



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Alba Regia Műszaki Kar
Geoinformatikai Intézet

SZAKDOLGOZAT

**A táblán belüli heterogenitás és a talaj
degradáció közötti összefüggések
Investigation of correlations between field
heterogeneity and soil degradation**



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Alba Regia Műszaki Kar
Geoinformatikai Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Turócziné Fang Olga

Szaktervezési száma: SZD21040616099447

Törzskönyvi száma: T000652/FI12904/A-G

Neptun kódja: XXXXXXXXXX

Szak: precíziós gazdálkodási szakmérnök

Specializáció:

A dolgozat címe: A táblán belüli heterogenitás és a talaj degradáció közötti összefüggések vizsgálata

A dolgozat címe angolul: Investigation of correlations between field heterogeneity and soil degradation

A feladat részletezése:

Irodalom alapján foglalja össze a Kárpát-medencei talajdegradációs folyamatokat és a talaj szélsőséges vízgazdálkodását, különös tekintettel a hazai viszonyokra! Egy kiválasztott mintaterületen vizsgálja meg a terület heterogenitását és a talaj minőségi problémáit! Ismertesse a mintaterület és az elemzésekhez felhasznált adatok jellemzőit! Mutassa be a távérzékelési adatok osztályozásához alkalmazott eljárásokat és eredményeket! Mutassa be a terepen végzett munkát, a talaj mintavételezés menetét és a laboratóriumi vizsgálat eredményeit! Keressen összefüggéseket a talaj degradáció és a termesztett kultúrnövény termésmennyisége között! Foglalja össze az eredményeket és ezek alapján vonjon le következtetéseket!

Intézményi konzulens neve: Verőné Dr. Wojtaszek Malgorzata

A kiadott téma elévülési határideje: 2023. december 15.

Beadási határidő: 2021. 12. 15.

A szakdolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Székesfehérvár, 2021. 11. 11.

P.H

Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom: 2021. 04. 06.

Verőné Wojtaszek

belső konzulens

külső konzulens



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Alba Regia Műszaki Kar
Geoinformatikai Intézet

HALLGATÓI NYILATKOZAT

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

Egyéb jelentős segítséget nem vettem igénybe.

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

Kelt: Kisvárdai István, 2022. október 13.

Kisvárdai István
hallgató aláírása

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	4
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS	6
2.1. Talajerózió globális megközelítésben	6
2.2. A talajerózió okozta gazdasági károk	7
2.3. A népességnövekedés okozta problémák	7
2.4. Talajerózió globális elterjedése	9
2.5. Európa talajdegradációs állapota	12
2.6. Kárpát-medence talajait érintő problémák	12
2.7. Magyarország talajdegradációs állapota	13
2.8. A talajtan és a talaj fogalma	14
2.8.1. A talaj felépítése	15
2.9. Talajpusztulást okozó folyamatok	16
2.10. Talajok rendszerezése	17
2.10.1. Homoktalajok	18
2.10.2. Szikes talajok	18
3. ANYAG ÉS MÓDSZER	20
3.1. Mintaterület bemutatása	20
3.2. A talajmintavételezési pontok meghatározása, GPS koordináták beállítása	23
3.3. A talajmintavételezés eszközei és menete	25
4. EREDMÉNYEK	27
4.1. Laboratóriumi talajminták elemzése	27
4.2. Távérzékelési adatok	30
4.3. Távérzékelési adatok elemzése	30
4.4. Sótartalom indexek eredményei	46
5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	50
6. ÖSSZEFOGLALÁS	52
7. SUMMARY	54
8. IRODALOMJEGYZÉK	56
9. MELLÉKLETEK	60
9.1. TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE	60
9.2. ÁBRAJEGYZÉK	61
10. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	63

1. BEVEZETÉS

A talajdegradációs folyamatok jelentősen befolyásolják a növénytermesztés hatékonyságát. Ezek jelenléte negatív irányba tolhatják a termésmennyiséget és az egyes agrotechnikai folyamatok teljesítőképességét. Ilyen degradációs folyamat többek között a szikesedés is. A talajok leromlásával, csökken azok termelőképessége és tápanyag tartalma. Éppen ezért fontos a helyes műtrágyahasználat és növényvédelem. A precíziós gazdálkodás jelentős segítséget nyújthat az ilyen csökkent stabilitású termőföldek megőrzésében. Az optimális műtrágya és növényvédőszer alkalmazása segíthet a további romlás megakadályozásában.

Magyarország teljes térségének 50%-a mezőgazdasági termelésbe vont terület. A szántóként használt területek nagyobb, mint egyharmada valamilyen formában erodálódott napjainkra. A gyepek és erdőgazdálkodásba bevont területek 60%-át érintheti a talajpusztulás. A talaj tápanyag szolgáltató képességének megőrzésével a minőségi élelmiszerek is biztosítottak lennének. Ezért fontos vigyázni a termőképesség megóvására. A mezőgazdasági művelésre bevonható területek, több, mint 60%-a fogékony a talajpusztulás valamely formájára. A talajok pusztulásával azok ökoszisztémája és biodiverzitása is csökken (INTERNET 1)

Az általam kiválasztott mintaterület Bács-Kiskun megye szívében, Kunszentmiklós járás központjában, Kunszentmiklóson található. Az Alföld ezen területén, az egyes kultúrák termesztése nem, vagy csak komoly feltételek teljesülése mellett termesztethők. A terület jellegéből adódóan kimagasló a napos órák száma, amely kevés csapadékkal párosul. Ezek mellett a területi sajátosságokat tekintve jellemzőek a szoloncsákos és szolonyeces szikesek, illetve a homokos, azaz gyenge termőréteggel rendelkező termőtalajok. A kiválasztott mintaterület a Kiskunsági Nemzeti Park közepén található. A 12 hektáros területet a szikesség és a csapadékhiány jellemzi.

Az egyes kultúrnövényeink termesztését negatívan befolyásoló tényező, a talajok állapotával hozható összefüggésbe. Szakdolgozatomban egy repcetábla vizsgálatát végzem, több éves intervallumban. A vizsgálat célja, hogy Sentinel 2

műholdfelvételekkel alátámasztva keressem az adott terület szikes és gyenge termőképességű foltjainak összefüggéseit a termésmennyiséggel.

A két módszer alkalmazásával szeretnék következtetni a termésmennyiségek változására a terület egyes részein. A táblán belüli heterogenitást műholdas felvételek automatikus osztályozásával végeztem el. A felvételek kiértékelése során többféle indexet (pl. Soil salinity) számoltam, és index alapú elemzéseket alkalmaztam a táblán előforduló degradált foltok azonosításához. Továbbá összefüggéseket kerestem a talajállapot és a termésmennyiség között.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. Talajerózió globális megközelítésben

A talajokat negatívan befolyásoló tényező a talajpusztulás. A gazdálkodók a talajok kvalitásával kevésbé foglalkoznak, hiszen a termelt növényekre negatív hatást nem gyakorol érzékelhetően a talajpusztulás a mérsékelt égövi területeken. A trópusi égövet a termelésre alkalmatlan talajok jellemzik, melyeken a jelenlévő, felvehető tápanyagok sem hasznosulnak, mivel kioldódnak a talajból. A keletkezett talajok kémhatása savas, ezeken a területeken jelentős a talaj leromlása. (INTERNET 3)

Az első teljes világra kiterjedő talajdegradációt felmérő eredményeket a „GLASOD (Global Assessment of Soil Degradation)” (OLDEMAN, L.R.et al 1991) tartalmazza. Az eredmények mutatják, hogy a szárazföldi területeken fizikai-kémiai talajpusztulás 3,7%-ban, a természeti leromlás pedig 12%-ban érint ezeket a területeket. Az Afrikai és Európai területeket érintik a leginkább. Az előzőekből adódóan az agrotechnika is módosul ezeken a területeken. (INTERNET 3)

1. Táblázat A fizikai és kémiai talajpusztulással érintett területek (INTERNET, 3)

Földrész	Kémiai degradáció sújtotta terület				Fizikai degradáció sújtotta terület			Összes degradált terület	Összes degradált terület az összterület %-ában
	tápanyag veszteség	síkesedés	szennyeződés	savanyúság	tülmérődes és károsodás	víz borította terület	szerves anyag veszteség		
					(millió hektár)				
Afrika	45	15	+	1	18	1	–	81	4,8
Ázsia	115	53	2	4	10	+	2	86	3,0
Dél-Amerika	668	2	–	–	4	4	–	78	5,1
Közép-Amerika	4	2	+	–	–	5	–	12	6,0
Észak-Amerika	–	+	+	+	1	–	–	1	–
Európa	3	4	19	+	33	1	2	62	7,7
Ausztrália	–	1	–	–	2	–	–	3	–
Világ	136	77	21	6	68	11	4	323	3,7

Földrész	Degradált terület (millió km ²)	A talajdegradáció okai a degradált terület %-ában			
		Erdőirtás	Tulajdonosi használat	Helytelen legeltetés	Környezetszennyezés
Európa	2,19	38	23	29	–
Ázsia	7,48	40	26	27	6
Afrika	4,94	14	49	24	13
Ausztrália	1,03	11	81	8	–
Észak- és Közép-Amerika	1,58	11	24	58	7
Dél-Amerika	2,43	41	28	26	5
Földterület az É.sz. 72° és D.sz. 57° között	19,65	29	35	28	7

Az elemzésben nem társítottak vezető indokot az egyes talajpusztulási folyamatokhoz. A táblázat adataiból kiderül, hogy a humán beavatkozás a mely leginkább terheli a talajokat. Jelentős az afrikai területek leromlása. (INTERNET3)

2.2. A talajerózió okozta gazdasági károk

A humán cselekvésből adódó talajerózió a Föld szárazföldi szektoraiban hatalmas természeti gondokat okoz minden szempontból. A talajok romlása jelen van a gazdálkodás kezdete óta, ez körülbelül 11 000 évre vezethető vissza, területileg Mezopotámiára (INTERNET3).

A talajpusztulás okozta környezeti veszteség nem könnyen írható le, azonban néhány kimutatásból ezek mértékéről tájékozódhatunk. Az erózió által okozott anyagi kár 30 milliárd dollár (URI, N.D.-LEWIS, J.A. 1998) és 44 milliárd dollár (PIMENTAL D.et al.1993) közé tehető az amerikai kormány évi költségvetésében. Az elemzésben olvasható, hogy a USDA azaz „United States Department of Agriculture” a talajpusztulás okozta anyagi vonzat mértékét lekicsinyli. LANG, S.S (2006) az erózió okozta anyagi kárt amerikára vetítve 37,6 milliárd dollárra, míg a globális gazdasági kárt 400 milliárd dollárra becsli évente. (INTERNET3)

Nagy-Britanniában a talajpusztulás okozta gazdasági veszteség 90 millió dollárra tehető évente (ENVIRONMENTAL AGENCY, 2002). Jáva szigetén, Indonéziában 400 millió dollár veszteséget okoz éves szinten az erózió. (MAGRATH, W.-ARENS, P.1989)

2.3. A népességnövekedés okozta problémák

Jelenleg 7 milliárd felletti lakosság jellemzi a Földet, az emelkedés mértéke rohamos. A meglévő információk alapján a legnagyobb értékű növekedés leginkább Afrikában, Ázsiában és Dél-Amerikában várható. A gyarapodás fokozott élelmiszerelőállítást igényel ezért az ellátás és előállítás jelentősége igen meghatározó lesz. A fokozott igények kielégítésére megfelelő minőségű mezőgazdasági területekre van szükség, ezért jelentős kihívás, hogy a talajok minőségét fenntartsuk (INTERNET 3)

Amennyiben a mezőgazdasági technológiákban fellelhető jelentős fejlesztéseket nézzük, úgy megállapítható, hogy az élelmiszerellátásban keletkező problémákat kisebb mértékűnek vehetjük. Ezt a fejlődést erősítik a táj-illetve környezetvédelem fokozatos evolúciója is. Földünk , 14,9 milliárd hektár összterületének kis százaléka (22%) , ami

körülbelül 4 milliárd hektár használható élelmiszer előállításra (EL-SWAIFY, S.A.1994). Az említett területen állítják elő a világ élelmiszerterménységének 97%-át, a fentmaradó 3%-ot alkotják az egyéb környezeti egységek. A népességszám emelkedésével szükségessé válik egyéb területek termelésbe vonása is, ezek hatására emelkedik a talajpusztulással érintett területek mennyisége a Földön, mely negatív irányba befolyásolja az élelmiszer előállítást, azaz az élelmiszer biztonságot. Általánosságban elmondható, hogy a későbbi mezőgazdasági célra fogható területek a lejtős trópusi területeken jellemzőek. A bevonható területek javarészt erdővel borítottak, ezek termelésbe vonása sekély termőrétegű mezőgazdasági területté alakíthatók, melyek gyorsabb talajpusztulási folyamatokat idéznek elő (INTERNET 3).

A rohamosan emelkedő népesség igényinek kielégítésére, a jó minőségű talajok intenzív túlhasználásával, illetve a bevonható sekély termőrétegű talajok használatával kerülhet sor. Az átfogó elemzésből kiderül, hogy a talajromlás mai helyzete még nem okoz veszélyt a világon élők élelmiszer előállítására. A mezőgazdasági területek alkalmasak élelmiszerelőállításra, mezőgazdasági fejlesztésekkel a talajromlás lassítható, kiküszöbölhető, amellett, hogy több élelmiszert tudnak előállítani ugyanazon területen. Kenyai és nigériai elemzések is kimutatták, hogy a nagy népsűrűség ellenére is lehet magasabb terméshozamokat produkálni amellett, hogy a talajminőség csökkenjen. A kedvező példák ellenére akadnak olyan területek, melyeken a talajerózió igen meghatározó. A talajromlás egyéb környezeti probléma forrása is, melyről gyakran nem beszélnek összefüggésében. Többek között a vízminőség romlása, nagy területek áradása, illetve a szénkibocsátás. Az erózió negatív globális hatásához hozzájáruló és fokozó területen belüli és kívüli hatások is párosulnak. A mezőgazdaságban adódó növényvédőszeres és műtrágyák alkalmazása, a nem megfelelő öntözés és művelés egészségügyi és környezeti komplikációkat eredményez. Tönkre teszik az élőhelyeket és növeli az energiafogyasztást. Az erdőirtás kiemelten fontos ebben a témában, hiszen a sekély termőréteget, melyet mezőgazdaságba vontak az erózió elszállítja a területről, melyet új erők irtása követ, hiszen szükséges a terméketlen területek pótlása.(INTERNET3)

2.4. Talajerózió globális elterjedése

A Föld leginkább talajpusztulással sújtott területei közé soroljuk a Kínai-löszfennsíkot, Közép-Amerika fennsíkjait, Karibi szigeteket, Afrika szemi-arid és szubhumid tájait, Andok és Himalája egyes részeit illetve Haitit. (SCHERR, S.J-YADAV.S 1996).

