zalai és Dorner (2013) szerint a talajviszonyok mellett, nagy szerepe van az előveteménynek is. A kultúrnövény szempontjából legideálisabb előveteményei az őszi kalászosok, mivel az évelő kétszikű gyomnövények ellen a tarlójukon hatékonyan lehet védekezni ellenük. A szakirodalom szerint rossz előveteményei azok a kultúrnövények, amikkel megegyeznek a közös korokozóik, ilyen például a cukorrépa, repce, illetve a burgonya és a szója is (Frank, 1999). A gazdálkodók számára manapság már nagy segítséget nyújt a nagyszámmal előforduló fajtaszortiment, mivel a korábban nehezen írtható gyomnövényekkel szemben, olyan herbicidtoleráns hibridek jelentek meg, melyekkel esély nyílik posztemergens technológiával beavatkozni a területen (Dorner és Zalai, 2015). A helyes talajművelés megválasztása is fontos. A szántásnak, azaz a forgatásos talajművelésnek vannak hátrányai, de nem mehetünk el amellett, hogy a kórokozók és kártevők által fertőzött növényi maradványokat a talajba dolgozza, valamint nagy mennyiségben kerül beforgatásra szervesanyag is, amik

pozitív hatással bírnak a talaj életre (Pepó, Ökológiai kockázatok a napraforgó-termesztésben, 2019).

Az őszi szántott alapművelés esetén a területet simítóval érdemes lezárni (Pepó, 2005). A vetést megelőzően fontos, hogy kombinátor segítségével történjen egy magágykészítés. Az ideális vetés (**5. ábra**) a napraforgó számára, amikor a tartós talajhőmérséklet eléri a 10-12 C°-t (Udvardy, 2010). Hazánkban általában ez április I.-II. dekádjában történik meg. Ha nagyon korai a vetésidő (március vége-április eleje), jelentősen nő a kockázata a korokozók korai megjelenésének ez által nő a károsítás mértéke is (Megyes, 2013).



5. ábra: Napraforgó vetés (Fotó: Albert I., Vámpusztá, 2023)

A napraforgó sortávolsága 76,2 cm-es és hektáronkénti tőszáma pedig 40-60 ezer kaszat, amely között érdemes elvetni. A vetés mélysége függ a vetőmag méretétől, ami 4-8 cm között változhat (Udvardy, 2010). A tápanyagutánpótlás nélkülözhetetlen a napraforgó-termesztésben, azonban azon kultúrnövények közé tartozik, amik a talajban rejlő természetes tápanyagokat képesek hasznosítani (Bíró és Pepó, 2008). A nitrogénnel, foszforral és káliummal együtt, fontos a kaszattermés szempontjából a kalcium és a magnézium utánpótlása is (Füleky és Sárdy, 2014). A napraforgó tápanyagigényét a következő **1. táblázat** tartalmazza.

1. táblázat: Napraforgó tápanyagigénye 1 tonna kaszatterméshez (Forrás: Füleky és Sárdy 2014., Saját szerkesztés)

Tápanyag	Mennyiség (kg/t)
Nitrogén	41 kg/t
Foszfor	30 kg/t
Kálium	70 kg/t
Kalcium	24 kg/t
Magnézium	12 kg/t

A napraforgó betakarítás általában augusztus II. dekádjától szeptember közepéig tart. Optimális esetben a kaszat 16-18%-os, míg a tányér 30-35%-os nedvességtartalommal rendelkezik a betakarítás idején (Antal J. et al., 2005). Deszikkáló szerek használatával a heterogén állományokat is hatékonyabban bele lehet takarítani (Pepó, 2005).

2.5 A precíziós gazdálkodás helyzete és jelentősége a világban és Magyarországon

Az élelmiszer-biztonság, a fenntarthatóság, a környezetvédelem és a klímaváltozáshoz való alkalmazkodás szempontjából is kiemelt fontosságúvá vált a mezőgazdasági források hatékony alkalmazása. Ennek egyik módszere lehet a precíziós gazdálkodás (Tey és Brindal, 2012).

A precíziós mezőgazdaság fogalmát elsőként, 1997-ben az Amerika Egyesült Államok (USA) képviselőháza fogalmazta meg. „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” (JRC, 2014). Husti (2018) szerint sok szakirodalmi megfogalmazás van a precíziós mezőgazdaságról különböző szemszögekben nézve, melyekben a közös elemeket Giesler (2018) írta össze. Ezek a következők:

- Megújult mezőgazdasági fejlesztési stratégia, amely új gazdálkodási és menedzsment módszereken alapul.
- A koncepció széles körben alkalmazható a mezőgazdaságban, azonban a növénytermesztés terén mutatkoznak a legkiemelkedőbb eredmények.
- A hely- és termékspecifikus adatokat hatékonyan használja
- A szenzortechnológia és az alkalmazásuk lehetőséget teremtenek a termelési feltételek és műveletek optimalizálására.
- A hagyományos mezőgazdasági gyakorlatokkal ellentétben a digitalizált megoldások arra ösztönöznék, hogy hatékonyabban használjuk az erőforrásokat, csökkentjük a költségeket és minimalizáljuk a környezeti hatásokat.

A mezőgazdaság történetében négy jelentős technológiai forradalmat azonosítunk. Az első forradalom (1.0) a gépesítés megjelenésével kezdődött, a második (2.0) a génmódosítással hozott újításokkal jellemezhető. A precíziós gazdálkodás a harmadik (3.0) mérföldkő volt a mezőgazdaságban. A negyedik forradalmat (4.0) meghatározó kulcsfontosságú technológiai fejlődés pedig az adatelemzés és az adat alapú gazdálkodás (Zhai, 2020). A **2. táblázat** a mezőgazdaságban végbement technológiai fejlődést részletezi.

2. táblázat: A mezőgazdaságban végbement technológiai fejlődés (Forrás: Xing Yang et al. (2021) <https://doi.org/10.1109/JAS.2020.1003536>, Saját szerkesztés)

Időszakok megnevezése	Időtartam	Jellemzők
Hagyományos mezőgazdaság 1.0	1784-1870 körül	• az ember és állati erőforrások • kézimunka szükséglet • fő probléma a működés alacsony hatékonysága
Gépesített mezőgazdaság 2.0	20. század	• gépesítés, traktorok megjelenése • műtrágya és növényvédőszer használat • minőségi vetőmagok • termés növekedés • hatékonyság növelés • fő probléma az erőforrások nem hatékony felhasználása
Automatikus mezőgazdaság 3.0	1992-2017 között	• új agrotechnikai gyakorlat • automata kormányzási rendszerek • változtatható adagú kijuttatás • adatfeldolgozás • fő probléma az alacsony intelligencia
Intelligens mezőgazdaság 4.0	2017-napjainkig	• a modern információs technológia alkalmazása • pilóta nélküli működés • valós idejű gazdaságirányítási rendszerek • hozzáadott értékű szolgáltatások • automatizálási képesség • fejlett feldolgozási folyamatok és élelmiszerérték-láncok (adat platformok) • fő probléma a megfelelő kapacitás

A precíziós gazdálkodás szinte az egész világon megjelent, de eltérő arányban. A Meister Media Worldwide kutatásai alapján az Amerikai Egyesült Államok (USA) és Kanada osztoznak az első helyen fejlettség szempontjából. Ezt a két országot követi a sorban Európa, majd harmadik helyen Dél-Amerika, utóbbi képviselőiben Argentína és Brazília. Kína a drónok és szenzorok technológiája terén kimagaslóan teljesít, köszönhetően a kormányzati nyomásnak (Sulecki, 2018). Az európai precíziós technológiák térnyerésének szempontjából jelentős mérföldkő volt az Európai Parlament 2016. júniusi határozata. Ebben részletezik az új technológiák jelentőségét a mezőgazdaságban és kihangsúlyozzák

azok fontosságát a gazdálkodók körében, továbbá a precíziós gazdálkodás bevezetése előtt álló akadályok feloldását is szorgalmazzák (Husti, 2018).

A magyar mezőgazdaság jelenleg is számos új kihívással néz szembe. Az új körülményekhez való gyors és szakszerű alkalmazkodás kulcsfontosságú ahhoz, hogy a magyar gazdák megőrizzék versenyképességüket a hazai és a világpiacra. Az új tudás, technológia és gépek elengedhetetlenek a mezőgazdaság továbbfejlesztéséhez (Vértesy, 2023). A precíziós gazdálkodás Magyarországon már több mint egy évtizede jelen van, de még mindig sokaknak ismeretlen fogalom (Tóth, 2015). Lencsés et al. (2014) kutatásai alapján elsősorban a 40 év alatti, felsőfokú végzettséggel rendelkező, 300 hektárnál nagyobb termőfölddel rendelkező gazdálkodók alkalmazzák a precíziós megoldásokon alapuló gazdálkodást. Azok a gazdák, akik a precíziós eszközöket már alkalmazzák, 20%-a egy éven belül, 61%-a pedig 3 éven belül további fejlesztéseket végeznek gazdaságukban. Ezen beruházások közé tartozik az automata kormányzás, vetőgép, sorközművelés, tápanyag-gazdálkodás, valamint az öntözés. Azok közül, akik nem alkalmazzák a precíziós technológiákat, 3 éven belül csak 26%-a tervez beruházni, míg 43% bizonytalan a technológiával szemben (Tóth, 2015). A 2019-es évben az eNET által végzett kutatások szerint a precíziós gazdálkodás fogalma széles körben ismert a növénytermesztők között, ez a gazdák 79%-át jelenti. A nyitottság sokkal magasabb a precíziós eszközök iránt, a gazdák 61%-a érdekelt az alkalmazásában. Az előző évekhez képest a precíziós gazdálkodást folytató növénytermesztéssel foglalkozó gazdaságok aránya nem jelentős mértékben, de nőtt, míg korábban 21%, napjainkban a gazdaságok 23%-a végez precíziós tevékenységeket bevallásuk alapján. A felmérés során a legnépszerűbb technológiák a gazdák körében a GPS (58%), a sorvezető (47%) és az automatikus kormányzás (24%) volt (NAK, 2019).

2.6 A precíziós gazdálkodási technológiák szántóföldi növénytermesztésben

2.6.1 Talajmintavételezés

A talajmintavételezés során figyelembe kell venni az előző év hozamtérképét, az elektromos vezetőképességet (EC) és a közeli infravörös tartományt (vegetációs indexek). E

három felvételezést tartják a mintavételezési zónák kijelöléséhez a leghatékonyabbnak (Mesterházi, Development of measurement technique for GPS-aided plant production., 2013). Fontos kiemelni, hogy a pontosság érdekében a zónák lehatárolása ne egy év felvételezéséből álljon, mert az eredmények félrevezethetők lehetnek. Ezáltal figyelembe kell venni a terület több éves eredményeit és a domborzati viszonyokat is (Szabó és Milics, 2016).

