



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Alba Regia Műszaki Kar
Geoinformatikai/Mérnöki/
Természettudományi és Szoftvertechnológiai Intézet

SZAKDOLGOZAT/ DIPLOMAMUNKA

**Szikes foltok és belvíz előfordulásának kapcsolata
egy kiválasztott területen**

OE-AMK

2022

Hallgató neve: Kun Zoltán

Hallgató törzskönyvi száma: GR2RCN



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Alba Regia Műszaki Kar
Geoinformatikai Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Kun Zoltán

Szakedolgozat száma: [REDACTED]

Törzskönyvi száma: T000679/FI12904/A-G

Neptun kódja: [REDACTED]

Szak: precíziós gazdálkodási szakmérnök

Specializáció:

A dolgozat címe: Szikes foltok és belvíz előfordulásának kapcsolata egy kiválasztott területen

A dolgozat címe angolul: The relationship between the occurrence of saline spots and inland water in a selected area

A feladat részletezése:

- 1.Szakirodalom alapján ismertesse a hagyományos és a precíziós gazdálkodási technológiákat!
- 2.Mutassa be a vizsgálat tárgyát képező családi gazdaságot!
- 3.Jellemezze a precíziós gazdálkodás résztechnológia bevezetésével járó fejlesztéseket!
- 4.Mutassa be egy kiválasztott mintaterületen, hogy mi a jelentősége, és hol van haszna a gazdaságban a heterogenitások számszerű jellemzésének!
- 5.A fejlesztések eredményességének elemzése, gazdasági számítások bemutatása.
- 6.Tapasztalatok alapján vizsgálja meg a további fejlesztési lehetőségeket!

Intézményi konzulens neve: Verőné Dr. Wojtaszek Malgorzata Mária

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

Beadási határidő: 2022. 12. 15.

A szakedolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Székesfehérvár, 2022. 10. 17.



P.H

Intézetigazgató

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

Verőné Dr. Wojtaszek Malgorzata Mária

belső konzulens

külső konzulens



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Alba Regia Műszaki Kar
Geoinformatikai/Mérnöki/
Természettudományi és Szoftvertchnológiai Intézet

HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott hallgató kijelentem, hogy a szakdolgozat/diplomamunka saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem. Az elkészült szakdolgozat/diplomamunkában található eredményeket az egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Kelt: Budapest, 2022.12.11.

.....
hallgató aláírása

Tartalom

1.	Bevezetés	1
2.	Hagyományos és Precíziós növénytermesztés összehasonlítása.	3
2.1.	GNSS technológiák jelentősége a precíziós gazdálkodásban.	4
2.2.	Lehetséges alkalmazási lehetőségek.	7
2.3.	Zónák kialakításának koncepciója.	8
2.4.	A gazdálkodási zóna stratégiájának értékelése.	12
2.5.	Menedzsment zóna stratégia kifejlesztése.	14
3.	A talajdegradációs folyamatok bemutatása	16
3.1	A talajdegradáció fogalma.	16
4.	A családi gazdaság bemutatása	19
4.1	A családi gazdaságban használt géppark:	20
4.2	A kistérség jellemzése.	21
4.3	A családi gazdaság földterületein található talajtípusok.	23
4.3.1	Réti csernozjom:	23
4.3.2	Mélyben szolonyeces réti csernozjom:	24
5.	Anyag és módszer.	25
5.1	ArcGIS Agrotopo szerver használata QGIS szoftverben	25
5.2	Táblák digitalizálása QGIS szoftverben	27
5.3	Sentinel 2 műholdképek feldolgozása.	28
5.4	Hagyományos talajvizsgálat eredményei.	39
6.	Precíziós gazdálkodás fejlesztésének lehetőségei	40
6.1	Fejlesztési célok.	40
6.2	A precíziós gazdálkodásra való áttérés egyéb hatásai.	41

6.3	Adathasználat (adathasznosítás) megvalósulása a tervezett projekt eredményeként.	41
7.	Összefoglalás.	42
8.	Summary.....	44
9.	Irodalom Jegyzék.....	45
10.	Ábra jegyzék.....	46

1. BEVEZETÉS

Magyarországon a precíziós eszközök elterjedtsége alacsony szintet mutat. A gazdaságok 12%-a használ valamilyen precíziós eszközt. (Dániában ez az arány 23% volt 2018-ban, a teljes mezőgazdasági terület 57%-án használtak már precíziós eszközöket). A Magyarországon növényállapot-felmérésnek a legnagyobb az elterjedtsége, az összes gazdaság 5,6%-a alkalmazza. A gazdaságtípusok közül a szántóföldi növénytermesztők körében a leggyakoribb a precízióseszköz-használat saját eszközzel, vagy szolgáltatás keretein belül, de összességében nézve is a növénytermesztéssel foglalkozóknál a legelterjedtebb ezen eszközök használata (16%) (KSH). A precíziós technológiák terjedése leginkább a 100 hektárt meghaladó méretű gazdaságok esetében figyelhető meg. A 2020-as KSH adatok alapján 151765 szántóföldi növénytermesztéssel foglalkozó üzem művel 4035114 hektáros hazai mezőgazdasági területet, amelyből mindössze 8469 gazdaság volt 100 hektárnál nagyobb.

1. ábra, Szántóföldi növénytermesztéssel foglalkozó gazdaságok száma szántóterület nagyságkategóriánként.

Szántóföldi növénytermesztéssel foglalkozó gazdaságok száma szántóterület nagyságkategóriánként, növénycsoportok szerint [darab]								
Év	Szántóterület nagyságkategóriája, hektár	Összesen	Ebből:					
			gabonafélék	száraz hüvelyesek	gyökérnövények	ipari növények	takarmánynövények	zöldségfélék és számóca
2020	<0,10	1 692	656	35	257	162	216	257
2020	0,10– 0,14	1 531	724	17	206	90	188	198
2020	0,15– 0,19	1 008	538	16	137	63	103	140
2020	0,20– 0,49	7 551	3 184	73	1 277	404	818	1 219
2020	0,50– 0,99	8 200	3 989	62	776	640	1 254	1 053
2020	1,00– 1,99	28 557	18 048	90	963	3 672	4 220	1 907
2020	2,00– 2,99	16 308	11 066	56	531	2 735	2 864	1 136
2020	3,00– 3,99	11 022	7 848	40	416	2 156	2 231	818
2020	4,00– 4,99	8 158	5 974	31	319	1 799	1 765	643
2020	5,00– 9,99	23 249	18 072	94	938	6 674	5 302	1 972
2020	10,00– 19,99	15 922	13 863	87	741	6 996	5 029	1 530
2020	20,00– 49,99	13 494	12 369	120	571	8 233	5 781	1 304
2020	50,00– 99,99	6 604	6 326	112	235	5 058	3 345	657
2020	100,00– 199,99	4 462	4 370	110	167	3 838	2 498	485
2020	200,00– 299,99	1 713	1 693	57	79	1 572	1 078	231
2020	300,00– 499,99	1 068	1 057	44	60	995	694	179
2020	500,00– 999,99	838	834	62	92	806	606	170
2020	1000,00–2499,99	366	365	36	53	355	280	107
2020	2500,00≤	22	22	3	4	21	21	10
2020	össz.	151 765	110 998	1 145	7 822	46 269	38 293	14 016

A fenti
zöen
hető,

adatokból
követke-
érzékel-
hogyan 100

hektár alatti gazdaságok esetében még alacsonyabb a precíziós technológiák alkalmazása, és a gazdálkodók nem használják ki a tulajdonukban lévő precíziós eszközöket sem. A jövőben a precíziós eszközök terjedését segítő tényezők lehetnek:

Az Európai Unió Tanácsa 2021. december végén hivatalosan is elfogadta a 2023–2027-es időszakra vonatkozó közös agrárpolitikát. Az új jogszabályok szerint méltányosabb, nagyobb mértékben környezetbarát és teljesítményalapú szabályozás szükséges, amelynek célja, hogy fenntartható jövőt biztosítson az európai mezőgazdasági termelők számára és célzottabb támogatást nyújtson a kisebb gazdaságoknak. További cél, hogy nagyobb rugalmasságot tegyen lehetővé a tagállamok számára, úgy, hogy az intézkedéseket a helyi viszonyokhoz igazítsák. Az egyre bővülő kényelmi funkciók is nagyban hozzájárulhatnak az elterjedéshez, hiszen a magas szintű technológiai alkalmazások a nehéz fizikai munkát (pl.: traktorkormányzás) kiváltják, rövidítik az elvégzendő munka időtartamát, illetve a munkaerő számára komfortosabbá teszik a munkakörnyezetet. Emellett hazánkban a Digitális Agrárstratégia is segítheti a precíziós gazdálkodás terjedését. Magyarország Digitális Agrárstratégiája céljának teljesüléséhez ugyanis szükséges, hogy a precíziós gazdálkodás minél szélesebb körben alkalmazásra kerüljön.

Jelen dolgozat keretében szeretném ismertetni a klasszikus szántóföldi növénytermesztésről a precíziós gazdálkodás felé mutató technológiák bevezetésének lehetőségeit egy kisebb családi gazdaság bemutatásán keresztül, melynek jómagam is tagja vagyok. A dolgozatban megvizsgálom egy kiválasztott tábla heterogenitásának térbeli és időbeli változásait, figyelembe véve a terület talajtani, hidrológiai és meteorológiai adottságait.

2. HAGYOMÁNYOS ÉS PRECÍZIÓS NÖVÉNYTERMESZTÉS ÖSSZEHASONLÍTÁSA.

A precíziós növénytermesztés fejlesztések legfőbb célja a termőterület heterogenitásaihoz kapcsolódó, költséghatékony és fenntartható gyakorlati gazdálkodás alkalmazása. Például a táblaszinten, durvább felbontással meghatározott tápanyag utánpótláshoz képest nemcsak kiadást spórolhatunk meg, de csökkentjük a felesleges, nem hasznosuló tápanyag veszteségből következő környezeti terhelést, biztosítjuk a növény optimális tápanyaggal való ellátottságát, javítjuk az energiamérleget. A tápanyag kiegészítés technológiája nagymértékben meghatározza a termesztett növények kémiai összetételét, ásványianyag tartalmát, a nélkülözhetetlen és a lehetséges toxikus anyagok előfordulását és arányát a végtermékben, és ezen keresztül a megtermelt termények teljes értékű, kevésbé egészséges vagy esetleg egészség károsító voltát. A helyspecifikus technológia segíthet elérni, hogy az előállított élelmiszer, illetve takarmány alapanyagok toxikus anyag, valamint vegyszermentesek legyenek. A technológia helyes alkalmazásával az élelmiszeripar számára és a takarmányozási célra termesztett alapanyagok kémiai összetételét, makro- és mikroelem tartalmát a növények által előállított formában biztosítjuk és nem mesterségesen szintetizált anyagok hozzáadásával. A termelési rendszer alkalmazásának eredményeképpen a vegyszer felhasználás jelentősen csökken, mert nem az utólagos védekezésre (gyomok, kártevők, kórokozók ellen), hanem a megelőzésre koncentrálnak.

2. táblázat, Hagyományos és precíziós gazdálkodás összehasonlítása.

I. NÖVÉNYTERMESZTÉS
JÖVŐJE. A PRECÍZIÓS
NÖVÉNYTERMESZTÉS
FOGALMA. HAGYOMÁNYOS ÉS
PRECÍZIÓS
NÖVÉNYTERMESZTÉS
ÖSSZEHASONLÍTÁSA

HAGYOMÁNYOS	PRECÍZIÓS
- Mezőgazdasági kezelési és szervezési egység A MEZŐGAZDASÁGI TÁBLA amelyet homogén termőhelyi tulajdonságúnak fogadunk el. - Átlagolt mintavételezésen alapuló tápanyag gazdálkodás	- Mezőgazdasági és szervezési egység a TERMŐHELY, amelyet pontról-pontra eltérőnek és táblaszinten heterogénnek fogadunk el - Műholdas helymeghatározás alapú pontszerű mintavételezés és adatgyűjtés (talajállapot, növényállapot) és ezek alapján geostatisztikai interpolálás
- Átlagolt növényvédelmi bonítás - Azonos töszám, fajta	„Homogénként” lehatárolt táblán belüli termőhelyek - Termőhelyenként változó gépüzemeltetés
- Homogén vízgazdálkodás - Azonos gépüzemeltetés - Táblaszintű ÁTLAGTERMÉS	- Termőhely szintű - Változó gépüzemeltetés - Táblaheterogenitás - TERMÉSMEGOSZLÁS

2.1. GNSS technológiák jelentősége a precíziós gazdálkodásban.

Az erő- és munkagépek működtetése során a precíziós gazdálkodás legfontosabb szenzora a helymeghatározást végző GNSS rendszer. A GNSS segítségével több lehetőség is nyílik a munkagépek irányítására. Az első esetben a műholdas helymeghatározó rendszer méréseket végez és a gép üzemeltetőjének ad visszajelzést, de a beavatkozást, irányváltást a gépkezelője végzi el. Manapság azonban már léteznek olyan rendszerek is, amelyek a beavatkozást maguk elvégzik, így a gépkezelőnek csak akkor kell korrekciót végrehajtani, amikor rendkívüli esemény történik. Az erő- és munkagépek irányítását, ha azt műholdas jellevő segítségével oldjuk meg, manapság egyre pontosabban lehet elvégezni. A

Magyarországon is elérhető és alkalmazható irányítási rendszerek általános felépítése egy GNSS jelvevőből, és a helyzetet kijelző egységet minden esetben magába foglal. Az egyes cégek folyamatosan fejlesztik termékeiket, így újabb műholdrendszerek, vagy műholdak munkába állításával az irányítás pontossága folyamatosan fejlődik. A mezőgazdasági üzemekben alkalmazott jellegzetes konfiguráció egy GNSS vevőből és egy antennából, egy differenciálkorrekciós vevőből és antennából, valamint a vevőből származó valós idejű differenciális (DGPS) adatok más elektronikus berendezésekhez, például hozamtérképhez vagy változtatható sebességű vezérlőhöz való csatlakoztatására szolgáló kábelekből áll. A GNSS-vevőkészülékekkel történő pontos, automatikus helymeghatározás lehetővé teszi a gazdálkodók és a mezőgazdasági szolgáltatók számára, hogy georeferált adatokat rögzítsenek, és a nagyobb földeken belül kisebb területeken változó mennyiségű inputanyagot alkalmazzanak. A GPS megfelelő telepítés és üzemeltetés esetén pontos hely adatokat szolgáltat, de rossz körülmények között téves adatokat is szolgáltathat. Kevés vevőegység, ha egyáltalán van ilyen, ad pontos helymeghatározást az idő 100 százalékában. A talaj variabilitásának jellemzése menet közbeni érzékelési technológia segítségével. A helyes döntéshozatali folyamathoz elengedhetetlenek a különböző talajtulajdonságok táblán belüli változékonyságára vonatkozó információk. A precíziós mezőgazdaság egyik legnagyobb korlátja továbbra is az, hogy az aktuális talajjellemzők megismeréséhez nem lehet gyorsan és olcsón hozzá jutni. Számos kutató és gyártó tett kísérletet a talajtulajdonságok menet közbeni mérésére alkalmas érzékelők kifejlesztésére. Ezek az érzékelők elektromos és elektromágneses, optikai és radiometrikus, mechanikus, akusztikus, pneumatikus és elektrokémiai mérési koncepciókon alapultak. Az menetközbeni érzékelés fő előnye az, hogy képes számszerűsíteni a talaj heterogenitását a táblán belül, és ennek megfelelően módosítani lehet az egyéb adatgyűjtési és táblakezelési stratégiákat. Az új, hordozható talajérzékelők kifejlesztésének segítségével gazdaságosan megvalósíthatóvá válhatnak a különböző valós idejű és térképalapú, változtatható arányú talajkezeléseknek. A precíziós mezőgazdaság fogalma abból a meggyőződésből alakult ki, hogy a termesztési viszonyok változékonysága a táblán belüli terméshozam különbségek egyik fő tényezője. Előnyös lehet a mezőgazdasági ráfordítások szempontjából, ha a talajtulajdonságok helyi változásai alapján történik a kijuttatás.

