



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Alba Regia Műszaki Kar
Geoinformatikai Intézet

SZAKDOLGOZAT

**Precíziós gazdálkodás bevezetéséhez
szükséges adatbázis felépítés saját
gazdaságra**



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Alba Regia Műszaki Kar
Geoinformatikai Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Fekete Eszter

Szaktervezési szám: SZD21040616138884

Törzskönyvi szám: T000643/FI12904/A-G

Neptun kódja: XXXXXXXXXX

Szak: precíziós gazdálkodási szakmérnök

Specializáció:

A dolgozat címe: Precíziós gazdálkodás bevezetéséhez szükséges adatbázis felépítés saját gazdaságra

A dolgozat címe angolul: Database structure for the introduction of precision farming for one's own farm

A feladat részletezése:

1. A szakirodalom feldolgozása, különös tekintettel a precíziós gazdálkodás adatszükségletére.
2. A gazdaság és a kiválasztott mintaterület bemutatása.
3. Adatbázis felépítése a kiválasztott mintaterületre: kritériumok, források, szoftver és hardver igénye.
4. Példák alapján ismertesse a különböző forrásból származó adatok kiértékelési módszereit!
5. Foglalja össze az eredményeket és a felhasználási lehetőségeket.
6. Értékelje a munka során alkalmazott módszereket precíziós gazdálkodás bevezetése szempontjából.

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:

Verőné Dr. Wojtaszek Malgorzata

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: SZÉKESFÉNYVÁR 2021. 12. 10

.....
hallgató aláírása

Tartalom

ÁBRAJEGYZÉK	5
1. BEVEZETÉS	7
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS	10
2.1. A precíziós gazdálkodás kialakulása.....	10
2.2. Precíziós növénytermesztés fogalma, mai helyzete	11
2.3 A precíziós gazdálkodás adatszükséglete.....	13
2.3.1 Talajmintavétel.....	13
2.3.2 Helymeghatározás	16
2.3.3 Távérzékelés.....	18
2.3.4 Vegetációs indexek	23
2.3.5 Hozam adatok.....	25
2.3.6 Térinformatika.....	26
3. A GAZDASÁG ÉS A MINTATERÜLET BEMUTATÁSA.....	28
3.1. Mintaterület bemutatása:	29
4. ADATBÁZIS FELÉPÍTÉSE	30
4.1 Táblahatár.....	30
4.2 Talajmintavétel adatai	32
4.3 Műholdfelvételek	42
Eredmények.....	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
Összefoglalás.....	50
Köszönetnyilvánítás	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
IRODALOMJEGYZÉK	53

ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra: Hazánkban a gazdaságok által alkalmazott digitális technológia eszközök	12
2. ábra: A hagyományos talajmintavételezési útvonalak.....	14
3. ábra: A grid alapú talajmintavételezés.....	15
4. ábra: Az RTK rendszerek működési elve.....	17
5. ábra: Különbség az interpretáció és a digitális képanalízis között.....	19
6. ábra: A fotointerpretáció általános folyamatának lépései.....	20
7. ábra: A TM spektrális sávjainak alkalmazási lehetőségei.....	21
8. ábra: Az űrfelvételek elemzésének lépései.....	22
9. ábra: Vegetációs indexek.....	24
10. ábra: A Fényviszaverés különböző spektrumtartományokban egészségi állapot függvényében.....	25
11. ábra: A GIS speciális távcső.....	27
12. ábra: Agrotopo adatbázis, Fő talajtípusok.....	29
13. ábra: Vizsgált területek adatai.....	30
14. ábra: 1.-es tábla határvonala.....	31
15. ábra: 2.-es tábla határvonala.....	32
16. ábra: pH értékek tábla 1.....	33
17. ábra: pH értékek tábla 45.....	33
18. ábra: Kööttség tábla 1	34
19. ábra: Kööttség tábla 45.....	34
20. ábra: Humusztartalom tábla 1.....	35
21. ábra: Humusztartalom tábla 45.....	35
22. ábra: Sótartalmak.....	36
23. ábra: Mésztartalmak.....	36
24. ábra: Nitrát- nitrit tábla 1.....	37
25. ábra: Nitrát-nitrit.tábla 45.....	37
26. ábra: Foszfor tartalom tábla 1.....	38
27. ábra: Foszfor tartalom tábla 45.....	38
28. ábra: Kálium tábla 1.....	39
29. ábra: Kálium tábla 45	39
30. ábra: Mangán tábla 1 és tábla 45.....	40
31. ábra: Cink a talajban.....	40
32. ábra: Réz a talajban.....	41
33. ábra: Nátrium ellátottság.....	41
34. ábra: Kén tartalom.....	42
35. ábra: A műhold felvétel letöltése, terület kiválasztás.....	42
36. ábra: 2021.07.06 műholdfelvétel alapján osztályozott 1-es tábla.....	43
37. ábra: 2021.07.21 műholdfelvétel alapján osztályozott 1-es tábla.....	44
38. ábra: 2021.10.04 műholdfelvétel szinkompozit.....	44
39. ábra: 2021.07.06 NDVI kukorica.....	45

40. ábra: 2021.07.06 NDVI őszi káposztarepce.....	46
41. ábra: 2021.07.21 NDVI kukorica.....	47
42. ábra: 2021.07.21 NDVI őszi káposztarepce.....	47
43. ábra: 2021.10.04 NDVI kukorica.....	48
44. ábra: 2021.10.04 NDVI őszi káposztarepce.....	49

1. BEVEZETÉS

Hazánkban a mezőgazdasági termelés, mint meghatározó ágazat van jelen, ezt mi sem bizonyítja jobban, minthogy a 2010 es évektől a hazai agrárpiaci termelés, csaknem 42% -al nőtt. Magyarországon 156 ezer gazdaság foglalkozik növénytermesztéssel 3,8 millió hektár szántóterületen. Ezen terület nagyjából fele közepes 300 és 500 hektár közötti gazdaságokból tevődik össze. Ez a birtokméret az ahol már célszerű és kifizetődő lehet a precíziós gazdálkodás bevezetése, áttérés a precíziós gazdálkodásra. A precíziós gazdálkodás hazánkban körülbelül 15 éve jelent meg, széleskörű elterjedése viszont a jövőben várható.

Egy 2015-ben készült elemzés szerint a szántóföldi növénytermesztéssel foglalkozóknak csak az 50%-a halott a precíziós gazdálkodásról, azonban ez az arány változik a gazdálkodó üzemméretétől függően. Az 500 hektár vagy annál nagyobb területen gazdálkodók 88%-ban, a 100 és 500 hektáron gazdálkodók két harmada, míg a kevesebb mint 100 hektárnyi területtel rendelkező gazdálkodóknak csak a harmad része hallott a precíziós gazdálkodásról. (http1) Ez az állítás azonban a mai formában már nem teljesen állja meg a helyét, a precíziós gazdálkodás egyre nagyobb teret hódít magának, amely részben az agráriumban végbemenő generációváltás, részben a rohamos technológiai fejlődés hozadéka. A termelési mutatók növelése a hozam és a minőségbeli javulások, a költséghatékony inputanyag gazdálkodás, az optimalizált öntözési stratégiák, munkaidő csökkentés mind-mind pozitív velejárói lehetnek az áttérésre. Ez valóban szép és jól hangzik, viszont nem árt az árnyoldalakról is beszélni, hiszen az átállás roppant költségigényes, még akkor is, ha pár éven belül a ráfordítások megtérülnek. Komoly beruházásokat igényel az automata robotkormányzástól, a sorvezetőkön, hozammérőkön, GPS berendezéseken és a különböző informatikai szoftvereken át. Megoldást jelenthet, ha a precíziós technológiára való váltás szakaszosan történik, így a kisebb területen gazdálkodó termelőknek nem jár akkora

anyagi ráfordítással a fokozatos átállás és idő is jut a folyamatos tanulásra, a rendszer megismerésére. A precíziós gazdálkodás alappillére az adatgyűjtés, rendszerezés a minél több rendelkezésünkre álló információ csoportokba rendezése. Valamilyen szinten minden termelő gyűjti a saját gazdaságára vonatkozó adatait, mivel ezt a mai támogatási rendszer már megköveteli tőlük. Rendelkeznek talajvizsgálatokkal, gazdálkodási naplót vezetnek a növényvédelmi és agrotechnikai beavatkozások idejéről, helyéről, a kijutatott dózisokról. Rögzítik a csapadékmennyiséget, jobb esetben hozam adatokkal is rendelkeznek az adott területükről. Többlet információ szerzésre számos lehetőségünk van, rendelkezésre állnak térítésmentesen és térítés ellenében letölthető műholdfelvételek, időjárás adatok, talajtani képek, drón-felvételek is. Ha van meglévő és megfelelő több évre visszamenően adatot szolgáltató halmazunk, amiből információt nyerünk, akkor az megfelelő alapot szolgáltathat egy gazdaságot átfogó adatbázis felépítéshez.

A precíziós gazdálkodásra való áttérés jelentheti az egyetlen megoldást jelenleg a mezőgazdasággal szemben támasztott követelményeknek való megfeleléshez, mint például a termésnövekedés, a környezetkímélő növényvédőszer kijuttatás.