A különböző szakirodalmak az optimális mintavételi terület nagyságát másként határozzák meg. A szomszéd osztrák tanulmányokban ezek a méretek 1-2 ha között vannak. Mintavételezés során 500-1000 grammot vételeznek, melyekben 15-25 részmintának kell lennie (Aichberegger – Bäck, 2001). Spanyolországban a talajmintavételi terület 5 ha, melyről 12-20 db 500 g tömegű részmintát gyűjtenek (Barahona– Iriarte, 2001). Hazánkban szintén 5 ha a mintavételi terület, melyről 20-30 részmintát gyűjtenek össze egy mintához. A tömegüket 1000 g-ban rögzítették (Kalocsai et al., 2006). A mintavételi terv alapján a munkagép bejárja a területet, majd a vett minták koordinátáit rögzítik. Ezen koordináták segítségével laboratóriumi vizsgálatok után elkészíthető a területre jellemző talajtérkép (Szabó és Milics, 2016). A laboratóriumokba a minták zsákokban fel címkézve érkeznek, ahol többek között vizsgálják a pH- t, szervesanyagtartalmat stb. (Farkas et al., 2012). A Veris szenzorok segítségével, mintavétel nélkül is vizsgálható online a szervesanyag tartalom, valamint a pH és az EC szint is (Veris, 2012).

Ha a talajmintavétel, valamint a talajvizsgálat költsége egy évre körülbelül hektáronként 10 kg kukorica árának felel meg, ez csekély áldozat a gazdák számára, a benne rejlő előnyökhöz képest Pecze (2015) szerint.

A talajmintákat, amiket zsákokba gyűjtenek, lezárva, fel címkézve laboratóriumokba küldik kivizsgálásra, ahol többek között vizsgálják a pH-ját a szervesanyagtartalmat széndioxid mennyiségét stb. (Óvári, 2012).

2.6.2 Tápanyag-visszapótlás

A helyspecifikus tápanyag-visszapótlás a precíziós mezőgazdaságban már régóta kutatott technika, így ezzel kapcsolatban különböző eredmények is születtek már (Fairchild, 1988;

Schüller – Wang, 1994; Virág et al., 2010). A helyspecifikus tápanyag-visszapótlás több lépcsős eljárásból áll össze, melyből a kibővített talajvizsgálat nem hanyagolható el (Adamchuck et al., 2004).

A folyamat lépései a következők (Czinige, 2002): Először a művelt területet kisebb részegységekre bontják talajmintavétel céljából, majd a hozamot térképező eszközzel ellátott betakarítógéppel hozamtérképet készítenek (Aurnhammer et al., 1994). A hozamtérkép a precíziós technológiák kezdetén megjelent adat, lényegében egy digitális térkép, ahol a tábla egyes pontjait összekapcsolják a megfelelő hozamadatokkal. Ezen keresztül a gazdák és kutatók könnyedén értelmezhetik és elemezhetik az adott évben a terület termésmennyiségét. Az ilyen információk között szerepelhet a minőség és műtrágyázás közötti összefüggés (Long et al., 1988), és az adatokból adódóan megállapíthatók a talaj tápanyagtartalmára, vízgazdálkodására stb. vonatkozó következtetések. Több éves adatok alapján előre jelezhetők trendek és nyomon követhetők a táblán történő változások (Arslan-Colvin, 2002).

A nagy területeket kisebb kezelési egységekre kell bontani, mivel a nagy tábláknál a talaj tulajdonságai rendkívül eltérők, ezért csak viszonylag pontatlan adatokat lehet szerezni a tábla egészéről vett mintákból (Aichberegger – Bäck, 2001). Ezen mintavételi módszerekről a fentiekben már szót ejtettem a Talajmintavételezés fejezetben.

A helyspecifikus mezőgazdálkodásban alapvető, hogy jóval kisebb kezelési egységeket alkalmaz (Mikéné, 2006), ez által a pontosabb képet adnak a terület heterogenitásáról, mint a nagyobbak. Egyes vizsgálatokban a kezelési egységek mérete 100×100 méter (Pecze et al., Helyspecifikus tápanyag-visszapótlás kukoricanövényénél, 2001), de vannak 50×50 méteresek is (Mesterházi, 2004).

A kezelési egységek kijelölése után sor kerül az elvárt hozam meghatározására, mely során több tényezőt is figyelembe kell venni. Ezekkel a tényezőkkel kapcsolatosan már régóta kutatások folynak. Berzsenyi-Győrffy (1995) kimutatták tartamkísérleteik során, hogy a termés mennyiségét legfőképpen két tényező határozza meg: a tápanyag visszapótlás (30,7%) és a genotípus (30%). Sárvári-Győri (1982) a precíziós technológiák előtt

már rámutatott a genotípus fontosságára. Nagy (1995) hasonló módon bizonyítja, hogy a trágyázás a legfőbb meghatározó tényező. Kutatása szerint a tápanyag-utánpótlás 48%-ban, míg az öntözés 28%-ban határozza meg a termés mennyiségét. A műtrágyázás alkalmazásakor megállapították, hogy az állandó NPK trágyázás befolyásolja a talaj tápanyagforgalmát, ami fontos szempont a műtrágya adagolásakor (Lásztity- Csathó, 1994).

A műtrágyaszóróval vagy a permetezőgéppel precíziósan kijutatott műtrágyázásról is megoszlanak a vélemények. Csathó et al. (2007) az alacsonyabb mennyiségű felhasználást, míg Benedek (2011) 15-20%-os termésmennyiség növekedést emeli ki, a precíziós tápanyagutánpótlás eredményeképpen. Többéves kísérletek bizonyítják, hogy a helyspecifikus műtrágyázással az időjárási viszonytagságokat a kultúrnövények képesek kompenzálni, ez által a klímaviszonyok miatt keletkező hozamkülönbségek kisebbek lettek (Csathó et al., 2007)

2.6.3 Vetés

A precíziós gazdálkodás legfrissebb kutatási területe a helyspecifikus vetés (Heege-Feldhaus, 2002). Hagyományosan vetéssel vetett területek legnagyobb problémája a kereszt sorok elvetésekor történő felülvetés. Ennek következménye, hogy gazdasági szempontból a magas genetikai potenciával rendelkező vetőmag elpocséklásra kerül, emellett ökonómiai szempontból is kifogásolható. A helyspecifikus vetés esetében ilyen problémák nem lépnek fel, mivel a vetőegységek egy fedélzeti számítógép irányítása alatt működnek, amely alkalmas a vetőelemek szabályzására (nyitás, zárás), vagy akár menetközben az előre beállított töszám felülbírlására vagy módosítására. A rendszer pontosságát mutatja az, hogy gyakorlatban +/- 2 cm-es pontossággal képes elvetni a csatlakozó sorokat. Továbbá a termesztés is biztonságossá válik, mivel a töszám állítással a gyengébb minőségű, erodált területeken kevesebb, míg a jobb részeken több mennyiségű vetőmagot vet a gép (Pecze et al., 2007; Milics – Smuk, 2012; Milics et al., 2012). Karpjuk (2016) szerint a precíziós vetés által a vetőmag megtakarítás 3-7% míg Tamás (2002) kutatásai szerint 5-15%-ot is elérheti.

2.6.4 Növényvédelem

A kártevők, betegségek és gyomok általában nem egyenletesen terjednek el egy táblán belül. Azokon a területeken, ahol a kártevők mennyisége elmarad a kártételi küszöbtől, nem szükséges védekezni, ami jelentős költségmegtakarítást és a környezet peszticidterhelésének csökkenését eredményezi (Kuroli et al 2007; Takács-György és Takács, 2011). Azon a ponton, ahol a maximális határ túllépése megtörténik, a teljes területet kezelni kell, míg a két határ között a precíziós növényvédelem ajánlott (Takács- György és Takács, 2011). Tehát a precíziós növényvédelem lényege az, hogy a növényvédő szereket ne az egész területen használják, hanem csak azokon a fertőzött tábla részeken, ahol az elő felvételezések eredményeképpen szükséges és indokolt. Ezt az eljárást foltpermetezésnek nevezi a szakma (Miller – Paice, 1998; Christensen et al., 1999). Ezen adatfelvételezések történhetnek műholdas távérzékeléssel vagy telepi felmérésekkel (Gaál et al., 2017).

A növényvédelemnek egy viszonylag új megközelítése a helyspecifikus gyomirtás. A kultúrnövények védelme érdekében, a precíziós eszközök alkalmazása egy kiemelkedően fontos kutatási terület. Ezen kutatások fókusza egyre inkább a többsávós és nagyfelbontású légi, valamint űrfelvételek felé mutatnak. Nagy változást hoztak a mezőgazdasági kutatások terén a hiperspektrális képelemzési eljárások. Magyarországon tíz évnek kellett eltelnie ahhoz, hogy megbízható eredmények álljanak rendelkezésre a hiperspektrális vizsgálatokkal kapcsolatban (Németh et al., 1999; Reisinger et al., 2004; Reisinger et al., 2007).

Perce (2009) szerint a gyomírtó szerek mennyiségének meghatározása előtt fontos a precíziós talajmintavételi adatok felhasználása, mivel a talaj eltérő szerves anyag tartalma miatt a talajherbicidek hatóanyagai eltérő módon kötődnek meg.

A kórszakalkotó permetezőgépek szórókeretein elhelyezkedő szórófejek szakaszolhatók. Az offline módszer beprogramozása után, két törzsoldat (növényvédőszer) alkalmazható, ez által külön lehet egytáblán belül védekezni a kétszikű és az egyszikű gyomnövényekkel szemben, az előre felmért adatok alapján a fertőzött részeken (Gaál et al., 2017).

Reisinger et al. (2012) szerint a precíziós gyomszabályzás hozzájárul ahhoz, hogy a gazdák akár 30-50%-os herbicidmegtakarítást érjenek el.

A pilóta nélküli légi járművek, azaz a drónok használatát is figyelembe kell venni precíziós növényvédelem szempontjából, mint technológiai újítás (6. ábra). Kétféle módon lehet alkalmazni a mezőgazdaságban, monitoringozásra, azaz felvételezésre és növényvédelmi permetezésre. A növényvédelem szempontjából fontos, hogy az alkalmazott permetező drónon fellegyen tüntetve az UAS-üzembentartó nyilvántartási azonosító. Továbbá minden repülést be kell jelenteni a „mydronespace” alkalmazásba és dokumentálni kell, azaz jegyzőkönyvet kell készíteni a műveletről. A permetezés során minden esetben két személynek kell részt vennie (Schváb, 2022).



6. ábra: Permeteződrón (Fotó: <https://www.videkert.hu/2022/08/16/dronos-permetezes-arak-es-megterules/>)

A növényvédőszeres permetezések mellett az RTK-korrekciónak alkalmazásával végzett mechanikai gyomirtás sem elhanyagolható. Ennek eszközei a kultivátor vagy erre célra gyártott kapálógép. A működési mechanizmusa, hogy a kultivátoron egy optikai szenzor beazonosítja a növény sorokat (pl. kukorica napraforgó) majd követi azt, ez által kisebb a kultúrnövényvesztés a sorokban. A nagyobb hatékonyság érdekében, a mechanikai és a növényvédőszeres gyomirtás kombinálható, permetező berendezésekkel felszerelt kultivátorral (Gaál et al., 2017).

2.6.5 Öntözés

A kultúrnövények vízigényének meghatározására többféle módszer létezik. Ilyen módszer a talaj vízkapacitásának vizsgálata (Hedley, 2010) vagy a műholdas távérzékelés. A pontos meghatározás érdekében figyelme be kell venni a növényi borítottságot, a napsugárzást, a domborzatot, a növényi vitalitást és a talaj vízpotenciálját (Hajdú, 2015).