Ha GNSS-vevőt és adatgyűjtőt használnak az egyes talajminták vagy mérések helyzetének rögzítésére, egy térkép generálható és feldolgozható a térben változó információ más rétegeivel együtt. Ezt a módszert gyakran nevezik „térkép alapú” megközelítésnek. Bár meglehetősen vonzó lehet a „valós idejű” mérés és beavatkozás, korlátozottan alkalmazható az érzékelő jelkimenete és az agrárgazdaságilag optimalizált mezőgazdasági bemeneti igények közötti rosszul értelmezett összefüggések miatt. Ezen túlmenően számos kezelési stratégia (például nitrogénműtrágya kijuttatása) több réteg georeferált adatot, valamint szakértő bevonását igényli a térképek sikeres feldolgozásához. Az útközbéli mérésekkel készített talajtérképek a döntési folyamatnak csak egy részeként szolgálhatnak. Bár számos tervezési koncepció létezik, a legtöbb, jelenleg fejlesztés alatt álló talajérzékelő a következők egyikét foglalja magában:

- Elektromos és mágneses érzékelők, amelyek az elektromos ellenállást vagy vezetőképességet mérik.
- Optikai és radiometrikus érzékelők, amelyek elektromágneses hullámokat használnak a talajrészecskék által elnyelt vagy visszavert energia szintjének érzékelésére.
- Mechanikai érzékelők, amelyek a talajba hatoló eszközre kifejtett mechanikai ellenállást mérik.
- Akusztikai érzékelők, amelyek a talajjal kölcsönhatásba lépő szerszám által keltett hangokat számszerűsítik.
- Pneumatikus érzékelők, amelyek a levegő talajba való bejuttatásának képességét értékelik.
- Elektrokémiai érzékelők, amelyek ionszelektív membránokat használnak és a kiválasztott ionok (pl. Hidrogén - H , Kálium - K , nitrát - NO₃ - stb.) aktivitására reagálva feszültségkimenetet állítanak elő.

Az ideális talajérzékelő egyetlen talaj tulajdonság változékonyságára reagál, és nagymértékben korrelál a hagyományos analitikai mérésekkel. A valóságban azonban minden kifejlesztett érzékelő egynél több talajtulajdonságra reagál és ezek hatásainak elkülönítése

nehéz és néha nem is lehetséges. Számos esetben elfogadható korrelációt találtak az érzékelő kimenete és egy adott agronómiai talaj tulajdonság között egy adott talajtípus esetében.

2.2. Lehetséges alkalmazási lehetőségek.

Bár különböző talajszenzorok állnak fejlesztés alatt, csak az elektromos és elektromágneses szenzorokat alkalmazzák széles körben a precíziós mezőgazdaságban. Általában a kereskedelemben kapható érzékelők többnyire olyan méréseket szolgáltatnak, amelyek nem használhatók fel közvetlenül, mivel az abszolút érték számos fizikai és kémiai talaj tulajdonságtól függ, mint például a textúra, a szerves anyag, a sótartalom, a nedvességtartalom, a hőmérséklet stb. Ezzel szemben az elektromos és elektromágneses érzékelők értékes információkat szolgáltathatnak a táblán belüli talaj különbségekről és hasonlóságokról, amelyek lehetővé teszik a szántóföld kisebb és viszonylag homogén zónákra való felosztását. A zónákat például a táblán található különböző talajtípusok szerint is meg lehet határozni. Valójában az elektromos vezetőképesség térképek általában jobban megmutatják bizonyos talajtípusok határait, mint a hagyományos talajfelmérési térképek. A különböző anomáliák, mint például az erodált domboldalak vagy a belvizes helyek szintén könnyen azonosíthatók az elektromos vezetőképesség térképen. A hozamtérképeken megfigyelhető különböző hozam szintek gyakran megfelelnek az elektromos vezetőképesség különböző szintjeinek is. Az ilyen hasonlóságok sok esetben a talajban tapasztalható különbségekkel magyarázhatók. Általánosságban elmondható, hogy az elektromos vezetőképesség térképek olyan területeket jelezhetnek, ahol további feltárássra van lehetőség a hozamkülönbségek magyarázatához. A művelési zónák lehatárolása nagy odafigyelést igényel, ami eddig jobbára tradicionális terepi felvételezésen és talaj-mintavételezésen, majd a talajminták laboratóriumi vizsgálatán alapult. Ez nagyon költség-, idő- és munkaigényes feladat. A művelési zónák lehatárolásának talajinformáció igénye, ha nem is helyettesíthető vagy kiváltható, de legalább kiegészíthető más, távérzékelésből származtatott (pl. NDVI, NDWI), talajközeli és szenzorosan mért, pl. talaj elektromos vezetőképesség adatokkal. Ezáltal a talajművelési zónák beazonosítása és elkülönítése leegyszerűsödhet, az eddigiekhez képest gyorsabbá és rutinszerűvé válhat.

2.3. Zónák kialakításának koncepciója.

A növénytermesztési inputok helyspecifikus alkalmazása egyre inkább úgy valósul meg, hogy a teljes szántóföldeket kisebb, homogén gazdálkodási zónákra osztják. Ez az útmutató tárgyalja a gazdálkodási zónák meghatározásának módját, a gazdálkodási zóna-stratégia elindításának lépéseit, valamint a gazdálkodási zóna-stratégiák gazdasági hatékonyságának értékelésére szolgáló számos módszert.

A növénytermesztési inputok arányának a helyspecifikus igényeknek megfelelő változtatása gazdaságilag és környezetvédelmi szempontból is ésszerű. A változtatható kijuttatás jelöltjei közé tartoznak a főbb növényi tápanyagok, mint a nitrogén (N), a foszfor (P), a kálium (K), és a mész, valamint a vetőmag mennyiség, a hibrid vagy fajta, a növényvédő szerek, a szerves trágya, a talajjavítás, a víz és a talajművelés. Minden egyes input anyagra világos stratégiát kell kidolgozni a különböző alkalmazások pontos irányításához. A változtatható sebességű bemeneti vezérlőkkel a termelők spontán reagálhatnak a tábla bejárása során megfigyelt változékonyságra. Példa erre a műtrágyaszóró kezelő, aki manuálisan változtatja az N-, P- vagy K-műtrágya adagokat a táblán a talaj szerkezetének vagy színének, a termésmaradvány mennyiségének, a terepviszonyoknak vagy a tábla egyéb vizuális jellemzőinek változása alapján. Sajnos a manuális kijuttatás nagyon szubjektív lehet, és nagymértékben függ a gépkezelő precizitásától. Bármely változó arányú kijuttatási stratégia célja egy pontos "alkalmazási térkép" kialakítása. Ez az a tervrajz, amely meghatározza a szántóföldön alkalmazott input anyagok szintjét és helyét. Az 1990-es évek elején fejlesztették ki először a P- és K-műtrágyák használatához szükséges alkalmazási térképeket gyéren elhelyezett rácsos mintavételezésből származó talajvizsgálati eredmények alapján. Mivel a rácsos talajmintavételből származó adatok gyéren helyezkednek el, a mintavételi pontok közötti talajvizsgálati értékeket interpolálni vagy becsülni kell. A kezdeti rácsos mintavételi kutatások a mintavételi sűrűségre, a megfelelő interpolációs technikákra és a gazdasági megvalósíthatóságra összpontosítottak. E kutatás arra a következtetésre jutott, hogy a rutinszerű növénytápanyag-mintavételezéshez a mintavételi sűrűségnek általában nem szabad 2,5 hektárnál nagyobb lennie, és általában a kriging vagy az inverz távolság interpolációs módszerek a legmegfelelőbbek. A kriging interpoláció azon alapszik, hogy az interpolálandó paramétert regionalizált változóként

tekintjük. Ez azt jelenti, hogy a mérési pontok adott környezeten belül korrelálnak egymással, de egy bizonyos távolságon kívül már nem. Az inverz távolságsúlyozás egyfajta determinisztikus módszer többváltozós interpolációhoz ismert szórt ponthalmazokkal. Az ismeretlen pontokhoz rendelt értékeket az ismert pontokon elérhető értékek súlyozott átlagával számítjuk ki. Ez egy olyan interpolációs módszer, amely az egyes cellák szomszédságában lévő minta adatpontok értékeinek átlagolásával becsüli meg a cellaértékeket. Minél közelebb van egy pont a becsült cella középpontjához, annál nagyobb befolyása vagy súlya van az átlagolási folyamatban.

A rácsos talajmintavétel több szempontból is javította a műtrágya kijuttatásának pontosságát. Először is, ez a térbeli információ nagymértékű növekedését jelenti a teljes táblára kiterjedő összetett mintavételhez képest, vagy ha egyáltalán nincs mintavétel. Másodszor, gyakran feltárja a tábla korábban ismeretlen térbeli jellemzőit, például a talaj P- vagy K-szintjének nagymértékben megemelkedett szintjét a tábla egyes részein, ami például a szervesztrágya nem egyenletes eloszlásából adódhat. A rácsos talajmintavételnek számos technikai korlátja is van. Először is, az irányítás nélküli, rácsos talajmintavételi minták figyelmen kívül hagyják azt, amit a termelők a közvetlen tapasztalat vagy a talajfelmérési térképek alapján már tudnak a földjeikről. Másodszor, csak a legegyszerűbb geostatistikai módszerek tekinthetők megfelelőnek a 100-nál kevesebb térinformatikai mintát tartalmazó táblák esetében. Harmadszor, úgy tűnik, hogy az interpolált alkalmazási térképek pontossága bizonyos mértékig a véletlen műve. Az alkalmazandó legjobb interpolációs technika az adatkészlet egyedi térbeli tulajdonságaitól függ. Még a minták elhelyezkedése a rácscellákon belül is nagymértékben befolyásolhatja az alkalmazástérkép megjelenését és pontosságát. Végül, a növényi tápanyagokra vonatkozó rácsos mintavételezés talán legsúlyosabb korlátja az a megállapítás, hogy a talajvizsgálat kalibrálása drámaian eltérő lehet a különböző talajtípusokon. Az gazdálkodók megpróbálták elkerülni a nem irányított rácsos talajmintavétel korlátaival, hogy más helyjellemzőket is figyelembe vettek, amikor változó arányú kijuttatási stratégiákat dolgoznak ki. Ezek közé tartoznak a mennyiségi, minőségi és intuitív/történelmi tényezők, amelyek közül néhány évről évre viszonylag állandó, néhány pedig dinamikus. Ebben az összefüggésben a precíziós gaz-

dálkodási zónát úgy határozzák meg, mint "a szántóföld olyan alrégióját, amely a termés-korlátozó tényezők azon funkcionálisan homogén kombinációját fejezi ki, amelyre egy adott növénytermesztési input egyetlen értéke megfelelő". A gazdálkodási zónák kijelölése tehát egyszerűen a táblán belüli területi változékonyság osztályozásának egy módja. Ahhoz, hogy sikeres legyen, a lehatárolási stratégiának a termőhelyi jellemzők és a terméshozam közötti valódi ok-okozati összefüggéseken kell alapulnia.

A tábla jellemzőinek típusai, amelyekre a precíziós gazdálkodási zónák alapozhatók:

3. táblázat, A zóna jellemzőinek típusai

A zóna jellemzőjének típusai	Példák
Mennyiségi, stabil	Magasság/domborzat, talaj szervesanyag-tartalma, pH vagy kalcium-karbonát (CaCO_3) értéke, talaj elektromos vezetőképessége (E.C.), nagy intenzitású talajfelmérési térképek, felszín lejtése és hidrológiai tulajdonságok.
Mennyiségi, dinamikus	Hozamtérkép adatok, gyomok sűrűsége és eloszlása, levélnet megjelenése vagy hőmérséklete, talajnedvesség vagy só-tartalom.
Minőségi, stabil	Mozdulatlan tápanyagok (pl. P és K) jelenléte, talajkórokozók vagy kártevők jelenléte, a termőréteg mélysége az altalajig, talaj vízelvezető képessége.
Minőségi, dinamikus	A termelők ismeretei a szántóföldek jellemzőiről, az általános terméshozamokról és a korábbi gyakorlatokról, a talaj típusa és minősége, a korábbi vetésforgók, a régi táblahatárok, a talajfelszín és a vízelvezetés mintázata, az altalaj jellemzői.

Gyakorlati megfontolások a gazdálkodási övezetek meghatározásához.