Célkitűzés:

A precíziós technológia elemeinek bevezetéséhez, szükséges felmérni a terület adottságait, ezért a szakdolgozatom feladatának választottam azt, hogy egy saját művelésű területen, elkészítem, bemutatom, hogy a precíziós gazdálkodás bevezetéséhez milyen adatokat szükségesek, az adatbázis felépítéshez. Célom ismertetni a mintaterületen különböző forrásokból az adatnyerési lehetőségeket. Ahhoz, hogy precíziós technológiai elemeit betudjuk vezetni a gazdaságba, szükséges felmérni és kiértékelni a terület adottságait. A rendelkezéseimre álló talajvizsgálati eredményeket szeretném megjeleníteni szabadforrású kiértékelési módszerekkel. Remélem az adatgyűjtési lehetőségek részletes áttanulmányozása és bemutatása során sikerül, egy olyan környezetet kialakítani a kiválasztott szoftver/szoftverek segítségével, ami hasznos lehet a gazdaság számára a precíziós technológiára való áttérés során.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A precíziós gazdálkodás kialakulása

A helyspecifikus mezőgazdaság fogalmának kialakulása az 1980-as évekre tehető és az USA-ból indult ki. A precíziós mezőgazdaság és precíziós módszerek kutatási eredményeinek a bevezetése a mezőgazdasági gyakorlatba az 1980-as évek közepétől indult el. Elsőként az Egyesült Államokban és azokban az országokban (Anglia, Németország), ahol a mezőgazdaság, mint fejlett iparág volt jelen. A precíziós gazdálkodás létrejöttéhez hozzájárult, a nagyütemben haladó technikai fejlődés, a haditechnikai fejlesztések, ezáltal a térinformatika és a térinformatika eszközeinek, alkalmazásának kifejlesztése. (Reisinger 2014) Az Amerikai Egyesült Államokban végbemenő haditechnológia fejlődésből nyert térinformatikai eredmények hamarosan beférköztek, a hétköznapi életbe így a mezőgazdaságba is. (Schmidt, 2011)

A precíziós növénytermesztésben a tér és idő kapcsolatának fontos szerepe van. A helyspecifikus gazdálkodás úgy is értelmezhető, mint egy térinformatikai alapra helyezett rendszer. A hagyományos növénytermesztéssel szemben ahol a tábláinkra, mint homogén rendszerekre tekintünk, a precíziós szemlélet teret nyit a táblán belüli heterogenitás felvételezésére, ezáltal már a táblaszintű művelést felválthatja a termőhelyspecifikus szemlélet, amikor adott időben, adott helyen végezzük a szükséges beavatkozást. A hagyományos növénytermesztésben a táblára, mint adott egységre tekintünk. A műholdas helymeghatározás tér hódítása következtében elérhető lett, hogy a helyzetünket az adott térben és időben, mindig meg-tudjuk határozni. Lehetővé téve azt, hogy ne csak táblaszinten gondolkodjunk, hanem az adott táblánk méreténél jóval kisebb egységekben is megvalósuljanak a beavatkozások a növénytermesztésen belül. A helymeghatározás által, például elérhetővé vált az, hogy az adott táblán belül külön ki tudunk térni a talajadottságokra. Segítségével nyomon tudjuk követni a kártételeket a táblán belül például a gyomoknak és a kórokozóknak valamint a kártevőknek terjedését. (Schmidt 2011)

A számítástechnikai vívmányok és az azok által kialakult térinformatikai adatbázis

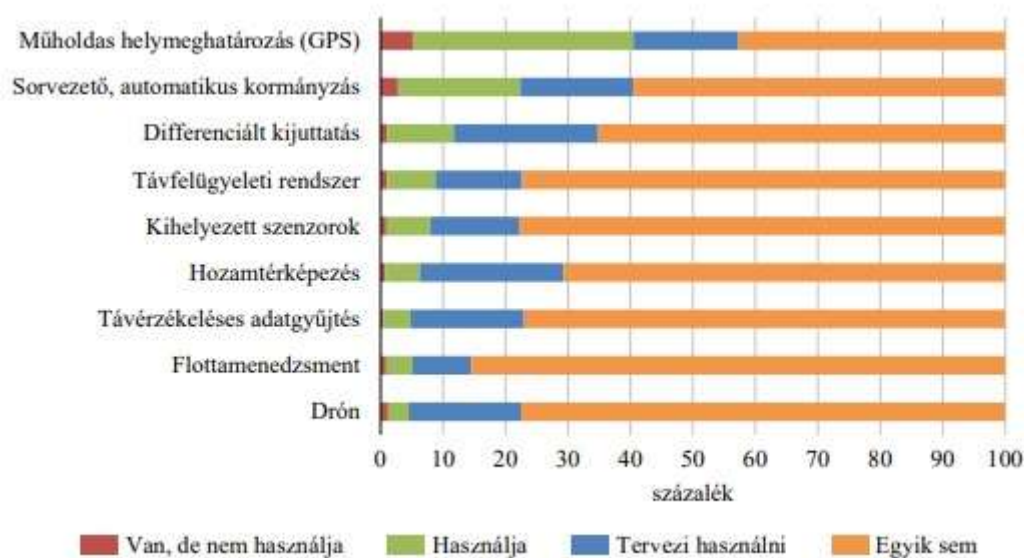
(GIS), segítségével elérhetővé válik a szántóterületeink feltérképezése, ha megfelelő információk állnak rendelkezésünkre, és azokat tudjuk hasznosítani, akkor azzal csak nyerhetünk, legyen szó akár egy gazdasági döntéshozatalról, vagy egy növényvédelmi agrotechnikai beavatkozásról. (Györffy, 1999) A 90' es évek után a GPS helymeghatározó eszközök terjedésével, a mezőgazdaságban megjelentek pontosabb hozamtérképek, melyekben a kezdeti rácshálós rendszert, a pontszerű váltotta fel, így a 2000-es évek elejére már menedzsment zónákat tudtak kialakítani. Mindez jó alapot szolgáltatott a mai értelemben használt precíziós gazdálkodás technológiájának.

2.2. Precíziós növénytermesztés fogalma, mai helyzete

A precíziós mezőgazdaság, helyhez kötött, úgy alkalmazkodik a termőhelyhez, hogy közben a művelt táblán belül különböző technológiákat alkalmaz helyspecifikusan. A térinformatikát, a távérzékelést, előtérbe helyezi az integrált növényvédelmet, és alkalmazza új információstechnológiákat, egyre korszerűbb gépek használatával. (Györffy,1999) Természetesen azóta számos megfogalmazásban találkozhatunk a precíziós gazdálkodás fogalmával. Ha ismerjük a termőhelyi viszonyainkat és a talajaink tulajdonságait, akkor a GPS-es alapokra helyezve, tudunk helyspecifikusan gazdálkodni, amennyiben használjuk és rendelkezünk a megfelelő információs technológiákkal. Ehhez azonban még az is szükséges, hogy feldolgozás során alkalmazzuk a korszerű térinformatikai módszereket, mert akkor a növénykultúránk adott fejlődési szakaszában annak igényeihez mértén tudjuk térben is időben egyaránt időzíteni a szükséges beavatkozásokat. Mind ezek fontosak környezetünk és talajaink óvása miatt, illetve a jövedelmezőségünk, gazdaságunk profitabilitása miatt. (Borovics,2018)

Magyarország agrárpolitikája az Európai Unió irányelveket követi. A közös agrárpolitika a KAP egyre jobban előtérbe helyezi a környezet és éghajlati védelmet és a fenntartható mezőgazdaság kérdéskörét. Az elkövetkezendő években jelentős többlet támogatáshoz juthatnak azok a termelők akik, alkalmaznak precíziós technikákat, ezzel ösztönözve a gazdálkodókat a korszerű precíziós növénytermesztési technológiára történő átállásra. (<http4>)

A mai korszerű precíziós növénytermesztésben, szerintem a legfontosabb cél az, hogy az adott erőforrásainkat jól tudjuk kihasználni, ez persze igaz a hagyományos növénytermesztésre is. A különbség azonban az, hogy informatikai, digitális eszközök segítségével a termelést pontosabban tudjuk elvégezni, aminek számos pozitív hozadéka van, köztük a környezettudatosabb gazdálkodás. Az 1.ábra mutatja, hogy hazánkban jelenleg a gazdálkodók körében leginkább használt és ismert technológia a GPS vezérlés, a sorvezető használata, az automatakormányzás, a differenciált tápanyag illetve növényvédőszer kijuttatás. A hozamtérképezés a drónos állomány felvételezés, és a távérzékeléses adatgyűjtés is kezd egyre inkább elterjedni a közepes és nagy gazdaságok körében.