A legkiterjedtebb talajpusztulást Dél-Amerika, Ázsia és Afrika egyes részein figyelhetjük meg, ezeken a területeken hektáronként 30-40 tonnát évente. A mérhető legkisebb talajdegradáció az USA területein illetve Európában találhatóak. (INTERNET3)

Egyes felmérések szerint az európai éves talajvesztés mennyisége $17 \text{ t/hektárra}^{-1}$ tehető. (PIMENTAL.,D.et al.1995).

A viszonylag alacsony mennyiség is meghaladja a talaj regeneráló képességét, azaz a talajok visszatermelődését. Ezt megbecsülvén ezen eredményekre jutunk:

Átlagosan 1 év alatt 1 tonna talaj/ha keletkezik. Háborítatlan erdőkben, természetes adottságok között pedig csekély 0,004-0,005 t/ha mennyiség a talajok keletkezésének gyorsasága. (THOMSON L.M (1993).

Egyesült Államokban és Nyugat-Európa szinte teljes területén a talaj termelődési képessége évente 1-2%-ot tesz ki, ami kompenzálja az erózió okozta lokális talajeróziót, melynek mértéke helyenként 0,1-0,5%-os (CROSSON, P. 1995)

A fent említett területeken a mezőgazdaság képes volt a népességugrásból következő fokozott élelmiszer mennyiségének előállítására, úgy, hogy a mezőgazdaságban dolgozók száma 10% alá csökkent. (INTERNET3)

A felmérés (GLASOD, OLDEMAN, L.R. 1994.) szerint, 200 szakértővel vizsgálta a globális talajpusztulás mértékét, miszerint 1,6 milliárd hektár területre jellemzően 82% humán eredetű, ellenben ebből csak 0,5% kiterjedésű területen keletkeztek visszafordíthatatlan következményei a helytelen használatnak. Az előbb említett adatokról nem lehet kijelenteni, hogy pontos adatok, hozzávetőlegesen becslésnek tekinthető. A talajok pusztulásáért felelős folyamatok közül az egyik legjelentősebb a víz okozta degradációs folyamatok. Jelentően és átlagosan erodált talajok Közép-Amerikában 50 millió hektár a teljes terület 16%-a, Ázsiában 317 millió hektár az összterület 7,4%-a, míg Afrikában 267 millió hektár az összterület 9%-a. Észak-

Amerika, Ázsia és Afrika jellemző eróziós folyamata a szélerózió is. Jelentősen és közepesen szél által erodált területek az összterület 1,6-4,1 %-át érintik. Európában a teljes terület 4,1%-a azaz 39 millió hektár, ami érintett, Ázsiában 90 millió hektár (2,1%), Afrikában 98 millió hektár (3,3%), Észak-Amerikában 32 millió hektár (1,7%), Közép-Amerikában 5 millió hektár (1,6%). Az alábbi táblázat mutatja, hogy globálisan 1.094 milliárd hektárt érint drasztikusan vízerózió. A szél általi degradáció 549 millió hektár, melyből súlyos talajpusztulással, 296 millió hektár érintett (2.Táblázat). (INTERNET3)

2.Táblázat Talajerózió sújtotta területek a Földön (INTERNET3)

Terület	Víz által erodált terület				Szél által erodált terület				Összes erodált terület	Összes erősen erodált terület	Összes erősen erodált az összes terület %-ában
	Enyhén	Közepesen	Erősen	Össz.	Enyhén	Közepesen	Erősen	Össz.			
Áfrika	58	67	102	227	88	89	9	186	413	267	16
Ázsia	124	242	73	441	132	75	15	222	663	405	15
Dél-Amerika	46	65	12	123	26	16	-	42	165	93	6
Közép-Amerika	1	22	23	46	246	4	1	251	51	50	25
Észak-Amerika	14	46	-	60	3	31	1	35	95	78	7
Európa	21	81	12	114	3	38	1	42	156	132	17
Óceánia	79	3	222	83	16	-	27	46	99	3	3
Világ	343	526	223	1094	269	254	26	548	1642	1029	12

Terület	Erozió által komolyan érintett területek (közepes és annál erősebb erozió, millió ha)				Összesen a terület százalékában
	Vízerozió	Szélerozió	Összesen		
Áfrika	169	98	267		16
Ázsia	317	90	407		15
Dél-Amerika	77	16	93		6
Közép-Amerika	45	5	50		25
Észak-Amerika	46	32	78		7
Európa	93	39	132		17
Óceánia	4	16	20		3
Világ	751	296	1047		12

2.5. Európa talajdegradációs állapota

A földeket érintő talajpusztulás komoly méreteket ölt, ami a talajokat kímélő intézkedések nélkül továbbiakban minden kétséget kizáróan az elkövetkezendő időkben romlani fog. (BRIDGES & OLDEMAN,1999; VÁRALLYAY 2006,2007).

Európai Unió által létrehozott „Talajvédelmi Stratégia (CEC, 2006)” tartalmazza a talajokat érintő legelterjedtebb pusztító folyamatokat, melyek közül néhány jelentős az szikesedés, erózió, élőlények sokféleségének csökkenése a talajban, a talajokban fellelhető humuszanyagok csökkenése (INTERNET 4).

A felsorolt problémák csökkentésére és ezek együttes kezelésére kidolgozott stratégia felállításával lehet mód, mindazonáltal az egyes tagállamok saját megvalósítási intézkedéseket hozhatnak. Az egyes talajokat érintő degradációs folyamatok pontszerűen tűnnek fel, így azokat ismerni kell. Az ilyen területek feltérképezése minden tagállam egyéni feladatköre, a lehető legösszehangoltabb módon (TÓTH et al.,2006)

Későbbiekben egy egységes monitorozó rendszer felállítása a cél, mely kihasználja azokat a differenciákat, melyet az Európai Talajiroda Hálózat indítványozására kialakított, nemzetközi kooperációra alapozva jöttek létre a tagállami módszertanok összehangolására (RAMSOIL, ENVASSO). Az általuk létrehozott „Talajinformációs Munkacsoport”, az öt leginkább előforduló talajokat pusztító folyamatra vonatkozó kollektív szisztémát és követelményt állított fel (ECKELMANN et al.,2006).

2.6. Kárpát-medence talajait érintő problémák

A társadalom mindennapi életét befolyásoló feltételek az egyes társadalmi csoportok esetén függenek az emberi hozzáállásuktól, a múltra visszatekintő hagyományoktól, szociális lehetőségeikről, saját és csoportjukat érintő különbségektől, természeti illetve gazdasági adottságaiktól, melyek minden szociális társadalmi csoport esetén jelentősen különbözik (INTERNET 2). .

Azonban három szempontban egyezik a különböző emberi csoportok véleménye, melyek az alábbiak:

- élelmszer mennyisége és milyensége
- víz kiváló minősége
- biztonságos, harmonikus környezet (INTERNET 2)

A fenti három szempont, szoros kapcsolatban áll a talajjal és felhasználásával. Az 1997.évi Föld napján említett kijelentés szerint: „Talaj és vízkészleteink ésszerű és fenntartható használata, megóvása, az életminőség javításának fontos feltétele, ezért össz-társadalmi érdek” (VÁRALLYAY, 2000).

A fenntartható fejlődés differenciált alkotói a Kárpát –medencében a talajok, ökoszisztémák (teljes ökológiai elemek összessége) keretek közötti használata, védelme és állapotának megőrzése, funkciójának megtartása, mely a társadalmi csoportok összességének felelős intézkedésével érhető el. (INTERNET2)

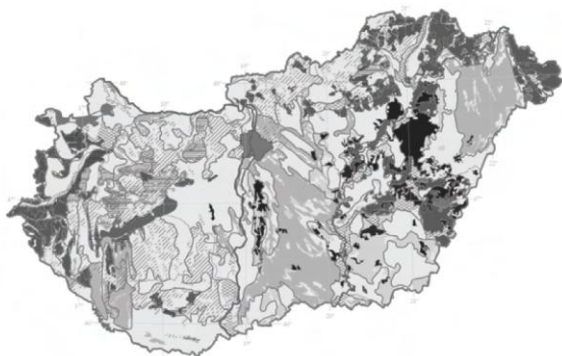


1. ábra Erodált szikes talaj Kunszentmiklós határában (SAJÁT FELVÉTEL, 2021)

2.7. Magyarország talajdegradációs állapota

Az 1990-es évek utolsó hányadában a „PHARE MERA 92’ Talajdegradáció Térképezési alprojekt” (DALLEMAND et PERDIGAO, 1998) konstrukciójában Magyarország talajdegradációs állapotának feltérképezése, és az egyes területek lehatárolása is megtörtént. Amely 1:500000-es léptékű, topográfiai és talajpusztulási

adatbázis alapján készült el (VÁRALLYAY et al., 2000). A talajokat jellemző lehatároló faktorok térbeli megjelenését térinformatikai adatbázisok elemzésével csoportosították. A tájak hasonló talajpusztulással érintett területeit összevonták és további elemzéseket, egyéb információs rendszereket is alkalmaztak, a kistájak bevonásával, hogy a degradációs térképek elkészüljenek. Az így kapott 88 talajpusztulással érintett területet, a kistáj nyilvántartáshoz hasonlóan, a talajdegradáció mértékéhez mérten részletesen jellemezték (SZABO et al., 1998).



2. ábra Magyarország talajdegradációs térképe (INTERNET 2)

Az Európai Talajvédelmi Stratégia jóvoltából, a talajpusztulás okozta folyamatok térbeli határok kijelölésére a fejlődő digitális technikának és a digitális térképezésnek köszönhetően, Magyarország, talajdegradációs térképének javítására került sor. Magyarország területére jellemzően a degradációs térképek analízise alapján veszélyeztetettség besorolást állítottak fel az alábbi jellemzők szerint többek között a belvizes területek, szélrózsió, nitrátosodás, szikesedés, alacsony humusztartalom illetve további négy kategória szerint (INTERNET4).

2.8. A talajtan és a talaj fogalma

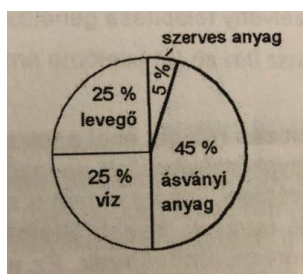
A talajtan a mezőgazdaság nélkülözhetetlen összetevője, mely a talajok rendszerezését és értékmérő tulajdonságait vizsgálja. A talajtan az agronómia egyéb szegmenseivel szigorúan összefügg. Melynek részei a gyakorlati és az általános talajtan tárgykörre osztható. Alkalmazott a gyakorlatban is ismeretes agrotechnika, és annak minden szegmense, általános pedig a talaj keletkezéséből adódó értékmérő tulajdonságok. A földfelszín borító réteg a talaj. Értékmérője a tápanyagszolgáltató

képessége. (CSERNI,2008)

Állandóan variábilis, erőteljes folyamatok színtere és emellett az emberiséget szolgáló termelési eszköz. A termőföld egy olyan szerkezeti struktúra, melyet a levegő a víz és az alkotó alapkőzet határoz meg (CSERNI,2008).

2.8.1. A talaj felépítése

Az alábbi ábra (3. ábra) mutatja meg a talaj minőségét befolyásoló négy tényezőt. A tömör szakaszban találhatóak a kolloidrészecskék (1-500 nm). A termőföld szerves (humusz) és szervetlen (ásványi) anyagok elegye (CSERNI,2008).



3. ábra Talaj összetevői vályogtalajon (CSERNI, 2008)

A termőföldet szervetlen és szerves alkotók építik fel, ahol a mély színű szerves anyaggal dúsult, a világos pedig közettípusú anyagokból állnaak. (CSERNI,2008).

A hazai alkalmazott rendszertan a genetikai és talajföldrajzi tulajdonságokra terjed ki, mivel a keletkezésükkel is foglalkozik, illetve az egyes területre jellemző földrajzi sajátosságokat is szem előtt tartja (CSERNI,2008).

Kárpát-medence és a természeti értékekben kevésbé bővelkedő Magyarország kifejezetten jelentős, és relatíve megújuló természeti tartaléka a talajkészlet. (Várallyay,1997,2000 a,c, 2002b)

- körülményektől függően megújuló energiaforrás
- az előforduló természeti energiaforrások aktivátora, átalakítója
- az elsődleges biomassa előállítás színtere, bioszféra tápanyagellátásáért elsődlegesen felelős közeg
- vizet, hőt és a növények számára nélkülözhetetlen tápanyagokat tárolja
- természetet mérgeanyagoktól csökkentő filterező rendszere
- a biológiai sokféleség fenntartója
- történelmi emlékek gazdája (INTERNET 2)

A felsorolt rendeltetési elemek fontossága folyamatosan ingadozik. Azt, hogy éppen melyik talajfunkciót alkalmazza a humán közösség, nagyban befolyásolja a területileg aktuális politikai döntéshozatal által kiadott iránymutatók és elvárások. (INTERNET2)

2.9. Talajpusztulást okozó folyamatok

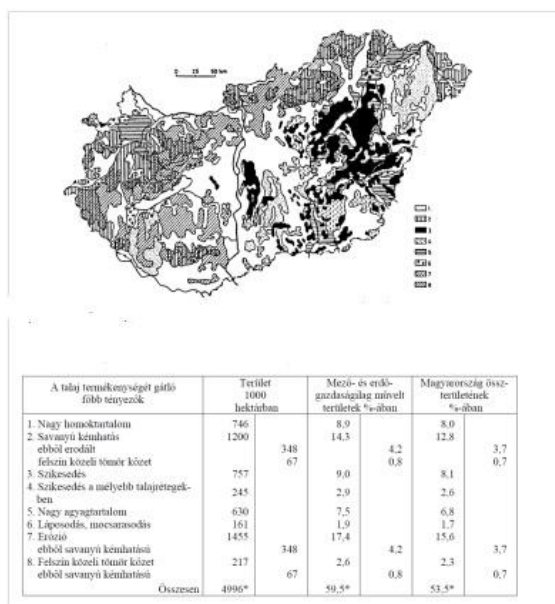
A talajpusztulási folyamatok kialakulhatnak a humán tevékenységből adódóan illetve a természetes folyamatoknak köszönhetően is.