Intuitív módon minél több tényezőt tartalmaz egy menedzsmentzóna-stratégia, annál pontosabb a változó arányú alkalmazási térkép. Az alábbiakban néhány kulcsfontosságú

szempontot látható a kezelési zóna lehatárolási stratégiába bevonandó területi jellemzők kiválasztásához.

Kapcsolat a terméshozammal: A gazdálkodási zónastratégiában azok a tényezők lesznek a legjelentősebbek, amelyek a legközvetlenebb hatással vannak a terméshozamra. Ilyenek például a talajnedvesség viszonyai, a talaj pH-értéke, a talaj kórokozókkal való fertőzöttsége és a talaj tápanyagszintjének szélsőséges értékei. Érdekes módon a terméshozam-térképekből származó terméshozam-mintázatok nem biztos, hogy elég stabilak évjáratokon át ahhoz, hogy kiegészítő információk nélkül pontosan meghatározzák a gazdálkodási zónákat. Az olyan helyettesítő adatok, mint a talaj elektromos vezetőképessége (E.C.) vagy a talaj színe téves meghatározásokhoz vezethetnek, hacsak nem hozzák őket gondosan összefüggésbe a terméshozamot közvetlenül befolyásoló tényezőkkel.

Kvantitatív és megismételhető adatok: Ezek közé tartozik a domborzat, az elektromos vezetőképesség mintázata, a talaj színe és más talaj fizikai tulajdonságok. Ha ezek a tulajdonságok összefüggésben vannak a terméshozammal, akkor megbízható módon határozzák meg a gazdálkodási zónákat. Az ilyen típusú információk előnye, hogy időben stabilak, és csak egyszer kell mérni őket.

Az adatok sűrűsége: A sűrűn mintavételezett adatkészletek sokkal robusztusabbak, mint a ritkán mintavételezettek, és nem lesznek interpolációs problémák sem. A sűrű adatrétegekből realisabban lehet kisebb gazdálkodási zónákat meghatározni. A hozamtérképek, a digitális domborzati modellek, a digitalizált légi felvételek és más érzékelő alapú adatkészletek mind sűrűnek tekinthetők.

Az adatok nagyságrendje: A térbeli adatokat olyan léptékben kell gyűjteni, amely legalább olyan felbontású, mint a meghatározandó gazdálkodási övezetek léptéke. Egy tipikus, változó adagolású műtrágyaszóró esetében ez általában egy 10 x 10 méternél nem nagyobb kezelési zónának felel meg. A helyszín jellemzőinek változási skálája azt is meghatározza, hogy milyen skálán kell mintavételezni az adatokat.

Néhány hatékony irányítási zóna-stratégia: A "legjobb" gazdálkodási zónastratégia régiónként és termelőnként változik. A talaj és a növény jellemzői, a termelő szakértelme és számítógépes ismeretei, valamint az adatok elérhetősége mind befolyásolják a végső kezelési zóna kiválasztását. Az alábbi táblázatban a különböző növénytermesztési inputok

esetében a gazdálkodási zónák meghatározására általánosan használt termőhelyi jellemzők listája található.

4. táblázat Termőhelyi jellemzők

Növénytermesztési inputok	A használandó gazdálkodási zónát befolyásoló tényezők
Immobilis tápanyagok (P és K)	Topográfia, rácsos vagy célzott talajvizsgálati adatok, csupasz talajfotó, talajfelmérési térképek, talaj elektromos vezetőképesség (E.C.) térkép.
Nitrogén és szervestrágya	Talajszerkezet, szerves anyag, hozamtérkép, csupasz talajfotó, talaj nitrát (NO ₃ -N) tartalma, növénytakaró reflektanciája.
Mész	Talaj pH, puffer pH, talajszerkezet.
Gipsz	Termelői ismeretek, termésminták, E.C. térkép, talajvizsgálatok a pH és a nátrium (Na) tekintetében.
Vetési ráta	Historikus hozamszintek, talaj termőrétege.
Hibrid vagy fajta	Topográfia, hozamtérképek, termelői ismeretek, légifotók, csupasz talajfotó, georeferált kártevő mintázatok.
Gyomirtószer	Gyomnövényterképek vagy vizualizáció, talaj szervesanyag-tartalma, talajszerkezet.
Rovarirtószer	Talajtulajdonságok, georeferált talajminták, kártétel felderítő jelentések
Víz	Talajszerkezet, domborzat, szervesanyag-tartalom, hozam zónák

2.4. A gazdálkodási zóna stratégiájának értékelése.

A gazdálkodási zónastratégiák a terméskorlátozó inputok arányának optimalizálásával, valamint a gyomok és más növényi kártevők káros hatásainak ellenőrzésével maximalizálják a gazdasági hozamot. Ha azonban a termelő nem használ pontos értékelési módszert, egy adott stratégia értékelhetetlen maradhat. Három módszer létezik a gazdálkodási zónastratégiák pontosságának értékelésére:

- Historikus, a korábbi egységes és a zóna térképek alapján készült kijuttatással elért hozam eredmények vagy jövedelem szintek összehasonlítása.

- Közvetett: különböző helyszíneken részletes kutatásokat végeztek, hogy értékeljék bizonyos termőhelyi jellemzők hatását a termés hozamra. Kifinomult, többváltozós regressziós elemzéssel a termés hozam-változáshoz hozzájáruló számos tényező hatása megbecsülhető. Következésképpen minden olyan tényező, amely erősen korrelál a termés hozammal, feltételezhetően fontos termőhelyi jellemző, amelyet be kell vonni a gazdálkodási zóna stratégiájába.
- Közvetlen: A differenciális globális helymeghatározó rendszerrel (DGPS) felszerelt termés monitorozó kombájnokkal rendelkező precíziós gazdálkodók közvetlenül összehasonlíthatják két gazdálkodási zóna stratégia értékét többszöri egymás melletti összehasonlítás segítségével. Ezekkel a technikákkal a két bemeneti stratégia váltakozó sávjai az egész táblán jönnek létre. Betakarításkor a váltakozó sávokat külön-külön felcímkézik a termés monitoron, és a terméskülönbség-térkép elkészítéséhez használják. Ez a térkép a két kezelés terméselőnyét ábrázolja a teljes szántóföldön. A terméskülönbség-térkép könnyen átalakítható jövedelem- vagy nyereségkülönbség-térképpé a megfelelő földrajzi információs rendszerben (GIS) egyszerű területi elemző eszközök alkalmazásával.

Mindhárom értékelési módszernek vannak előnyei és hátrányai. A történeti értékelések egyszerűek és lényegében ingyenesek. Sajnos az ilyen összehasonlításokat könnyen megzavarják az évenkénti hozamingadozások, és előfordulhat, hogy több évig nem adnak végleges választ. Az egyes hozamkorlátozó tényezők többváltozós regressziós technikákkal történő közvetlen értékelése mennyiségi szempontból fontos, de korlátozott értékkel bírhat a kutatás helyszínén kívüli területeken. A többváltozós regresszióelemzés a kereskedelmi termelők számára is elérhetetlen a szükséges speciális munkaerő, berendezések és analitikai szolgáltatások magas költségei miatt. A két gazdálkodási zóna stratégiájának közvetlen értékelése a gazdaságban végzett vizsgálatokkal mennyiségi, térbeli szempontból megbízható, és nem igényel speciális felszerelést a hozamfigyelő és térképező rendszeren túl. Ezen túlmenően ez korlátozza a termelő kockázatát, mivel csak a szántóföld felét kezelik egy új és esetleg nem bizonyított, változó arányú input stratégiával. A gaz-

dálkodási zónastratégiák értékelésének folyamatos fejlesztésként kell megvalósulnia, mivel folyamatosan új gyakorlatok, termékek és precíziós gazdálkodási eszközök jelennek meg.

2.5. Menedzsment zóna stratégia kifejlesztése.

A precíziós gazdálkodók számára, akik át kívánnak térni az egységes ráfordítású stratégiáról a változó ráfordítású stratégiára, egy egyszerű, háromlépcsős folyamat áll rendelkezésre. Azoknak a térbeli információknak a használata, amelyek a legjobb egyensúlyt képviselik a költségek terméshozamhoz való viszonyához. Általában a legjobb minőségű információk mennyiségi jellegűek, sűrűn vagy folyamatosan mintavételezettek, és olyan területi jellemzőket mutatnak, amelyek időben stabilak. Tipikus térbeli adatok, amelyekkel a gazdálkodási zónastratégia kidolgozását el lehet kezdeni, a termelők ismeretei, a csupasz talajfotók, az első rendű talajfelmérési térképek, a szántóföldi topográfia és az E.C. térképek.

A gazdálkodási zónák finomhangolása: Idővel olyan információk hozzáadása, amelyek jobban leírják a terméshozam-változás mintázatát egy táblán belül. Ide tartoznak a dinamikus vagy minőségi térbeli rétegek, mint például a többéves szántóföldi térképek, a növénytakaró fényvisszaverő képessége vagy hőmérséklete, a nagy intenzitású talajfelmérési térképek, a rácsos vagy célzott talajmintavétel eredményei, a georeferenciával ellátott termés- és kártevőjelentések. Egyszerű színes légi felvételek készítése egy szántóföldről a növénynövekedés több szakaszában nagyon költséghatékony módja lehet a fontos térbeli információk gyűjtésének.

A stratégia hatékonyságának értékelése: A két kezelési zóna stratégiájának teljesítményét lehetőleg több év figyelembevételével, a gazdaságon belüli tesztelési technikák segítségével kell értékelni. A különböző gazdálkodási zóna stratégiák teljesítményének értékelésénél alapvető fontosságú a jó agronómiai szemlélet fenntartása. Kritikusan meg kell keresni az elsődleges hozamkorlátozó tényezőket és az esetlegesen zavaró hatásokat is figyelembe kell venni. Egyetlen stratégia sem lesz minden évben tökéletes.

Gazdálkodási zónák kijelölése a jövőben. A közeljövőben több és jobb minőségű adatrét fog rendelkezésre állni a gazdálkodási övezetek meghatározásához. Ezek közé tartoznak majd a távérzékelte és egyéb digitalizált képek, valamint az elektromágneses, kémiai és mechanikai érzékelőkből származó sűrű adatkészletek. Ezeknek az információ forrásoknak a hasznosságát a költségük, a terméshozamhoz való viszonyuk és a könnyű használhatóságuk fogja meghatározni. A többéves terméshozam-térképeken szereplő térbeli mintázatokat felismerő matematikai eljárások új eszközt nyújthatnak a mezőkön belüli alrégiók azonosítására. Mint mindig, minden olyan módszer, amely közvetett módon értékeli a terméshozam-mintákat, kevés értéket képvisel az inputgazdálkodási zónák meghatározásában, ha nem hozható összefüggésbe a terméshozam-változékonyságot közvetlenül befolyásoló tényezőkkel.

Egyes bemenetek esetében a változó arányú alkalmazási térképek végül teljesen megszűnhetnek. Ezt a szerepet egy nap olyan automatizált érzékelők tölthetik be, amelyek képesek pontosan vezérelni a változó sebességű vezérlőt. Jelenleg rendelkezésre állnak vagy fejlesztés alatt állnak olyan érzékelők, amelyek folyamatosan mérik a gyomok jelenlétét, a talaj pH-értékét, a talaj NO₃-értékét, a növény N-állapotát és a talajszerkezet/tömörödést. Számos gyomérzékelő eszköz és a tápanyag-kijuttatásokat változtató EC-mérőrendszer kivételével nincsenek kereskedelmi forgalomban kapható, menet közben használható érzékelők, amelyeket a növénytermesztési inputok változó adagolásának szabályozására használnak. Függetlenül attól, hogy milyen új technológiák válnak elérhetővé a jövőben, a növénytermesztési inputok pontos és jövedelmező, egyenletes vagy változó alkalmazásának alapja továbbra is a növény növekedését és terméshozamát az egyes vegetációs időszakokban közvetlenül befolyásoló agronómiai tényezők világos ismerete lesz.

3. A TALAJDEGRADÁCIÓS FOLYAMATOK BEMUTATÁSA

3.1 A talajdegradáció fogalma.

A talajromlás a talaj minőségének fizikai, kémiai és biológiai romlása. Ez lehet a szerves anyag elvesztése, a talaj termékenységének és szerkezeti állapotának csökkenése, erózió, a sótartalom, savasság vagy lúgosság kedvezőtlen változása, valamint a mérgező vegyi anyagok, szennyező anyagok vagy a túlzott áradások hatása. Ez alapján az alábbi degradációs folyamatok ismertek.

- Vízerózió.
- Szélerózió.
- Sótartalom növekedése (szikesezés).
- Pangóvíz, belvíz.
- A szerves anyag elvesztése.
- A talaj savassága vagy lúgossága.
- Tápanyagegyensúly hiány.
- Szerkezetromlás (beleértve a talajtömörödést és a felszíni tömörítést).
- Talaj biológiai sokféleségének csökkenése.
- Talajszennyezés (beleértve a mérgező vegyi anyagok és szennyező anyagok hatásait).

A vízerózió hatásának elsősorban a talajtömörödésén keresztül, valamint a párolgás következtében felhalmozódó káros sók miatt van jelentősége a területen. Jövőben a klímaváltozás következtében hirtelen nagy mennyiségben lezúduló csapadék hatásaként növekedhet a vízerózió mértéke. Valamint az öntözhető területeken a csepp erózió hatása nyilvánulhat meg jelentősebb mértékben. Ez a jelenség szintén a talaj szerkezetének romlásához vezethet.

A deflációt nagymértékben befolyásolja a talajok agronómiai szerkezete. Helytelen talajműveléssel növelhető a talaj felső rétegének porosodása. Kormány automatika használatával csökkenthető a taposásnak kitett terület nagysága a táblán belül, s emiatt a porosodás mértéke is.

Szikesedés. A területen elsősorban a másodlagos szikesedés kialakulásának veszély áll fenn. A másodlagos szikesedés a helytelen öntözés következtében kialakuló jelenség. Jelenleg a gazdaság területeinek mindössze 10 %-a öntözhető, de a közeljövőben ötszörösére emelkedik a családi gazdaságban öntözhető területek nagysága. Emiatt nagy gondot kell fordítani az öntözhető területeken a másodlagos szikesedés hatásainak kiküszöbölésére.