Az öntözővíz intenzitását a körforgó és a lineár rendszerek esetében kétféleképpen lehet változtatni, az egyik módszer a szórófejek vezérlése, a másik pedig az öntözőgép sebességének állítása. Az önjáró berendezések esetében a nyomvonalat DGPS vagy RTK navigációval lehet beállítani, a vízmennyiséget pedig számítógépes programokkal lehet módosítani. A körforgó öntözőberendezések képesek akár párnégyzetméteres öntözési zónát lehatárolni (KITE., 2016). A precíziós öntözésnek köszönhetően akár 9-26%-al lehet csökkenteni a felhasznált vízmennyiséget (Hedley, 2010).

2.6.6 Hozamtérképezés

A jelenkori fejlett betakarítógépek (kombájn) rendszerint alapfelszereltségként tartalmazzák a hozam és szemnedvességmérő szenzorokat. GPS vevő hozzáadásával, hozam térképezésre is alkalmasak lesznek ezek a betakarítógépek. Ahhoz, hogy a hozamtérkép pontos eredményeket mutasson fontos, hogy a szenzorokat össze kell hangolni (kalibrálni) a kombájnnal (Milics et al., 2014).

A hozamtérképező rendszerek rövid időközönként rögzítik (hektáronként 500-600 pont) és tárolják a learatott termés mennyiségét és nedvességtartalmát a földrajzi koordinátához kapcsolva (Mesterházi, 2013). Az eredmények kiértékelése előtt fontos, hogy végezni kell egy adatszűrést, hogy pontosabb képet kaphassunk a táblán belüli változékonyságról, mert ez alapján a következő évben a tápanyag utánpótlás tervezésében nagy segítségen nyújthat (Gaál et al., 2017).

3. ANYAG ÉS MÓDSZERTAN

3.1 A vizsgált terület elhelyezkedése

A szakdolgozat alapját képező vizsgálatot a saját családi gazdaságunk területén végeztem el 2023-ban, Vámpusztán, Fejér megyében. Az **7. ábrán** pirossal jelölve a kísérlet helyszíne látható.



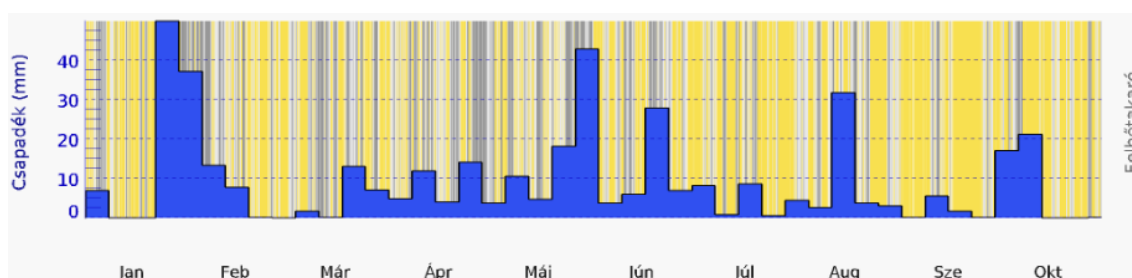
7. ábra: A kísérleti helyszín légifelvétele (Forrás: Google Earth, 2023)

3.2 Talajtípus, talajadottságok

Vámpusztá területén megtalálható talajok a Közép-Mezőföld tájegységbe tartozó területek. A terület talajtípusa mészlepedékes csernozjom, melynek humuszrétege 1 méternél is mélyebbre nyúlik, de jellemzi a térséget a futóhomok és a humuszos homoktalaj is (Stefanovits, 2005). A vizsgált területnek precíziós talajmintavételi eredményei nincsenek, ezért a táblának heterogenitására vonatkozó felvételeket űrfelvételek alapján vizsgáltam.

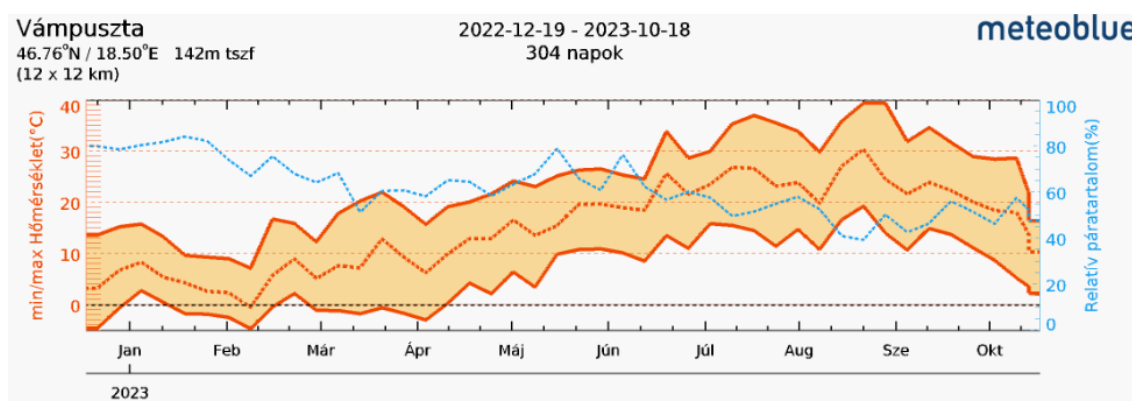
3.3 Éghajlati adottságok

Vámpusztai térségében az évi átlagos csapadékmennyiség 550-600 mm (Meteoblue, 2023). A napraforgó 2023. áprilisi vetésekor megközelítőleg 10-12 mm csapadék esett a térségben. A március végétől tartó kisebb-nagyobb mennyiségben lehullott csapadék megfelelő nedvességű közeget biztosított a vetőmagnak. A **8. ábra** 2023. január-október között lehullott csapadékmennyiséget mutatja Vámpusztán.



8. ábra: 2023. évi tenyészidő alatt lehullott csapadékmennyiség Vámpusztán (Forrás: Meteoblue)

A **9. ábrán** látható, hogy 2023. áprilisában a középhőmérséklet megközelítőleg 10-14 °C volt, ez a napraforgó vetése szempontjából ideális hőmérséklet. Áprilist követően a hőmérséklet emelkedni kezdett, ez kedvezett a növény fejlődésének. A legmagasabb középhőmérséklet augusztusban volt, ekkor 30 °C körül alakult.



9. ábra: 2023-as év tenyészidő hőmérsékleti adatai Vámpusztán (Forrás: Meteoblue)

3.4 A gazdaság bemutatása

A gazdaságunk szántóföldi és kertészeti kultúrnövények termesztésével foglalkozik. A központ Fejér vármegye déli részén található, Cece külterületén. A művelésbe vont területek nagysága 130 hektár. A termesztett szántóföldi és kertészeti növényink a következők: kukorica, napraforgó, vöröscirok, árpa, sárgadinnye, görögdinnye, fűszerpaprika, vöröshagyma, burgonya és sütőtök.

A szakdolgozatban vizsgált terület 20 km-re helyezkedik el a telephelytől, nagysága 34 hektár (**10. ábra**). A gazdaság precíziós technológiák szempontjából rendelkezik egy John Deere 6175M és egy John Deere 6120M típusú erőgéppel, amiken egy Startfire 6500 GPS jeladó található a pontosabb talajművelés, tápanyag utánpótlás, vetés és növényápolás érdekében. Isobus csatlakozó a fent említett munkagépeken megtalálható, de az eszközök, mint például a vetőgép, műtrágyaszóró stb. nem képesek ehhez csatlakozni. A betakarítást egy New Holland TC 56-os típusú kombájnnal történik, ami hozammérővel nem rendelkezik.



10. ábra: Napraforgó (Fotó: Albert I., Vámpuszta, 2023)

3.5 Jelenleg alkalmazott napraforgó termesztéstechnológia

Vámpusztán a napraforgó előveteménye kukorica volt a 2022-es évben. Betakarítása után egy függesztett, 5 méteres Agropol tárcsával történt a tárcsázás, majd a talajélet fenntartása érdekében a növényi szármadaradványokat egy 4 fejes, váltva forgatós Gregoire Besson és egy 3 fejes váltva forgatós Vogel Noot eke segítségével forgattuk vissza a talajba. Tavasszal, amikor a talajhőmérséklet elérte a 10-12 °C fokot, egy 6,3 méteres Heva hengerrel eldolgoztuk a szántást, majd a Kuhn műtrágya szóróval hektáronként 250 kg műtrágyát juttattunk ki. Ezt követően egy 6 méteres Agromercur Ada márkájú kombinátorral a tápanyagot a talajba dolgoztuk és ezzel egy menetben finom, aprómorzsás frakciójú talaj készült a vetésnek. A vetés egy Monosem vetőgéppel történt, 60.000 csíra/ha mennyiségben (**11. ábra**). A vetőgép rendelkezik egy komplex műtrágya adagolóval, ami a magágyba szórja a tápanyagot, hektáronként 150 kg-ot. A napraforgó sortávolsága 76,2 cm. Vetés után, kelés előtt, peermergens gyomírtást végeztünk egy 16 méteres Berthoud permetezőgéppel, Gardoprim Plus Gold gyomírtószer kijuttatásával. Az állományban a gyomírtást 8-10 leveles állapotában végeztünk, egy saját kézzel épített, 5 rugókapával felszerelt kultivátorral. Ezt követően permetezőgéppel Focus Ultras posztemergens gyomirtásos kezelés is megvalósult. A betakarítást a fent említett New Holland TC 56 típusú kombájjal végeztük. A napraforgóból 3,9 t/ha azaz 132,6 tonna került betakarításra.



11. ábra: Agropol tárcsa (bal) és egy Monosem vetőgép (jobb) (Fotó: Albert I., Vámpusztá, 2023)

3.6 A vizsgált napraforgó jellemzése

Az Achilles CLP a KWS által forgalmazott napraforgó (**12. ábra**). A fajta jellemzői, hogy középérésű, közepes tányérmérettel rendelkező, alacsony növésű, félig bókoló és kifejezetten jó szárszilárdságú hibrid. A vetőmagok peronoszpóra (*Plasmopara halstedii*) ellen a Corteva által gyártott Lumisena gombaölőszerral vannak csávázva. A Chlearfild Plus hibrideknek köszönhetően állományban, azaz posztemergens módszerekkel védekezhetünk a nehezen írtható gyomnövényekkel szemben, ilyen például a mezei aszat (*Cirsium arvense*) és az üröm levelű parlagfű (*Ambrósia artemissifolia*) (KWS, 2023).



12. ábra: KWS ACHILLES CLP fajta (Fotó: <https://www.kws.com/hu/hu/termek/napraforgo/kws-achilles-clp/>)

3.7 Differenciált tápanyag visszapótlás és vetés

Egy adott terület tápanyag visszapótlásának tervezésekor, ha táblaszinten gondolkodunk, akkor a termőföldre jellemző átlag értékből indulunk ki. Az ilyen alapú műtrágya kijuttatás esetén a területhez mérten jobb táblarészeken túltrágyázunk, míg az alacsonyabb tápanyagszintű területeken nem érjük el azt a tápanyag ellátottságot, ami megfelelne a tervezett hozamnak.

Ahhoz, hogy táblán belül kiegyenlített tápanyag ellátottságot érjünk el, fontos, hogy a megtervezett tápanyag dózist a különböző művelési zónákban, külön-külön kijuttatva végezzük el. A különböző művelési zónák lehatárolása történhet több évnyi hozamtérkép adatokból vagy távérzékelés során a területről készült NDVI felvételek kinyerése és átfarmálása alapján.