Talajpusztulással a talajok tápanyagtartalmukból illetve termőrétegükből is veszítenek, ezek a folyamatok a helyes agrotechnika elvégzését és betartását is megnehezítik.

A humán tevékenységek (melyek elkerülhetők) indirekt és direkt hatásai nem jelentik a végleges talajpusztulást (INTERNET2).

Magyarországon az alábbi talajpusztulást okozó folyamatok vannak jelen (INTERNET2):

- erózió: szél és víz
 - talajok kémhatásának savassá fokozódása
 - talajok sótartalmának emelkedése
 - talajok pórusaiból a levegő frakció eltűnése
 - talajok vízháztartásának túlzó romlása
 - biodiverzitás és humuszanyagok csökkenése
 - a tápanyag negatív irányú csökkenése
 - talaj filterező funkciójának elvesztése és támasztó képességének elvesztése
- (INTERNET2)



4. ábra Talajtermékenységet befolyásoló elemek hazánkban (INTERNET 2)

2.10. Talajok rendszerezése

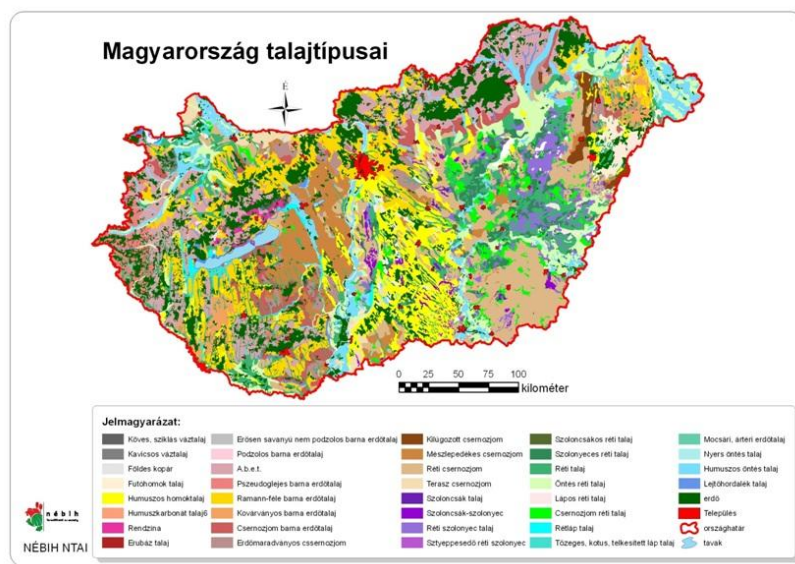
A talajok rendszerbe soroláskor (4. ábra), az egyes talajfélésegek tekintetében meghatározóak a keletkezéskori tényezők, ebből adódóan a termékenységet alkotó fontos jellemzők egymásra igen nagy hatással vannak.

A szétválasztás az egyes talajfélésegek esetén a podzolosodás, a tápanyag felhalmozódás, a talajok sótartalmának emelkedése és a karbonát tartalom szerint történhet, melyek a produktivitásra hatnak (CSERNI,2008).

A talajok osztályozása Stefanovits alapján:

- Hordalék- és váztalajok: a „biológiai talajképződés” mértéke elhanyagolható
- Közethatású talajok: a talajsavanyodásra nem képes, mivel a talajt felépítő kőzetre visszavezethetően kevés a kioldódás mértéke.
- Barna erdőtalajok: humuszosodás és azon kioldódási folyamatok zajlanak, melyeket csak kissé befolyásol az alapkőzet. Meghatározza a szervesanyag-változás és az erdők mikroklímája, ami miatt jellemzőek a savanyú kémhatású szerves anyagok és a kioldódás.
- Csernozjom talajok: Kiváló minőségű humuszban gazdag talaj képződött a száraz klíma és a meglévő bioszféra miatt. Szikes talajok: Na sók felgyülemzése

- Réti talajok: Előforduló redukciós folyamataiban a levegőtől elzárt körülmények még inkább fokozzák a kialakulásukat (CSERNI,2008).



5. ábra Talajtípusok Magyarországon (Nébih, 2021)

2.10.1. Homoktalajok

Növényzetet tekintve kevés növényzet képes fennmaradni rajtuk, kevés a kolloidtartalom és a tápanyagtermelés elenyésző, amit elő tud állítani, könnyen ásványosodik, ez a futóhomok. A folyamatosan mozgó felső talaj réteg miatt a talajok biodiverzitása igen kedvezőtlen. A homoktalajok víztartó képessége nem kielégítő, kolloidtartalma kicsi (CSERNI,2008).

A homoktalajok egyik fajtája a humuszos réteggel már rendelkező (max.1%) talajok. A fellelhető kolloidoknak köszönhetően kevésbé szárad ki, mint a futóhomok (CSERNI,2008).

2.10.2. Szikes talajok

A szikességet befolyásoló tényező között a vízoldható sótartalom képződése a vulkanikus eredetű tevékenységre vezethetők vissza, melyek a termőföldekben

akkumulálódnak (mállás). Illetve a felszíni és felszín alatti vizek, és üledékes kőzeteiből eredhet. (CSERNI,2008)

Második szikességet befolyásoló tényező a Magyarországon a kutak fúrásával is növelik a talajok szikességét. Továbbá a termelésből adódó füstök és a humán tevékenységből adódó folyamatok is. Másodlagos szikesedést okozhat a jelentős talajvízmenyiség. Okozhatják továbbá, a nagy kiterjedésű felszíni sós vizek, illetve talajfelszín érintő talajvizek is. (CSERNI,2008) Magyarországon a szikesedés kiváltója az Alföld különleges hidrogeológiai és geológiai adottságai miatt (SZABOLCS,1971). A szikes termőföldek kialakulásban a nátrium sók milyensége és mennyisége a meghatározó (CSERNI,2008).

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. Mintaterület bemutatása



6. ábra Kunszentmiklósi mintaterület (Google Earth, 2021)

A szakdolgozat alapját képező mintaterület, az Alföldön, Bács-Kiskun megyében található, Kunszentmiklóson (6. ábra). A környező területeken jellemző az Agrár-környezetgazdálkodás folytatása, illetve az előző években a természeti hátránnyal sújtott területekre felvehető támogatásokat is igényelhatték az itt élő gazdálkodók egészen 2019.évig. A mezőgazdasági területeken jellemző a fő gabona és más kultúrnövényeink termesztése, továbbá jelentős a sziki gyepeken az állattartás. Jelenleg a birkatenyésztés és a szarvasmarha tenyésztés a meghatározó, melyeknek csodás színterei a Kiskunsági Nemzeti Parki területek.

Kunszentmiklós adottságait tekintve a mezőgazdasági termelés meghatározó kereseti forrás. A precíziós gazdálkodás kevésbé elterjedt, hiszen a település körül gazdálkodók földterületeire az aprózottság jellemző. Gyakorlatilag, eddig, nemigen alkalmazták a precíziós gazdálkodás lehetőségeit. A jelenleg futó gépbeszerzési pályázatoknak köszönhetően, azonban egyre több gazdálkodó választja a precíziós gazdálkodásra is alkalmazható gépeket. Sajnos, tapasztalatom szerint a földterületek helyes talajmintázása sem szokott kellő minőségben és időben megtörténni. A gazdálkodók

nagy része nincsen tisztában a talajvizsgálatok jelentőségével és azzal, hogy ezek szakirányú értékelésével mennyire csökkenthető lenne az egyes területek porosodásának, termőrétegnek elhordásának mértéke. Természetesen az aktuálisan termelni kívánt növénykultúra állapotára is befolyásoló hatással van a talajminták helyes kiértékelése, hiszen az optimális tápanyag-gazdálkodás és növényvédelem pozitív hatással van a növények kondíciójára. A kunszentmiklósi területeken meglehetősen fontos ezek szem előtt tartása, hiszen a tájra jellemző a szikes talajok és gyepek sokasága. Sok esetben megnehezíti, vagy kizárja egyes területeken néhány növény termesztését. Jellemző az állattartás, leginkább juh és szarvasmarha tenyésztés folyik. Az állatok által termelt mellékterméket nem minden gazdálkodó alkalmaz szívesen. Hiszen mind tudják, hogy a szerves anyag és a magas kolloidtartalom jót tesz a növényeiknek, ezzel szemben a gyepeken elfogyasztott gyommaggal teli trágya, nem feltétlenül kedvez a megtermelni kívánt kultúrnövény fejlődésének. Gyakorlatilag a gyomirtás többbe kerül egy-egy szervestrágya kijuttatás után. Az elhatalmasodott gyomosodást, sok esetben arra fogják, hogy az Agrár-környezetgazdálkodással érintett területekről, kizárólag gyommagvakkal szennyezett melléktermék kerül ki az állatok alól.

A kiválasztott terület tulajdonosa 250 hektáron termel. A termelő Kunszentmiklós Járás területén több településen is rendelkezik földterületekkel. A termesztett növénykultúrák között szerepel a kukorica, őszi búza, napraforgó, őszi árpa és az őszi káposztarepce. Jelenleg precíziós gazdálkodásra egy CLAAS Axion 830 –as traktor, illetve egy Landini Seria 6H 135 lóerős alkalmas. Továbbá a CLAAS Lexion 440-es kombájn is képes a precíziós gazdálkodás eszközeit kezelni. A betakarításhoz a kombájnt használják, melyet hozammérővel nem szereltek fel, így pontos hozam adatokkal nem rendelkezem. A területen 2021.évi gazdálkodási évben őszi káposztarepce növényt termel, így a szakdolgozatomban szereplő kultúrnövény is ez lesz. A területen előző évben őszi árpát termelt, melynek termés hozama 7-8 t/ha volt. A mintaterület nagyságát tekintve 13,5 hektár. A MePar szerinti blokkazonosítója pedig DUDET-9-19, helyrajzi száma pedig 0393/32 és 0393/19 (7. ábra). A dolgozatban szeretném megnézni az előző gazdálkodási évben is a műholdfelvételeket, melyekből következtetni tudok a talajállapotról és a növény területenkénti termésmennyiség eloszlására.



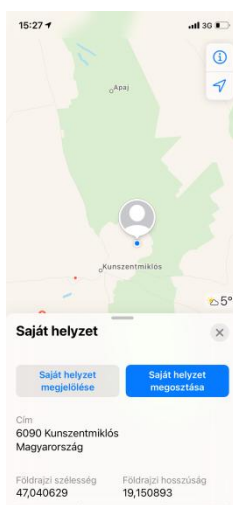
7. ábra Kunszentmiklósi mintaterület blokkja (MePar, 2021)

A gazdálkodó hosszú évtizedek óta termel, hagyományos termelési módszerekkel. Fogékony az új technológiákra, de nagyobb beruházást, egyelőre nem tervezett. Az őszi káposztarepcét 2020. szeptember 3. napján vetette. Megfelelő talaj-előkészítéssel, műtrágya alkalmazással és megalapozott növényvédelemmel. Sajnálatos módon, a talajvizsgálati eredményeket nem preferálja és nem is alkalmazza. A termelést megnehezíti, hogy nitrát-érzékeny területen gazdálkodik, így a nitrát direktívát kötelezően betartva kell a termelést folytatnia. A megnövekedett műtrágyahasználat nem kedvez a talajok nitrát tartalmának. Az aratás 2021. július 2.-án történt, ahol a termésmennyiség 1,9 t/ha lett. Az őszi káposztarepce utóveteménye őszi búza lett, melyet 2021.október 3.-án vetettek el. A műholdfelvételeken is jól látszik, hogy a termőterület kicsit sem homogén, változatosság jellemzi. Az egyes kultúrák esetén szembetűnő eltérések láthatóak a terület bizonyos részein. Az őszi káposztarepce egyes fenológiai fázisában készült műholdfelvétellel vizsgálom a talajállapotot és a termésmennyiséget.

3.2. A talajmintavételezési pontok meghatározása, GPS koordináták beállítása

A vizsgálathoz pontmintákat szedtem a területről, melyek helyének meghatározására műholdfelvételt választottam. A szemmel látható eltérésekből vettem a mintákat. A területen 11 pontmintát gyűjtöttem, melyeket a Kecskeméten található Neumann János Egyetem Kertészeti és Vidékfejlesztési Karán található Talaj és Növényvizsgáló laboratóriumban vizsgáltattam be. Vizsgálatnak a szűkített vizsgálatot választottam, melyből az adott terület pontmintái alapján következtetni lehet a szikesség és a termőterület lazaságának mértékéről.

A talajvizsgálatoz először megvizsgáltam az internetről letölthető műholdfelvételeket. Megállapítottam, hogy a terület egyáltalán nem heterogén, a talajt tekintve. Ezzel mérlegeltem, honnan érdemes a talajvizsgálati mérőpontokat beállítani. A terület egyes részein jól láthatóak a világosabb és sötétebb tónusú területek (9.ábra). Gyakorlatilag a termőtalaj szemmel láthatóan homogén területéből csak kontrollként választottam kettő mintapontot. Az őszi káposztarepce kultúrát tekintve a mintapont levételt kedvezően segítette, hogy a kultúra nem túl sűrű növény. A talajvizsgálati mintákat álló kultúrában vettem, 2021.március 20-án. A növény, akkori fenológiáját tekintve a tavaszi, 8-11 leveles rozettás állapotában szedtem. A gazdálkodó akkor még nem volt kint a fej és lombtrágyázást elvégezni. A GPS koordinátákat a telefonom segítségével, elmentettem. A készülék (Iphone X) a pontos koordinátákat jelöli (8.ábra).



8. ábra Talaj mintavételezési koordináták (Saját, 2021)

Ezekről pillanatfelvételt készítettem, melyeket az alábbi táblázat (3. táblázat) szemléltet. Tizenegy pontmintát gyűjtöttem, melyek bekerültek a táblázatba.