1. ábra: Hazánkban a gazdaságok által alkalmazott digitális technológia eszközök.(Forrás: NAIK)

Ha a szűk értelemben vett precíziós gazdálkodásról beszélünk, akkor az kizárólag csak akkor valósul meg, ha helyspecifikus adatokkal dolgozunk és az input anyagok kijuttatását ehhez mérten is helyspecifikusan, a területünk igényeinek figyelembe vételével végezzük el. Ahhoz, hogy ez megvalósulhasson fontos a pontos és részletes adatgyűjtés, illetve a feldolgozás. Ennek következtében a szoftveres háttér megléte ugyanolyan kritérium a precíziós gazdálkodásban, mint a GPS-jel. Jelenleg a digitális technika és az informatika rohammértékű fejlődése, gyakorlatilag nap mint nap újabb

lehetőségeket kínál. Ezt a gyors technikai fejlődés, a hatalmas kínálat és a folyamatosan bővülő alkalmazások, alkalmazási feltételek és azok lekövetése, megteremtése jelentős feladat elé állítja a gyakorlati oldalon lévő felhasználókat, gazdálkodókat. (Késmárky,2019) Dolgozatomban én az informatikai megoldásokat szeretném előtérbe helyezni, azokat vizsgálni. A precíziós gazdálkodás alapja az rendelkezésre álló informatikai háttér az adatok és az agrotechnikai megfelelő alkalmazása illetve a műszaki fejlesztések innovációk nyomon követése. A növénytermesztés szempontjából előtérbe kell helyezni azt, hogy növények szükségleteit, a növény fejlődéséhez szükséges ideális környezetet meg kell teremteni azok szükségleteit kikell elégíteni. Ha a termesztett kultúra nem érzi jól magát, abban a környezetben, amit megteremtettünk neki, akkor a termesztése eredménytelen lesz. (http1)

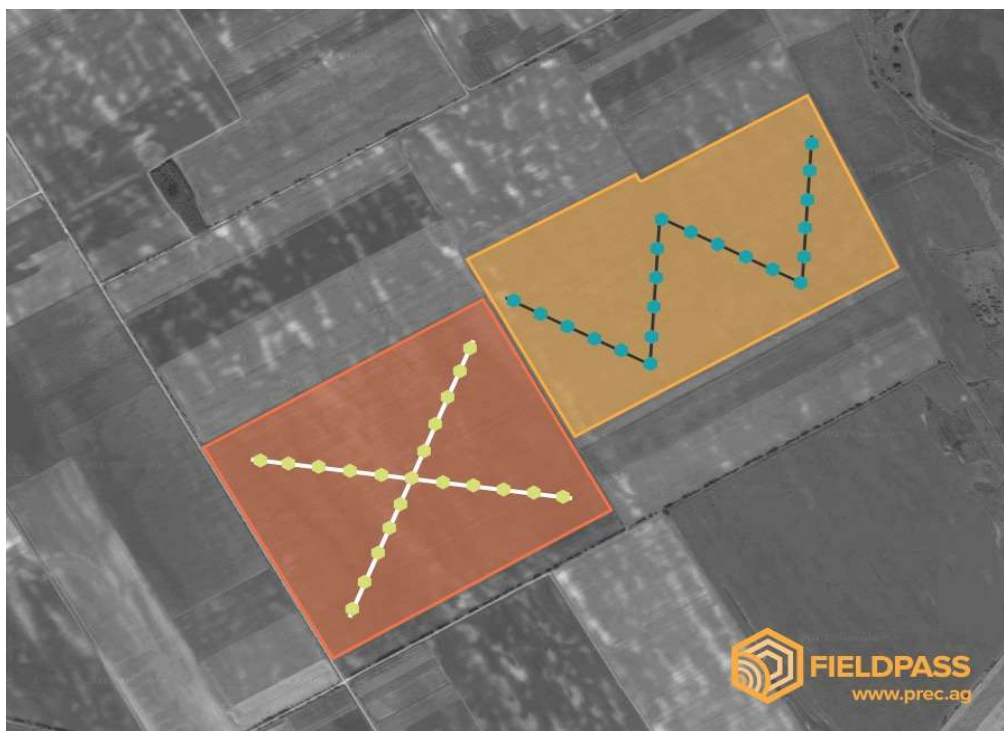
2.3 A precíziós gazdálkodás adatszükséglete

A precíziós növénytermesztés megvalósításához elsődlegesen szükségünk van a megfelelő mennyiségű adat rendelkezésre állásához. Az eredmények erősen korrelálnak a gyűjtött információ minőségével, és annak mennyiségével. Az adatok érkezhettek analóg (hagyományos térképek) illetve digitális forrásokból (távérzékelte adatok, gépek által mért adatok.) A helyspecifikus növénytermesztés adatszükséglete, magában foglalja olyan talajtani adatok gyűjtését, amik a talaj tápanyagellátottságára, nedvességtartalmára vonatkoznak. Fontos adatot szolgáltathatnak a növény fejlődésére vonatkozó információk, a gyomfelvételezés, a topográfia. A különböző formátumú adatok kezelésében nagyon fontos a megfelelő térinformatikai háttér megléte.

2.3.1 Talajmintavétel

A növénytermesztésnél az első és legfontosabb direkt adat a talajmintavétel, ami az alapja a tápanyag gazdálkodási tervnek. Talajvizsgálat a nitrátérzékeny területeken (hazánk szántóterületének 69 %-a nitrátérzékeny) illetve a támogatási cél programban résztvevő gazdálkodóknak 5 évente kötelező, évenkénti tápanyag gazdálkodási tervkészítéssel. Aki pedig precíziósan akar gazdálkodni elengedhetetlen. Napjainkban

számos szolgáltató kínál precíziós talajmintavételt. A talajminták vételezése történhet kézi illetve gépi mintavétellel öt hektáronként, lehet grid alapú, vagy történhet menedzsmentzónák alapján. A hagyományos talajmintavétel 5 hektáronként történik, (2. ábra) a precíziós talajmintavételnél pedig menedzsment zónákat alakítanak ki a termőterület homogenitásától függően.



2. ábra: A hagyományos talajmintavételezési útvonalak (Forrás: Internet)

A négyzethálós, grid alapú talajmintavételezésnél a felrajzolt négyzetháló metszéspontjai adják meg a talajmintavételi pontokat, ez azért jó, mert nem szükséges hozzá ismernünk a tábla heterogenitását, viszont nem túl költséghatékony, ugyanis sokkal több minta szükséges, mint a hagyományos mintavételnél. Ez történhet a legsűrűbb rácshálós 1 hektáros alapján vagy, 3 hektáros lebontásban is. Minél sűrűbben helyezkednek a mintavételi pontjaink annál, valósabb képet kapunk a talajadottságokról. A talajminta vételi pontok egymáshoz viszonyított értéke és távolsága adja azt az értéket, ami két pont között helyezkedik el, ezt az interpolálási képlettel tudjuk kiszámítani. (http5)



3. ábra: A grid alapú talajmintavételezés (Forrás: Internet)

Talajminta vételezéskor figyelni kell arra, hogy megfelelő mennyiségű és minőségű mintát vegyünk, az akkreditált talajvizsgálathoz 1 kg talajminta szükséges, ami 20-25 részből áll.

Jelenleg számos olyan alkalmazás, illetve szoftver érhető el, amikkel gyors kijuttatási térkép készíthető különféle adatok alapján, viszont nagyon fontos, ha talajmintavétel illetve az adatállomány nem pontos, akkor egy nem megfelelően kiválasztott geostatistikai módszer alkalmazásával, sokkal nagyobb hibázunk, mintha rácshálós módszer alapján juttatnánk ki az inputanyagot. (<http5>)

2.3.2 Helymeghatározás

Ahhoz, hogy helyspecifikusan tudjunk gazdálkodni, szükségünk van az adatok térbeli ábrázolására, azoknak kezelésére, illetve a döntések meghozatala is térhez van kötve. Szükségünk van a műholdas helymeghatározás nyújtotta lehetőségekre. A GNSS (Global Navigation Satellite System) alatt a műholdak teljes rendszerét értjük, amik továbbítják a világűrbeli érkező jeleket a GNSS-vevőkészülékekhez. Ezek a jelek tartalmazzák az idő és helymeghatározási adatokat.

Mivel a műholdak helyét ismerjük, tehát azok meghatározott időben pontnak vehetők.

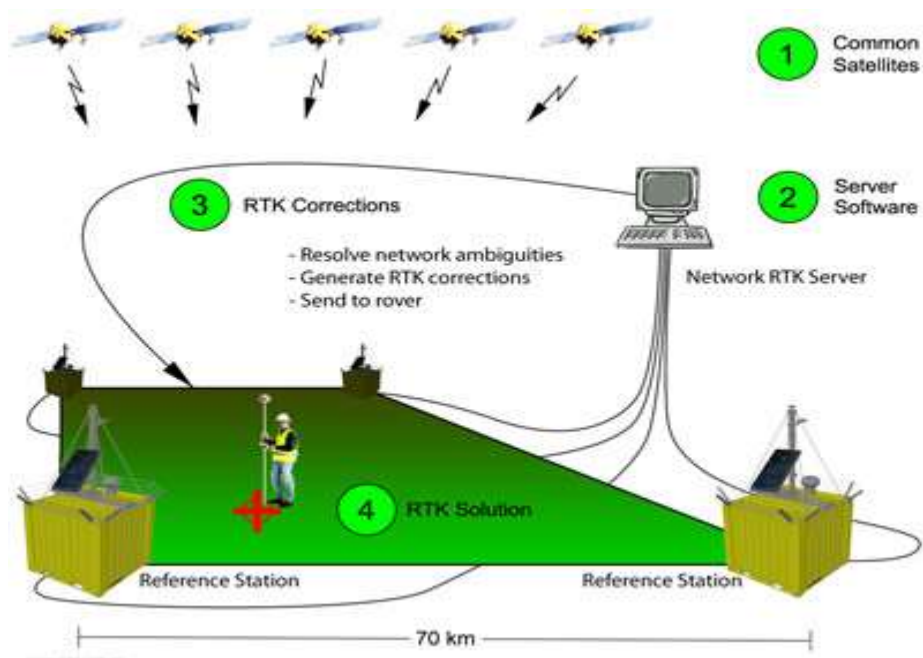
„A GNSS vevő meghatározza a távolságot maga és néhány, szimultán módon észlelt műhold között, majd ezen távolságok és a műhold-pozíciók ismeretében a vevő helyzete adott vonatkoztatási rendszerben kiszámítható.” (Busics, 2010)

A mezőgazdasági gépekben megtalálható fedélzetikomputerek a műholdas helymeghatározás által tudják bepozícionálni a saját helyzetüket, irányítani az automata robotkormányzást és a munkagépeket. A GNSS alaprendszerei közül az egyik legismertebb a 24 db műhoddal keringő az amerikai Global Positioning System (GPS), de ilyen rendszer még például a GLONASS, GALILEO és a BeiDou is. A GNSS műhold rendszer kiegészítő rendszereinek célja javítani a pontosságot, fokozni a GPS általi helymeghatározást. Ezeket két csoportra oszthatjuk SBABS (Satellite-Based Augmentation System) a szolgáltatás műholdakon közvetve történik például EGNOS. Illetve a GBABS (Ground-Based Augmentation System), amikor a szolgáltatást valamilyen földi kommunikációs csatornán át érjük el.