A hagyományos szemenkénti vetőgépek esetében a vetőelemeket a haladási sebesség befolyásolja a vetés során. Differenciált tőszámú vetés esetében a vetőelemek hajtását elektro-, vagy hidromotorok végzik, ezáltal lehetőség van a sorlezárásra és a tőszámszabályzásra, de csak GPS-es vezérlés esetében. Az előre elkészített kijuttatási terv alapján a táblán belül így már végezhető differenciált tőszámmal történő vetés (Kapusi, 2020).

3.8 Műholdas adatok és elemzésük

3.8.1 Felhasznált műholdas adatok

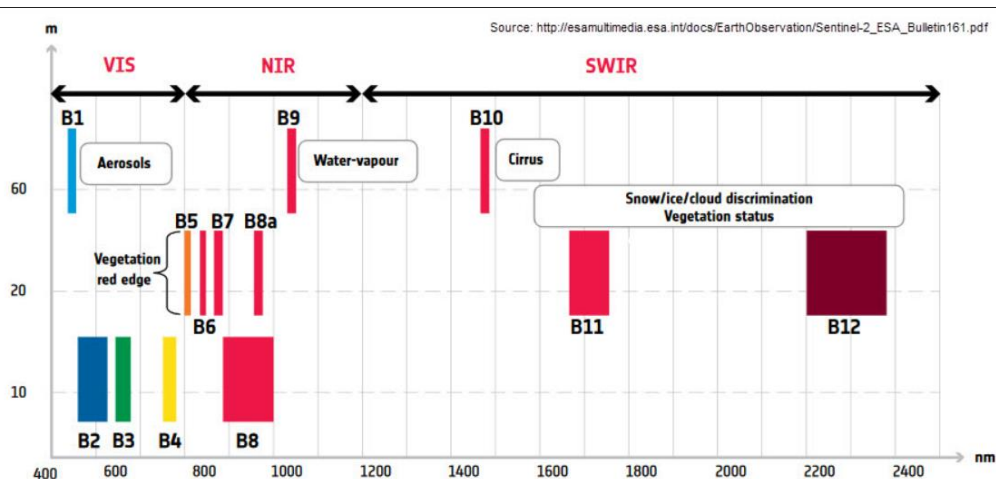
A vizsgálataimat két különböző időpontban végeztem a területen, Sentinel 2-es műhold felvételekből. Az első felvétel 2023.04.12-én készült, ilyenkor a területen még nem volt vegetáció. A második felvétel vegetációs időszakban készült, 2023.06.01-én. A felvétel kiválasztásánál figyelembe vettem a napraforgó fejlődési stádiumait. A Sentinel 2-es adatok részletes jellemzését a **3. táblázat** tartalmazza.

3. táblázat: A vizsgált két időpont spektrális és geometriai felbontásai (Forrás: <https://efold.gov.hu/>, Vámpusztá, 2023)

Időpont	Spektrális felbontás	Geometriai felbontás
2023.04.12.	B2, B3, B4, B8	10m
2023.06.01.	B2, B3, B4, B8	10m

A Sentinel műholdak (Sentinel 1A, 2A, 3A, EDRS) az Európai Unió (EU) és az Európai Űrügynökség (ESA) együttműködése által létrejött Copernicus program részei, mely egy önálló földmegfigyelési program. A fent említett eszközök feladata a műholdas távérzé-

keléshez űrszegmens és a földi szegmens fejlesztése, működtetése és üzemeltetése. A mezőgazdaság, erdőgazdálkodás és az élelmezésbiztonság szempontjából a Sentinel 2 műholdak szolgálnak információval, ezért a továbbiakban erről lesz szó. A Sentinel 2 műholdak MSI (Multispectral Imager) műszerrel vannak felszerelve, amely nagy felbontású képeket kínál. A felvételek globális lefedettséget biztosítanak a Föld szárazföldi felszínéről 10 naponta 1 műhold és 5 naponta 2 műholddal. A nagyfelbontású képeket különböző sávokban készít, melyek az alábbi **13. ábrán** megtekinthetők. A dolgozatomhoz az előbb említett képeket (B2, B3, B4, B8) a <https://efold.gov.hu/> weboldalról letöltve szereztem meg.



13. ábra: A nagyfelbontású képek különbözősávjai (Forrás: https://www.geosage.com/highview/features_sentinel2.html)

3.8.2 Felvételek kiértékelése

A felvételek a következő lépések mentén kerültek kiértékelésre:

1. Adatok importálása
2. Compozit előállítása (hamis színes és színhelyes)
3. Kivágat készítése (a kivágat csak a területre vonatkozik)
4. Táblán belüli automatikus osztályozás
5. Automatikus osztályozás eredményeinek utólagosfeldolgozása
6. Terület heterogenitását ábrázoló térkép szerkesztése

A fent felsorolt műveleteket mind a két felvétel (2023.04.12. és 2023.06.01.) kiértékelése során alkalmaztam. Az elemzéseket IDRISI szoftverrel végeztem.

Az IDRISI szoftver első verzióját a Clark University fejlesztette ki, 1987-ben. Az azóta eltelt évek alatt több fejlesztésen esett át az eszköz, aminek köszönhetően kiváló geoanalitikus rendszer jött létre. Az IDRISI számos képelemző modullal van ellátva és ezek számtalan osztályozást lehetővé tesz, ezek a következők: felügyelt, automatikus, hierarchikus, neurális hálózatu osztályozás és szegmens alapú elemzés (Verőné, 2015). Verőné (2015) szerint „az IDRISI szoftver a következő funkciócsoportokból áll: adatbevitel, adatbázis kezelés, térbeli adatok elemzése, adatcsere, statisztikai elemzés, döntéstámogatás, térbeli és időbeli változások elemzése, képfeldolgozás, valamint az eredmények megjelenítése.”

Automatikus osztályozás, azaz Clusterezés, a bemeneti képek felügyelet nélküli osztályozását biztosítja hisztogram elemzése alapján. Alkalmazása a következő sorrendben megy végbe:

1. Az osztályozásban használandó fájlok (sávok) számának megadása, ez legfeljebb 7 lehet
2. A sávnevek egyenkénti megadása, vagy opcionálisan egy raszteres csoport file (*rgf) beszúrása
3. Kimeneti kép nevének beírása
4. A sávok nyújtásához használandó szürkességi szintek számának megadása

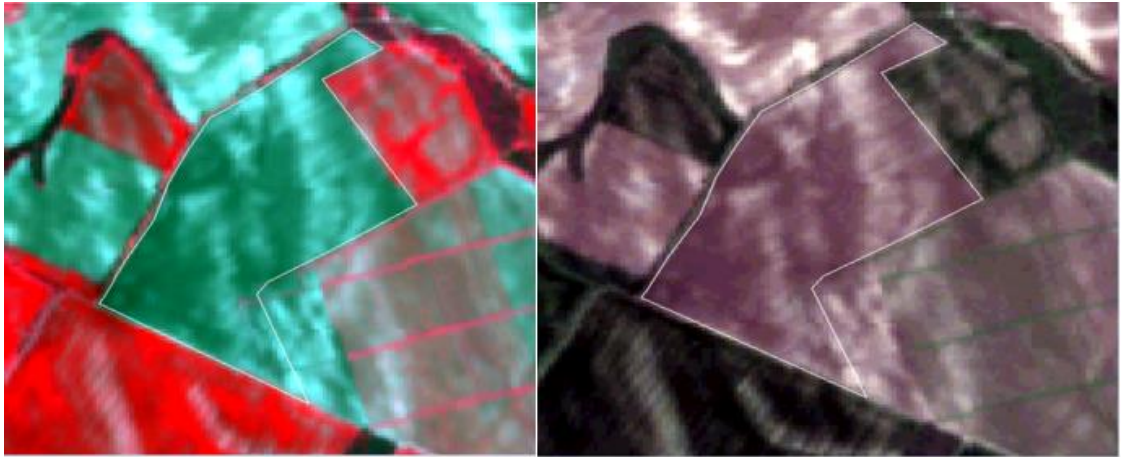
5. Az egyes sávok adateloszlásának minkét végéről telített százalékos arányának beírása
6. Durva (rough), vagy finom (fine) megközelítési szint megjelölése annak függvényében, hogy melyiket használja az osztályozáshoz
7. Végül Clusterezési szabály megadása

Az „eFöld” adatbázisból letöltött képsávok *.tif formátumban érhetők el. Az IDRISI megnyitása után ezeket a *.tif formátumban lévő adatokat importáljuk, azaz átalakítjuk *.rst formátumba. Ezt követően két kompozitot állítottam elő, egy színhelyeset (B2, B3, B4) és egy hamis színeset (B3, B4, B8), melyek a **14. ábrán** láthatók.



14. ábra: Színhelyes (bal) és hamis színes (jobb) kompozit (Felvétel: Albert I., Vámpuszt, 2023)

A további elemzések bemutatása csak a vizsgált területre (2023.04.12.) vonatkozik. A lenti, **15. ábrán** látható a táblának a heterogenitása, a sötétebb szín jobb minőségű talajra utal.



15. ábra: Hamis színes (bal) és színhelyes (jobb) kijelölt vizsgált terület (Felvétel: Albert I., Vámpusztá, 2023)

Ezek az eltérések összefüggésben vannak a terület domborzatával. A MePAR rendszerben a vizsgált területen (blokkazonosító: J1ND5Y22), az „erózió mutatójának” bekapcsolásával jól látható terület domborzati adottsága (**16. ábra**). A legerodáltabb területi rész sárga színnel van kijelölve.



16. ábra: Domborzati viszonyok miatt kialakult erodált területi részek a J1ND5Y22 blokkazonosítóval rendelkező területen (Fotó: <https://mepar.mvh.allamkincstar.gov.hu/#/viewer>)

A táblán belüli heterogenitás térképezését automatikus osztályozással, Clusterezéssel végeztem. Ehhez szükségem volt egy maszk készítésére, amelynek nagysága pontosan megfelel a tábla méreteinek. A maszk készítéséhez felhasználtam a tábla határát tartalmazó vektoros állományt. A Clusterezés menete a fent említett leírásban található. A munka során különböző paramétereket állítottam elő. Az első megközelítésben 6 spektrális csoportot hoztam létre. Ennek az eredménye a következő **17. ábrán** látható.



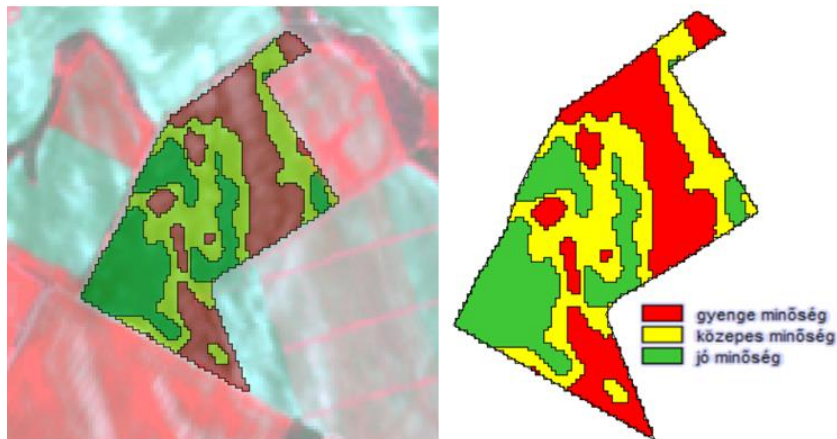
17. ábra: A 6 spektrális csoport vegetáció nélküli időszakban (Felvétel: Albert I., Vámpuszt, 2023.)