3.táblázat A gyűjtött talajminták GPS koordinátái (Kunszentmiklós, 2021)

	Földrajzi szélesség	Földrajzi hosszúság
1	47°02'34'' N	19°09'05'' E
2	47°02'31'' N	19°09'08'' E
3	47°02'30'' N	19°09'00'' E
4	47°02'29'' N	19°08'58'' E
5	47°04'06'' N	19°15'09'' E
6	47°04'06'' N	19°15'04'' E
7	47°04'06'' N	19°15'02'' E
8	47°04'07'' N	19°15'08'' E
9	47°04'81'' N	19°15'69'' E
10	47°04'09'' N	19°15'12'' E
11	47°04'73'' N	19°15'67'' E



9. ábra Az egyes mintavételi pontok helye vizuális meghatározással (Google Earth, 2021)

3.3. A talajmintavételezés eszközei és menete

A területről 2021. március 20-án gyűjtöttem a talajmintákat. Az akkori talajállapotot tekintve kultúrnövénnyel borított a terület. A talajmintavétel leginkább vegetációmentes időszakban ajánlott, de mivel a dolgozathoz végül másik területet kellett választanom, ezért kellett vegetációval borított területről gyűjteni a mintákat.

A mintázás eszközei:

- kis kézi ásó,
- vödör
- mintavételezési zacskó
- GPS koordináták vételezéséhez telefon



10. ábra Őszi káposztarepce 2021 márciusában (Saját, 2021)

A mintavételezés ideje 2021. március 21. napja volt (10. ábra). A zacskókat a mintavételezés előtt, elláttam sorszámmal, illetve dátumoztam. A területre kiérve a talaj felső rétegét, mely esetleges szármaradvánnyal szennyezett, letisztítottam. Majd a talaj felső 0-30 cm mélységéből talajmintákat szedtem. A 11 talajminta esetén körülbelül egy kilogramm talajmintát szedtem mind a tizenegy mintához. A talajminta leadáshoz szükséges dokumentumokat kitöltöttem, és hozzátartoztam a kész talajmintákhoz. A

laboratóriumban a szűkített talajminta vizsgálatot választottam, mivel az alapvizsgálatban szerepel többek között az Arany féle kötöttség (K_A), összes vízben oldható só, szénsavas mész és nitrát tartalom is.

4. EREDMÉNYEK

4.1. Laboratóriumi talajminták elemzése

4. táblázat Talajvizsgálati eredmények I. (Saját, 2021)

Minták laboratóriumi azonosító száma:	T1228/21	T1229/21	T1230/21	T1231/21	T1232/21	T1233/21	T1234/21	T1235/21
Blokkazonosító:	DUDET-6-16	DUDET-6-16	DUDET-6-16	DUDET-6-16	DUDET-6-16	DUDET-6-16	DUDET-6-16	DUDET-6-16
Parcellaszám:	0393/32	0393/32	0393/32	0393/32	0393/32	0393/32	0393/19	0393/19
Minta kódja:	1	2	1	4	5	6	7	8
Tábla mérete:	6,00 ha						5,00 ha	
Mintavételi mélység:	0-30 cm	0-30 cm	0-30 cm	0-30 cm	0-30 cm	0-30 cm	0-30 cm	0-30 cm
Vizsgálat neve	Mérték- egységek	Eredmények						
pH (H ₂ O)	-	7,6	7,69	7,72	7,86	7,94	7,89	7,84
pH (KCl)	-	7,08	7,4	7,26	7,32	7,45	7,27	7,27
Arany féle kötöttségi szám (K _A)	Arany-f. köt.egység	40	39	38	38	35	32	40
Összes só (vízben oldható)	m/m % légsz.a.	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Szénsavas mész	m/m % légsz.a.	9,8	16,9	13,5	18,6	4,48	5,13	13
Humusz	m/m % légsz.a.	2,73	2,13	2,2	2,37	1,77	1,84	2,6
Nitrit+nitrát nitrogén (KCl)	mg/kg légsz.a.	8,24	5,89	4,21	2,68	5,63	3,53	3,2
Foszfor-pentoxid (AL)	mg/kg légsz.a.	297	359	289	185	328	195	447
Kálium-oxid (AL)	mg/kg légsz.a.	356	454	232	164	310	123	189
Magnézium (KCl)	mg/kg légsz.a.	-	-	-	-	-	-	-
Nátrium (AL)	mg/kg légsz.a.	62,5	124	60,2	48,5	29,5	19,3	41,4
Cink (EDTA)	mg/kg légsz.a.	-	-	-	-	-	-	-
Réz (EDTA)	mg/kg légsz.a.	-	-	-	-	-	-	-
Vas (EDTA)	mg/kg légsz.a.	-	-	-	-	-	-	-
Mangán (EDTA)	mg/kg légsz.a.	-	-	-	-	-	-	-
Szulfát-kén (KCl)	mg/kg légsz.a.	-	-	-	-	-	-	-

Magyarázat: < x.xx : a mért érték kisebb, mint x.xx; > xx.x : a mért érték nagyobb, mint xx.x.

5. táblázat Talajvizsgálati eredmények II. (Saját, 2021)

Minták laboratóriumi azonosító száma:	T1236/21	T1237/21	T1238/21
Blokkazonosító:	DUDET-6-16	DUDET-6-16	DUDET-6-16
Parcellaszám:	0393/19	0393/19	0393/32
Minta kódja:	9	10	11
Tábla mérete:	5,00 ha		6,00 ha
Mintavételi mélység:	0-30 cm	0-30 cm	0-30 cm
Vizsgálat neve	Mérték- egységek	Eredmények	
pH (H ₂ O)	-	7,92	7,97
pH (KCl)	-	7,33	7,53
Arany féle kötöttségi szám (K _A)	Arany-f. köt.egység	37	34
Összes só (vízben oldható)	m/m % légsz.a.	< 0,02	< 0,02
Szénsavas mész	m/m % légsz.a.	7,24	8,94
Humusz	m/m % légsz.a.	2,46	1,83
Nitrit+nitrát nitrogén (KCl)	mg/kg légsz.a.	4,27	3,57
Foszfor-pentoxid (AL)	mg/kg légsz.a.	156	409
Kálium-oxid (AL)	mg/kg légsz.a.	199	449
Magnézium (KCl)	mg/kg légsz.a.	-	-
Nátrium (AL)	mg/kg légsz.a.	70,5	73,7
Cink (EDTA)	mg/kg légsz.a.	-	-
Réz (EDTA)	mg/kg légsz.a.	-	-
Vas (EDTA)	mg/kg légsz.a.	-	-
Mangán (EDTA)	mg/kg légsz.a.	-	-
Szulfát-kén (KCl)	mg/kg légsz.a.	-	-

Magyarázat: < x.xx : a mért érték kisebb, mint x.xx; > xx.x : a mért érték nagyobb, mint xx.x.

A fenti táblázatokból kiderül (4. és 5. táblázat), hogy a vizsgált talajminták alapján az Arany-féle kötöttség mértéke a homokos vályog és vályogtalajok talajféleségébe sorolható.

6. táblázat Szántóföldi területek humusztartalma (INTERNET5)

Szántóföldi termőhely	K _A	Humusz %				
		Igen gyenge	Gyenge	Közepes	Jó	Igen jó
I. Csernozjom talajok	>42	<2,00	2,01-2,40	2,41-3,00	3,01-4,00	4,00<
	<42	<1,50	1,51-1,90	1,91-2,50	2,51-3,50	3,50<
II. Barna erdőtalajok	>38	<1,50	1,51-1,90	1,91-2,50	2,51-3,50	3,50<
	<38	<1,20	1,21-1,50	1,51-2,00	2,01-3,00	3,00<
III. Kötött réti és glejes erdőtalajok	>50	<2,00	2,01-2,50	2,51-3,30	3,31-4,50	4,50<
	<50	<1,60	1,61-2,00	2,01-2,80	2,81-4,00	4,00<
IV. Homok- és laza talajok	30-38	<0,70	0,71-1,00	1,01-1,50	1,51-2,50	2,50<
	<30	<0,40	0,41-0,70	0,71-1,20	1,21-2,00	2,00<
V. Szikes talajok	>50	<1,80	1,81-2,30	2,31-3,10	3,11-4,00	4,00<
	<50	<1,40	1,41-1,80	1,81-2,60	2,61-3,50	3,50<
VI. Sekély termőrétegű, vagy erősen erodált lejtős talajok	>42	<1,30	1,31-1,70	1,71-2,40	2,41-3,30	3,30<
	<42	<0,80	0,81-1,21	1,21-1,90	1,91-2,80	2,80<

Az eredmények 31 és 40 közé esnek, melyeket a bekezdés feletti táblázat értékei alapján lehet megállapítani (INTERNET 5). A gyűjtött talajminták esetében a pH (H₂O) a 7,6 -8,25 közötti intervallumban, míg a pH KCl 7,08-7,62 közötti intervallumban mozgott, mely alapján a talajok pH tartalma lúgos vagy bázikus csoportba sorolhatóak (INTERNET 7). A vízben oldható összes sótartalmat tekintve a minták egyetlen egy kivételével mind a <0,02 kategóriába tartoztak, mely szerint a területek csekély sótartalommal bírnak. Az egyetlen különböző értékű is (0,04nm/m) ugyanebbe a kategóriába sorolható (INTERNET 5).

A szénsavas mész tartalom igen változékony képet ad a szedett minták vonatkozásában. A kalcium-karbonát tartalom kifejezetten módosíthatja a talajok kémhatását, melyet tömegszázalékban (m/m %) állapítanak meg. A talajok azon területein, ahol 15% feletti szénsavas tartalmat mérünk, foszfor lekötődést kell várni (INTERNET 5).

A talajminták tekintetében a legalacsonyabb érték 4,48 m/m%, a legmagasabb 22 m/m% értékig terjedt. Amely azt mutatja, hogy a gyengén mesztől az erősen meszes talajig előfordulnak foltok a mintaterületen (INTERNET 5).

A humusztartalom a talajminták szervesanyag-tartalmát jelzi, ezen anyagok oxidálhatóságának mértékével jellemezzük. A kapott humuszmennyiségeket, nem lehet

függetleníteni a talajféleségektől, hiszen egy homoktalaj esetén a humusztartalom, ha 2 %-ot eléri, magas humusztartalmú talajnak számít. Ez az egység határozza meg az adott talaj nitrogénszolgáltató adottságát (INTERNET 7). A mintás esetében a humusztartalom 1,44-2,6 m/m% között változik, azaz a jelenlegi minták homoktalajon, közepesen ellátottak humusztartalommal (INTERNET 7).

A nitrogén, nitrát tartalmat figyelembe véve, ha mértéke eléri a 7 mg/kg értéket, igen nagy mennyiségű nitrogén kiszórás történt vagy pedig csapadékmentes időszakon van túl a kultúrnövény, és ezért nem tudja felvenni a nitrogént a talajból (INTERNET 7). A kunszentmiklósi területéről származó mintában, igen eltérő mértékű az egyes mintavételi pontok nitrát eredménye. (2,68-8,24 mg/kg)

Nátrium tartalmat vizsgálva megállapítható, hogy a tenyészt területen igen magas kiugróértékkel is rendelkezünk. A 8. talajminta esetén az érték 336 mg/kg, illetve a 2. talajminta esetén pedig 126 mg/kg. Összességében elmondható, hogy a vételezett talajminták esetén inkább magas nátrium tartalmakat mértünk. Egyetlen egy minta található 20 mg/kg alatti nátrium tartalommal (6. minta). A magas nátrium tartalom negatívan befolyásolhatja egy adott kultúrnövény fejlődési állapotát, hiszen a terület szikesedésének kezdetét mutatják. Az elfogadott irányelv szerint 30 mg/kg értékig megfelelőnek tekinthető a talajok nátrium tartalma, míg a 40-60 mg/kg érték esetén már negatív folyamatok megjelenésére utalhat (INTERNET 7). A mi esetünkben a két kimagaslóan nagy érték aggodalomra adhat okot. A két igen magas értékű talajminta a tábla szélein találhatóak. Ebből arra következtettem, hogy az esetlegesen megnövekedett értékeket okozhatta egy nagyobb csapadék, hiszen a területek a termőföld erodált részein találhatóak.

A laboratóriumi eredmények alapján a minták foszfor-pentoxid (AL) és kálium-oxid (AL) értékei mind a jó illetve az igen jó kategóriákba sorolható. Az értékeik 156 mg/kg- 447 mg/kg és 123 mg/kg- 454 mg/kg között mozognak. A talaj tápanyag szolgáltató képességét hasonlítjuk össze a termesztendő kultúrnövény fajlagos tápanyagszükségletével (P_2O_5 és K_2O), ez alapján határozzuk meg a kellő műtrágya hatóanyag mennyiséget (INTERNET 7).

4.2. Távérzékelési adatok

Munkám során Sentinel 2 műhold felvételeket használtam, melyek a Copernicus Open Access Hub adatbázisából ingyenesen letölthetőek, regisztrációt követően.

A mintaterületet megkerestem a Copernicus Open Access Hub oldalon, ahol vegetációmentes és vegetációval borított időszakokat vizsgáltam. A 2019.évi előveteményt, illetve a 2020-as év őszi elvetett őszi káposztarepcét illetve a 2021-es évet is megvizsgáltam. A 7. táblázat szemlélteti azon Sentinel 2-es műholdfelvételek adatait, melyek alapján a kiértékelést végeztem. A vizsgált időszakban jó minőségi, felhőmentes felvételeket választottam ki a további elemzések céljából.

Látható, hogy az alkalmazott sávok között a B03, B04 és a B08-as sávok voltak a meghatározóak, ahol a sávok geometriai felbontása 10 méter.

7. táblázat Kiértékeléshez használt műholdfelvételek (SAJÁT, 2021)

Dátum	Vegetációmentes/vegetáció	Műhold	Geo.felbontás	Alkalmazott sávok
2019.10.27	gabona elővetemény, kelés előtt	Sentinel-2 L2A	R10 m	B03,B04,B08
2019.12.11	gabona elővetemény, kelés után	Sentinel-2 L2A	R10 m	B03,B04,B08
2020.08.27	őszi káposztarepce vetés előtt	Sentinel-2 L2A	R10 m	B03,B04,B08
2020.09.11	őszi káposztarepce kelés előtt	Sentinel-2 L2A	R10 m	B03,B04,B08
2020.09.21	őszi káposztarepce kelés közben	Sentinel-2 L2A	R10 m	B03,B04,B08
2020.10.06	őszi káposztarepce kelés után	Sentinel-2 L2A	R10 m	B03,B04,B08
2021.02.18	őszi káposztarepce kelés után	Sentinel-2 L2A	R10 m	B03,B04,B08
2021.05.10	őszi káposztarepce kelés után	Sentinel-2 L2A	R10 m	B03,B04,B08
2021.07.13	aratás után	Sentinel-2 L2A	R10 m	B03,B04,B08
2021.08.10	tarló	Sentinel-2 L2A	R10 m	B03,B04,B08

4.3. Távérzékelési adatok elemzése

A szakdolgozatom kiértékelése elsődlegesen a vizuális kiértékeléssel kezdődött, hiszen a mintaterületek kiválasztása is a műholdfelvételekből, a szemmel látható különbségekből adódtak. Azonban a táblán belüli heterogenitás térképezését digitális képfeldolgozással végeztem.