A precíziós növénytermesztésben szükség van a GPS rendszert korrekciós jellel kiegészítő rendszerre. A korrekciós jel lehetővé teszi a georeferált adatgyűjtést illetve azt, hogy a zónák alapján különböző dózisban juttathatók ki az input- anyagok. (Pfost et al 1998) A mezőgazdaságban napjainkban az RTK korrekciós jel használata a legelterjedtebb, amivel centiméteres pontosság is elérhető.

A relatív helymeghatározó GPS a hibát a centiméteres pontosságú szintre képes csökkenteni. (Zhang et al., 2002). Ez a pontosság a valós idejű kinematikus (RTK) GPS segítségével mozgó járműveknél is fenntartható. (Kruger et al., 1994)

A helymeghatározás elindulásához, ha egy RTK pontos GPS vevőt veszünk figyelembe, akkor legalább 6 műhold szükséges, és 5 ahhoz, hogy folyamatosan működjön. Ebben az esetben, azonban csak a mi műholdvevőnk és a korrekciós jelet szolgáltató bázisok által látott műholdak a mérvadók. Azok közül is a műholdvevők kizárólag azokat a műhold jeleket használják, amik pontosak, kizárják a pontatlan, zajos jeleket, amik helymeghatározás pontosságát zavarnák. (http8) A 4.ábrán láthatjuk az RTK rendszereknek a működési elvét.



4. ábra: Az RTK rendszerek működési elve (Forrás : Internet)

2.3.3 Távérzékelés

A távérzékelés (remote sensing), segítségével információt kapunk a földfelszínről, vagy esetünkben a mezőgazdasági táblánk állapotáról az elektromágneses hullámok visszaverése vagy a kibocsátott sugárzás alapján. Azért is érdekesek a távérzékelési, mert úgy nyerünk adatokat, úgy vizsgáljuk az adott objektumot, hogy közvetve nem érintkezünk vele. A mezőgazdaságban megfigyelésre, állományfelmérésre (nyomon követhetjük a vegetációs folyamatokat, kártételeket stb.) használhatjuk a távérzékelés eszközeit.

Adatokat nyerhetünk a műholdas távérzékelés segítségével is. Számos műholdfelvétel áll rendelkezésre az elmúlt évtizedekből napjainkig. A technológiai fejlődéssel karöltve a műholdfelvételek minősége is javult, hiszen a földkörül keringő műholdak száma is megnövekedett.

1972. július 23.-án indították el a LANDSAT 1 műholdat, amely lehetővé tette, hogy a földfelszínről folyamatosan távérzékelési adatokkal rendelkezünk. A Landsat 1 fő műszere az MSS multispektrális szkennel, ami az elektromágneses spektrum négy tartományát érzékeli, a látható fény tartományában a kék (0,5–0,6 μm), zöld (0,6–0,7 μm) és narancssárga-piros (0,7–0,8 μm) és közeli infravörös tartományt (0,8–1,1 μm).

A Landsat 1 általi nyert műholdfelvételekkel tudták a különféle növényborítottságokat modellezni. A Landsat program legújabb műholdja a Landsat 9, 2021.szeptember. 27-én indult útnak, egyelőre tesztelési időszakban van. Szenzorai a multispektrális szkennel, illetve távoli infravörös érzékelő. A Landsat 9 és a Landsat 8 együttműködve naponta 1500 képet gyűjt, nyolcnaponta lefedve az egész Földet. ([http9](http://9))

Nem csak a Landsat műholdak keringtek, illetve keringenek a Föld körül, ott volt például a francia SPOT1 vagy az indiai IRS-1A. Az IKONOS műhold, amit 1999-ben juttattak földkörüli pályára, majd ezután következett a QuickBird, ami már gyorsabb visszatérési idővel rendelkezett, és a felbontása is legfeljebb 2,4 m volt.

Sentinel műholdakat az ESA (Európai Űrügynökség) állítatja pályára. A SENTINEL 1A illetve SENTINEL 1B radaros távérzékelést végeznek, napszaktól és időjárástól is függetlenül képesek a felszín letérképezésére. A SENTINEL2 13 sávban alkalmas

felvételt készíteni, a közeli infra, illetve a látható fény hullámhossz tartományban. A Sentinel sorozatnak hat műholdcsaládja van jelenleg. (http10)

A műholdas felvételek különböző forrásokból elérhetők vannak térítésellenében és ingyenesen is letölthető felvételek pl. SENTINEL műholdképek.

A távérzékelésbe nem csak az adatok gyűjtése, hanem azoknak a kiértékelése, feldolgozása is beletartozik. Ezeknek az adatoknak a kiértékelésére kétféle alapszert különböztetünk meg a vizuális kiértékelést, interpretációt, illetve a digitális képfeldolgozást. Mivel mindkét módszernek vannak hibái gyakran a két módszert együttesen, hibriden használjuk, így összelehet ötvözni az egyes módszerekből adódó előnyöket. (Verőné Wojtaszek 2011)

A lentebbi táblázatban látható a kétféle alapszert összehasonlítása pár feladat alapján.

Feladat	Vizuális interpretáció (szem-agy rendszer)	Számítógépes kiértékelő rendszer
Geometriai összefüggések, struktúrák felismerése	kitűnő	gyenge
Textúra felismerése, azonosítása	jó	gyenge
Textúra mérése	gyenge	kitűnő
Tónusok elkülönítése	közepes	kitűnő
Megbízhatóság, objektivitás, reprodukálhatóság	közepes	jó
Feldolgozási sebesség	gyenge	kitűnő
Bonyolult szakértelem, egyéb ismeretek alkalmazása	jó	közepes
Több adatforrás vagy több időpont együttes kiértékelése	gyenge	kitűnő

5. ábra: Különbség az interpretáció és a digitális képanalízis között (Forrás: Csornai G.- Dalia O. 1991)

A vizuális interpretáció során, a távérzékelt adatokat, felvételeket vagy fotókat az alapján értékeljük, értelmezzük, hogy mit látunk. A kiértékelést három részre lehet tagolni. (Bajzák D.1990, Szilágyi A.- Juhász I. 1988) Ezek a képolvasás, fotóanalízis és fotóinterpretáció. A képolvasáskor meghatározzuk, hogy mit látunk a képen, a különbségeket elkülönítjük. A fotóanalízis meghatározza, alkotóelemeire bontja és vizsgálja az egyes elkülönített komponensek viszonyát egymással, meghatározza a terepi objektumok tulajdonságait, osztályozza azokat, méri az adott objektum kiterjedését.

A legbonyolultabb rész a fotóinterpretációs kiértékelés, aminek több eleme van köztük a tónus, szín, a méret, az alak, a textúra, séma, az árnyék, a magasság, asszociáció, elhelyezkedés, így keressük a felszínre, vagy az adott objektumra, növényzetre az információt.

A 6.ábrán összefoglalva látszik a fotóinterpretáció folyamata.

Előkészítés	A feladat meghatározása, szakirodalmi adatgyűjtés, terepi vizsgálatok, felvételek kiválasztása, szükség esetén repülési terv készítése
Előfeldolgozás	A kép (fénykép, felvétel) előkészítése az interpretációhoz: képtartalom módosítása, geometria átalakítás, tájékozódás a felvételen
Képolvasás	Terepi objektumok, felszín típusok felismerése az interpretáció elemek vizsgálatával és interpretációs kulcsok alkalmazásával
Képanalízis	a képelemek tematikus tartalmának (tulajdonságainak) vizsgálata, az objektumok kiterjedésének mérése
Osztályozás	a terepi objektumok és jelenségek egymáshoz való viszonyának vizsgálata, a kép elemeinek besorolása tematikus kategóriákba
Tematikus térkép készítése	Tematikus térképek, statisztikai adatok, szöveges beszámolók készítése, adatbázis felépítése, a tematikus adatok integrálása a térinformatikai rendszerbe

6. ábra A fotointerpretáció általános folyamatának lépései (Forrás: Verőné Wojtaszek, 2011)

Az űrfelvételek kiértékelése a legtöbb esetben fotóinterpretációs értékeléssel történik. Ezek a felvételek a jóval nagyobb spektrális felbontásúak, illetve több sávossal jellemezi őket. Általában nem szükséges minden sávot értékelnünk,

felhasználnunk, ha tisztában vagyunk a vizsgált tábla, növényzet stb. reflektanciái tulajdonságaival. Ahhoz, hogy a spektrális tartományt helyesen válasszuk ki, fontos hogy tudjuk azoknak felhasználási lehetőségeit. (Verőné Wojtaszek, 2011)

A lentebbi 7. ábra mutatja az egyes spektrális sávok alkalmazási lehetőségeit.

sáv	Hullámhossz (μm)	A sáv névleges spektrális helye	Felbontás (m)	Alkalmazási lehetőség
1	0,45-0,52	Kék	30	parti vizek, erdőtípus térképezése, talaj - vegetáció megkülönböztetése, építmények azonosítása
2	0,52-0,60	Zöld	30	növények zöld visszaverődési csúcsának mérése, vegetáció típusok elkülönítése, termésbecslés (egyéb sávokkal együtt), építmények azonosítása
3	0,63-0,69	Vörös	30	klorofill abszorpció mérése, növényfajták elkülönítése építmények azonosítása,
4	0,76-0,90	Közeli infravörös	30	vegetáció típusok, biomassa meghatározása, vízfelületek elhatárolása, talajnedvesség kimutatása
5	1,55-1,75	Közepes infravörös	30	vegetáció és a talajnedvesség kimutatása, a hó és a felhős területek elkülönítése
6*	10,4-12,5	Termális infravörös	120	növényzet betegségek elemzése, talajnedvesség kimutatása, hőtérképezés
7*	2,08-2,35	Közepes infravörös	30	ásványok, kőzetek kimutatása, vegetáció-nedvesség tartalmának érzékelése

* A 6. és a 7. sáv nem követi a növekvő hullámhossz sorrendet, mert a 7. sávot csak az eredeti rendszer megtervezése után kapcsolták a többi TM sávhoz.