A belvíz időszakosan előfordul a gazdaság területein, a belvíz degradáció szempontjából elsődlegesen a talaj szerkezetében és összetételében okoz károkat. A talaj eliszapoló, a talaj hőmérséklet csökken, emiatt az anyagcsere folyamatok lassabban mennek végbe, ez végül a növények kipusztulásához vezethet. Leggyakrabban a téli, kora tavaszi időszakban alakulnak ki belvizek.

A szervesanyag-tartalom a talaj organikus része. Növényi és állati szerves anyagokból, valamint a talajban a lebomlás különböző fázisaiban levő, mikroorganizmusok által átalakított anyagból áll. A talajban található szerves anyagoknak közvetlen haszna van a mezőgazdaság számára. Emellett az egészséges talaj, amelyben a szerves anyagok szintje állandó könnyebben megelőzi és leküzdi a talajeredetű betegségeket. A talajban lévő szerves anyag elsődleges szénforrás, ami energiát és tápanyagokat biztosít a talajlakó szervezeteknek. Ily módon támogatja a talajfunkciókat is, mert javítja a talajban élő mikroorganizmusok aktivitását és fokozhatja a biodiverzitást. A szén talajban való megkötése a légkörbe irányuló szén-dioxid-kibocsátást is csökkenti, ami mérséklően hat az éghajlatváltozásra.

A talaj kémhatása. A legtöbb termesztett növény alapvetően a mérsékelten savanyú vagy semleges (pH 6 – 7) kémhatású talajokon termeszthetők jövedelmezően. A pH szélsőséges irányokba történő elmozdulása közvetlen és közvetett módon, de minden esetben károsan befolyásolja a növények fejlődését. A talajsavanyodás a legkiterjedtebb degradációs folyamat hazánkban. Egy talajt akkor nevezhető savanyúnak, ha a kémhatása 6,8 pH alatt van. A talajsavanyúság káros hatással van a tápanyagok felvehetőségére. A talaj tápanyagokban elszegényedik, és onnan jelentős mennyiségű kalcium távozik, szélsőséges

esetben pedig a növények számára toxikus (alumínium, mangán, vas és nehézfémek) elemek mobilizálódnak. Ezáltal romlik a talaj szerkezete, amely befolyásolja a tápanyagok felvehetőségét, ezáltal a termésmennyiség és minőség alakulását. A befolyásoló tényezők közül jelentős a mezőgazdasági tevékenységek, azon belül pedig az egyes műtrágyák savanyító hatása. Ezek közül is a nitrogénműtrágyák savanyítanak a legintenzívebben. Helyspecifikus műtrágyázás segítségével csökkenthető a kijuttatott műtrágya mennyisége és ezáltal a talajsavanyodásra ható tényezők is csökkennek.

Tápanyag egyensúly. A három legfontosabb makro tápelem (N, P, K) mellett mind nagyobb figyelmet kell fordítanunk a megfelelő mezo- és mikroelem ellátásra is. Csak így, a mikroelemek pótlására is kiterjedő arányos tápelem ellátással biztosíthatjuk termesztett növényeink kiváló minőségét és megfelelő hozamát. A Liebig-féle minimum elv kimondja, hogy mindig a legkisebb mennyiségben rendelkezésre álló tápelem fogja a termés mennyiségét meghatározni, tehát hiába van a növény makro elemekkel megfelelően ellátva, a szükséges mikroelemek hiányában termés kieséssel kell számolni.

Szerkezeti károkat képes okozni például a túl nedves talajon végzett munkavégzés vagy az öntözésnek is lehet negatív hatása. Megváltoztatja a talaj porozitásának és vízelnyelő képességének mértékét is és megfigyelhető, az ásványi szemcsék térbeli átrendeződése is. A talaj szerkezeti rombolását elsősorban a víz mechanikai ütés/nyomó hatása idézheti elő. A száraz aggregátumokat a gyors vízelnyelés, és az ennek hatására keletkező légbuborékok szétrobbantják. (Filep Gy. 1999).

Talaj biológiai sokféleségének csökkenése. A talajban számos csoport és az élőlények nagy változatossága él: rovarok, puhatestűek, gerincesek, egysejtűek, algák, baktériumok, gombák stb. A talajok nagyon nagyfokú heterogenitással és rendkívül sokféle élőhellyel rendelkeznek, ami szintén hozzájárul a biológiai sokféleség magas szintjéhez, ha a talaj "jó egészségi állapotban" van. A biológiai bőség és sokféleség szintje valóban nagymértékben eltérhet az egyes talajok között, számos tényezőtől függően, beleértve a szervesanyag-tartalmat, a talaj ásványi összetételét (különösen a textúrát), a pH-t és a talajművelési gyakorlatokat. Ez a biológiai sokféleség nemcsak igen nagyszámú, hanem funkcionális is lehet. A talajszervezetek ugyanis összetett kapcsolatokat tartanak fenn

egymással, de a növényi élethez nélkülözhetetlen anyagok (szén, nitrogén, foszfor, kálium stb.) körforgásának szabályozásával az egész ökoszisztémát is befolyásolják. Jelenleg nem képezi tárgyát a talaj biológiai sokféleségének monitorozása a talajvizsgálatok keretében. Adatok híján nem lehet megítélni, hogy milyen irányban változik a különböző talajok biológiai sokfélesége. Jelenleg még nem készült átfogó tanulmány arról, hogy a különböző mezőgazdasági módszerek hogyan befolyásolják a talaj biodiverzitását és az ezek által működtetett talajfunkciókat. A talaj szennyezés leggyakoribb forrásai a szennyvíz és a hulladéklerakók.

- Antropogén eredetű Közvetlen (műtrágya, peszticidek)
- Közvetve (megváltozott szarvasmarhatakarmány)
- Természetes eredetű: Alapkőzetből kioldódó nehézfémek és egyéb szervesetlen anyagok.
- Ipar: szállóporok (cementgyártás), füstgázok, olajok (kőolaj-kitermelés és -feldolgozás), nehézfém-ionok (galvanizálás), felületaktív anyagok/tenzidek (forgácsolás)
- Közlekedés, szállítás: utak sózása, kipufogógázok (nitrogén-oxidok, korom stb.), olaj-kiömlések (vezetékek, tartálykocsik).
- Mezőgazdaság: műtrágyázás, növényvédelem (fertőtlenítők, peszticidek), állattenyésztés (hígtrágyák, antibiotikumok, szteroidok).
- Kommunális: emberi élet melléktermékei, pl. háztartási szemét, szennyvíz (olajok, zsírok, detergensok)

4. A CSALÁDI GAZDASÁG BEMUTATÁSA

A családi gazdaság 2002. 03. 23-án alakult. Kezdetben a termőföld területek döntő többsége bérbe volt adva környező mezőgazdasági vállalkozásoknak. 2007 előtt a területek egy részén takarmánynövények termesztése folyt, az akkor meglévő sertés állományra alapozva. 2007-től a sertés állomány folyamatos leépítése mellett a gazdaság egy szerkezetátalakításon esett át, és a fő hangsúlyt az ipari növények termesztése vette át. Eleinte a gépi munka elvégzése bérszolgáltatás igénybevételével történt, azonban a folyamatos

gépesítés eredményeként ma már jelentős mértékben saját géppark áll rendelkezésre ezen műveletek végrehajtására. Napjainkban a gazdaság a területeinek a növelésére, új növénykultúrák termesztésére, illetve technológiai korszerűsítésre törekszik. A közeljövőben gazdaság tervezi az állattartás újra indítását, valamint az öntözhető területek bővítését is. Jelenleg 2 tábla a Kétpó 15-ös és a Kétpó 17-es tábla rendelkezik vízjogi engedéllyel 11.835 hektár területen. Ezeken a területeken lineár rendszerű öntöző berendezéssel lehetséges az öntözés. További két táblán a Kétpó 10-es és a Kétpó 23-as táblákon a jövő évben kerül sor vízjogi engedély beszerzésére, ezeken a területeken szintén lineár rendszerű öntözés válik majd lehetségessé mintegy 6.54 hektár területen. További négy táblán, a Kétpó 2-es, Kétpó 27-es, a Kétpó 25-ös és a Kétpó 24-es táblán lesz lehetőség a vízjogi engedély beszerzését követően dobos öntözéssel való öntözésre. Ezen területek mintegy 31.68 hektárt tesznek ki. Ebből is látható, hogy az idei rendkívüli aszályos év következményeként a gazdaság próbál alkalmazkodni a megváltozott körülményekhez. Az eddigi 12.4 %-os területi hányadról ezen beruházásokat követően 52.47 %-ra fog növekedni az öntözhető területek nagysága.

4.1 A családi gazdaságban használt géppark:

- 1 db. Landini 115-ös bérgep
- 1 db Chase IH MXM 155 lóerős traktor, homlokrakodós
- 1 db 8001-es John deere traktor
- 1 db HV pótkocsi 811-es
- 1 db Kögel pótkocsi
- 1 db 3 késes középmély lazító
- 1 db 3 késes vibrolaz lazító
- 1 db sorközművelő kultivátor
- 1 db könnyűfogas
- 1 db Rau kombinátor
- 1 db 4 könnyű tárcsa
- 1 db Väderstad Carrier 650-es tárcsa

- 1 db M- 5615/02/AC típusú műtrágyaszó
- 1 db TFD-1000/AC típusú zsákemelő darugémnek
- 1 db He-Va Tip-Roller 630-as henger
- 1 db Kertitox EcoLine 3000/18 típusú szántóföldi permetező
- 1 db Regent váltvaforgató eke 5 fejes
- 1 db T 88-as szervesztrágyaszóró
- 1 db Monosem szemenkénti vetőgép
- 1 db Csepel öntöző szivattyú, több mint 1 km hosszú 130-as, 150-es váltásban öntözőcső (tervekben van még plusz egy gép vásárlása)

Gabonavető gép jelenleg nincs, bér munkával történik a kalászos és a repce, illetve a lucerna vetése.

4.2 A kistérség jellemzése.

Szolnok-Túri-sík (Karcag, Kisújszállás, Kenderes, Kétpó, Mesterszállás, Mezőhék, Mezőtúr, Túrkeve) Domborzat és talajviszonyok: a kistáj 79,9 és 105,1 m (Király-halom) közötti tszf-i magasságú, löszszerű üledékkel fedett hordalékkúpsíkság. A relatív relief átlagos értéke kicsi (2m/km²), a Nyugati részen, ill. a homokbuckás területeken ezt meghaladó értékű. A felszín több mint 50%-a az alacsony ármentes síkság, negyede-negyede az enyhén hullámos síkság (a Ny-i részen), ill. az ártéri szintű síkság (peremeken) orográfiai domborzattípusába sorolható. A kistáj képében csak a szórványosan megjelenő, a Zagyva és a Tarna hordalék kúpanyagából felépülő, 1-5 m magas, löszös homokkal fedett homokbuckák, a kistáj D-i felében mindenfelé megjelenő, kusza hálózatot alkotó elhagyott folyómedrek, morotvák, valamint a kunhalmok jelentenek némi változatosságot. Talajok: a sík tájrészek elhagyott folyómedreinek, holtágainak mélyedéseit iszapos-agyagos üledékek és lösziszap tölti fel, amelyek legalább 30%- agyagot és 5-10 % karbonátot tartalmaznak. A tájban 9 talajtípus fordul elő. Az alföldi mészlepedékes (12%) és a réti csernozjom talajok (34%) vályog és agyagos vályog mechanikai összetételű változatai a 90-120 (int.) földminőségi kategóriák között váltakoznak. A csernozjom talajoknak felszíntől karbonátos és kilúgzott változata is előfordul. A mélyben sós (4%), és a mélyben

szolonyeces réti csernozjom (2%) talajok termékenységi besorolása a 45-70 (int.) földminőségi kategória. A talajvízhatás alatt álló mélyebb fekvésű területek kiterjedt (15%) talajtípusát az agyag vagy agyagos vályog mechanikai összetételű réti talajok és fiatalabb, kisebb humusztartalmú réti öntéstalajok (3%) képviselik. A réti talajok termékenységi besorolása a szervesanyag-tartalomban meglevő különbségek ellenére jobbára a 35-50 (int.) földminőségi kategória. A réti talajok csökkent termékenységét az erősen savanyú kémhatás okozza, ami eszezással javítható. A tájban számottevő (30%) a szikes talajok mennyisége, amely a réti szolonyec (9%), a sztyepesedő réti szolonyec (8%) és a szolonyeces réti talajokból (13%) tevődik össze. A táj csernozjom talajokhoz köthető kedvező mezőgazdasági potenciálja a szántóföldi növénytermesztést teszi lehetővé, különösen ott, ahol az öntözés is lehetséges, ugyanis a táj száraz, gyér lefolyású és erősen vízhiányos. A talajok mezőgazdasági potenciálja a szikes talajok meliorációjával és a réti talajok meszezésével növelhető. Vízirajzi adottságok: Kelet felől a Hortobágy-Berettyóra támaszkodik, míg nyugaton kanyargós peremmel néz a Tisza árterére. A Tiszához csak kevés vízfolyás indul. Ilyen az Alcsi-Holt-Tiszához folyó Kengyeli-főcsatorna (18 km, 131 km²), majd a Cibakháza-Martfűi-főcsatorna (12 km, 38 km²). A Hortobágy-Berettyó ide tartozó 70 km-es szakaszához vezetnek: Köles Ózes-csatorna (17 km, 122 km²), Karcagi I. sz. főcsatorna (23 km, 252 km²), Villogó-csatorna (38 km, 192 km²), Kakat-éri-csatorna (45 km, 297 km²), Gástyásicsatorna (11 km, 76 km²), Túrkevei-csatorna (12 km, 63 km²), Varaséri-Álomzugi-főcsatorna (26 km, 274 km²). A Hármaskörös D-ről 21 km-en határolja a tájat. Hozzá vezet a Mezőtúri főcsatorna (24 km, 164 km²) és a Harangzugi-csatorna (24 km, 344 km²). Száraz, gyér lefolyású, erősen vízhiányos terület. Vízárási adatok a Hortobágy-Berettyóról és a Hármaskörösről: utóbbi vízállását a torkolati árvízkapuval befolyásolják. Az árvizek kora tavasszal és kora nyáron jelentkeznek. Ilyenkor a belvizeket levezető főcsatornák is nagyobb vízhozamokat vezetnek. Az őszi viszont a kisvizek időszaka. A Hármaskörös és a csatornák vízminősége II. osztályú. A belvívvesztélyt jelzi, hogy a csatornahálózat összhossza az 1500 km-t is meghaladja. Túrkeve alatt éri el a Hortobágy-Berettyó a 22,5 m³/s vízvezetésre kiépített Nagykunsági-főcsatorna. A kistájnak számos tava van. Kisebbszben természetesek (5; 10,7 ha), amelyek területe nem számottevő. A Hortobágy-Berettyó és a Hármaskörös jobb partján 6