Az adatok digitális képelemzése a képek megfelelő formátummá alakításával kezdődött. A QGIS 3.6.1 verziójú program segítségével a JP2 fájlokat átalakítottam TIF formátumú fájlakká. Az átalakított fájlok az IDRISI Selva programba importálhatóvá válnak.

Az IDRISI számítógépes programot az Egyesült Államokban fejlesztették ki, melynek raszter alapú adatokat kezel. A hosszú fejlesztési évek után, egy olyan rendszert alkottak, mely alkalmas a fenntartások kezelésére és időbeli eltérések kiértékelések futtatására, képfeldolgozásra és azok analitikai elemzésére. A szoftver az alábbi működésre képes: egyes adatok rögzítésére, megjelenítésére, állományok módosítására, az, statisztikai adatok feldolgozására, képfeldolgozásra, eredmény kimutatásra és az eredmények alapján hozott döntések támogatására, és az egyes térbeli információk halmazának kiértékelésére. (VERŐNÉ, 2011)

Az IDRISI Selva program segítségével elvégeztem az egyes felvételek számítógépes és vizuális analizisét. Szegmentálással és klaszterezéssel, automatikus osztályozással elemeztem a műholdfelvételeket.

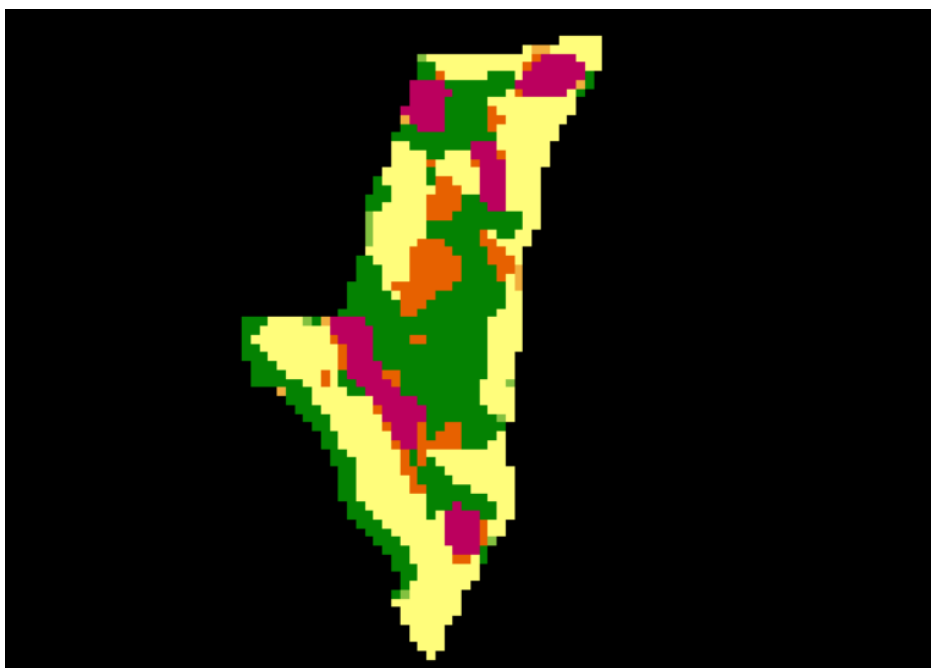
Az osztályozásnak ezt a módját, Unsupervised training-nek nevezik, egy nem befolyásolt osztályozás, mivel nagyon kevés intézkedést igényel a kliens részéről. Az értékelést illetően a kapott eredményt, a felhasználó elemzi, az egyes osztályokat elnevezi és finomítja. A nem befolyásolt osztályozás elnevezése a klaszterezés (clustering), mivel „a módszer a spektrális térben lehatárolható pixelcsoportok kialakítására törekszik” (Mucsi, et.al., 2011). Azon állományokat, melyek statisztikailag nézve közel azonos pixelekként jelennek meg klasztereknek nevezik. A kapott osztályozási eredményeket térképi eljárásokkal, GIS feladatokkal egyesítjük, kiértékelhetjük, és alkalmazhatjuk tanulóterületekként is (Mucsi, et.al., 2011).

Az osztályozási algoritmus határozza meg az egyes osztályokat, amely az összes jelen lévő pixelt alkalmazza kiértékeléskor. Ezeket az algoritmusokat a lent említett jellemzők alkotják:

- ISODATA: a színképi távolságokkal végzi az egyes klaszterek csoportosítását, ezzel szemben ismétlődő módon csoportosítja a pixeleket. Tehát minden egyes csoportra újrazivsgálja a feltételeket, és így sorolja újabb osztályba az egyes pixeleket, így egyre optimalizálja az egyes eredményeket. (Mucsi, et.al., 2011).
- RGB: egy specifikusabb osztályozási módszer, szemben az ISODATA-val. 3sáv 8 bites információit alkalmazza a klaszterek kialakításánál, „úgy, hogy a 3-dimenziós spektrális térben meghatározza a pixeleket befoglaló térrészleteket, s ezek lesznek az osztályok (Mucsi, et.al., 2011).”

A dolgozat célját figyelembe véve, a további kiértékeléshez a 2020. augusztus 27-én készült felvételt választottam. Az alábbi felvételen az őszi káposztarepce vetése előtti mintaterület látható.

A táblán belüli heterogenitás vizsgálatát automatikus osztályozási módszerrel végeztem el. A klaszterezés paramétereinek változtatásával maximálisan 8 és minimálisan 4 adattömörítést (klaszter) vizsgáltam. Hat és nyolc klaszter esetén elmondható, hogy túl apró, néhány pixelből álló, nem szignifikáns eltérésekkel rendelkező kategóriák is keletkeztek. A terület heterogenitását legjobban a négy osztályt tartalmazó klaszterezési eredmény mutatja (11. ábra) Az ábrán szemléltetett kategóriák az utófeldolgozási korrekciókat is tartalmazzák. Erre azért volt szükség, hogy az egyes kategóriákon belül előforduló pixelnyi eltéréseket megszüntessem.



11. ábra Automatikus osztályozás eredménye (Saját, 2021)

A hamisszínes felvételen ábrázolt osztályozási eredmény jól tükröz a tábla heterogenitását, egyes kategóriák határai illeszkednek a terület világosabb és sötétebb színnel megjelenő tábla térbeli változásaihoz. A sárga szín jelöli az erodált és kevésbé termőképes területeket, ahol következtethetünk a vízhiányos állapotra is. A 11. ábrán láthatóak, a terület egyes különbségei. A zöld szín jelöli a magasabb termés hozamra

képes területeket. A bordó és a narancs pedig, a műholdfelvételeket is összevetve a vizesebb területeket mutatja, ahol a sótartalom emelkedésére és a magasabb humusztartalomra gondolhatunk. A laboratóriumi eredményekkel összevetve, a területre inkább a felvehető kálium, a foszfor tartalom kevesebb. Ezekről a területekről kisebb a kimosódás.

A laboratóriumi eredményekben a 2. 3. 4. 11. mintavételezési pontban igen magas a szénsavas mész tartalom, tehát erősen meszes a négy terület. Amely jelentős foszfor lekötődést válthat ki. A talajképzést tekintve előnyös szerepe is van, hiszen a mésztartalom segít a morzsás szerkezet kialakításához.



12. ábra 2020. augusztus 27.-osztályozás eredménye (SAJÁT,2021)

A másik módszer, amelyet alkalmaztam a tábla variabilitásának vizsgálata során az a szegmentálás volt. „Szegmentálás során a képet egymással összefüggő, homogén, a szomszédoktól elkülönülő területekre osztjuk fel. Egy szegmensbe szomszédos pixelek kerülnek, amelyek – bizonyos hasonlósági kritériumok alapján – feltehetően ugyanahhoz a tematikus (pl. felszínborítási) kategóriához tartoznak.” (VERŐNÉ, 2015) A 13. ábrán látható a szegmentálás eredménye.



13. ábra 2020. augusztus 27. szegmentálás eredmény (SAJÁT, 2021)

A következő ábrán látható a két eljárás eredménye (13. ábra). Elmondható, hogy spektrálisan eltérő táblarészek egyértelműen azonosíthatóak, elkülöníthetők. Azonban az átmenetet képező értékek esetén eltérések mutatkoznak.



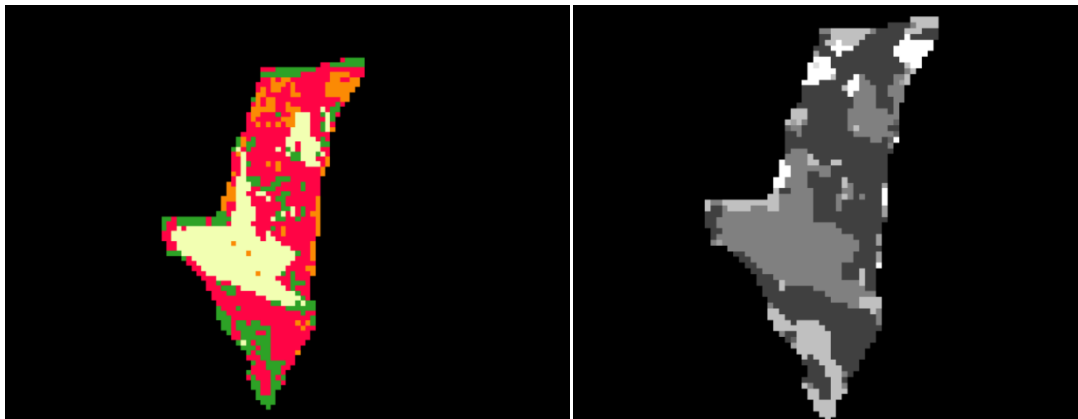
14. ábra 2020.augusztus 27 – A két eljárás eredménye (SAJÁT, 2021)

A következő 15. számú ábra, a vegetációval borított területeket mutatja be. A Sentinel 2-es felvétel 2021.február 2-án készült, a vegetáció szárba indulás előtti állapotban van.



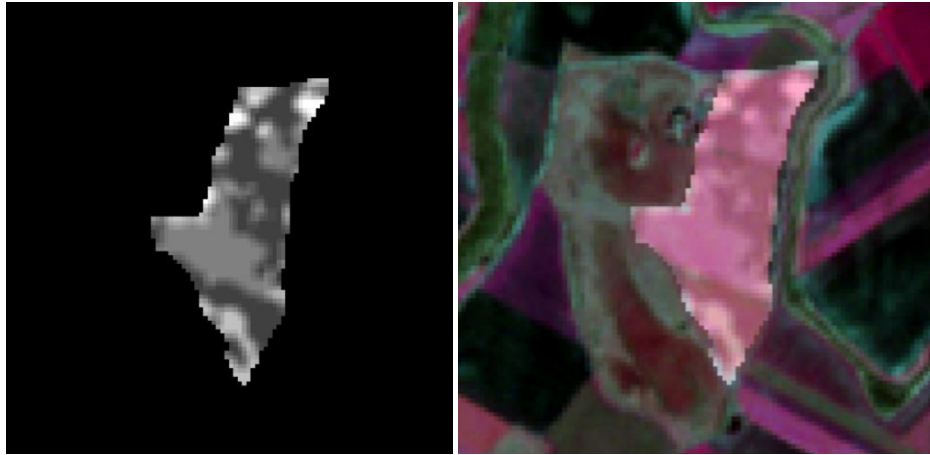
15. ábra 2021.február 2. Szín kompozit, vegetációval borított területekről táblahatárral (SAJÁT,2021)

A 15. ábrán a kompozit látható, melyet a B03, B04, B08-es sávok felhasználásával készítettem. Láthatóak a színekülönbségek, a kultúrnövény fejlődésbeli különbségeire utalnak. A vörös színnel jelzett területek a jó terméseredményt vetítik elő. A vörös sávokban a növényállapot jó szinten ábrázolódik. A zöld területek, a gyenge termőrétegű talajra utalnak, míg a sárga a kimagasló szintet mutatja.



16. ábra Automatikus osztályozás (CLUSTER) eredménye a baloldalon, és az utófeldolgozás utáni eredmény a jobb oldalon (SAJÁT, 2021)

Elvégeztem az osztályozást a vegetációval borított területen, de mivel nagyon sok apró, néhány pixelnyi klaszter is keletkezett, így megtörtént a filterezése az osztályozott területnek. Az utófeldolgozáshoz medián filtert alkalmaztam. 3x3-as filter méretet választottam, de továbbra is maradtak kimaradó klaszterek. Így a már filterezett képet újrafiltereztem, 3x3-as filter mérettel (16. ábra).



17. ábra Utófeldolgozással korrigált osztályozási eredmény (SAJÁT, 2021)

A vegetációval borított területen szembetűnőbbek az eltérések, mint vegetációmentes időszakban. Jól látszik, hogy az őszi káposztarepce fejlődése az egyes területeken más állapotban van, hiszen másképp veri vissza az elektromágneses energiát (17. ábra). Jól érzékelhető, hogy a talajt borító növényzet, különböző mértékben fejlődik.

Az alábbi kompozit a már fejlett őszi káposztarepcét mutatja. A területi különbségek itt is szembetűnőek, úgy, hogy a növénytakaró záródni kezd. A kép 2021.április 9-i állapotot mutatja be.