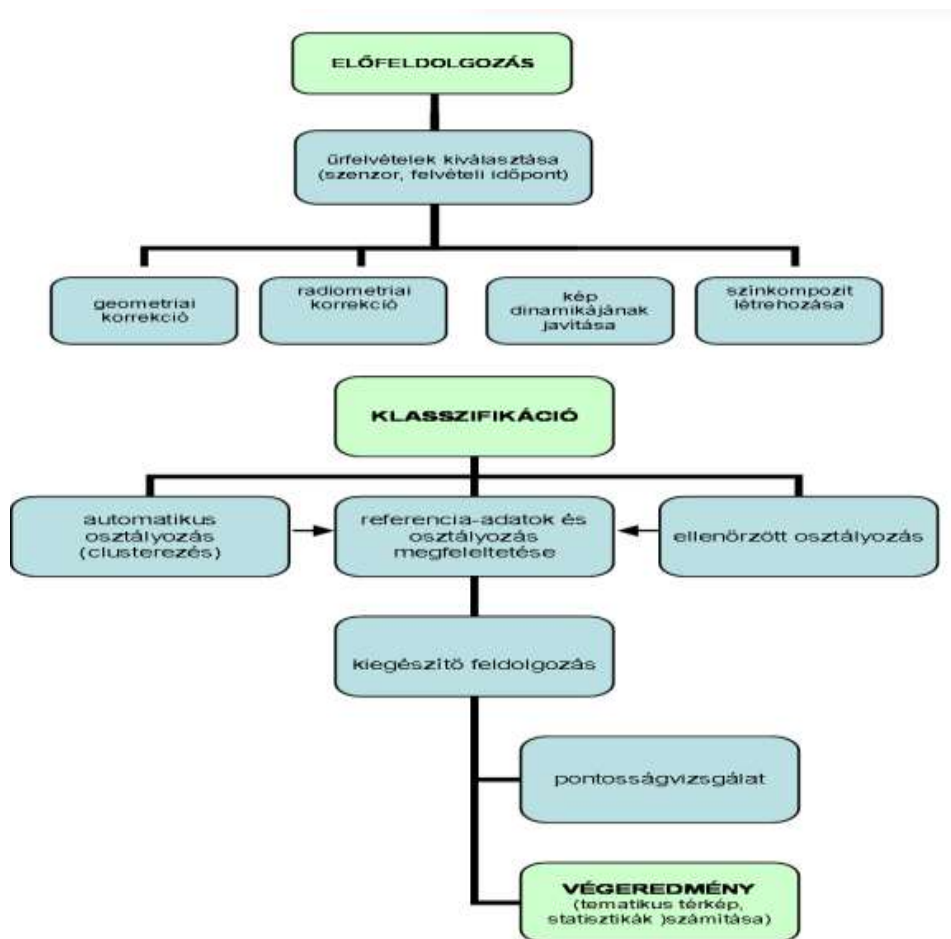
7. ábra: A TM spektrális sávjainak alkalmazási lehetőségei. (Forrás: Lóki, 1996)

Jelenleg LANDSAT 8 műhold van pályán ami az OLI, illetve a TIRS szenzorokkal vannak ellátva. Az OLI szenzor a látható fény, a NIR és a közepes infravörös sávokban felvételez. A számítógépes képfeldolgozás egyidős a számítógépek megjelenésével. A digitális feldolgozást az segítette, hogy optikai képelemzésen túl, a megnövekvő adatmennyiség illetve a pontosság magasabb fokú igénye miatt új módszerek bevezetésére volt szükség.

A műholdak a vevőállomásokra juttatják el azokat az adatokat, amiket a szenzorok érzékeltek, az ezekből kapott képeket fontos előzetes javítás alá vonni, ugyanis radiometriai és geometriai hibával terheltek.

A digitális képfeldolgozásban kiértékelésben olyan rasztereket elemzünk, amik tartalmazzák a távérzékelte adatokat. Ezeket szoftverek, programok segítségével (pl.

IDRISI, DIGITERRA, ERDAS stb.) tehetjük meg. Kiemelten fontos a megfelelő mennyiségű és minőségű adat megléte a képfeldolgozás során is. (Verőné Wojtaszek, 2011) Az IDRISI program két fő alapréteg típussal dolgozik a raszteres képek rétegeivel, illetve a vektoros rétegekkel. (Tamás –Diószegi 1996)



8. ábra: Az űrfelvételek elemzésének lépései (Forrás:Verőné Wojtaszek)

A légi felvételezést UAV eszközök segítségével drónokkal, merevszárnyú repülőgépekkel, helikopterekkel, végezhetünk, azonban a felvételeket ellentétben a műholdfelvételekkel fel kell dolgozni, georeferálni kell. Előnye, azonban az, hogy nagy terepi felbontású érhető el, gyorsan, kevesebb torzítással. A precíziós növénytermesztésben kiválóan alkalmazható megfigyelésre, állományfelvételezésre, terület felmérésre. A légifelvételeket kiválóan alkalmazhatjuk a mezőgazdaság, a növényi betegségek, kórokozók, kártevők terjedésében, vadkár felmérésben,

termésbecslésben, belvízzel sújtott területek felmérésén kívül még több más területen is alkalmazható.(Mika 2011)

2.3.4 Vegetációs indexek

A vegetációs indexek számíthatók távérzékelte adatokból, műholdfelvételekből készíthetők felvételi sávok alkalmazásával. Ahhoz, hogy a vegetációt elemezni tudjuk, a növénykultúra sajátos morfológia tulajdonságai alapján a látható (VIS) illetve a közeli infrába (NIR) eső tartományok a megfelelőek. A VIS a látható tartomány alatt azokat a látható elektromágneses spektrumokat értjük, amik az emberi szem számára még érzékelhetők, ez a 380 és 700 nanométer közötti hullámhosszoknak felel meg. Azok a különbségek, amiket ebben a tartományban mérünk, adódhatnak a növényzet klorofill tartalmának változásaiból, az állomány éréséből, illetve a talajadottságaink változékonyságából. (Verőné Wojtaszek 2011) A NIR-en közeli infrán a 700 és 1300 nanométer közötti spektrumokat értjük.

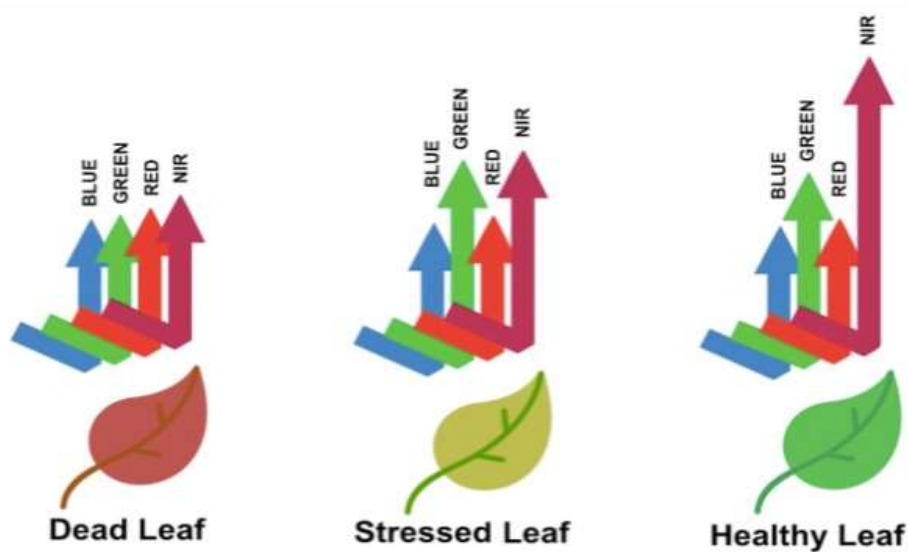
Vannak keskeny és széles sávú vegetációs indexek, a széles sávú mindig a növény állomány általános mennyiségét mutatja, illetve azt, hogy mennyire erős az adott vegetáció. A keskeny vegetációs indexek a növény egészségében bekövetkezett eseményére hívják fel a figyelmet. A műholdas távérzékeléssel gyűjtött adatok segítségével információhoz juthatunk a növény fejlődéséről, az állomány egészségességéről. Bár az egyes csatornák mérései önállóan is használhatók bizonyos jellemzők számszerűsítésére, gyakorlati okokból a csatornák adatainak kombinálásával különböző vegetációs indexeket állítanak elő.” (Kern et al.)