Az első megközelítésben (6 csoport) kis méretű Clusterek is keletkeztek, amelyeknek a művelés szempontjából jelentősége elhanyagolható, ezért a második megközelítésben 4 spektrális csoportot állítottam be.



18. ábra: A 4 spektrális csoport (Felvétel: Albert I., Vámpuszt, 2023.)

A **18. ábrán** narancssárga színnel a 4. spektrális kategória kis mérete miatt összevonásra került a hozzá legjobban illeszkedő, zöld színű 3. spektrális kategóriával. A **19. ábrán** jól láthatók piros színnel, a gyenge minőségű erodált területek. Sárga színnel a közepes, míg zöld színnel a jó minőségű földrészek olvashatók le a térképről.



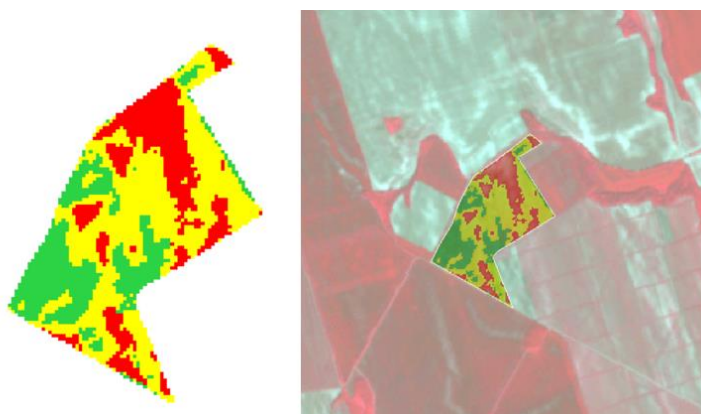
19. ábra: A 3 spektrális csoport (Felvétel: Albert I., Vámpuszt, 2023.)

A napraforgó fejlődési időszakban (2023.06.01.) is vizsgáltam a területet. Itt szintén Clusterezéssel végeztem el a terület heterogenitásának térképezését. Ebben az esetben is első megközelítésben 6 spektrális csoportot hoztam létre, ami a **20. ábrán** látható. Jól megfigyelhető, hogy kis méretű Clusterek keletkeztek az első vizsgálat eredményeképpen.



20. ábra: A 6 spektrális csoport vegetációs időszakban (Felvétel: Albert I., Vámpusztá, 2023.)

Második megközelítésben 3 spektrális csoportot állítottam be, mely szintén jól tükrözte a terület domborzati viszonyok miatt kialakult erodált területeken gyengébb vegetációt. A napraforgó itt sokkal lassabban fejlődött, mint a jó minőségű, zölddel jelölt részekben (**21. ábra**).



21. ábra: A 3 spektrális csoport vegetációs időszakban (Felvétel: Albert I., Vámpusztá, 2023.)

4. EREDMÉNYEK

4.1 A jelenleg alkalmazott termesztés technológia

4.1.1 Hagyományos tápanyag visszapótlás

A vizsgált napraforgó területen hektáronkénti 250 kg Canvil MAS 27% pétisó lett kijuttatva, ami a **22. ábrán** látható. A művelt terület nagysága 34 hektár, így kiszámolva azt kapjuk, hogy összesen 8500 kg, azaz 8,5 tonna Canvil MAS 27% pétisót juttattunk ki a napraforgó számára vetés előtt, bedolgozva a talajba. A műtrágya 500 kg-os, úgynevezett Big Bag zsák kiszerelésben érkezett, az egész területre összesen 17 zsák lett kijuttatva.



22. ábra: Canvil MAS 27% pétisó 500 kg (Fotó: <https://www.hot-farm.pl/saletrzaki/nawoz-canvil-27-0-04mgo6cao.html>)

4.1.2 Hagyományos vetés

A vetés mindig a legfontosabb művelet minden kultúrnövény esetében. A területre a KWS által forgalmazott, Achilles CLP fajtát (**23. ábra**), 60 ezer csíra/hektárral vetettük, 76,2 cm- es sortávval, azaz úgy nevezett kapás sortávra. Így összesen a 34 hektárra 2

millió 40 ezer vetőmag került elvetésre. Egy zsákban összesen 150 ezer kaszat van, tehát körülbelül 13,5 zsák lett felhasználva a vetés során.



23. ábra: KWS Achilles CLP (Fotó: <https://www.semplus.ro/seminte-de-floarea-soare-lui-sort-achilles-clp-150-000-seminte-kws>)

4.1.3 Vetéssel egy menetben kijuttatott műtrágya

A vetőgép rendelkezik műtrágya adagolóval, ezáltal vetéssel egy menetben kijuttatható a tápanyag (műtrágya) a magágy mellé. A Polifoska 8 NPK (**24. ábra**) műtrágyából hektáronként 150 kg lett kijuttatva, 34 hektárra összesen 5100 kg, azaz 5,1 tonna műtrágya. A műtrágya 500 kg-os kiszerelésében érkezett, tehát nagyjából 10,2 zsák lett felhasználva.



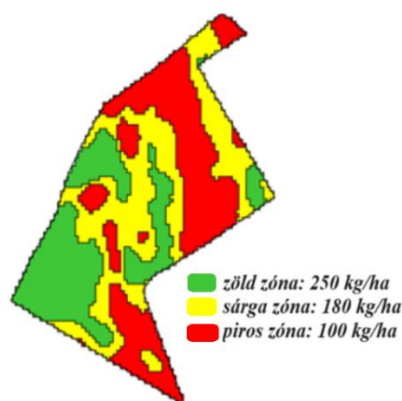
24. ábra: Polifoska 8 NPK 500 kg (Fotó: <https://agropritok.com.ua/polifoska-8-npk-s-8-24-24-9-1486/>)

4.2 Differenciált termesztéstechnológia

A precíziós technológia alapja a talajban rejlő tápanyagok felmérése egy adott területen majd a hiányzó tápelemek visszapótlása. Számomra ilyen adatok nem álltak rendelkezésre, ezért írok a differenciált termesztés technológiáról. Gazdaságunk felszereltségét nézve differenciált termesztésre nem alkalmas, ezért dolgozatomban elméleti szinten beszélek róla.

4.2.1 Differenciált tápanyag visszapótlás

A differenciált tápanyag visszapótlás tervezése esetén, a fent említett műtrágyát használva, a zölddel (10 ha) jelölt részeken 250 kg, a sárgával (12 ha) jelölt részeken 180 kg és a pirossal (12 ha) jelölt területeken pedig 100 kg műtrágyát juttatandó ki a területre. A számítások alapján a kijuttatott Canvil MAS 27% pétisó mennyisége összesen 5860 kg, azaz 5,86 tonna lenne (**25. ábra**).

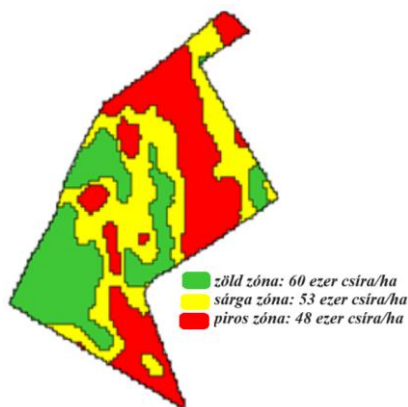


25. ábra: A vizsgált területre zónánként kijutatott tápanyag mennyiség hektáronként
(Felvétel: Albert I., Vámpusztá, 2023)

4.2.2 Differenciált vetés

Differenciált vetés esetén a vetőgép optimális beállítása a következő lenne a fent említett vetőmaggal: a jó minőségű zölddel jelölt területre (10 ha) 60 ezer csíra/ha, a közepes minőségű sárgával jelölt területre (12 ha) 53 ezer csíra/ha és a gyenge minőségű pirossal

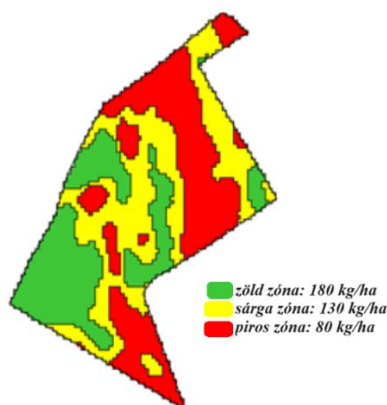
jelölt területre (12 ha) 48 ezer csíra/ha. Számításaim alapján az elvetett vetőmag mennyisége a 34 hektárra 1 millió 812 ezer, azaz összesen 12,08 vetőmagzsák kellett volna felhasználnom a vetéshez (**26. ábra**).



26. ábra: A vizsgált területre zónánként kijutatott vetőmag mennyiség (Felvétel: Albert I., Vámpusztá, 2023)

4.2.3 Vetéssel egy menetben, differenciáltan kijutatott tápanyag

Vetéssel egy menetben a differenciáltan kijuttatott műtrágya optimális mennyisége tervezése esetén, az ábrán zölddel jelölt területre (10 ha) 180 kg, a sárgával jelölt területre (12 ha) 130 kg és a pirossal jelölt területre (12 ha) 80 kg juttatandó ki. Az elvégzett számítások alapján összesen 4320 kg, azaz 4,32 tonna tápanyag lenne kijuttatva, ami 8,64 Big Bag zsáknak felel meg (**27. ábra**).

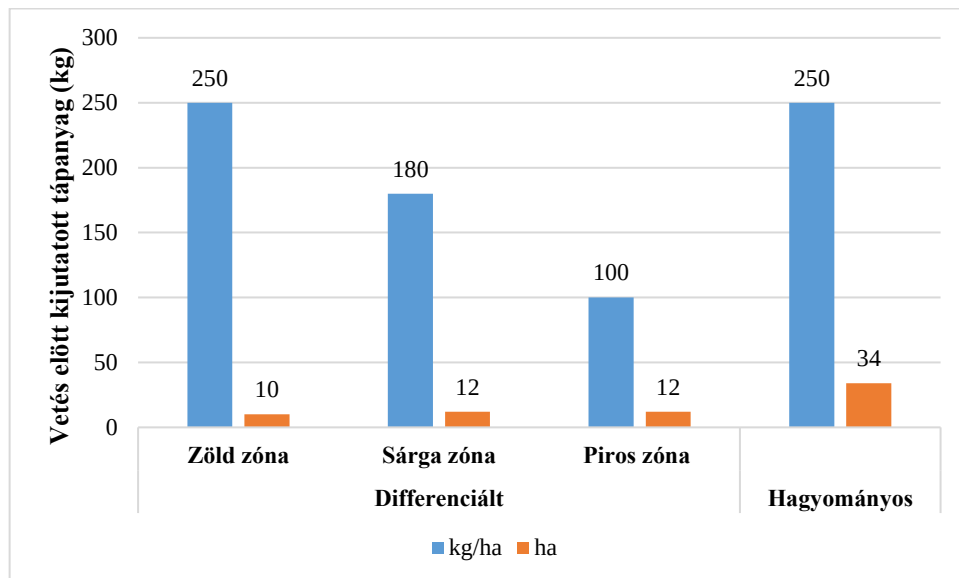


27. ábra: A vizsgált területre zónánként vetéssel egy menetben kijutatott tápanyag mennyiség (Felvétel: Albert I., Vámpusztá, 2023)