18. ábra 2021.február 2. A szegmentálás eredménye (SAJÁT, 2021)

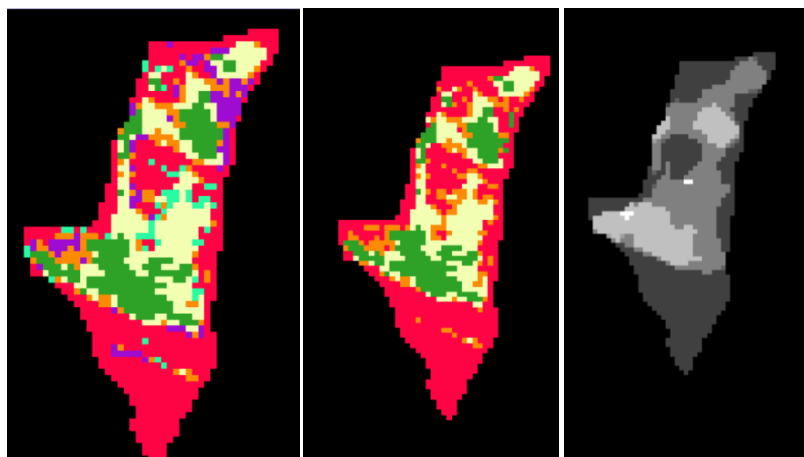
A 18. ábra a szegmentált területet ábrázolja, melyen látható, hogy kiemelkednek nagyobb intenzitású szegmensek. A területen jellemzőek a szikesedés okozta hatások,

de humuszos homoktalajt állapított meg a laboratóriumi vizsgálat. Lemosódással érintett terület is szépen elkülönül a táblám déli részén.



19. ábra 2021.április 9. Kompozit az őszi káposztarepcével borított területről (SAJÁT, 2021)

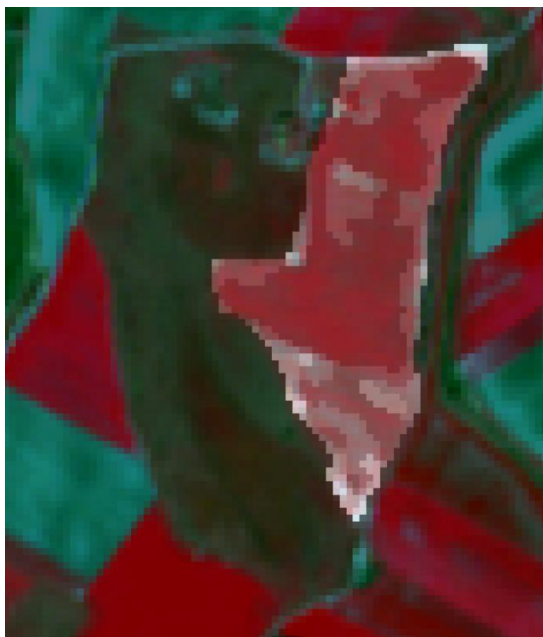
A területen jól láthatóak a lefolyással érintett szakaszok (19. ábra). A csapadék ebben az időszakban nem volt jellemzően nagy mennyiségű, viszont az egyes esőzések, melyek kialakultak, hirtelen lefolyású esők voltak, ami negatívan befolyásolta a növény fejlődését. Az eredményeket tekintve a vörös szín jelen példa esetén, az éppen kielégítő növényállapotra utal. A zöld és a narancssárga osztályok a jó növényállapotra utalnak.



20. ábra Automatikus osztályozás (CLUSTER) eredménye a baloldalon, és az utófeldolgozás utáni eredmény a jobb oldalon (SAJÁT,2021)

A 20. ábrán láthatóak az egyes osztályozási eredmények. Ezen a felvételen is elvégeztem az osztályozást, a vegetációval borított területen, de mivel nagyon sok apró

klaszter keletkezett, így megtörtént a filterezése az osztályozott területnek. Klaszterezésnél négy csoportba soroltam az értékeket. Az utófeldolgozáshoz itt is a medián filtert alkalmaztam, a 3x3-as filter méretet választottam, de továbbra is maradtak kimaradó klaszterek. Így a már filterezett képet újrafiltereztem, 5x5-ös filter mérettel. A 21. ábra mutatja a végeredményt.



21. ábra Az osztályozott területek mintaterületre illesztése (SAJÁT, 2021)

Szemmel látható, hogy az egyes időintervallumokban a növényi állapot hogyan változik. Az előző képsorozat elemzéshez képest, sokkal inkább kitűnik a terület déli részein a változatosság.

A következő képek, az őszi káposztarepcét megelőző időszakot mutatják be. A felvétel a 2019. október 27. napján készült. Kelés előtti állapotban, hiszen az őszi káposztarepce előveteménye őszi gabonanövény volt.



22. ábra Kompozit a gabona kelése előtti területről, 2019.október 27. (SAJÁT, 2021)

Az eddigi képekhez viszonyítva itt látható leginkább a talaj változatossága. A déli területen a jellegzetes világos sáv kitűnően ábrázolódik. A talajvizsgálat alapján azon szakaszba sorolható a 8. és a 10. talajminta. Ezek a területek kimagasló eredményt mutatnak az ammon-laktátos nátrium tartalom terén. A 8. minta 336 mg/kg, a 10. talajminta pedig 449 mg/kg értékkel párosul.



23. ábra Automatikus osztályozás (CLUSTER) eredménye a baloldalon, és az utófeldolgozás utáni eredmény a jobb oldalon (SAJÁT,2021)

A 23. ábrán a hat osztályba sorolt mintaterület látható, amit a sok apró klaszter miatt láthatóan, nem fogadok el. Igaz a filterezést elvégeztem, de így is sem megfelelő a feldolgozott kép. Az 5-ös filter mérettel dolgozva, megkaptam a megfelelő eredményt.



24. ábra Utófeldolgozás eredménye (baloldal), kompozitra helyezett eredmény (jobb oldal) (SAJÁT, 2021)



25. ábra 2019.október 27. szegmentált terület (SAJÁT,2021)

A szegmentálási eredmények is jól mutatják a tábla sokszínűségét (25. ábra). Az egyes elemek ismétlődve megjelennek. Hiszen tudjuk a területi adottságok változása nem gyors folyamat.

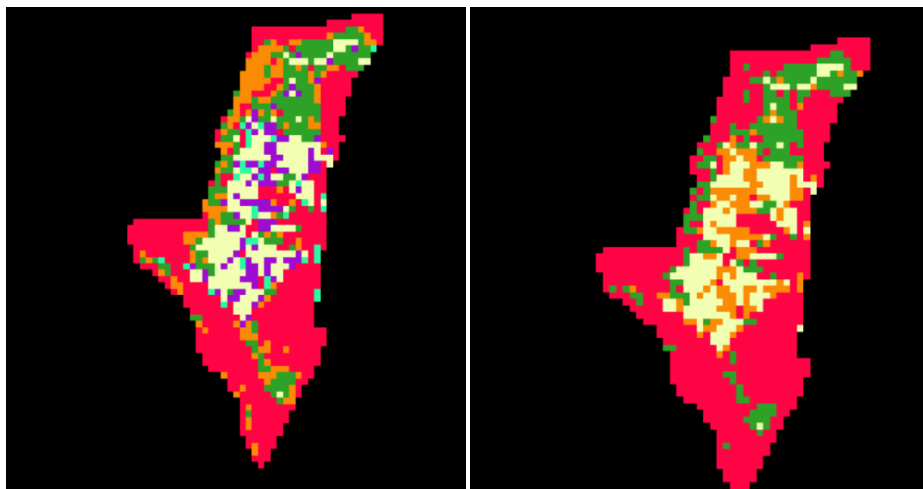
Az alábbi felvétel 2019. december 11-én készült, amelyen a már kikelt vegetáció látható.



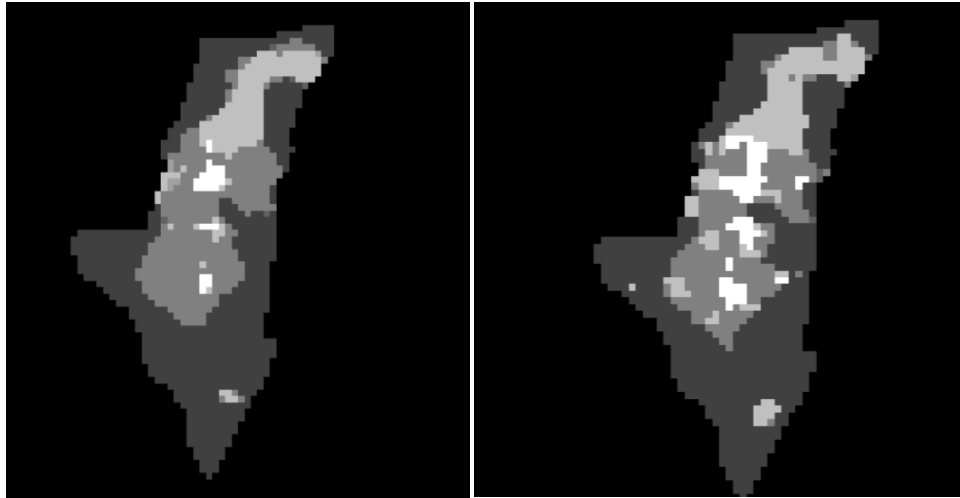
26. ábra Kompozit a vegetációval borított területről, 2019. december 11. (SAJÁT, 2021)

Jól látható, hogy a téli időszakban készült a felvétel, hiszen a terület sötétebb tónusú, vizezebbek a területek (26. ábra). A jellegzetes sávok továbbra is látványosak. A terület középső részén az őszi árpa egyöntetű.

A 27. ábrán látható az elvégzett automatikus osztályozások eredményeként a kettő felvétel. Az első a hat osztályba sorolással létrehozott eredmény, míg a második a négy osztályba sorolás eredményét mutatja. Láthatóan az eső képen nagyon sok az apró klaszter, így még egyszer elvégeztem az osztályozást. Akkor kaptam a második automatikus osztályozás eredményét.



27. ábra Automatikus osztályozás (CLUSTER) eredménye (SAJÁT,2021)



28. ábra Az utófeldolgozások utáni eredmény (SAJÁT,2021)

A 27. ábrán látható, hogy az utófeldolgozást követően, milyen eredményt kaptam. A bal oldali kép az 5x5-ös filter méretet mutatja. A jobb oldali, pedig a 3x3-as filter méretet, amit másodjára készítettem el. A két képet összehasonlítva az első eredménnyel fogok dolgozni, hiszen a 29. ábrán látható eredmények alapján az első lesz a megfelelő számomra.



29. ábra Az utófeldolgozott képek kompozitra helyezve (SAJÁT, 2021)

A kultúrnövény szempontjából, ismerve az őszi árpa habitusát, jól látható, hogy nagyobb egyöntetű szakaszok vannak a táblán belül. Ezt okozhatja a kultúrnövény fejlettségi állapota, a terület akkori vízháztartása is.



30. ábra Szegmentálási és osztályozási eredmények kompoziton (SAJÁT,2021)

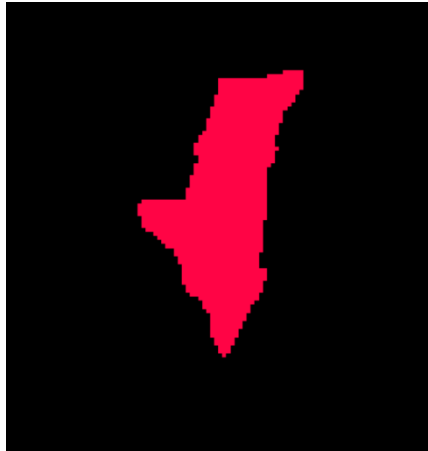
A szegmentálási és kompozit eredmények hasonlóságot mutatnak, némi eltéréssel. A kapott eredményből jól látszik az egyes szegmensek eltérése.

Az utolsó elemzésre szánt felvételek az idei évben készültek. Az őszi káposztarepce aratása után. A felvételek 2021. szeptember 27. napot ábrázolják.



31. ábra Kompozit táblahatárral 2021.szeptember 27. (SAJÁT, 2021)

A káposztarepce aratás után tarlóápolást végzett a gazdálkodó. Egyszer megtárcsázta 2021.augusztus 25-én, majd később a talaj előkészítést elvégezte, az őszi búza számára.



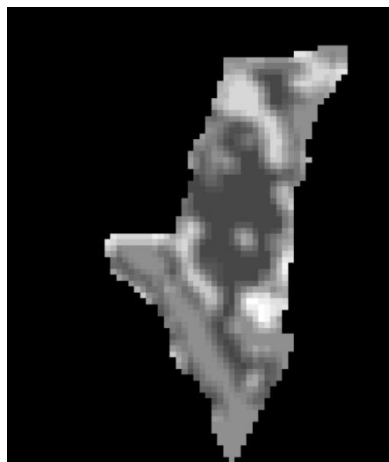
32. ábra Elkészült maszk (SAJÁT, 2021)

Az előző eredményekhez is feltétlenül szükség volt a maszk elkészítésére. A B02-es sávot alkalmaztam a kivitelezéshez.



33. ábra Automatikus osztályozás (CLUSTER) eredménye (SAJÁT,2021)

Az automatikus osztályozást elvégeztem 4 és 6 osztályba sorolással. A 33. kép ábrázolja, ahol az első kép a hat, míg a második a négy osztályra felosztott területet mutatja. Jól látható, hogy az első képen a kalszterek aprózódottak, az eredmény sem tökéletes. A második képen a 4 osztályba sorolt pixelek szinte tökéletes fedést mutatnak a mintaterülettel.



34. ábra Az utófeldolgozások után kapott eredmény (SAJÁT,2021)

A területre két eredményt is kaptam az utófeldolgozás során, mivel a hármas és az ötös filter méretre is elvégeztem a műveletet. A 34. ábra a végeleges eredményt mutatja. Ebben az esetben a 3x3-as filter méretet választottam.

Az alábbi kép (35. ábra) az utófeldolgozás utáni eredményeket ábrázolja a kompozit területen.



35. ábra Az utófeldolgozott képek kompozitra illesztése (SAJÁT,2021)

Az első kép az általam elfogadott, a táblára jellemző sajátosságok itt ábrázolódnak leginkább.



36. ábra Szegmentálási eredmény (SAJÁT, 2021)

A terület vegetációmentes állapotban jól ábrázolja a foltokat (36. ábra), melyek alapján a szikességet megállapítottuk. A laboratóriumi eredményből csak annyi derül ki a szikességet illetően, hogy a só felhalmozódás jelenleg még nem magas szintű, viszont a mészfelhalmozódás jelentős, ami a laboratóriumi eredményéből is jól látszik.