Index	Képlet	Referencia
NG	$G/(NIR+R+G)$	Sripada et al. 2006
NR	$R/(NIR+R+G)$	Sripada et al. 2006
RVI	NIR/R	Jordan 1969
GRVI	NIR/G	Sripada et al. 2006
DVI	$NIR-R$	Tucker 1979
GDVI	$NIR-G$	Tucker 1979
NDVI	$(NIR-R)/(NIR+R)$	Rouse et al. 1973
GNDVI	$(NIR-G)/(NIR+G)$	Gitelson et al. 2006
SAVI	$1,5*[(NIR-R)/(NIR+R+0,5)]$	Huete 1988
GSAVI	$1,5*[(NIR-G)/(NIR+G+0,5)]$	Sripada et al. 2006
OSAVI	$(NIR-R)/(NIR+R+0,16)$	Rondeaux et al. 1996
GOSAVI	$(NIR-G)/(NIR+G+0,16)$	Sripada et al. 2006
MSAVI2	$0,5*[2*(NIR+1)-SQRT((2*NIR+1)^2-8*(NIR-R))]$	Qi et al. 1994

9. ábra: Vegetációs indexek (Forrás: Internet)

Az NDVI (normalized difference vegetation index) manapság a legelterjedtebb vegetációs index, dimenziómentes mérőszám, ami egy terület vegetációjának aktivitását fejezi ki. Az NDVI értékét a közeli infravörös és a látható vörös spektrumban visszaverődött intenzitások különbségének és összegének a hányadosa. Az NDVI összefüggésben van a növényzet fajlagos klorofill tartalmával. (<http://11>)

Az NDVI értéke 0 és 1 között váltakozik pl. a növényborítás nélküli talaj NDVI értéke 0,0 – 0,05 körüli, míg az erőteljes vegetációs érték 0,9. Minél nagyobb az NDVI értéke, annál nagyobb a zöld tömeg. Az NDVI index segítségével, jelentős információhoz juthatunk például a növény állomány egészségi állapotáról a különböző fenofázisokban, a vízellátottságról, betegségekről. A 10 ábra jól mutatja a fényvisszaverést különböző tartományokban, az elszáradt, a stresszes és az egészséges levél példázatával.



10. ábra: A Fényvisszaverés különböző spektrumtartományokban egészségi állapot függvényében. (Forrás Internet)

2.3.5 Hozam adatok

Adatokat nyerhetünk hozamtérképezésből is. A hozamtérkép megmutatja a változékonyságot, a táblán belüli heterogenitást. Előállítható a szenzorokkal felszerelt betakarítógépekből, illetve műholdfelvételek alapján is mérhetünk cellahozamot.

A műholdfelvételes cellahozam mérés hatalmas előnye az, hogy több évre visszamenőleg is hozzáférhetünk az adatokhoz, korábbi felvételeket felhasználva. A műholdas hozamtérképező rendszer műholdfelvételek sokaságának, elemzésén alapszik, kis területeket lehatárolva is pontosan meg lehet állapítani a cella hozamát. ([http12](http://12))

Ahhoz, hogy hozamtérképet tudjunk készíteni kettő nagyon fontos tényező ismeretére van szükség, az egyik hogy a tábla összes pontján meg tudjuk mérni az aktuális

szemmennyiséget, illetve, hogy pontosan megtudjuk határozni, a kombájn pillanatnyi tartózkodási helyét. (http13)

A kombájnok esetében szem mennyiség, illetve nedvesség folyamatos mérésére szolgáló szenzorokat szerelnek az arató-cséplő gépekbe. Fontos megjegyezni, hogy ez manapság már alapfelszereltség az új kombájnok esetében, azonban ha GPS vevő készülék nincs beszerelve, csak az adott pillanatban mért hozam, illetve a teljes hozam mérésére alkalmas. Többféle szenzor típust fejlesztettek ki a hozammérésre. Ezek közül a legnépszerűbb az ütköző lapos módszer, ami a tömegáramlás mérésén alapul, illetve a Trimble hozammérő rendszere, ami egy optikai szenzorral méri a szem mennyiséget infravörös jellel összekötve a jeladót és a jelvevőt. Minél több szem szakítja meg a jelet minél hosszabb időre, annál nagyobb a mért hozam.

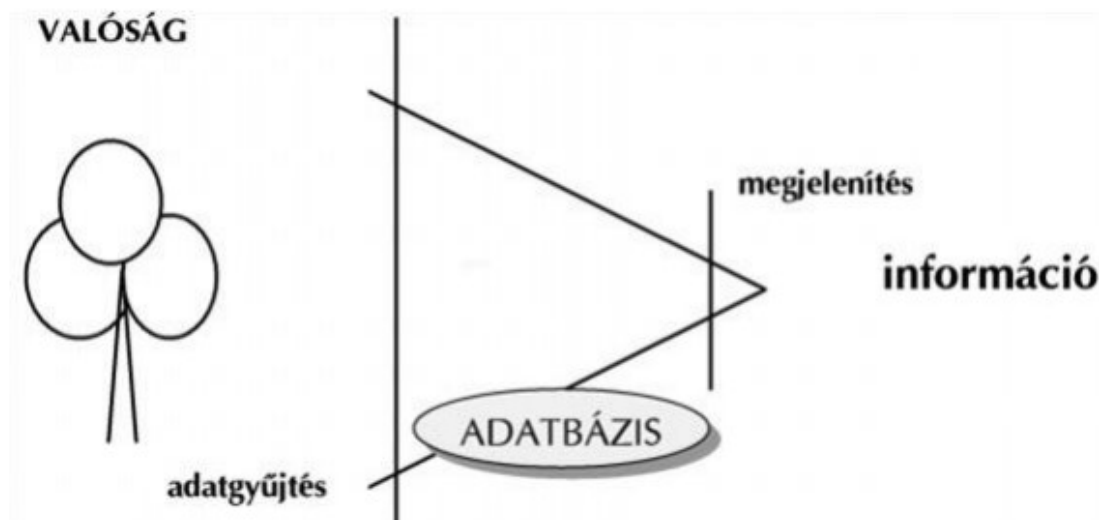
2.3.6 Térinformatika

„A térinformatika az informatika egy speciális ága, a helyhez köthető (földrajzi, térbeli) adatok gyűjtésével, feldolgozásával, kezelésével, menedzselésével, elemzésével, a térbeli információk megjelenítésével, térbeli döntések támogatásával, térbeli folyamatok megfigyelésével és modellezésével foglalkozó tudomány.”(Márkus, 2010) A térinformatika eszköze a GIS a földrajzi információs, geoinformációs rendszer, ami egybegyűjti, átalakítja, tárolja, alkalmazza, kiértékeli majd megjeleníti az információkat. Képes egy rendszerbe adaptálni a térbeli és leíró információkat. (http.3)

A földrajzi információs rendszer(GIS) használatával számos kérdésre kapunk választ, amik adott helyhez köthetők. Választ ad arra, hogy mi van az adott helyen, merre induljak el, milyen változás ment végbe az adott területen, hol van a táblahatár, kié ez a terület?

Egyes kijelentések a GIS-t a távcsőhöz hasonlítják(11.ábra), hiszen ugyanakkora hatással bír a technológiai fejlődésre, mint több évszázadra visszamenőleg a távcső megjelenése bírt.

.



11. ábra: A GIS egy speciális távcső. (Forrás: Internet)

A fenti ábrán látszik, hogy ahhoz, hogy egy adatbázist tudjunk felépíteni először adatokat kell gyűjteni. Az adat egy olyan valóságnak megfelelő dolog, ami lehet numerikus mondjuk egy szám, fotó, videó, rajz, elemzés, amiből a feldolgozás után információ nyerhető. Amikor adatbázis felépítése a cél fontos adattömörítést végrehajtani, ugyanis a rendelkezésre álló tömeges adatmennyiség, ha nem megfelelő szaktudással értelmezzük valótlan, torzított képet adhat. A mezőgazdaságban a térinformatika a GPS, és a különféle szenzorok technikai fejlődése kapcsán kezdett egyre inkább elterjedni. Hazánkban jelenleg számos térinformatikai szoftver áll rendelkezésre különböző hozzáférési lehetőségekkel, vannak ingyenes verziók is, de a legtöbb térítés ellenében vehető igénybe pl az Ag Leader SMS szoftverei. A térinformatikai szoftverek korábban két csoportra lehetett bontani raszteres és vektoros alapú szoftverekre. Ma már a két csoport nem különül el egymástól, hibrid rendszereket alkotnak. (Milics 2008)

Ahhoz, hogy a környezeti folyamatokat analizálni tudjuk, adatokat kell gyűjtenünk. Amikor környezeti folyamatokat vizsgálunk mindig a folyamatok időbeli változásait vizsgáljuk, emiatt vannak olyan adataink amik a jelenre illetve olyanok amik a múltbéli környezeti állapotot írják le. Emiatt az adatokat két típusba soroljuk, vannak az elsődleges, illetve a másodlagos adatok. (Lóki 2011)

A térinformatikában, amikor adatnyerésről beszélünk megkülönböztetünk elsődleges (direkt) és másodlagos (indirekt) adatnyerési módszereket. Az elsődleges adatok is két

csoportba oszthatók vannak a terepi és a leképezett adatok. Terepi adatok közé soroljuk a mintavételeket pl. egy talajminta vétel, a leképezett adatok pedig például a légi és űrfelvételek. A másodlagos adatkategória is két részre bontható itt megkülönböztetünk meglévő adatokat, ami magába foglalja táblázatokat, elemzéseket, kimutatásokat, illetve a térképeket.