4.3 Hagyományos és differenciált technológia összehasonlítása

4.3.1 Tápanyag visszapótlás

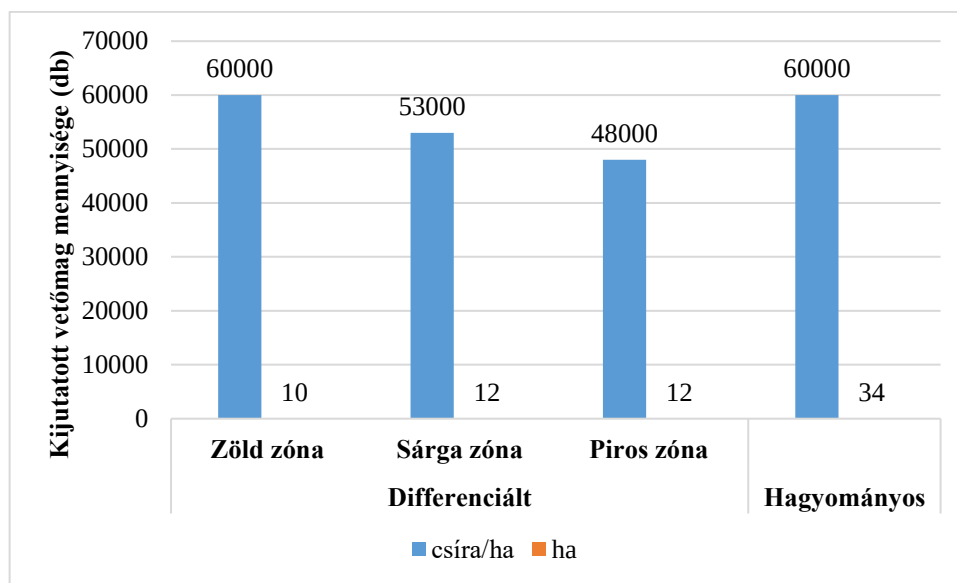
Tápanyag visszapótlás szempontjából jól leolvasható a **28. ábráról**, hogy a differenciált technológián belül minél gyengébb képességű egy területi egység (zöld zóna, sárga zóna, piros zóna), annál kevesebb tápanyagot kell kijuttatni. Mivel az eltérő adottságú területeken kevesebb mennyiségű tápanyagot szükséges kijuttatni, így összességében kevesebb műtrágyára lesz szükségünk, mint a hagyományos termesztés esetében, ahol nincs különbség a kijuttatott tápanyag mennyiségében hektáronként.



28. ábra: Tápanyag visszapótlás mindkét termesztéstechnológiában (Készítette: Albert I., 2023)

4.3.2 Vetés

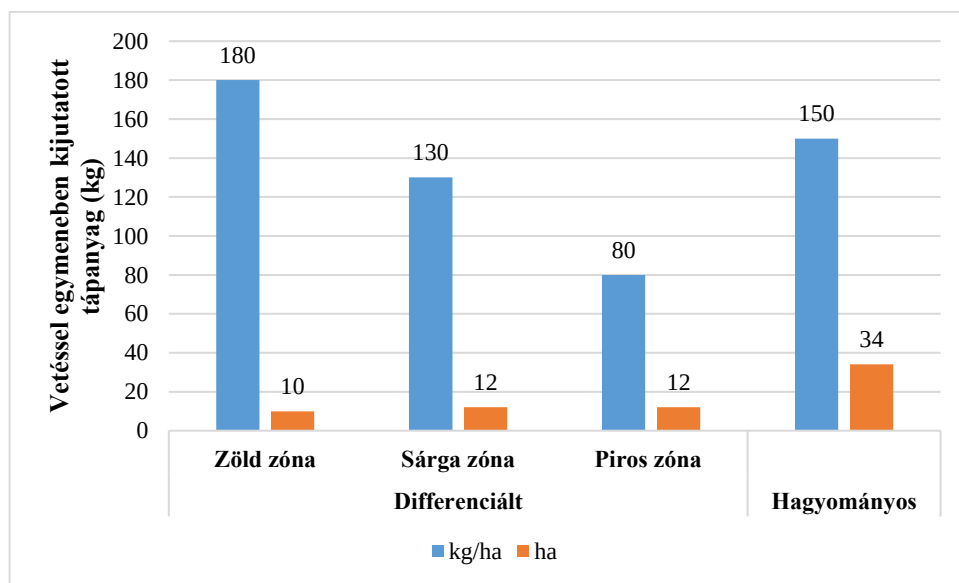
A vetés esetében is jól megfigyelhető a **29. ábrán**, hogy a differenciált technológia által kevesebb vetőmag elvetése szükséges, ugyanis zöld zóna kivételével a sárga és piros zónába eső területeken 53000 és 48000 csíra, míg a hagyományos termesztés esetében minden területen egységesen 60000 csíra vetése szükséges.



29. ábra: Kijutatott vetőmag mennyisége a két termesztéstechnológiában (Készítette: Albert I., 2023)

4.3.3 Vetéssel egy menetben kijutatott tápanyag

A vetéssel egy menetben kijutatott tápanyag esetében szintén megfigyelhető a **30. ábrán**, hogy mennyiségben kevesebb műtrágya kijuttatása szükséges a területre, mint a hagyományos termesztés esetében. Továbbá a számítások alapján elmondható, hogy a piros zónában szint fele annyi műtrágya elegendő, mint a hagyományos termesztés során.



30. ábra: Vetéssel egy menetben kijutatott tápanyag mind két termesztéstechnológiában (Készítette: Albert I., 2023)

4.4 Költségelemzés

A jelenleg alkalmazott hagyományos és a vizsgálatban műholdas felvételek elemzései alapján differenciáltan történő vetés és tápanyag visszapótlás tekintetében a 2023-as évre a **4. táblázat** szemlélteti a költségeket. Az „Egyéb költségek” címsor tartalmazza például az üzemanyag, növényvédőszer stb. költségeket. Jól megfigyelhető, hogy a differenciáltan kijuttatott táp- és szaporítóanyagok költség szempontjából alacsonyabbak, emellett a vetőmag mennyisége is kevesebb. A kísérletet elméleti szinten végeztem el, így a differenciált termésátlag (t/ha) értékéhez, a hagyományos technológia eredményét vettem figyelembe.

4. táblázat: A hagyományos és a differenciált termesztés jövedelmezősége 2023-ban (Vámpuszta, 2023)

	Hagyományos termesztés	Differenciált termesztés
Termésátlag (t/ha)	3.9	3.9
Eladási átlagár (Ft/t)	135 00	135 00
Termelési érték (Ft/t)	526 500	526 500
Pétisó műtrágya költsége (Ft/ha)	78 750	54 291
Komplex műtrágya költsége (Ft/ha)	65 250	55 270
Vetőmag költsége (Ft/ha)	33 295	29 793
Egyéb költségek	91 500	91 500
Termelési költség összesen (Ft)	268 795	230 854
Jövedelem (Ft/ha)	257 705	295 646

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Annak érdekében, hogy a napraforgó termesztése sikeres legyen – akár hagyományos, akár differenciált termesztésben – számos tényező összehangolt működésére van szükség. A lehető legjobb technológiai feltételek mellett sem garantált az eredményesség, mivel a környezeti tényezők (fagykár, jégkár, aszály stb.) a napraforgó bármilyen fenológiai állapotában kárt tudnak tenni. A szakdolgozatomban vizsgált területen a 2023-as évben nem történt a kultúrnövény számára az időjárás által okozott károsítás.

Eredményeim alapján elmondható, hogy a jelenleg alkalmazott termesztésben a Canvil MAS 27% pétisóból összesen 8500 kg, míg a differenciált tápanyag visszapótlás esetében 5860 kg kerülne kijuttatásra a területen, azaz tápanyag visszapótlás tekintetében jelentős különbség figyelhető meg a két technológia között. Differenciált kijuttatás esetén 2640 kg-al kevesebb pétisó kerülhetne felhasználásra.

A differenciált vetés tervezése során a területre összesen 1 millió 812 ezer, azaz 12,08 vetőmagzsákot szükséges kijuttatni a 150 ezer szemes Achilles CLP fajtából. Hagyományos termesztés esetében 13,5 zsák került elvetésre, ami 2 millió 40 ezer kaszat szem a 34 hektárra. Következtetésként levonható, hogy a differenciált vetés alkalmazásakor kevesebb szem kerül a talajba.

A hagyományos termesztésben vetéssel egy menetben kijuttatott Polifoska 8 NPK műtrágyából összesen 5100 kg került ki. Differenciált tápanyag kijuttatás tervezése esetén 780 kg-al kevesebb, azaz 4320 kg tápanyag kerülne kijuttatásra.

Összeségében elmondható, hogy a vizsgált tényezők mentén – tápanyag visszapótlás, vetés és vetéssel egy menetben kijuttatott műtrágya – a differenciált technológia bizonyult jobbnak. Ennek oka az, hogy az IDRISI által lezónázott és minősített területi egységekre, jó minőségű, közepes minőségű és rossz minőségű zónákra, minősítésének megfelelő mennyiségű tápanyag és vetőmag lett kijuttatva 34 hektárra.

A jelenleg alkalmazott hagyományos és a differenciált termesztés jövedelmezőségét tekintve szintén az utóbbi bizonyult jobbnak. Ennek oka az, hogy kevesebb input anyagot

és vetőmagot használunk fel a termesztés során, ezáltal alacsonyabbak a költségek. Továbbá elmondható, hogy mindkét technológia esetében a legnagyobb kiadást az egyéb költségek, azaz üzemanyag, növényvédőszer stb. jelentették.

Jelen vizsgálat alapján csupán tendenciákat állapíthatunk meg a hagyományos és a differenciált termesztés esetében. Pontosabb eredmények érdekében célszerű a kísérletet átfogóbb vizsgálatokkal elvégezni, talajminta és hozamtérképek segítségével több éves megfigyeléssel.

6. ÖSSZEFOGLALÓ

Kísérletemet saját gazdaságunkban, vámpusztai területünkön végeztem 2023-ban. Dolgozatom célja a hagyományos technológiával és a differenciáltan kijuttatott tápanyag visszapótlás, vetés és vetéssel egy menetben történő műtrágyázás vizsgálata és elemzése, valamint a két termesztéstechnológia költségeinek és jövedelmezőségének összehasonlítása.

A vizsgált napraforgó fajta a KWS által forgalmazott, Achilles CLP volt. A differenciált termesztéstechnológiát elméleti szinten végeztem el, mivel gazdaságunk nem rendelkezik olyan gépekkel, melyek eleget tennének a műveletek elvégzéséhez. A szakdolgozatomban vizsgált területet műholdas felvételek kiértékelésével az IDRISI szoftver környezetében 3 különböző egységre zónáztam: jó minőségű, közepes minőségű és gyenge minőségű területe részeket jelöltem. A 3 különböző zóna létrehozása alapján tudtam elméleti szinten elvégezni a differenciált kezeléseket. Az **5. táblázat** részletesen bemutatja a vizsgált paraméterek mentén kapott eredményeket.