holtág található 240 ha felszínnel. Közülük a mezőtúri (40 ha), ill. a halásztelki (145 ha) a legnagyobb. Még több a különféle célú mesterséges tározó és halastó (17 db, 1600 ha feletti kiterjedéssel); a karcagi (159 ha), a kenderesi (146 ha) és a kakati (157 ha) tározók is nagyok, de a sóskúti (416 ha) a legtekintélyesebb (Kenderestől É-ra). A talajvíz mélysége Fegyvernektől D-re Mezőtúr-Mesterszállásig 6 m alatt van, KarcagKisújszállás-Túrkeve körzetében 2-4 m között, máshol 4-6 m között. Meteorológiai viszonyok: a kistáj É-i része mérsékelt meleg-száraz, a D-i részek a melegszáraz éghajlatú területhez tartoznak. Az évi napfénytartam 1970 és 2020 óra közötti; a DNY-i részek élvezik a több napsütést. A nyári évnegyedben 790-800, a téliben kb. 190 óra napsütés valószínű. Az évi középhőmérséklet 10,2-10,4°C, a vegetációs időszak középhőmérséklete 17,4-17,6°C. 199-201 napon keresztül, ápr. 1-2. és okt. 20. körül a napi középhőmérséklet magasabb 10°C-nál. A fagymentes időszak ápr. 5-9-én kezdődik, s az első őszi fagyok okt. 22-26. körül várhatók. A fagymentes időszak tehát kb. 196-200 napos. Az évi abszolút hőmérsékleti maximumok átlaga 34,0-34,5°C, a legalacsonyabb minimum hőmérsékletek pedig -16,5 és -17,0°C között várható. Az évi csapadék 490-510 mm, de míg a D-i részeken még a 480 mm-t sem éri el, addig a Kenderes térségében kevéssel az 520 mm-t is meghaladja az átlagos évi csapadék. A vegetációs időszak csapadéka 300 mm körül van, de a D-i részeken 290 mm alatti. Az ország legszárazabb vidéke ez a terület. A 24 órás csapadékmaximum 164 mm (Mezőhék). A téli időszakban 32-34 hótakarós nap várható, az átlagos maximális hóvastagság 15-16 cm. Az ariditási index 1,40 körüli, de a D-i részeken 1,45. A három leggyakoribb szélirány az É-i, a D-i és a Ny-i; az átlagos szélsébség kevéssel 2,5 m/s fölött van. A kistáj egy része igen száraz, a kevés csapadék indokolja az öntözéses gazdálkodást.

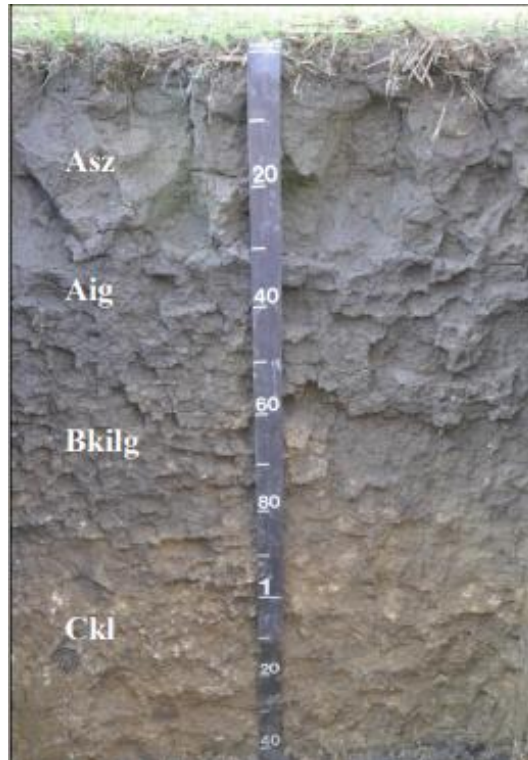
4.3 A családi gazdaság földterületein található talajtípusok.

4.3.1 Réti csernozjom:

Kialakulására jellemző, hogy a csernozjom jellegű humusz felhalmozódást gyenge vízhatás kíséri. A vízhatás lehet a talajvíz közelségének vagy a mélyedésekben összefutó belvíznek az eredménye. A humuszos szintek színe sötétebb, barnásfekete, fekete. Szer-

kezrtük szemcsés, sokszögű. Az egyes szintek egymás közötti átmenete élesebb és rövidebb. A csernozjom B szintnek az A szinthez viszonyított vastagsága a réti csernozjomoknál kisebb. Kora tavasszal túlnedvesedésre hajlamos. Tápanyagszolgáltató képessége kedvező.

1. Ábra, Réti csernozjom talajszelvény [https://uni-miskolc.hu/]



4.3.2 Mélyben szolonyeces réti csernozjom:

.E típusnál a réti talajképző folyamatokhoz kismértékű szikesedés társul. Morfológiáját tekintve a talajok szelvénye réti karakterű, és az általános képtől csak tömöttebb, hasábos B szintjük által térnek el, ami egyben a magasabb nátriumtartalom megjelenésének a helye is. Ezt a talajtípust a barnásfekete vagy fekete A szint jellemzi, ehhez rövid átmenettel csatlakozik a B szint, melynek szerkezete hasábos vagy gyengén oszlopos. E talajtípus vízgazdálkodása kedvezőtlen. Tápanyag gazdálkodásukra a nagy tápanyagtőke, de kis hasznosítható tápanyagkészlet jellemző. Talajjavítással mind a vízgazdálkodás, mind a tápanyag gazdálkodás javítható.

2. Ábra, Mélyben szolonyeces réti csernozjom talajszelvény [https://uni-miskolc.hu/]



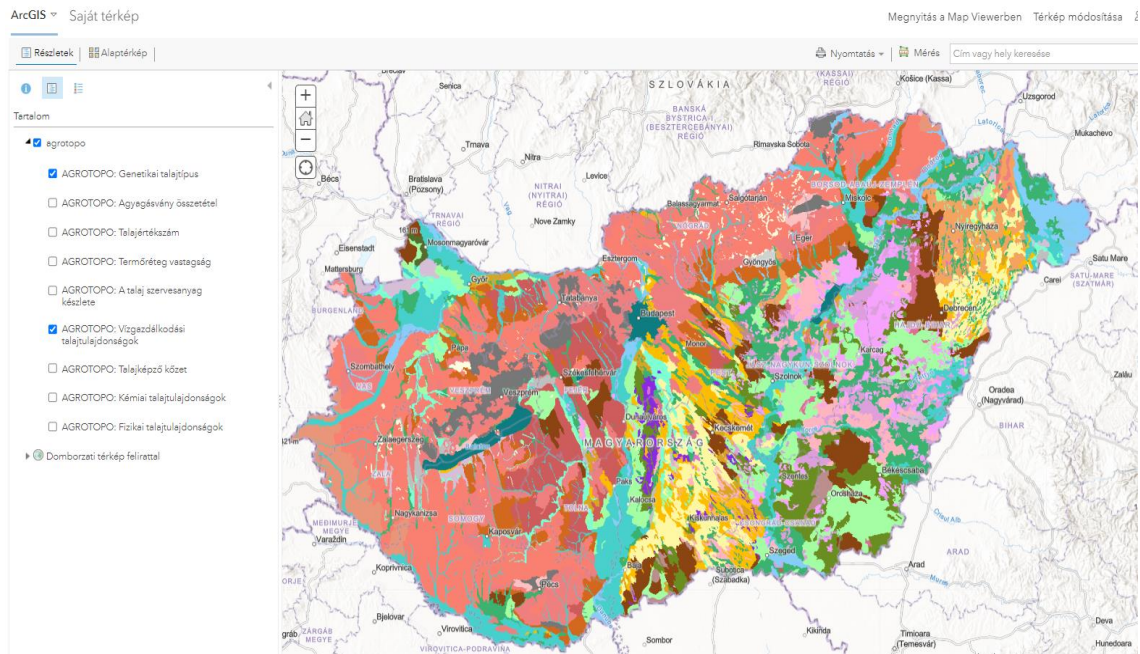
5. ANYAG ÉS MÓDSZER.

5.1 ArcGIS Agrotopo szerver használata QGIS szoftverben

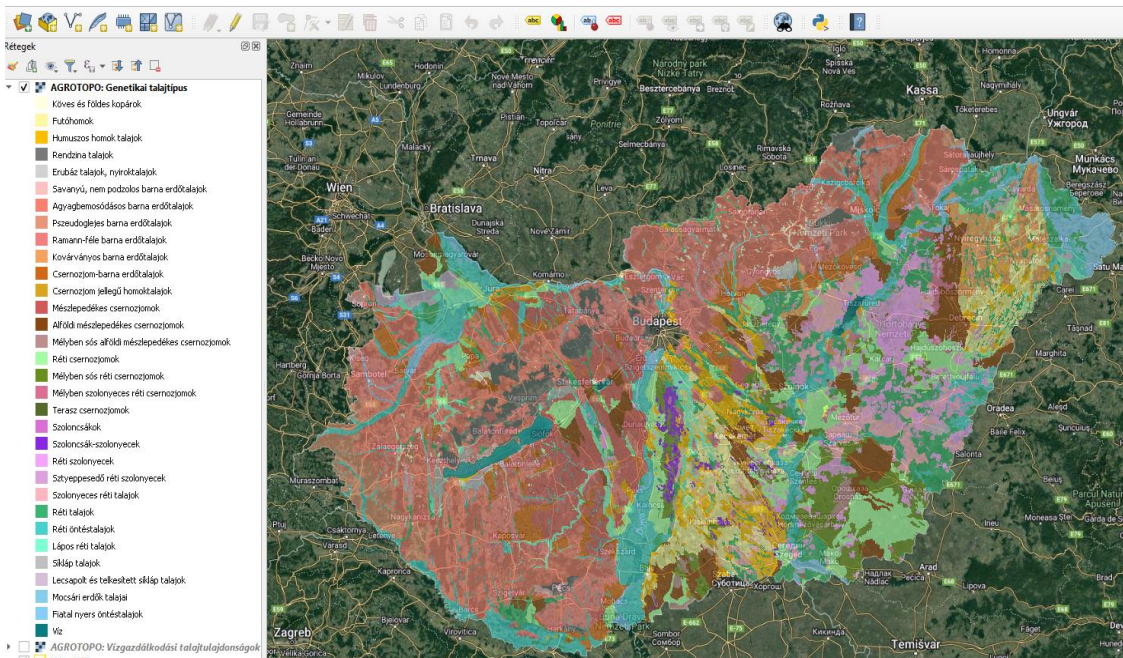
QGIS szoftverben, valamint a gazdasághoz tartozó táblák AGROTOPO genetikai talajtípus szerinti megállapítása.

Elsőként a QGIS-ben digitalizáltam helyrajzi számok alapján az egyes táblákat MEPAR segítségével, majd behívtam az ArcGIS szerver AGROTOPO Magyarország genetikai talajtípus osztályozás szerinti térképét.

3. Ábra, Magyarország genetikai talajtípusai [<https://maps.ris-sac.hu:6443/arcgis/rest/services/agrotopo/MapServer>]

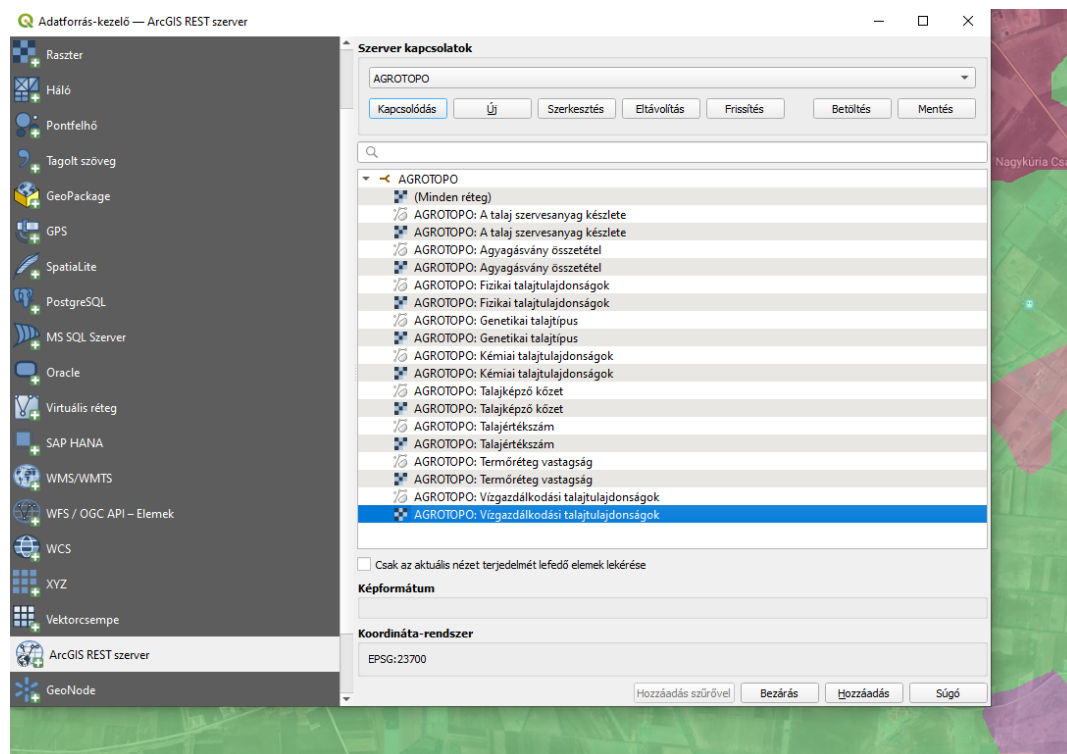


4. Ábra, Genetikai talajtípusok bevitele QGIS-be.



Az ArcGIS AGROTOPO szerverről a genetikai talajtípuson kívül lehetőség van különböző egyéb raszteres állományokat is behívni QGIS-be, mint például: Agyagásvány összetétel, talajértékszám, termőréteg vastagság, a talaj szervesanyag készlete, vízgazdálkodási tulajdonságok, talajképző közet, kémiai talajtulajdonságok, fizikai talajtulajdonságok.