3. A GAZDASÁG ÉS A MINTATERÜLET BEMUTATÁSA

A szakdolgozatom kutatási munkájának elvégzéshez az otthoni gazdaság egyes tábláit használtam fel. Növénytermesztéssel foglalkozunk a művelt terület 500 hektárra tehető saját és bérelt területekkel együttvéve. A gazdaság földterületei a Somogy megyei Csurgó, Csurgónagymarton és Szentapeter település külterületén találhatóak. Fő profilja a szántóföldi növénytermesztés, illetve a növénytermesztéshez kapcsolódó szolgáltatás, bér munka. A vetésszerkezet kukoricából, napraforgóból, őszi káposztarepcéből, és az őszi kalászosokból tevődik össze. A termésátlagok gazdaság szinten őszi búza esetén 8-10 t/ha, őszi káposztarepce 3,8 – 4,1 t/ha, napraforgó 3,7-4 t/ha kukorica 9-12 t/ha között mozogtak. A tábla méretek a 3 hektáros mérettől a 60 hektáros méretig változnak, és sajnos elhelyezkedésüket tekintve is elég tagoltak, 170 hektár az a terület, ami egybefüggően helyezkedik el. A gazdaságban 4 fő alkalmazott dolgozik.

A gazdaság átlagos gépparkkal rendelkezik, teljesen gépesített minden munkafolyamatot magunk látunk el. A munkafolyamatokban hagyományos traktorok, Claas Axion, Case IH, és három New Holland gép vesz részt. Precíziós munkavégzésre felszereltségeiben 1 db John Deere traktor lenne alkalmas azonban RTK korrekciós jel idén még nem került megvásárlása. A kombájn Claas Tucano, egy éve lett cserélve, azonban hozamtérképezésre nem alkalmas. A munkaeszközök közül precíziós technikára a Monosem NG Plus 6 ME szemenkénti vetőgép Trimble GFX 750 vezérléssel, illetve a Sulky műtrágya szóró, amihez egy Trimble CFX 750 GPS készüléket használunk. Ezeken felül még 4 darab sorvezető van használatban amiket, permetezésnél, műtrágyakijuttatásnál használunk az átfedések kiküszöbölése végett. Szeretnénk fokozatosan kisebb beruházásokkal fokozatosan beruházni a precíziós technológia egyes elemeire. A jövő évi beruházások között szerepel egy Horsch Pronto

gabonavetőgép vásárlása, ami már alkalmas precíziós technikára.

Domborzat: A területek domborzatilag Belső Somogy középtájhoz Nyugat-Belső-Somogy kistájhoz tartoznak. A tájegységhez tartozó tengerszintfeletti magasság 104 és 191 méter között változik. Belső Somogy jellemzően homokos síkságokból áll, fő talajtípusa a barna erdőtalaj, csernozjom és laza homoktalajok. A gazdaság egész területe nitrátérzékeny területek közé tartozik.



12. ábra Agrotopo adatbázis, Fő talajtípusok (Forrás:Internet)

3.1. Mintaterület bemutatása:

A vizsgálat lefolytatásához két táblát választottam egy olyat, amin jelenleg van kultúra és egy üres táblát. Mind a kettő terület Csurgó város külterületén található.

Az egyszerűség végett a tábláim számozásához, az adott évi földalapú támogatási kérelem alapján használt azonosító számokat használtam. Így van egy 1-es táblám, illetve egy 45-ös táblám.

	Tábla 1	Tábla 45
Blokkazonosító	RT03NP18	RR4WNM18
Táblaméret	54,3	29,36
Kultúra	nincs / kukorica volt	őszi káposztarepce
12% nagyobb lejtés	nincs	0,9 hektár
17% nagyobb lejtés	nincs	0,1 hektár

13. ábra: Vizsgált területek adatai (Forrás: saját kép)

A 2020-as évben az 1.-es táblám még külön volt művelve, ezért az 1.-es táblán előveteményként őszi káposztarepce és kukorica volt, a 45 –ös táblán pedig őszi búza és őszi árpa volt.

4. ADATBÁZIS FELÉPÍTÉSE

Mivel a dolgozatom témája a precíziós gazdálkodás bevezetése, ezért a rendelkezésre álló adatokat, jelenítettem meg, a tanult szoftverek alapján. Jelenleg számos térinformatikai szoftver van a piacon, vannak ingyenes illetve térítés ellenében használhatók is. Precíziós gazdálkodáshoz, illetve annak bevezetéséhez kiemelkedően fontos a térinformatikai háttérismeret, illetve az adatmennyiséghez és annak tartalmához mérten megfelelő szoftveres illetve hardveres háttér megteremtése. Sajnos nekem a táblahatár illetve a talajmintavételi adatokon túl más adat nem állt rendelkezésre, ezeket kiegészítettem műholdfelvételekkel.

Az elemzéseimhez kettő szoftvert használtam a QGIS-t és az IDRISI-t. Mindkét szoftver alkalmas raszteres és vektoros állományok kezelésére. A QGIS nyílt forráskódú ingyenes szoftver, könnyen áttekinthető és viszonylag egyszerűen lehet vele dolgozni, könnyen integrálja a különböző forrású adatokat.

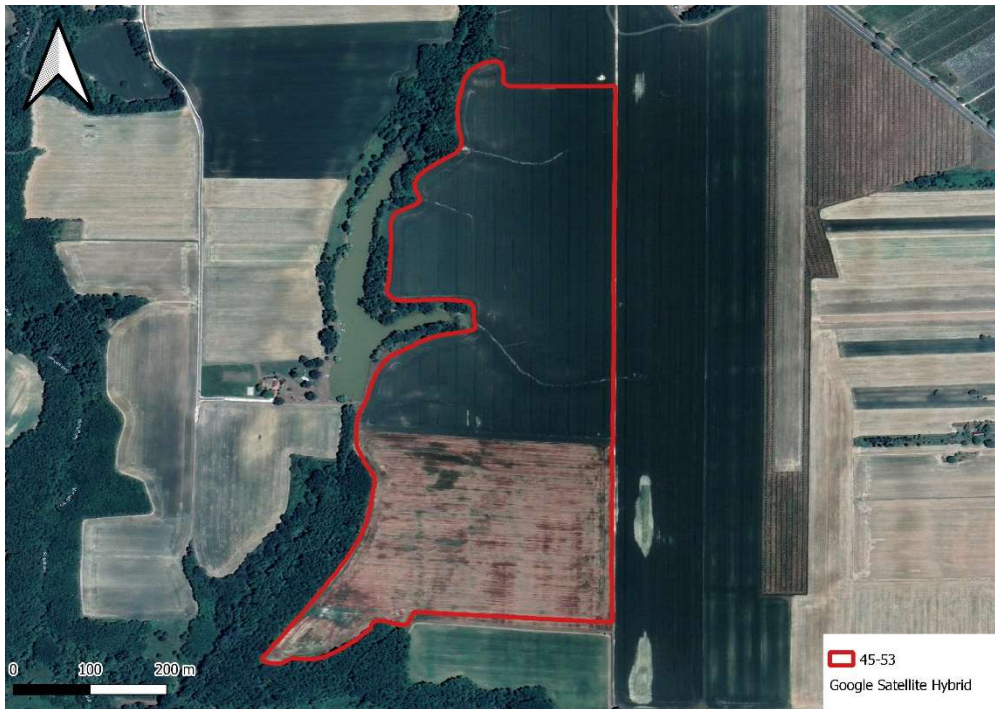
4.1 Táblahatár

Az első és legfontosabb lépés adatbázis építésnél táblák beazonosítása, a táblahatárvonalak felvétele, megjelenítése. Én ezt QGIS szoftver segítségével tettem

meg a rendelkezésemre álló shp. fileok alapján. Szabad kézzel is be lehet rajzolni a táblahatárt, ha nem állnak rendelkezésre fájlok, vagy nem tudjuk GPS vevővel körbe mérni a táblát, akkor a QGIS-ben saját kezűleg is fel lehet vinni a táblahatárt, bár az a felbontás miatt kevésbé lesz pontos.



14.ábra: 1. tábla határvonala (Forrás: saját kép)

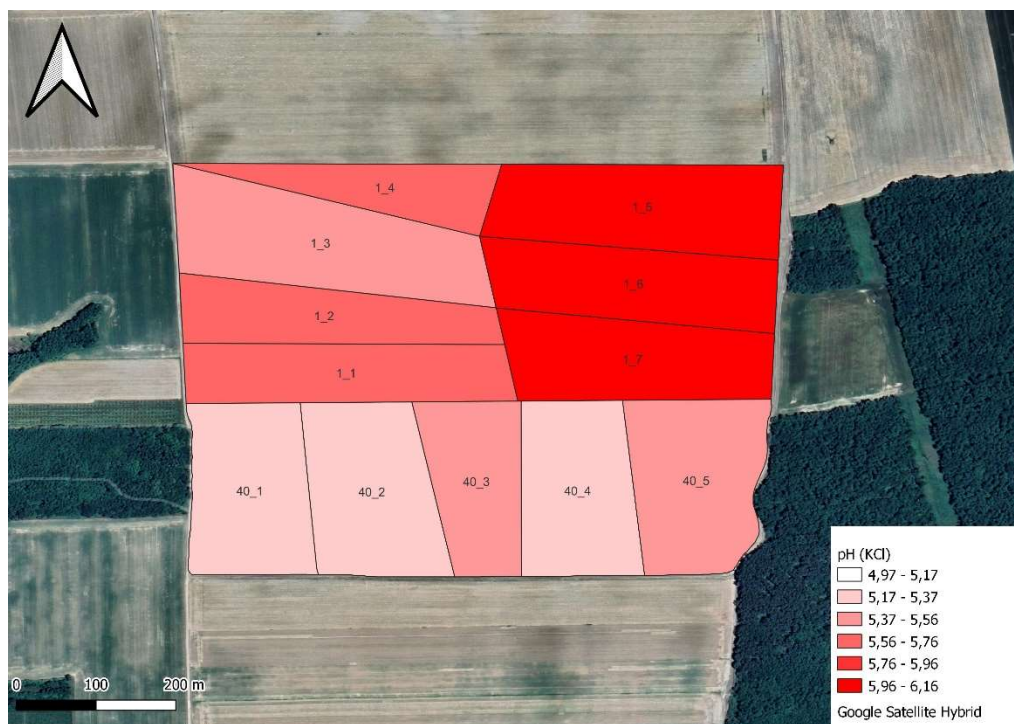


15. ábra 45-ös tábla határvonala (Forrás: saját kép)