5. táblázat: A differenciált termesztés során alkalmazott tápanyag és vetőmag mennyiség hektáronként (Albert I., 2023)

	Canvil MAS 27% pétisó	Achilles CLP vető- mag	Polifoska 8 NPK
Gyenge minőségű (piros zóna)	100 kg/ha	48 ezer csíra/ha	80 kg/ha
Közepes minőségű (sárga zóna)	180 kg/ha	53 ezer csíra/ha	130 kg/ha
Jó minőségű (zöld zóna)	250 kg/ha	60 ezer csíra/ha	180 kg/ha

Dolgozatom eredményei alapján elmondható, hogy a differenciált termesztéstechnológia valamennyi vizsgálati szempont mentén kedvezőbbnek bizonyult, mint a hagyományos termesztés során.

7. SUMMARY

I conducted my experiment on our own land, in Vámpuszta area, in 2023. The aim of my thesis was to compare and analyze the conventional cultivation technology and precision farming technology, along several aspects of investigation.

The sunflower variety under examination was Achilles CLP, distributed by KWS. I implemented the differentiated cultivation technology on a theoretical level, because we do not have the necessary machinery to carry out the operations. I divided the studied area into three different units based on the evaluation of satellite images in the IDRISI software environment: areas of good, medium and poor quality. With the creation of these three different tones, I was able to theoretically perform the differentiated treatments. The results obtained along the examined parameters are detailed in **Table 6**.

6. table: Amount of fertilizer and seed applied per hectare during differentiated cultivation (Albert I., 2023)

	Canvil Mas 27% petiside	Achilles CLP seed	Polifoska 8 NPK
Poor quality (red zone)	100 kg/ha	48 000 seeds/ha	80 kg/ha
Medium quality (yellow zone)	180 kg/ha	53 000 seeds/ha	130 kg/ha
Good quality (green zone)	250 kg/ha	60 000 seeds/ha	180 kg/ha

Based on the results, precision technology was found to be more favorable in all aspects of the study.

8. IRODALOMJEGYZÉK

- Adamchuck et al. (2004). On-the-go soil sensors for precision agriculture, *Computer and Electronics. Volume 44*, 71-91 p.
- Aichberegger – Bäck. (2001. 01 08). The Austrian soil sampling procedure tested in a field study (CEEM-project). *The Science of The Total Environmental*, old.: 175-180 p.
- Antal J. et al. (2005). In *Növénytermesztés 2* (old.: 226 p.). Budapest: Mezőgazda Kiadó.
- Antal, J. (1978). *Olajnövények termesztése*. Budapest: Mezőgazda Kiadó.
- Arslan- Colvin. (2002). Grain yield mapping: yield sensing, yield reconstruction, and errors. *Precision Agriculture 3*, 135-154 p.
- Aruna et al. (2016). Vegetable Oil: Nutritional and Industrial Perspective. In A. S. Aruna K., *Current Genomics* (old.: 230-240 p.).
- Aurnhammer et al. (1994). GPS for Yield Mapping on Combines. *Computers and Electronics in Agriculture. Volume 11*, 53-68.
- Barahona– Iriarte. (2001. 01 08). An overview of the present state of standardization of soil sampling in Spain. *The Science of The Total Environmental*, old.: 169-174 p.
- Bartholomew és Olubukola. (2020). In O. O. Bartholomew S. A., *Oilseed crop sunflower (Helianthus annuus) as a source of food: Nutritional and health benefits*, (old.: 4666-4684 p.). USA: Wiley Periodicals LLC.
- Benedek, S. (2011). Precíziós tápanyag-gazdálkodás technológiák alkalmazása Dalmandon. *Agro Napló*, 1-9 p.
- Berzsenyi- Györrfy. (1995). Különböző növénytermesztési tényezők hatása a kukorica termésére és termésstabilitására. *övénytermesztés*, 507-517 p.
- Bíró és Pepó. (2008). Néhány eltérő genotípusú napraforgó (*Helianthus annuus* L.) hibrid trágyareakciójának vizsgálata. *Növénytermesztés 57 (2)*, 149-157 p.

- Christensen et al. (1999). The patch treatment of weeds in cereals. *British Crop Protection Council*, 591-600 p.
- Colvin, A. (2002). Grain yield mapping: yield sensing, yield reconstruction, and errors. *Precision Agriculture* 3,, 135-154 p.
- Czinige, E. (2002). Precíziós gazdálkodás: a jövő évezred agrotechnológiája. *Agro Napló VI. évfolyam*.
- Csathó et al. (2007). Költség- és környezetkímélő trágyázási szaktanácsadási rendszer. *GAZDÁLKODÁS* 51, 60-67.
- Dorner és Zalai. (2015). Szántóföldi és kertészeti kultúrák gyomszabályozása. *Egyetemi Jegyzet*. Gödöllő: Szent István Egyetem.
- Fairchild, D. S. (1988). Soil information system for farming by kind of soil. In D. S. Fairchild, *Proceedings, International Interactive Workshop on Soil Resources* (old.: 159-164 p.). USA: University of Minnesota.
- FAO. (dátum nélk.). Forrás: <https://www.fao.org/faostat/en>
- Farkas et al. (2012). *Tankönyvtár*. Forrás: http://etananyag.ttk.elte.hu/FiLeS/downloads/EJ-Ovari_Kornyezeti_mintavetel.pdf
- Frank és Szendrő. (2011). *A napraforgó*. Gödöllő: Szent István Egyetem Kiadó.
- Frank és Szendrő. (2012). *Versenyképes napraforgó-termesztés*. Budapest: Mezőgazda Kiadó.
- Frank, J. (1999). *A napraforgó biológiája és termesztése*. Budapest: Mezőgazda Kiadó.
- Fülek és Sárdy. (2014). Tápanyag-gazdálkodás mezőgazdasági mérnököknek. In F. G. K., *Tápanyag-gazdálkodás mezőgazdasági mérnököknek* (old.: 142-144 p.). Budapest: Mezőgazda Kiadó.

- Gaál et al. (2017). Precíziós szántóföldi növénytermesztés összehasonlító vizsgálata. In K. A. Gaál M., *Precíziós szántóföldi növénytermesztés összehasonlító vizsgálata* (old.: 7-159 p.). Budapest: Agrárgazdasági Kutató Intézet.
- Giesler. (2018). Digitisation in agriculture - from precision farming to farming 4.0. *Bioeconomy* BW. <https://www.biooekonomie-bw.de/en/articles/dossiers/digitisation-inagriculture->.
- Hajdú, J. (2015). Öntözmi csak kíméletesen és precíziósan szabad. *Mezőgazdasági Technika*, 18-20 p.
- Hedley, C. (2010). *Precision irrigation scheduling*. Forrás: Landcare Research Nz: <http://www.precisionirrigation.co.nz/en/downloads/flie/4/>
- Heege- Feldhaus. (2002). Site Specific Control of Seed-Numbers per Unit Area for Grain Drills, *Agricultural Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development*. In J. H.–F. Heege, *Manuscript PM 01 012. Volume IV*.
- Heiser, C. B. (1976). In *The sunflower* (old.: 198 p.). Norman: University of Oklahoma Press.
- Hoffman, S. (2011). Ipari-és takarmánynövények termesztése. Debrecen: Debreceni Egyetemi Kiadó.
- Husti. (2018. Július). Gondolatok és vélemények a precíziós mezőgazdálkodásról. *Mezőgazdasági*, old.: 2-6 p.
- JRC. (2014). Precision agriculture. [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/note/join/2014/529049/IPOL-AGRI_NT\(2014\)529049_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/note/join/2014/529049/IPOL-AGRI_NT(2014)529049_EN.pdf).
- Kalocsai et al. (2006). A szakszerű talajmintavételezés jelentősége, módszerei. *Agro Napló X. évfolyam*.

- Kapusi, T. (2020. 03). A precíziós szántóföldi gazdálkodás műszaki lehetőségei és alkalmazásának tapasztalatai a pálhalmi Agrospeciál Kft.-nél. *Örtönügyi szemle*, old.: 79-99 p.
- Karpjuk, G. (2016). A GPS-technológia alkalmazása a mezőgazdasági bérvállalkozásokban. In K. Gy., *Precíziós Gazdálkodás* (old.: 35 p.).
- Kiss, B. (2006). Olajnövények, növényolajgyártás. In *Olajnövények, növényolajgyártás* (old.: 55-97 p.). Budapest: Mezőgazda Kiadó.
- KITE. (2016). *Itt az ideje a precíziós öntözésnek*. Forrás: https://www.kite.hu/hirek/itt_az_ideje_a_precizios_oentoezesnek/172
- Kuroli et al. (2007). A precíziós növényvédelem. In L. É. Kuroli G., *A precíziós mezőgazdaság módszertana* (old.: 77-137 p.). Szeged: MTA TAKI.
- KWS. (2023). *KWS.com*. Forrás: *KWS.com*: <https://www.kws.com/hu/hu/termek/napraforgo/kws-achilles-clp/>
- Lásztity- Csathó. (1994). A tartós NPK műtrágyázás hatásának vizsgálata búza-kukorica dikultúrában. *Növénytermelés*, 157-167 p.
- Lencsés et al. (2014). Farmers perception of precision farming technology among Hungarian farmers. In T. I.-G. Lencsés E., *Sustainability*.
- Lévai, P. (2012). A dísznapraforgó termesztése. In J. S. Frank, *Versenyképes napraforgó-termesztés* (old.: 227 p.). Budapest: Mezőgazda Kiadó.
- Long et al. (1988). Grain protein mapping for precision N management of dryland wheat. In proceedings of the 4th. In D. S.–E.–C. Long, *American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America* (old.: 787-796 p.). USA.
- Megyes, A. (2013). Energianövény termesztési technológiák. *Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma*, 11-23 p.

- Mesterházi, P. Á. (2004). Development of measurement technique for GPS-aided plant production. In *Doctoral dissertation* (old.: 203 p.). Mosonmagyaróvár.
- Mesterházi, P. Á. (2013). Development of measurement technique for GPS-aided plant production. In M. P. Á., *Doctoral Dissertation* (old.: 143 p.). University of West Hungary.
- Meteoblue. (2023. jan-okt). Forrás: https://www.meteoblue.com/hu/id%C5%91j%C3%A1r%C3%A1s/historyclimate/weatherarchive/v%C3%A1lmpuszt%C3%A1g_3043204?fcstlength=1y&year=2023&month=10
- Mikéné, H. F. (2006). A fuzzy logika és a neurális hálók alkalmazása a precíziós növénytermelés adatbázisának értékelésében. In *Doktori disszertáció* (old.: 1-207 p.). Mosonmagyaróvár.
- Milics et al. (2012). The role of microrelief measurements in precision agriculture. In M. G.–S.–N.–D.–N. M, *Növénytermelés* (old.: 403-406 p.).
- Milics et al. (2014). Precíziós gazdaság. *Agrofórum Extra* 57, 90-93 p.
- Milics- Smuk. (2012. Április). Lehetőségek a helyspecifikus vetés megvalósítására. *Agro Napló*, old.: 25.
- Miller- Paice. (1998). Patch spraying approaches to optimise the use of herbicides applied to arable crops. In P. C.–P. Miller, *Journal of the Royal Agricultural Society of England* (old.: 146-158 p.). England.
- Nagy, L. (1995). A műtrágyázás hatásának értékelése a kukorica (*Zea mays* L.) termésére eltérő évjáratokban. *Növénytermesztés*, 493-506 p.
- NAK. (2019. 07 03). *Egyre többen végeznek precíziós gazdálkodást*. Forrás: Egyre többen végeznek precíziós gazdálkodást: <https://nak.hu/en/agazati-hirek/mezogazdasag/146-novenytermesztes/99560-egyre-tobben-vegeznek-precizios-gazdalkodast>
- Óvári, M. (2012). *Környezeti mintavételezés*. Budapest: Typotex Kiadó.