5. Ábra, Agrotopo szerver raszteres állományai



5.2 Táblák digitalizálása QGIS szoftverben.

Az alábbi QGIS digitalizált állományon látható sárgával kiemelve a családi gazdaság táblái találhatóak, valamint egy másik raszteres rétegen az ArcGIS AGROTOPO szerverről behívott genetikaitalajtípus szerinti térképe az adott területen. A térkép alapján látható, hogy a gazdaságban található mintegy 95.5 hektár területből 45.5 hektár a kedvezőtlen vízgazdálkodású mélyben szolonyeces réti csernozjom talajtípusba tartozik, a fennmaradó 50 hektár pedig réti csernozjom talajtípusba tartozik.

6. Ábra, Családi gazdaság területén található talajtípusok



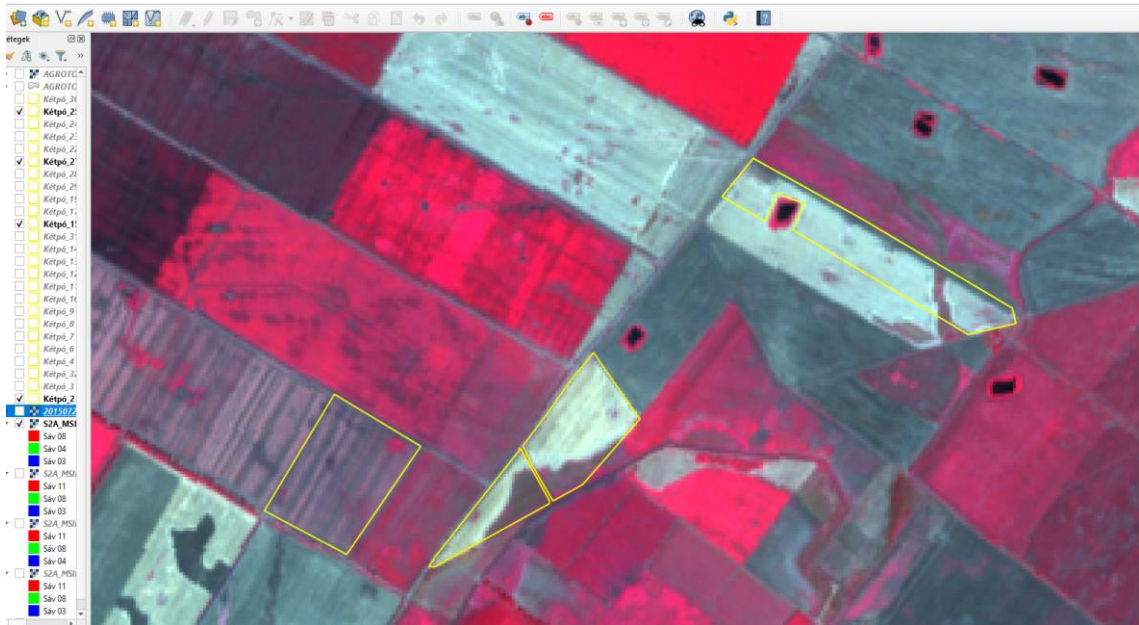
- Réti csernozjomok
- Mélyben szolonyeces réti csernozjomok
- Szttyeppesedő réti szolonyecsek

Vízgazdálkodási talajtulajdonságok alapján a mélyben szolonyeces réti csernozjom talajtípusra jellemző hogy gyenge víznyelésű és igen gyenge vízvezető képességű talajok. A réti csernozjom típus a közepes víznyelésű és közepes vízvezető képességű talajtípusba tartozik.

5.3 Sentinel 2 műholdképek feldolgozása.

A továbbiakban az EFöld portálon keresztül letöltött Sentinel2 műholdképek segítségével QGIS szoftverben a családi gazdaságban található négy kiválasztott táblán belvíz foltok körül határolását végzem el. A belvízzel borított vagy vízzel túltelített táblán belüli zónahatárok kialakítása ugyan nem megfeleltethető a korszerű menedzsmentzónák kialakításának, viszont a jövőben alapját képezheti annak. Az alábbi 7. ábrán látható a mintaterületnek kiválasztott négy tábla látható.

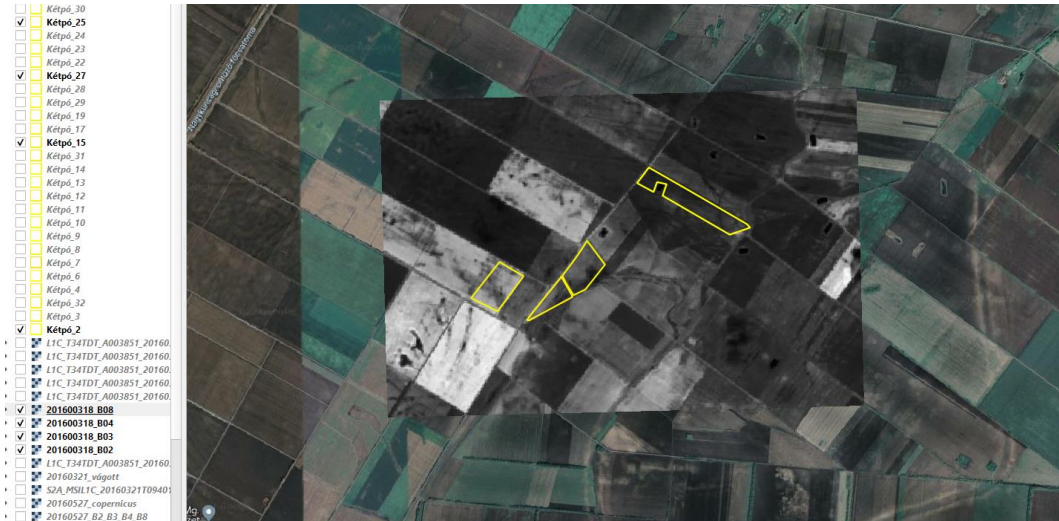
7. Ábra, 2015.07.25 NIR, Red, Blue



A fenti ábrán, amely egy 2015. júliusi felvétel, szabad szemmel is jól látható, hogy a korábbi téli és tavaszi belvíz borítottság miatt bizonyos részeken gyakorlatilag teljes mértékben kipusztult az őszi vetésű gabona. A víz és nedvesség számításához a SWIR sávok mellett a látható vörös (Red) és a közeli infravörös (NIR) sávok is használhatóak. A kiértékeléshez egy 2016. március 18-i felvételt használtam, mert 2015 év elejéről, amikor nagyobb belvízzel elöntött területek voltak, nem volt használható műholdas kép. Az osztályozás során közepes infravörös (SWIR) közeli infra (NIR), látható vörös (Red) és zöld (green) tartományokat használtam.

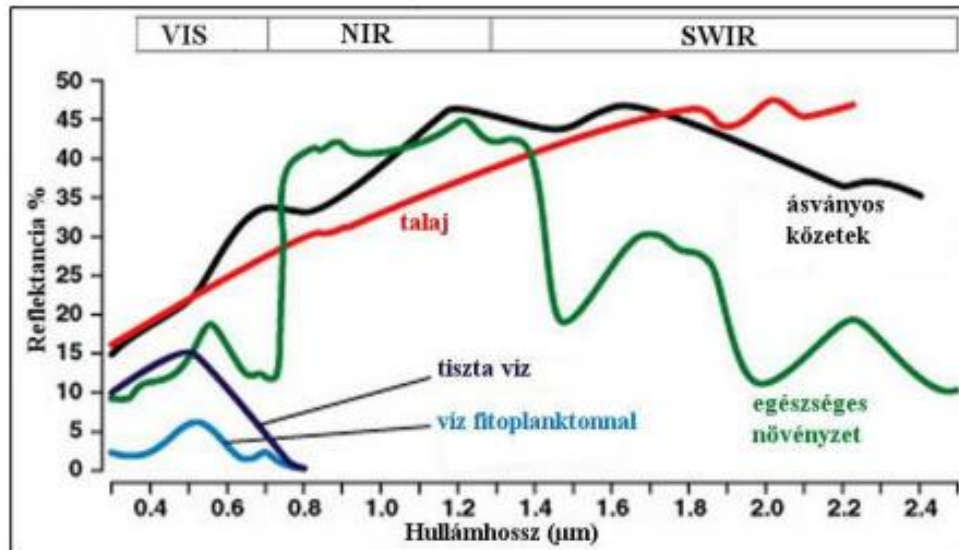
A letöltött műholdképekből elsőként létrehoztam egy virtuális rasztert egy kisebb kivágott térkép terjedelemmel, ehhez a B2,B3,B4,B8,B8A és B11sávokat használtam.

8. Ábra, Virtuális raszter vágott terjedelemmel (B2,B3,B4,B8,B8A,B11)



A klasszifikációhoz kétféle indexet használtam, a normalizált víz indexet NDWI (Normalized Difference Water Index). és a módosított normalizált víz indexet MNDWI (Modified Normalized Difference Water Index). Mindkét index hasonló a széleskörben elterjedt NDVI indexhez, értékük +1 és -1 között változhat. Az NDWI és az MNDWI indexet a látható zöld hullámhossz tartomány, valamint a közeli infra (NIR), vagy közép infra (SWIR) tartományok segítségével számolhatjuk ki. A talajnak és a növényzetnek jobb a reflektanciája a közeli infravörös (NIR) tartományban, mint a látható zöldben, emiatt az NDWI indexük nulla, vagy negatív értéket vesz fel, míg a víz, vagy a vízzel erősen túltelített talaj pozitív NDWI értékeket fog kapni amiatt, mert a látható zöld tartományban nagyobb visszaverődést mutat, mint az infravörös sávban.

9. Ábra, Különböző felszínborítások reflektancia görbéi

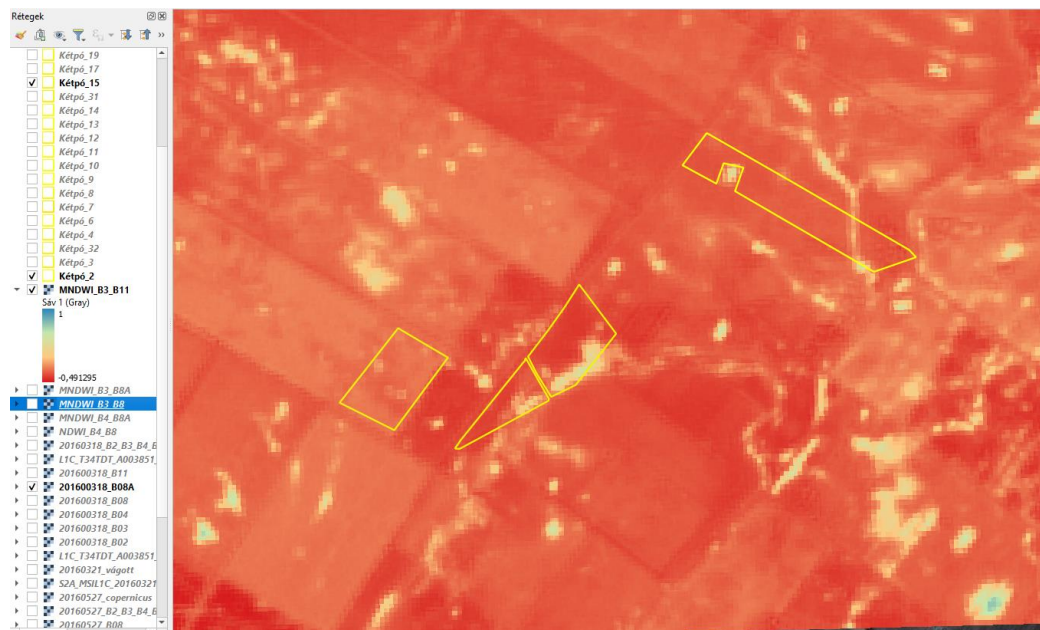


A továbbiakban az MNDWI és az NDWI indexeket számoltam ki raszterkalkulátor segítségével, amelyek a 9-es és a 10 ábrán láthatóak.

10. Ábra, NDWI index $(\text{Green} - \text{NIR}) / (\text{Green} + \text{NIR})$



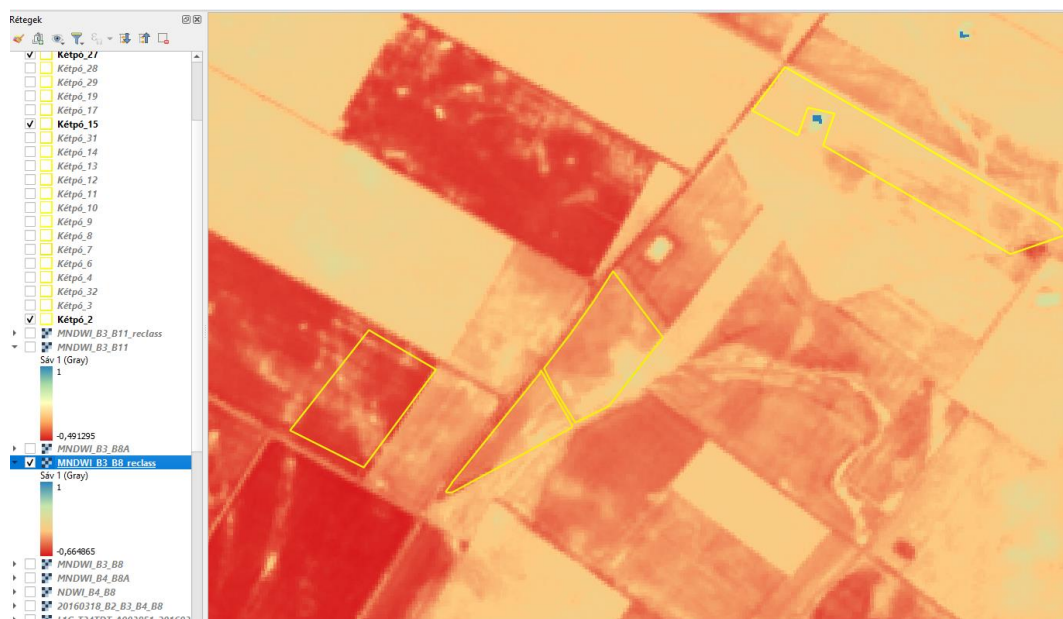
11. Ábra, MNDWI (Green - SWIR) / (Green + SWIR)