4.4. Sótartalom indexek eredményei

A dolgozatban szereplő mintaterület kapcsán egy vegetációmentes időszakot választottam a só indexek alkalmazására (2020.augusztus 27.)

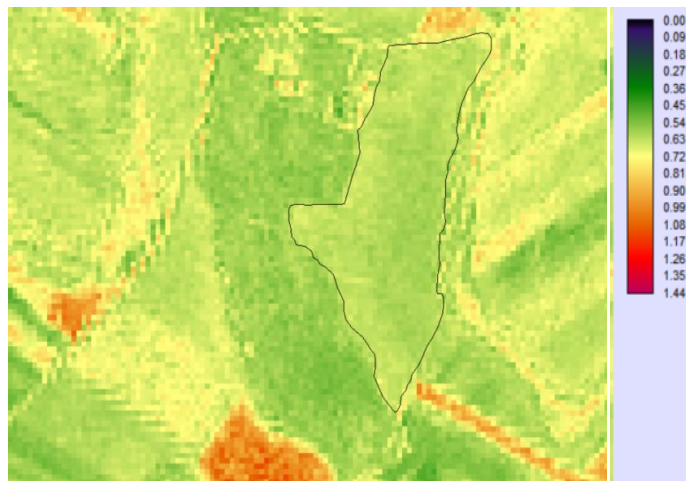
Az adatok feldolgozásához egy marokkói tanulmány indexeivel generáltam az egyes képeket.

A 8. táblázatba azokat az indexeket helyeztem, melyeket alkalmaztam az elemzés során. Az elemzéshez, hozzátartozik a laboratóriumi értékek vizsgálata is. Jelen esetben a mésztartalom lesz a meghatározó, hiszen humuszos homoktalaj, mely szikedésre hajlamos.

8. táblázat Az alkalmazott marokkói indexek (ATMAN et al., 2018)

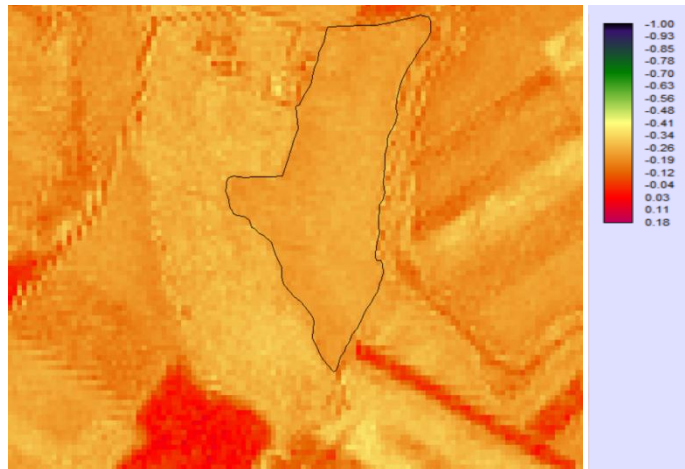
INDEX	RÖVIDÍTÉS	KÉPLET
SÓTARTALOM INDEX	SI-T	$(R/NIR) \times 100$
SÓTARTALOM INDEX	S2	$(B-R)/(B+R)$
SÓTARTALOM INDEX	S5	$(B \times R)/G$
SÓTARTALOM INDEX	S6	$(R \times NIR)/G$

A táblázat első indexével (SI-T) a vörös és a közeli infravörös tartománnyal dolgoztam. Eredményként a 37. ábrát kaptam.

**37. ábra** Sótartalom index SI-T (SAJÁT, 2021)

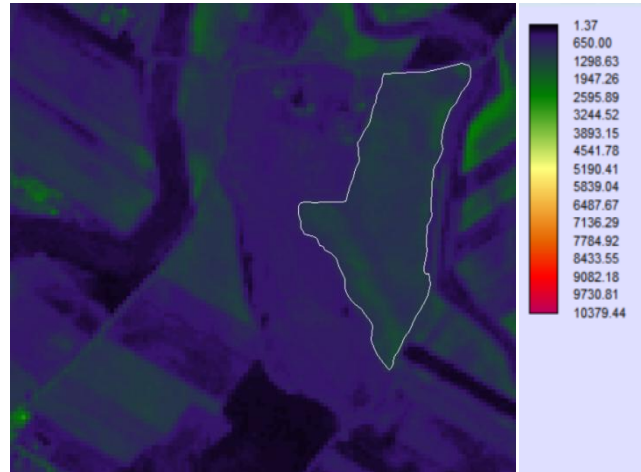
A képen megfigyelhető eltérés a terület egyes szakaszain. A terület jobb oldalán markánsabban megfigyelhetőek a szikesedés nyomai.

A következő ábrán az S2-es index eredménye látható. A felvétel kevésbé hoz különbséget a mintaterületen az előzőhöz képest.



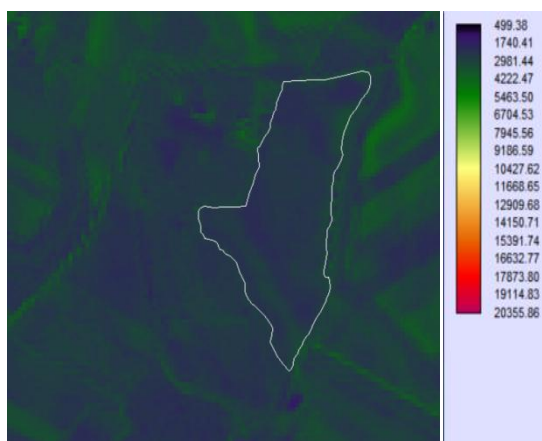
38. ábra S2-es sótartalom index eredménye (SAJÁT, 2021)

A 39. ábrán az S5-ös index eredményei láthatóak. Szépen ábrázolódik a mintaterület szélein elkülönülő sáv, amely körülbelül 3250 értéket vesz fel, sótartalmat illetően. Az ábra mutatja legkifejezőbben a terület sótartalmának különbségeit.



39. ábra S5-ös sótartalom index eredménye (SAJÁT,2021)

Az utolsó salinity index az S6-os (40. ábra). Az egyes indexek esetén más-más tartományba sorolja terület sósságának mértékét. Az S5-ös és az S6-os hasonló középtartománybeli eredményt mutatott.



40. ábra S6-os sótartalom index eredménye (SAJÁT, 2021)

A dolgozatban szereplő terület, műholdfelvétel alapján történő sótartalom elemzését tekintve elmondható, amit a laboratóriumi eredmények is alátámasztanak. Jelenleg szikesedő területről beszélünk. Melyet a helytelen agrotechnika és növényvédelem fokozhat.

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A szakdolgozatom alapját a szikes talajok és azok termésre gyakorolt hatásán alapszik. A talajok vízgazdálkodása a szikesek és a homoktalajok esetén sem megfelelő. Ebből is adódhatnak termesztésbeli gondok. Megállapítottam, hogy a laboratóriumi és a térinformatikai elemzéseket összevetve, nem a szikesség mértéke a legmeghatározóbb. A laboratóriumi talajvizsgálat eredményeként a szikesedésre hajlamos talajok közé sorolható a mintaterület, továbbá megállapítható, hogy humuszos homoktalaj a mintaterület talajfélesége.

A mintavételek eredményéből kiderül, hogy az egyes pontminták esetén a gyakori kiugró érték a mésztartalom, amely, arra ad utalást, hogy a terület szódás szikesek közé sorolható. Az egyes területi elemzésekből kiderül, hogy a talaj nem homogén. A klaszter és szegmentálási ábrák eredményeként, a vegetációval borított és vegetációmentes területeken igen szépen ábrázolódnak a meszségből, illetve a vízgazdálkodás módosulásából adódó különbségek. Az egyes területi szakaszokon a vízgazdálkodást a területet meghatározó talajféleség szabályozza. A humuszos homoktalajok esetén a víztartalom kisebb, hiszen a homoktalajok vízáteresztő képessége a kapillárisokon sokkal nagyobb, mint egy kötött, jelen esetben szikes talaj esetén, ahol a vizet könnyen megkötni képes a talaj.

Az egyes elemzéseket összevetve érzékelhető különbség a vegetációval borított és vegetációmentes elemzések között. Az első megközelítésnél az őszi árpa esetén, egyöntetűbb az eredmény, míg az őszi káposztarepce vonatkozásában, kevesebb termésre következtethetünk a mintaterület egyes részein. A vegetációmentes területeken pedig a kötött víz mennyisége utalt a humuszosabb talajrészletekre. Ezek összhangban vannak a kultúrnövénnyel borított területekkel. Mindkét elemzés látható eredményeket produkált. A későbbiekben meghatározóbb lehet, az ilyesfajta termésbecslések és talajállapot felmérések alkalmazása.

A sótartalom indexek vizsgálatával láthatóvá vált a mintaterületre vonatkozó só felhalmozódás előfordulása. Látható, hogy nem nagymértékű, de egyes indexek esetén közel középértéket mutató eredményeket kaptam. Ezek az S5 és S6-os indexekből láthatóak. A laboratóriumi eredményekkel összevetve, itt is az igazolódott be, hogy a talaj egyes részein, a pontmintákat nézve magas mésztartalommal párosul a műhold

felvételek elemzése.

Álláspontom szerint érdemes további vizsgálatokat végezni az egyes területek kapcsán. Az általam vizsgált területek vonatkozásában, egy kézzel fogható eredményt kaptam, hiszen hozammérési adatok nem álltak rendelkezésre a mintaterületről. A szemmel látható eltérések és azok azonosítása megtörtént, mind vegetációmentes és növényzettel borított szemszögből is. Akkor lehetne a leginkább pontos eredményt kapni, ha hozammérésre is sor kerülne. A precíziós gazdálkodás egyre nagyobb mértékben kezd elterjedni. Településünkön is a gazdálkodók a különböző pályázati lehetőségeknek köszönhetően, igyekeznek precíziós gazdálkodásra alkalmas gépeket vásárolni. Összhangban a laboratóriumi eredményekkel lehetne kifejezetten pontos vizsgálati eredményeket kapni.

A végzett vizsgálattal bebizonyítható a precíziós gazdálkodás, ezen belül a hozammérés fontossága, hogy az egyes területekről a lehető legpontosabb képet kapjuk.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Magyarország talajait tekintve igen sokszínű talajadottságokkal rendelkeznek. Az Alföld egyes területei homokos, humuszos-homok és szikes talajokon található. A szakdolgozatom témáját tekintve, a mintaterület Kunszentmiklóson, az Alföldön fekszik. A mezőgazdasági termelés terén felismerhető a precíziós gazdálkodás fontossága. A hozammérési adatokkal és a laboratóriumi eredményekkel összhangban kifejezetten termelésorientált gazdálkodást lehet folytatni. Az egyes növényvédelmi szerek és tápanyagok optimális felhasználásával csökkenthető a környezetterhelés, és a növényi kondíció is fokozható.

Szakdolgozatomban szereplő mintaterületet a laboratóriumi eredményekre alapozva, különböző időintervallumokban, vegetációmentes és vegetációval borított állapotban is vizsgáltam. Vizsgálatom célja, hogy a termésmennyiség változására tudjak következtetni a terület egyes pontjain. Összefüggéseket kerestem a talajállapot és a termésmennyiség között, úgy, hogy hozammérési adatok nem álltak rendelkezésre.

A vizsgálat során SENTINEL 2-es műholdfelvételeket elemeztem IDRISI program segítségével. A táblán belüli térbeli és időbeli változásokat az automatikus osztályozással és szegmentálással térképeztem. Ezek eredményeként az egyes időszakokban végzett vizsgálatok során láthatóvá vált a különbség a növényzettel borított és borítatlan területek kapcsán. A laboratóriumi eredményekkel összehasonlítva a területen érzékelhető a talajállapotbeli különbség. A műholdfelvételek pontos, elemezhető eredménnyel szolgálnak ezek bemutatására. Eredményként kaptam, hogy a talaj magas mésztartalma miatt szódás talajok közé tartozik, amellet, hogy a laboratóriumi eredmények alapján humuszos homoktalajként azonosították.

A vegetációs időszakban készült felvételek esetén az elemzések igen látványos eltéréseket mutatnak a terület egyes részein. Az őszi árpa esetén, mely az elővetemény volt, látható, hogy a terület egyes részein nem olyan szembetűnőek a különbségek. Az osztályozás eredményeként viszont, láthatóvá vált a növényi állapot közötti eltérés. Mindkét növényzettel borított mintaterület esetén a 4-es osztályozást választottam. Az őszi káposztarepce esetén a felvétel kevésbé heterogén képet mutat. Jól elkülönül a talajadottságból adódó eltérés.

A vegetációmentes területeken, mind a három vizsgált esetben, a felvételek, szinte azonos képet mutatnak. Mindhárom esetén, automatikus osztályozással négy kategóriát sikerült felállítani. A terület spektrális tulajdonságai a mintaterületen fellelhető erodált, és meszes foltoknak köszönhető.

A talaj sótartalmának vizsgálatára indexeket alkalmaztam. A vizsgálat során a SI-T, sótartalom index 2, sótartalom index 5, sótartalom index 6 indexeket alkalmaztam. Ezek kiértékelését tekintve az első kettő nem hozott várt eredményt, kevésbé feltűnőek a különbségek. Az S5 és S6 index esetén viszont a területek heterogenitása változott. A kapott eredmény alapján a mintaterület jelenleg szikesedő állapotban van. Elkülönülnek a mésztartalmú területek. A laboratóriumi eredmények igazolják, hogy a talaj, szikesedésre hajlamos, mésztartalma igen magas. A mésztartalom, a pontminták helye alapján, a sótartalom elemzéssel összhangban találhatóak.

Összességében elmondható, hogy a precíziós gazdálkodáshoz szükséges adatok távérzékeléssel és terepi mérésekkel nyerhetők. Több forrásból származó adatok elemzésével, olyan következtetések vonhatók le, melyek alapot adhatnak a tervezéshez. A dolgozat elemzései alapján látható, hogy a műholdas felvételek alkalmasak, a terület heterogenitásáról vegetációs időszakban és azon kívül is eredményt mutatni. Ezek együttes alkalmazásával megoldható, az optimális növénytermesztés, ami költségcsökkenést és haszonnövekedést idéz elő csökkentett környezetterheléssel.