- Pecze et al. (2001). Helyspecifikus tápanyag-visszapótlás kukoricanövénynél. In P. Z.–N.–D.–C.–Á. T., *Növénytermelés* (old.: 269-280).
- Pecze et al. (2007). Az IKR ZRT. gyakorlati rendszere. In N. T.–N.–H. Zs, *A precíziós mezőgazdaság módszertana* (old.: 240-261 p.). Szeged: IKR Bábolna.
- Pecze, Z. (2009. 03 5-7). *Az IKR Zrt. fejlesztési eredményei a precíziós gyomirtásban.*
Forrás: <https://hwrs.hu/download/hazai/ujvarosi2009.pdf>
- Pecze, Z. (2015). TALAJINFO. *Agrár Horizont* 2, 36-38.
- Pepó et al. (2013). Növénytermesztési és kertészeti termékek termelése, Debreceni Egyetem Gazdálkodástudományok Centruma. In K. L. Kocsisné M. G..
- Pepó, P. (2005). Effect of agrotechnical and meteorological factors on yield formation in sunflower production. *Cereal Res. Commun.* 33 (1), 49-52 p.
- Pepó, P. (2019). Ökológiai kockázatok a napraforgó-termesztésben. *Agrofórum*, 14-18 p.
- Pilorgé, E. (2020). Sunflower in the global vegetable oil system: situation, specificities and perspectives. In P. Etienne. France: Terres Inovia.
- Ragasits, I. (1994). Növénytermesztés. In I. K. I., *Növénytermesztés* (old.: 282-309 p.). Budapest: Mezőgazda Kiadó.
- Rápóti és Romváry. (1997). *Gyógyító növények*. Budapest: Medicina Könyvkiadó Rt.
- Rátonyi, T. (2011). In *Biomassza anyagismeret*. Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma.
- Reisinger et al. (2004). Database-based precision weed management. In R. P.–L.–N.–K. T, *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* (old.: 467-472 p.). Stuttgart: Eugen Ulmer GmbH. & Co. Stuttgart.
- Reisinger et al. (2007). Precíziós növényvédelem. In N. T.–N.–H. P, *A precíziós mezőgazdaság módszertana* (old.: 77-132 p.). Szeged: MTA TAKI.

- Reisinger et al. (2012). A precíziós növénytermesztés hazai helyzete, eddig elért fejlesztési eredmények és perspektívák. In *Magyar Gyomkutatás és Technológia* (old.: 3-19 p.).
- Romhányi, L. (2012). Napraforgó. Budapest: Agroinform Kiadó.
- Sárvári-Győri. (1982). A monokultúrában és vetésváltásban termesztett kukorica termésátlagának és minőségének változása különböző tápanyagellátás mellett. *Növénytermelés*, 213-221 p.
- Schmidt et al. (2003). A takarmányozás alapjai. In G. J. Bokori J., *A takarmányozás alapjai* (old.: 197 p.). Budapest: Mezőgazda Kiadó.
- Schüller-Wang. (1994). Spatially-variable fertilizer and pesticide application with GPS and DGPS. *Computers and Electronics in Agriculture*, 69-83 p.
- Schváb, Z. (2022. 06). *UAV repülés*. Forrás: Aeromagazin: https://misk.hu/files/Dronok_a_precizios_mezogazdasagban.pdf
- Selmeczi, K. A. (1993). In *A magyarországi olajnövény-kultúra* (old.: 83-87 p.). Budapest: Akadémia Kiadó.
- Stefanovits, P. (2005). A tájak talajviszonyai. In F. G. Stefanovits Pál, *Talajtan* (old.: 415 p.). Budapest: Mezőgazda Kiadó.
- Sulecki, J. C. (2018). *Meister Media Worldwide*. Forrás: <https://www.meistermedia.com/global-precision-initiative/>
- Szabó és Milics. (2016). Zérótól a precíziós gazdálkodásig II. Tábla kiválasztása, elemzése a talajmintázás és kiértékelés. *Agronapló 4*, 56-58 p.
- Szabó-Domokos-Kiss. (2006). Olajosnövények novényolajgyártása. In S. L. B.. Budapest: Mezőgazda Kiadó.
- Takács- György és Takács. (2011). Risk assessment and examination of economic aspects of precision weed managment. *Sustainability 3*.
- Tamás, J. (2002). *Precíziós mezőgazdaság*. Budapest: Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó.

- Tey és Brindal. (2012). Factors influencing the adoption of precision agricultural technologies. *Precision Agriculture* 13, 713- 730 p.
- Tóth, B. (2015). PREGA kutatás. *Agroinform.hu*.
- Udvardy, P. (2010). Olaj- és rosnövények termesztése. Nyugat-magyarországi Egyetem.
- Vágvölgyi és Romhányi. (2012). In R. L. Vágvölgyi S., *Az étkezési napraforgó-termesztés jelentősége* (old.: 222 p.). Budapest: Mezőgazda Kiadó.
- Veris. (2012). Forrás:
https://www.veristech.com/pdf_files/opticmapper/White_Paper_MSP3_2012.pdf
- Verőné, W. M. (2015). Objektív-alapú képelemzés. 5-52.
- Vértesy, L. (2023). Precíziós mezőgazdaság: helyzetkép és gazdasági megfontolások. *Körforgásos gazdaság*, 9-53 p.
- Virág et al. (2010). Evaluation of Variable Rate Fertilization Technology with the help of geospatial processing programs 8th. In V. I.-C.-M.-S.-N. M., *European Conference of Precision Agriculture* (old.: 352-357 p.). Prague.
- Vranceanu, A. V. (1977). *A napraforgó*. Budapest: Mezőgazda Kiadó.
- Zajác et al. (2003). Napraforgó hibridek méhészeti értéke. *Gyakorlati Agrofórum*, 54-56 p.
- Zajác, E. (2011). NECTAR PRODUCTION AND SOME SITE-RELATED ISSUES. 16 p.
- Zalai és Dorner. (2013). A gyomszabályozás alapjai. *Egyetemi jegyzet*. Gödöllő: Szent István Egyetem.
- Zhai, Z. M. (2020). *Decision support systems for agriculture 4.0*. Forrás:
<https://doi.org/10.1016/j.com-pag.2020.105256>

9. ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra: A napraforgó termelési adatai hazai és világviszonylatban (Forrás: FAOSTAT)	8
2. ábra: A napraforgó termésmennyiségének és a termőterület nagyságának alakulása 2011-től hazánkban (Forrás: FAOSTAT)	9
3. ábra: Napraforgó (Fotó: Albert I., Vámpusztá, 2023)	10
4. ábra: Napraforgó fenológiai állapota (Fotó: https://www.agroinform.hu/szantofold/napraforgo-nelkul-nem-megy-27184-002)	12
5. ábra: Napraforgó vetés (Fotó: Albert I., Vámpusztá, 2023)	13
6. ábra: Permeteződrón (Fotó: https://www.videkert.hu/2022/08/16/dronos-permetezes-arak-es-megterules/)	22
7. ábra: A kísérleti helyszín légifelvétele (Forrás: Google Earth, 2023)	24
8. ábra: 2023. évi tenyészidő alatt lehullott csapadékmennyiség Vámpusztán (Forrás: Meteoblue)	25
9. ábra: 2023-as év tenyészidő hőmérsékleti adatai Vámpusztán (Forrás: Meteoblue)	25
10. ábra: Napraforgó (Fotó: Albert I., Vámpusztá, 2023)	26
11. ábra: Agropol tárcsa (bal) és egy Monosem vetőgép (jobb) (Fotó: Albert I., Vámpusztá, 2023)	27
12. ábra: KWS ACHILLES CLP fajta (Fotó: https://www.kws.com/hu/hu/termek/napraforgo/kws-achilles-clp/)	28
13. ábra: A nagyfelbontású képek különbözősávjai (Fotó: https://www.geosage.com/highview/features_sentinel2.html)	30
14. ábra: Színhelyes (bal) és hamis színes (jobb) kompozit (Felvétel: Albert I., Vámpusztá, 2023)	32
15. ábra: Hamis színes (bal) és színhelyes (jobb) kijelölt vizsgált terület (Felvétel: Albert I., Vámpusztá, 2023)	33
16. ábra: Domborzati viszonyok miatt kialakult erodált területi részek a J1ND5Y22 blokkazonosítóval rendelkező területen (Fotó: https://mepar.mvh.allamkincstar.gov.hu/#/viewer)	33

17. ábra: A 6 spektrális csoport vegetáció nélküli időszakban (Felvétel: Albert I., Vámpusztá, 2023.)	34
18. ábra: A 4 spektrális csoport (Felvétel: Albert I., Vámpusztá, 2023.)	35
19. ábra: A 3 spektrális csoport (Felvétel: Albert I., Vámpusztá, 2023.)	35
20. ábra: A 6 spektrális csoport vegetációs időszakban (Felvétel: Albert I., Vámpusztá, 2023.)	36
21. ábra: A 3 spektrális csoport vegetációs időszakban (Felvétel: Albert I., Vámpusztá, 2023.)	36
22. ábra: Canvil MAS 27% pétisó 500 kg (Fotó: https://www.hotfarm.pl/saletrzaki/nawoz-canvil-27-0-04mgo6cao.html)	37
23. ábra: KWS Achilles CLP (Fotó: https://www.semplus.ro/seminte-de-floarea-soarelui-sort-achilles-clp-150-000-seminte-kws)	38
24. ábra: Polifoska 8 NPK 500 kg (Fotó: https://agropritok.com.ua/polifoska-8-npk-s-8-24-24-9-1486/)	38
25. ábra: A vizsgált területre zónánként kijutatott tápanyag mennyiség hektáronként (Felvétel: Albert I., Vámpusztá, 2023)	39
26. ábra: A vizsgált területre zónánként kijutatott vetőmag mennyiség (Felvétel: Albert I., Vámpusztá, 2023)	40
27. ábra: A vizsgált területre zónánként vetéssel egy menetben kijutatott tápanyag mennyiség (Felvétel: Albert I., Vámpusztá, 2023)	40
28. ábra: Tápanyag visszapótlás mindkét termesztéstechnológiában (Albert I., 2023)	41
29. ábra: Kijutatott vetőmag mennyisége a két termesztéstechnológiában (Albert I., 2023)	42
30. ábra: Vetéssel egy menetben kijuttatott tápanyag mind két termesztéstechnológiában (Albert I., 2023)	43

10.TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat: Napraforgó tápanyagigénye 1 tonna kaszatterméshez (Forrás: Füleký és Sárdy 2014., Saját szerkesztés).....	14
2. táblázat: A mezőgazdaságban végbement technológiai fejlődés (Forrás: Xing Yang et al. (2021) https://doi.org/10.1109/JAS.2020.1003536 , Saját szerkesztés)	16
3. táblázat: A vizsgált két időpont spektrális és geometriai felbontásai (Forrás: Vámpuszta, 2023)	29
4. táblázat: A hagyományos és a differenciált termesztés jövedelmezősége 2023-ban (Vámpuszta, 2023).....	44
5. táblázat: A differenciált termesztés során alkalmazott tápanyag és vetőmag mennyiség hektáronként (Albert I., 2023)	47
6. table: Amount of fertilizer and seed applied per hectare during differentiated cultivation (Albert I., 2023)	48