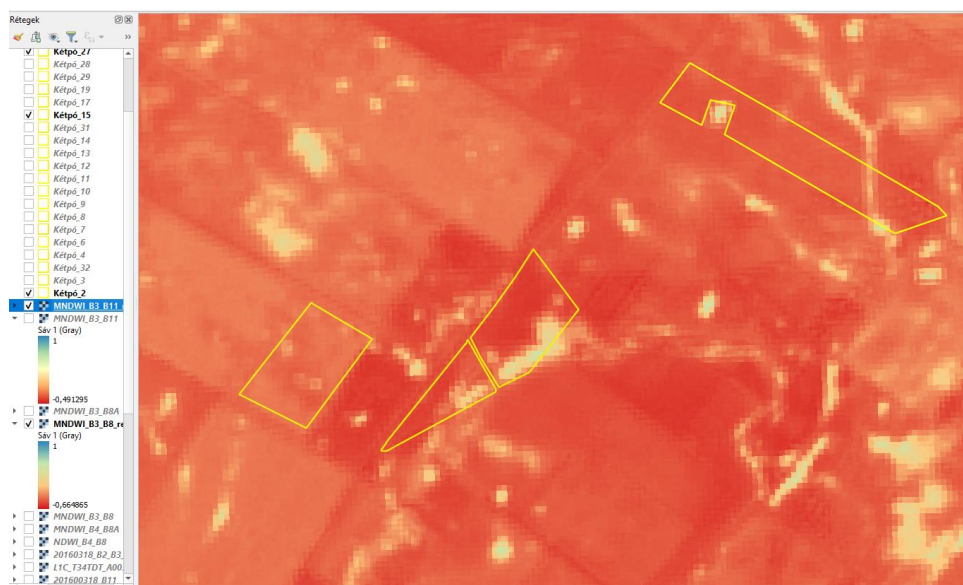
A két ábra különbsége jól láthatóan mutatja, hogy élesebb kontúrokkal jelöli a vízzel való borítottságot az MNDWI index, viszont ahol növényzet is található a területen, ott jobban látható a heterogenitás a táblán belül.

Ezt követően újra osztályoztam mindkét típusú index esetében a kapott eredményeket.

12 Ábra, újraosztályozott MNDWI index (Green - NIR) / (Green + NIR)



13. **Ábra, újra osztályozott MNDWI index (Green - SWIR) / (Green + SWIR)**



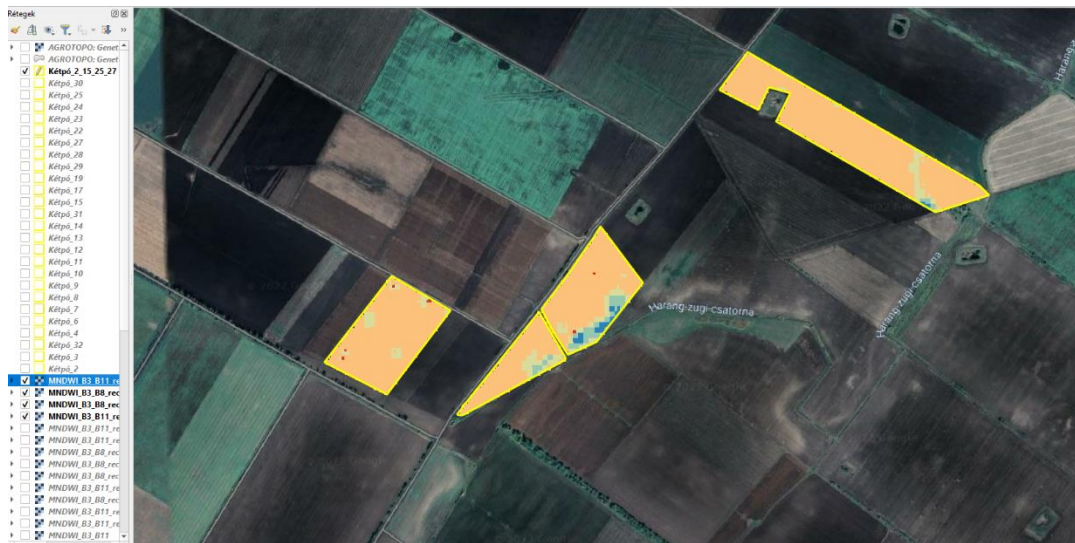
A fenti két ábra is jól mutatja, hogy a közép infravörös hullámhosszal készült index esetében a vizesebb foltok jobban körül határoltak.

A következő lépésben klaszterezéssel megállapítottam, hogy hány csoport különíthető el és hol találhatóak a határaik. Osztályozásnál fontos a számunkra értékes pontok elkülönítése, ezért végeztem egy maszkolást a már korábban létrehozott táblahatárok segítségével.

14. Ábra Táblahatárokkal maszkolt MNDWI index (Green - NIR) / (Green + NIR)



15. Ábra, Táblahatárok MNDWI index (Green - SWIR) / (Green + SWIR)



A látható a különbség a két féle index között, a négy tábla közül csak a bal oldali közel téglalap alakú táblán volt található növényzet. Itt a közeli infravörös (NIR) tartományt használó index esetében, jobban látható a heterogenitás. Ez a heterogenitás az őszi vetésű gabona eltérő fejlettségi szintjeiből adódhat.

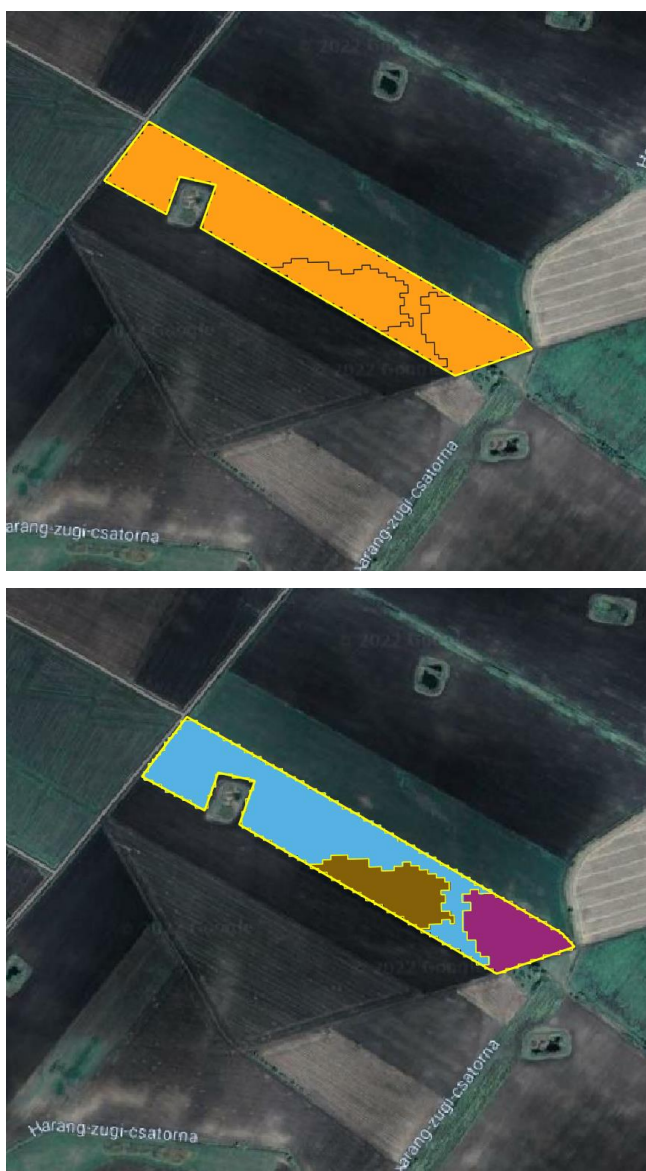
16. Ábra, MNDWI index (Green - NIR) / (Green + NIR)



Ezt követően a zónázáshoz az MNDWI index $(\text{Green} - \text{NIR}) / (\text{Green} + \text{NIR})$ sávjait használtam. A SWIR sávval készült zóna térkép rendkívül homogén lett, ezért zónázáshoz nem volt alkalmazható az általam talált műholdképen.

MNDWI $(\text{Green} - \text{NIR}) / (\text{Green} + \text{NIR})$ index alapján készült shape file szegmenseket tartalmazó felületekkel

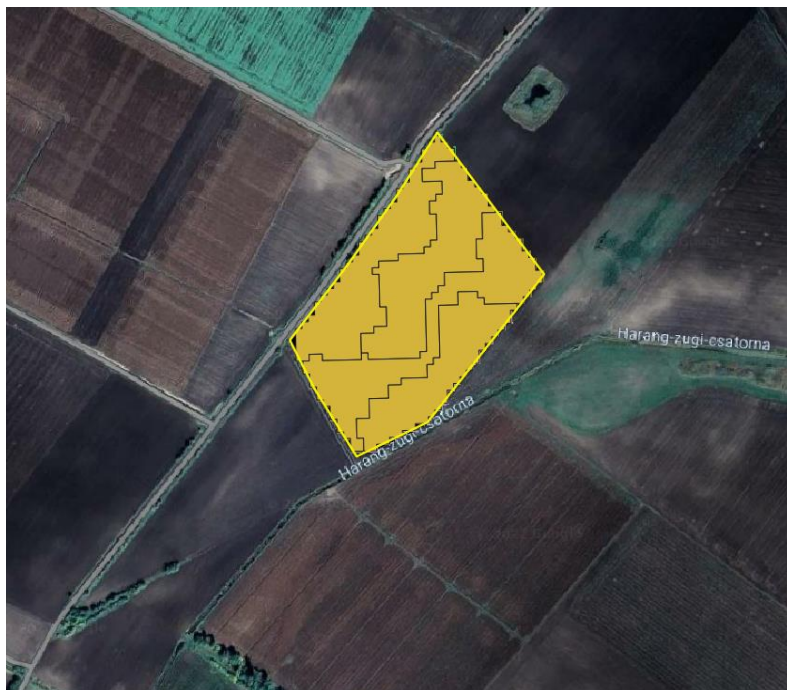
17. Ábra, Kétpó_02 tábla



18. Ábra, Kétpó_15 tábla



19. Ábra, Kétpó_27 tábla



20. Ábra, Kétpó_25 tábla



Az így kialakított zónák természetesen csak alapját képezhetik a későbbi gazdasági zónák kialakításának. A későbbiekben további szempontok figyelembe vétele szükséges a lehető legjobb gazdálkodási zóna térképek kialakításához, úgy mint hozam térképek, georeferált talaj minta vételi adatok, valamint talaj elektromos vezetőképesség (E.C.) térkép. A georeferált talajmintavételi adatok hiánya miatt, jelenleg nem lehetséges összefüggést találni a belvízzel gyakran elöntött táblán belüli területek és a másodlagos szikesedés folyamata között.

5.4 Hagyományos talajvizsgálat eredményei.

Az alábbi táblázatban láthatóak vizsgált táblák a legutóbbi talaj mintavételi eredményei, amelyből látható, hogy enyhe sófelhalmozódás jelen van a táblákon. Ennél magasabb sófelhalmozódás is elképzelhető a korábban belvízzel borított részekben, erre a későbbiekben a georeferált talajmintavételi adatok adhatnak biztos választ. A későbbiekben a gazdaság jelentősen növelni szeretné az öntözött területek nagyságát.

5. táblázat

Talajminták vizsgálati eredményei															
Gazdálkodó:	László Géza														
	Levente														
Gazdálkodás éve:	2021														
Táblajel	Terület	pH	AK	Össz.	CaCO ₃	Humusz	NO ₃ -N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	Na	Zn	Cu	Mn	SO ₄
	ha	(KCl)		só %	%	%	mg/kg								
Kétpó/2	11,44	7,24	52	0,05	0,1	3,16	3,3	227	329	171	13	0,5	0,17	32,35	1
Kétpó/2	11,44	7,34	51	0,04	0,1	3,43	4,4	110	370	223	24	0,84	0,77	57,14	1,3
Kétpó/2	11,44	7,26	52	0,07	0,1	3,1	1,7	159	361	161	26	0,96	0,91	74,15	0,6
Kétpó/27	9,44	7,3	57	0,05	0,1	2,59	3,6	174	572	322	31	0,46	3,57	119,1	2,8
Kétpó/27	9,44	7,3	63	0,07	0,1	3,06	1,9	275	595	280	48	0,65	3,52	119,7	3,2
Kétpó/15	9,85	7,41	52	0,07	0,1	2,49	2,1	122	354	352	230	0,65	1,9	45,07	1,2
Kétpó/15	9,85	7,19	54	0,05	0,1	3,11	4	99	452	385	50	0,58	3,16	137,9	1,2
Kétpó/25	5,30	7,41	52	0,07	0,1	2,49	2,1	122	354	352	230	0,65	1,9	45,07	1,2
Kétpó/25	5,30	7,18	55	0,06	0,1	3,18	4,8	121	556	380	84	0,86	3,7	143,6	1

6. PRECÍZIÓS GAZDÁLKODÁS FEJLESZTÉSÉNEK LEHETŐSÉGEI.

6.1 Fejlesztési célok.

A táblák menedzsment zónákra bontását követően, a jobb termőképességű területeken intenzívebb gazdálkodás folytatása, a gyengébb termőképességű részekben a gyengébb hozam okának pontosabb felmérése. Későbbiekben a gazdaság tervezi az RTK korrekciós jel használatát annak érdekében, hogy minél nagyobb pontossággal legyen képes üzemeltetni a GPS eszközöket, ezáltal maximalizálva azok előnyös hatását mind a jövedelmezőség javításában, mind pedig a környezetterhelés csökkentése érdekében. A tervezett fejlesztés által várhatóan a felhasznált peszticidek és termésnövelő anyagok mennyisége átlagosan 11 % -kal csökken, öntözővíz mennyisége 10,5 % -kal csökken, az üzemanyag felhasználás mennyisége 9,3 % -kal csökken a menetszámok optimalizálása révén. A Trimble Farmer Core szoftver a felhő alapú adatgyűjtésbe bekapcsolt gépek munkavégzéséről, mozgásáról, a kijuttatott input anyagok helyéről és mennyiségéről digitális adatgyűjtést végez. Az adatokból kimutatásokat, térképeket készít, ezáltal az elvégzett munka, a vegyszer, műtrágya-, vagy vetőmag felhasználás nyomon követhető, így a környezetterhelés mértéke kontrolálható. A szakszerű zónázásnak köszönhetően pontosan le lehet határolni a táblán belüli eltérő termőképességű zónákat, valamint a zónákban végzett talajmintavételnek köszönhetően pontos képünk lesz azok tápanyag-ellátottságáról. Ezáltal elkerülhető a túlzott műtrágya felhasználás azokon a táblarészekben, ahol korábban indokolatlanul sok került kijuttatásra. A tápanyag-gazdálkodással kapcsolatos döntések elsődleges támogatója a mAXI-MAP szoftver lesz, ebben lehetséges lesz a táblákról elérhető különböző adatokból készült térképeket elemezni, így az a helyes döntések meghozatalán keresztül segít mérsékelni gazdálkodás környezetterhelő hatását. A nagyobb számú és célzottan lokalizált talajmintának köszönhetően pontosabb információ lesz majd az egyes táblák tápanyag ellátottságáról, megelőzve a túlzott műtrágya felhasználást, az azzal járó környezetterhelést.