7. SUMMARY

In Hungary, we can find a wide variety of soil types. On the Hungarian Great Plain, sandy soil, humus-sandy, and saline soil are the most common types. The sample area examined in my thesis is located in Kunszentmiklós, which is part of the Hungarian Great Plain. In agricultural production, the role of the precision farming has become more and more significant over time. With the help of yield measurement and laboratory test results, farmers can reach a real production-oriented farming. As a result of optimal usage of plant protection products and nutrients, the environmental impact can be reduced by using nutrients and plant protection products contributing to improved plant conditions.

In my thesis, I have analysed the sample area based on laboratory results at different time intervals in a vegetation-free and vegetation-covered state. The main object of my research was to determine the change of the production at certain points of the studied area. I have tried to find correlations between the soil condition and the yield, without having any measured yield data.

During my research, I analysed the images recorded by SENTINEL 2 satellite using the IDRISI program. I plotted the changes in space and time with automatic assortment (classification) and segmentation. I have found significant differences between vegetated and uncovered areas in each period. By comparing these results with the laboratory data, I could see the difference in the soil condition. I concluded that the examined soil was a sodic soil due to its high lime content. Additionally, I also identified humus-sandy soil in the sample based on the laboratory results.

The images taken during the vegetation period showed remarkable differences at some parts of the area. In case of the winter barley, which was used as preceding crop, I saw that the differences in some parts of the area are less pronounced. However, based on the classification, the difference between plant conditions became visible. For both selected sample areas, I selected the classification four. In the case of winter swede rape, the recording showed a less heterogeneous picture. The difference due to soil properties was clearly visible. In the vegetation-free areas, regarding all three cases, the images showed almost identical patterns. For all three, four categories were established by automatic classification. The spectral properties of the area were due to the eroded and calcareous spots found on the plot.

I used indices to test the salinity of the soil. In my thesis, SI-T, salinity index 2, salinity index 5, salinity index 6 were used. After evaluation, the first two indices did not produce the expected results; the differences were less striking. In the case of the S5 and S6, the heterogeneity of the areas changed. Based on the results, the sample area is currently in a salinizing state. The calcareous areas were separated. Laboratory results confirmed that the soil, which was prone to salinisation, had a very high lime content. The lime content was in accordance with the salinity analysis based on the location of the spot samples.

Overall, the data required for precision farming can be obtained by remote sensing and field measurements. By analysing data from multiple sources, conclusions can be drawn to provide a basis for design. Based on the analysis of my dissertation, the satellite images are suitable for displaying the heterogeneity of the area during and

outside of the vegetation period. By using the data from the analyses and images together, optimal crop production can be achieved, resulting in cost reductions and increased profits along with reduced environmental impact.

8. IRODALOMJEGYZÉK

Atman AIT LAMQADEM, Hafid SABER, Abdelmejid RAHIMI,.(2018) Laboratory of Geodynamic and Geomatic, Faculty of sciences, Chouaïb Doukkali University, El Jadida, Morocco. Mapping soil salinity using Sentinel-2 image in Ktaoua oasis (Southeast of Morocco). 7th DIGITAL EARTH SUMMIT 2018 (DES-2018). APRIL 17-19, 2018. EL JADIDA, MOROCCO.

BRIDGES, E.M.,OLDEMAN, L.R. (1999): Global assessment of human-induced land degradation. Arid Soil Research and Rehabilitation

CEC (2006): Thematic Strategy for Soil Protection. Brussels, COM (2006)

CROSSON, P. (1995): Soil erosion estimates and costs. – Science 269.

CSERNI, I., (2008) : Talajtan és agrokémia (Soil science and agronomical chemistry) ISBN 978-963-286-644-4

DALLEMAND J.F.,PERDIGAO V. (Editors.), (1998): EUR 18050 – PHARE Multi-Country Environment Programme MERA Project Proceedings, European Comission.

ECKELMANN, W., BARITZ, R.,BIALOUSZ, S., BIELEK P., CARRÉ,F., HOUŠKOVÁ,B., JONES R.J.A., KIBBLEWHITE,M., KOZAK, J., LE BAS,C., TÓTH,G., TÓTH,T., VÁRALLYAY,G., YLI HALLAM., ZUPAN, M., (2006): Common criteria and approaches to identify risk areas for the threats Soil Organic Matter (SOM) Decline, Soil Erosion, Soil Compaction, Salinization and Landslides. European Soil Bureau Research Report No.20, EUR 22185 EN, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.

EL-SWAIFY, S.A. (1994): State of the art for assessing soil and water conservation needs and technologies. In: NAPIER, T.L.–CAMBONI, S.M.–EL-SWAIFY, S.A. (eds.): Adopting conservation on the farm. An international perspective on the socioeconomics of soil and water conservation. – Soil and Water Conservation Society, Ankeny, IA.

ENVIRONMENT AGENCY (2002): Agriculture and natural resources: benefits, costs and potential solutions. – Environmental Agency, Bristol.
http://www.environmentagency.gov.uk/static/documents/Research/natrespt1_673325.pdf

(INTERNET 1) <https://www.agrarszektor.hu/fold/aggaszto-dolog-derult-ki-a-magyar-talajokrol-veszelyben-a-novenytermesztes.27720.html>

(INTERNET 2) <https://docplayer.hu/amp/23465296-Talajdegradacios-folyamatok-es-a-talaj-szelsoseges-vizgazdalkodasa-mint-kornyezeti-problema-a-karpat-medenceben.html>

(INTERNET 3) http://www.mtafk.hu/konyvtar/kiadv/talajpusztulas/pdf/3_Kertesz.pdf

(INTERNET4) <https://adoc.pub/queue/talajdegradacios-folyamatok-orszagos-szint-regionalizalasa-s.html>

(INTERNET5) <https://www.agroinform.hu/szantofold/hogyan-ertelmezzuk-a-talajvizsgalati-eredmenyeket-14828>

(INTERNET6) <https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2006/09/szantofold/a-talajvizsgalati-eredmenyek-ertelmezese>

(INTERNET7) <https://talajreform.hu/tudasbazis/a-ph-ertekek-ertelmezese-egy-talajvizsgalatban/>

LANG, S.S. (2006): 'Slow, insidious' soil erosion threatens human health and welfare as well as the environment,. – Cornell study asserts.
<http://www.news.cornell.edu/stories/march06/soil.erosion.threat.ssl.html>

MAGRATH, W.–ARENS, P. (1989): The Cost of Soil Erosion in Java: A Natural Resource Accounting Approach,. – World Bank Environment Department Working Paper No. 18. The World Bank, Washington, DC.

MUCSI, L; KOVÁCS, F; SZATMÁRI, J; NAGYVÁRADI, L: Geoinformatika alapjai, 2011.

OLDEMAN, L.R.–HAKKELING, R.T.A.–SOMBROEK, W.G. (1991): World map of the status of human-induced soil degradation: An explanatory note. – Wageningen, The Netherlands and Nairobi, Kenya: International Soil Reference and Information Centre and United Nations Environment Programme.

PIMENTEL, D. (1993): World Soil Erosion and Conservation. – Cambridge University Press, Cambridge

PIMENTEL, D.–HARVEY, C.–RESOSUDARMO, P.–SINCLAIR, K.–KURZ, D.–MCNAIR, M.–CRIST, S.–SHPRITZ, L.–FITTON, L.–SAFFOURI, R.–BLAIR, R. (1995): Environmental and Economic Costs of Soil Erosion and Conservation Benefits. – Science, New Series 267.

SCHERR, S.J.–YADAV, S. (1996): Land degradation in the developing world: implications for food, agriculture and the environment to 2020. – IFPRI, Food, Agric. and the Environment Discussion Paper 14, Washington, DC.

SZABÓ,J.,PÁSZTOR,L.,SUBA,ZS.,VÁRALLYAY,GY., (1998): Integration of remote sensing and GIS techniques in land degradation mapping, *Agrokémia és Talajtan*.

SZABOLCS, I., (1971): Szikes talajaink hasznosítása és javítása. OMMI Budapest

TÓTH G., MONTANARELLA,L., VÁRALLYAY,GY., TÓTH,T., FILIPPI,N. (2006): Strengthening optimal food chain elements transport by minimizing soil degradation. Recommendations for soil threats identification on different scales in the European Union. *Cereal Research Communications* 34.

TROEH, F.R.–THOMPSON, L.M. (1993): Soils and Soil Fertility. – Oxford Univ. Press, New York

VÁRALLYAY,GY., PÁSZTOR,L., SZABÓ,J., BAKACSI,ZS., (2000): Soil vulnerability assessments in Hungary. In: *Soil and Terrain Database, Land Degradation Status and Soil Vulnerability Assessment for Central and Eastern Europe*. In: Batjes, N. H., Bridges, E. M. (eds.)FAO Land and Water Digital Media Series

10. CD-ROM. FAO. Rome.

VERŐNÉ, W.,M.,(2011): Fotointerpretáció és távérzékelés, 5 Távérzékeléssel szerzett adatok számítógépes kiértékelése.

VERŐNÉ, W., M.,: (2015): Objektu-alapú képelemzés ISBN: 978-615-5460-74-6

9. MELLÉKLETEK

9.1. TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat A fizikai és kémiai talajpusztulással érintett területek (INTERNET, 3) 8.o

2. táblázat Talajerózió sújtotta területek a Földön (INTERNET3) 12. o

3. táblázat A gyűjtött talajminták GPS koordinátái (Kunszentmiklós, 2021) 29.o

4. táblázat Talajvizsgálati eredmények I. (Saját, 2021) 32. o

5. táblázat Talajvizsgálati eredmények II. (Saját, 2021) 32. o

6. táblázat Szántóföldi területek humusztartalma (INTERNET5) 33. o

7. táblázat Kiértékeléshez használt műholdfelvételek listája (SAJÁT, 2021) 35. o

8. táblázat Az alkalmazott marokkói indexek (ATMAN et al., 2018) 52. o

9.2. ÁBRAJEGYZÉK

1. **ábra** Víz által erodált szikes talaj Kunszentmiklós határában (SAJÁT FELVÉTEL, 2021) 14. o
2. **ábra** Magyarország talajdegradációs térképe (INTERNET 2) 15. o
3. **ábra** Talaj összetevői vályogtalajon (CSERNI, 2008) 16. o
4. **ábra** Talajtermékenységet befolyásoló elemek hazánkban (INTERNET 2) 19. o
5. **ábra** Talajtípusok Magyarországon (Nébih, 2021) 20. o
6. **ábra** Kunszentmiklósi mintaterület (Google Earth, 2021) 25. o
7. **ábra** Kunszentmiklósi mintaterület blokkja (MePar, 2021) 27. o
8. **ábra** Talaj mintavételezési koordináták (Saját, 2021) 28. o
9. **ábra** Az egyes mintavételi pontok helye vizuális meghatározással (Google Earth, 2021) 29. o
10. **ábra** Őszi káposztarepce 2021 márciusában (Saját, 2021) 30. o
11. **ábra** 2020. augusztus 27 Cluster 4-es Fine filter3 (Saját, 2021) 37. o
12. **ábra** 2020. augusztus 27.-osztályozás eredménye (SAJÁT,2021) 38. o
13. **ábra** 2020. augusztus 27. hamisszínes képre helyezett szegmentált vektor réteg (SAJÁT, 2021) 39. o
14. **ábra** 2020.augusztus 27 – Osztályozott és szegmentált rétegek a szín kompozitához adva (SAJÁT, 2021) 39. o
15. **ábra** 2021.február 2. Szín kompozit, vegetációval borított területekről táblahatárral (SAJÁT,2021) 40. o
16. **ábra** Automatikus osztályozás (CLUSTER) eredménye a baloldalon, és az utófeldolgozás utáni eredmény a jobb oldalon (SAJÁT, 2021) 40. o
17. **ábra** Utófeldolgozással korrigált osztályozási eredmény (SAJÁT, 2021) 41. o
18. **ábra** 2021.február 2. A szegmentálás eredménye (SAJÁT, 2021) 41. o
19. **ábra** 2021.április 9 Kompozit az őszi káposztarepcével borított területről (SAJÁT, 2021) 42. o
20. **ábra** Automatikus osztályozás (CLUSTER) eredménye a baloldalon, és az utófeldolgozás utáni eredmény a jobb oldalon (SAJÁT,2021) 42. o
21. **ábra** Az osztályozott területek mintaterületre illesztése (SAJÁT, 2021) 43. o
22. **ábra** Kompozit a gabona kelése előtti területről, 2019.október 27. (SAJÁT, 2021)

44. o

23. ábra Automatikus osztályozás (CLUSTER) eredménye a baloldalon, és az utófeldolgozás utáni eredmény a jobb oldalon (SAJÁT,2021) 44. o

24. ábra Utófeldolgozás eredménye (baloldal), kompozitra helyezett eredmény (jobb oldal) (SAJÁT, 2021) 45.o

25. ábra 2019.október 27. szegmentált terület (SAJÁT,2021) 45. o

26. ábra Kompozit a vegetációval borított területről, 2019. december 11. (SAJÁT, 2021) 46. o

27. ábra Automatikus osztályozás (CLUSTER) eredménye (SAJÁT,2021) 46. o

28. ábra Az utófeldolgozások utáni eredmény (SAJÁT,2021) 47. o

29. ábra Az utófeldolgozott képek kompozitra helyezve (SAJÁT, 2021) 47. o

30. ábra Szegmentálási és osztályozási eredmények kompoziton (SAJÁT,2021) 48. o

31. ábra Kompozit táblahatárral 2021.szeptember 27. (SAJÁT, 2021) 48. o

32. ábra Elkészült maszk (SAJÁT, 2021) 49. o

33. ábra Automatikus osztályozás (CLUSTER) eredménye (SAJÁT,2021) 49. o

34. ábra Az utófeldolgozások után kapott eredmény (SAJÁT,2021) 50. o

35. ábra Az utófeldolgozott képek kompozitra illesztése (SAJÁT, 2021) 50. o

36. ábra Szegmentálási eredmény (SAJÁT, 2021) 51. o

37. ábra Sótartalom index SI-T (SAJÁT, 2021) 52. o

38. ábra S2-es sótartalom index eredménye (SAJÁT, 2021) 53. o

39. ábra S5-ös sótartalom index eredménye (SAJÁT,2021) 53. o

40. ábra S6-os sótartalom index eredménye (SAJÁT, 2021) 54. o

10. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretnék köszönetet mondani, témavezetőmnek, **Verőné Dr. Wojtaszek Malgorzatának**, szakmai tanácsaiért és a szakdolgozatom megírásában nyújtott segítségért.