6.2 A precíziós gazdálkodásra való áttérés egyéb hatásai.

Kormány automatika használatával, a gyorsabb táblavégi fordulók, valamint az előre feltöltött adatállomány (táblahatárvonalak, AB egyenesek) használatának köszönhetően 17 % terület teljesítmény növekedés. A permetezőgép automatikus szakaszvezérlése révén a táblák tagoltságát figyelembe véve 11 % növényvédőszer megtakarítása. Vetőgép GPS alapú automatikus sorrelzárását használva valószínűsíthetően 6 % vetőmag megtakarítása. Korszerű műtrágyaszóró és ahhoz kapcsolódó GPS vezérlés révén 7 % műtrágya költség csökkentése. Szakszerű zónázásra és georeferált talajmintavételezésre alapozott helyspecifikus tápanyag-visszapótlás bevezetésével 15 % árbevétel-növekedés elérése. Kezdetben a legfontosabb, legnagyobb precizitást igénylő műveleteknél az RTK pontosságú helymeghatározás használatának bevezetése. A gazdaság célja, hogy 5 éven belül a szántóföldi munkákat lehetőség szerint csak RTK korrekciós jel használatával történjen. A szakszerű zónalehatárolás alapján a gazdaság célja, hogy 5 éven belül az erre kijelölt táblákon ezt a technológiát bevezesse és fenntartsa. 5 év után, az eredmények részletes elemzését követően további táblák bevonása, valamint 10 éven belül további távérzékelésre alapozott megoldások bevezetése is a tervek között szerepel. Ez elsősorban a műholdas hozammérés bevezetését jelenti, mellyel akár a kombájnokra alapozott hozammérést is ki lehet váltani.

6.3 Adathasználat (adathasznosítás) megvalósulása a tervezett projekt eredményeként.

A bevezetésre kerülő precíziós gazdálkodás során képződő adatok gyűjtésének alapja a Trimble Farmer Core szoftver lesz. Az agronómiához kapcsolódó adatokat (tábla határvonalak, zónatérképek, a talajvizsgálat után készülő tápanyag ellátottsági térképek, hozamtérképek, tápanyag visszapótlási szaktanácsok, kész kijuttatási tervek) gyűjtése a mAXI-MAP precíziós gazdálkodási szoftverben fog történni.

Az agronómiai döntéshozatal a gazdaság esetében az alábbiak szerinti döntési folyamatból áll.

- A precíziós gazdálkodásba vonandó táblák meghatározása.

- A menedzsment zónák lehatárolása.
- A zóna lehatárolás eredményeként megkapott zóna térképek alapján, a zónákban a georeferált talajmintavételezés elvégzése, a talajmintákon bővített laborvizsgálat.
- A laboreredmények figyelembevételével tápanyag-gazdálkodási szaktanács kérése.
- A zónázás eredményeként kapott termőképességi index alapján az egyes zónákban a hozamszintek meghatározása és ennek megfelelően, zónánként a tápanyagszükséglet kialakítása.
- Az átlagos tőszámot a zóna lehatárolás eredményeként meghatározott termőképességi index számmal korrigálva az egyes zónákban alkalmazandó megfelelő tőszám meghatározása.
- Majd a tényleges kijuttatási terv elkészítése.

7. ÖSSZEFOGLALÁS.

A szakdolgozat témája a belvíz és az emiatt kialakuló szikes foltok kapcsolatának bemutatása, valamint ennek szerepe a precíziós gazdálkodásban kialakítandó zónázási stratégiában. A dolgozat első részében a kisebb, 100 hektár alatti területtel rendelkező családi gazdaságok precíziós gazdálkodásban betöltött szerepét vizsgáltam KSH adatok alapján. Majd összehasonlítottam a hagyományos és precíziós gazdálkodás közötti különbségeket. Ezt követően bemutattam a különböző GNSS technológiák jelentőségét a precíziós gazdálkodásban. Majd ismertettem a különböző táblán belüli zónastartégiák kialakításának lehetőségeit, valamint az egyes talajdegradációs folyamatokat, kitérve a víz- és szél-erózió, a sótartalom növekedése (szikesedés), pangóvíz, belvíz, a szerves anyag elvesztése, a talaj savassága vagy lúgossága, tápanyagegyensúly hiány, szerkezetromlás (beleértve a talajtömörödést és a felszíni tömörítést), a talaj biológiai sokféleségének csökkenése, a talajszennyezés miatt kialakuló talaj degradációs folyamatok rövid ismertetésére. Majd bemutattam a családi gazdaságot, ahol a kiválasztott táblák heterogenitás vizsgálatát elvégeztem. A vizsgálat során QGIS szoftver segítségével digitalizáltam a családi gazdaságban található táblák határvonalait. Majd az online elérhető ArcGIS agrotopo szervertől a genetikai talajtípus térkép adatainak QGIS szoftverbe való importálását követően

tően meghatároztam a családi gazdaság tábláinak talajtípusait. Ez alapján háromféle talajtípus található a gazdaság területein, réti csernozjom, mélyben szolonyeces réti csernozjom, valamint egy kis részben sztyeppesedő réti szolonyec talajtípusok találhatóak a területen. A minta területeket talajtípus valamint tábla méret alapján választottam ki. A kiválasztott minta területek a mélyben szolonyeces réti csernozjom típusba tartoznak. Erre a talajtípusra jellemző a viszonylag rossz vízgazdálkodási tulajdonság, valamint a mélyebb B szintben található sófelhalmozódás. Ezt követően kiválasztottam a megfelelő műholdképet, amely alapján elvégeztem a heterogenitás vizsgálatot. Itt a 2015-ös és 2016-os évek jöhetnek számításba, mivel ekkor volt utoljára belvíz a területen. Itt meg kell jegyeznek, hogy viszonylag kevés műholdkép áll rendelkezésre ebből az időszakból. A táblán belüli zónák meghatározásához kétféle indexet használtam, a normalizált víz indexet NDWI (Normalized Difference Water Index). és a módosított normalizált víz indexet MNDWI (Modified Normalized Difference Water Index). Az indexek a zöld sáv, valamint a közeli infra (NIR), illetve a közép infra (SWIR) tartományok alapján ad egy értéket. A SWIR segítségével készült indexet végül nem vettem figyelembe, mert ez az index inkább csak a ténylegesen vízzel borított területek voltak elkülöníthetők, és már csak kis területet borított belvíz az műholdkép készültekor. Viszont jól kollerált a közeli infra segítségével kapott indexszel. A belvíz és a szikesedés közötti kapcsolatot nem tudtam bebizonyítani, mert nem álltak rendelkezésre georeferált talajminta vételi adatok, de az általános talajminta vételi adatokból látható, hogy minimális sófelhalmozódás tapasztalható a kiválasztott területeken. Ez azért is fontos a kiválasztott táblák esetében, mert a jövőben öntözés fejlesztése várható a területeken, és ez negatívan befolyásolhatja a korábban belvizes részekben a másodlagos szikesedés kialakulását. Ezeken a részekben az öntözést követően a párolgás miatt a kapillárisokon keresztül a mélyben fekvő káros sók könnyebben eljuthatnak a talaj felső termőrétegébe, ami károsan hat a növények fejlődésére. Természetesen az általam a belvíz borítottság alapján készült zónatérkép nem a végleges menedzsment zóna, ennek kialakításához még szükség volna hozam térképre, valamint georeferált talajminta adatokra is. A dolgozat végén felvázoltam a gazdaság vezetőjének jövőbeni precíziós gazdálkodással kapcsolatos terveit.

8. SUMMARY

The topic of the thesis is the relationship between inland water and the resulting saline patches and its role in the zoning strategy of precision farming. In the first part of the thesis, the role of small family farms with less than 100 hectares in precision farming was investigated on the basis of KSH data. Then I compared the differences between conventional and precision farming. Then I presented the importance of different GNSS technologies in precision farming. Then I described the possibilities of developing different zoning strategies within the different fields and the different soil degradation processes, including water and wind erosion, salinity increase (salinisation), stagnation, inland water, loss of organic matter, acidity or alkalinity of soil, nutrient imbalance, structural degradation (including soil compaction and surface compaction), loss of soil biodiversity, soil degradation processes due to soil pollution. I then presented the family farm where heterogeneity studies of selected fields were carried out. During the study, I digitized the boundary lines of the fields on the family farm using QGIS software. Then, after importing the genetic soil type map data from ArcGIS agrotopo server available online into QGIS software, I determined the soil types of the family farm fields. Based on this, there are three soil types in the farm fields, meadow chernozem, deep solyonyeces meadow chernozem and a small part of steppe meadow solyonyec soils. Sample areas were selected on the basis of soil type and table size. The selected sample areas belong to the deep solyonyecous meadow chernozem type. This soil type is characterised by relatively poor water management properties and salt accumulation in deeper B levels. I then selected the appropriate satellite image to perform the heterogeneity analysis. Here, the years 2015 and 2016 could be taken into account, as this was the last time there was inland water in the area. It should be noted that relatively few satellite images are available from this period. To define the zones within the table, I used two types of indices, the Normalized Difference Water Index (NDWI) and the Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI). The indices give a value based on the green band and the near infrared (NIR) and mid infrared (SWIR) ranges. The index using SWIR was ultimately not considered because this index tended to only isolate areas that were actually covered by water, and

only a small area was already covered by inland water at the time the satellite image was taken. However, it col-located well with the index obtained using near-infrared. I was unable to prove the relationship between inland water and salinisation because georeferenced soil sampling data were not available, but the general soil sampling data show that there is minimal salt accumulation in the selected areas. This is also important for the selected fields because irrigation development is expected in the future in these areas and this could negatively affect the development of secondary salinisation in previously inland areas. In these areas, evaporation after irrigation may allow deep-lying salts to penetrate more easily through capillaries into the upper soil layer, which will have a detrimental effect on crop development. Of course, the zone map I have drawn on the basis of inland water cover is not the final management zone, and yield maps and georeferenced soil sample data would be needed to establish this. At the end of the paper I outlined the farm manager's plans for future precision farming.

9. IRODALOM JEGYZÉK

<https://www.ksh.hu/s/kiadvanyok/mezogazdasagi-termeloi-es-raforditasi-arak-2022-i-felev/index.html#tovbbiadatokinformcik>

<https://www.agrarszektor.hu/fold/20190109/tudta-a-csehek-a-legnagyobb-foldbirtokosok-egesz-europaban-12293>

https://dtk.tankonyvtar.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/12423/2011-0085_precizios_novenytermesztes.pdf?sequence=2&isAllowed=y

<https://adoc.pub/a-megyei-szerepvallalas-mintaja-a-kztti-tervezesi-idszakra-a.html>

<http://www.ipni.net/publication/>

https://dtk.tankonyvtar.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/8484/Tamas_-_Precizios_mezogazdasag.pdf?sequence=1&isAllowed=y

<https://adoc.pub/a-megyei-szerepvallalas-mintaja-a-kztti-tervezesi-idszakra-a.html>

<https://www.uni-miskolc.hu/~ecodobos/ktmcd1/reti/reti.htm>

https://mersz.hu/dokumentum/matud_10

<https://doktori.bibl.u-szeged.hu/id/eprint/1679/3/Disszert%C3%A1ci%C3%B3.pdf>

http://real-d.mtak.hu/880/7/FarsangAndrea_doktori_mu.pdf

Balazs_Boglarka_PhD_ertekezes BELVÍZ-VESZÉLYEZTETETTSÉG VIZSGÁLATA
ALFÖLDI MINTATERÜLETEKEN

10. ÁBRA JEGYZÉK

1. Ábra, Réti csernozjom talaj [https://uni-miskolc.hu/]	24
2. Ábra, Mélyben szolonyeces réti csernozjom talaj [https://uni-miskolc.hu/]	25
3. Ábra, Magyarország genetikai talajtípusai [https://maps.rissac.hu:6443/arcgis/rest/services/agrotopo/MapServer]	26
4. Ábra, Genetikai talajtípusok bevitele QGIS-be.	26
5. Ábra, Agrotopo szerver raszteres állományai	27
6. Ábra, Családi gazdaság területén található talajtípusok	28
7. Ábra, 2015.07.25 NIR, Red, Blue.....	29
8. Ábra, Virtuális raszter vágott terjedelemmel (B2,B3,B4,B8,B8A,B11)	30
9. Ábra, Különböző felszínborítások reflektancia görbéi	31
10. Ábra, NDWI index (Green - NIR) / (Green + NIR)	31
11. Ábra, MNDWI (Green - SWIR) / (Green + SWIR)	32
12. Ábra, újraosztályozott MNDWI index (Green - NIR) / (Green + NIR)	32
13. Ábra, újra osztályozott MNDWI index (Green - SWIR) / (Green + SWIR)	33
14. Ábra Táblahatárok MNDWI index (Green - NIR) / (Green + NIR).....	33
15. Ábra, Táblahatárok MNDWI index (Green-SWIR)/(Green+SWIR)	34
16. Ábra, MNDWI index (Green - NIR) / (Green + NIR)	34
17. Ábra, Kétpó_02 tábla	35
18. Ábra, Kétpó_15 tábla	36
19. Ábra, Kétpó_27 tábla	37
20. Ábra, Kétpó_25 tábla	38