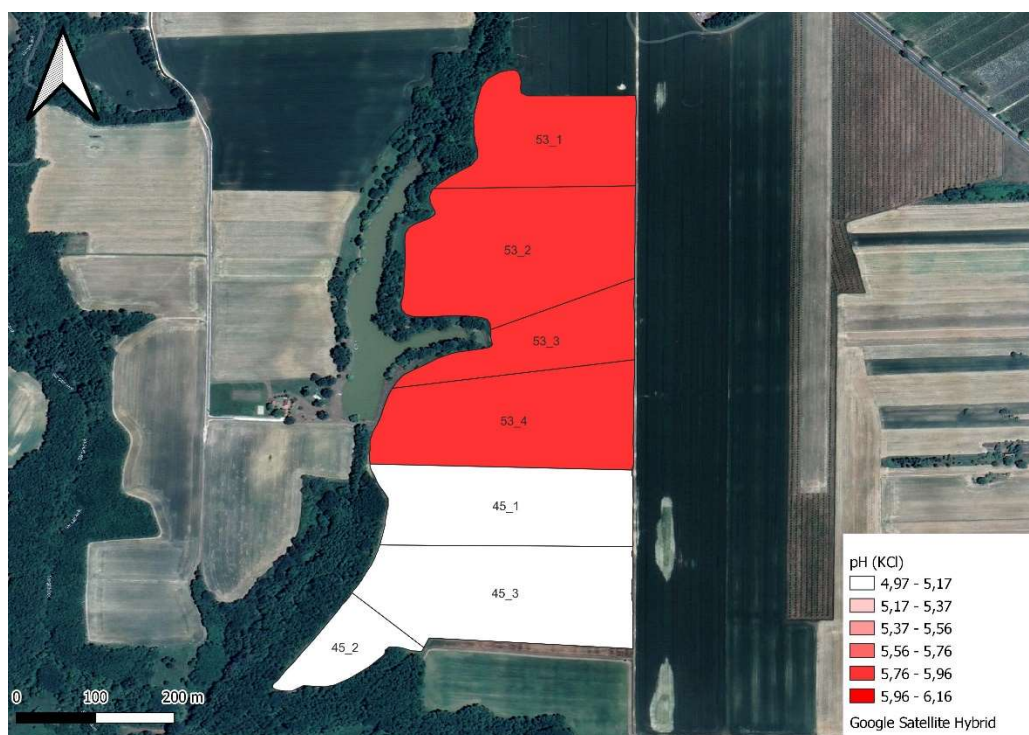
4.2 Talajmintavétel adatai

Rendelkezésemre álló talajmintavétel, illetve a töréspontok alapján határoltam le a zónákat. A talajvételezés sajnos nem precíziósan történt, hanem a hagyományos 5 hektáros mintavételezés alapján, bővített talajvizsgálati adatokkal rendelkezem. Ezeket az eredményeket jelenítettem meg. A makro-mező és mikroelemeket is vizsgáltam. A zónák elnevezéseinél a talajmintavételkor tábla sorszámokat használtam, a mintavétel 2020-ban történt, amikor a táblák külön voltak művelve. Akkor a jelenlegi 1-es tábla sorszáma 1-es és 40 táblából állt. A 45 tábla elődje pedig 53-as és 45 tábla volt.

pH (KCL) érték: A hazánkban termesztett növények a semleges illetve a gyengén savanyú (pH 6-7) területeken termesztethetők sikeresen. Ha pH drasztikusan változik az kihatással van a növény fejlődésére. Az 1. táblán kukorica volt, ami 5,5-7 pH közötti értéket szereti, jól látható hogy a tábla majdnem fele alacsonyabb kémhatású. Talajmeszezéssel javítható, azonban kizárólag repce vetés előtt szoktunk talajt meszezni.



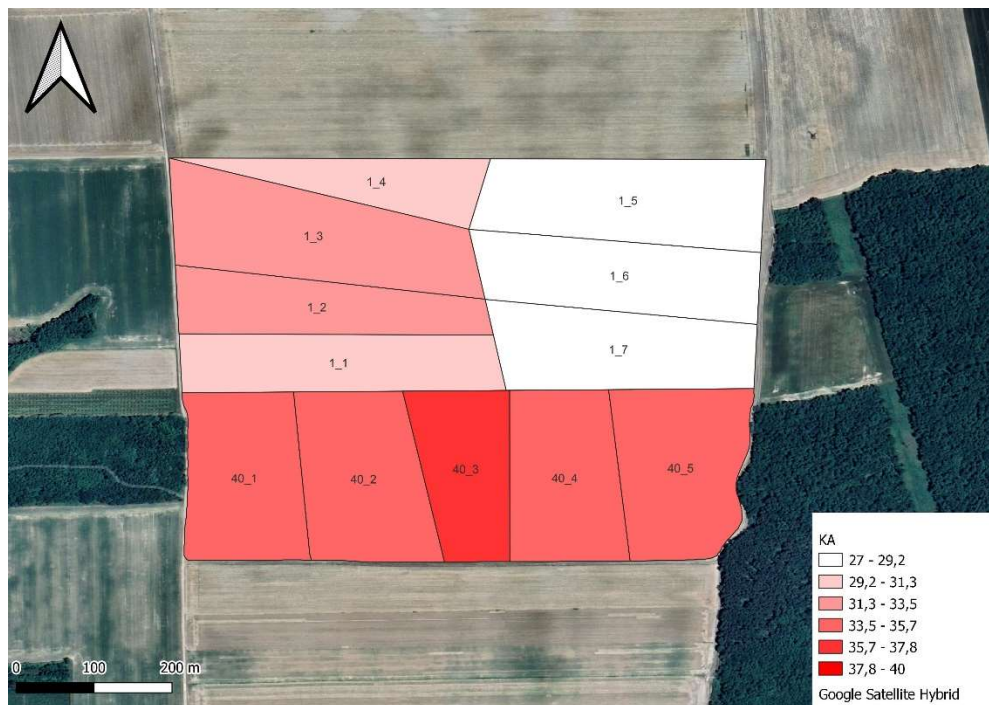
16. ábra: pH értékek tábla 1 (Forrás: saját kép)



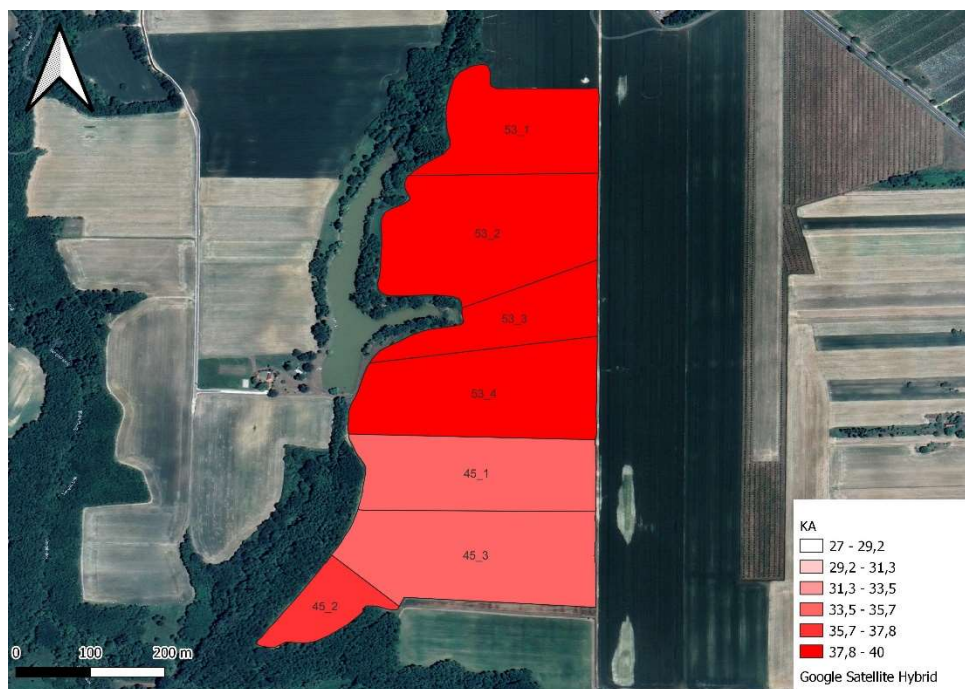
17. ábra: pH értékek tábla 45 (Forrás: saját kép)

Arany-féle kötöttségi szám/KA: A homokos területek dominálnak a vizsgált táblákon.

Értékek: homok (25-30), homokos vályog (31-37), Vályog (38-42)

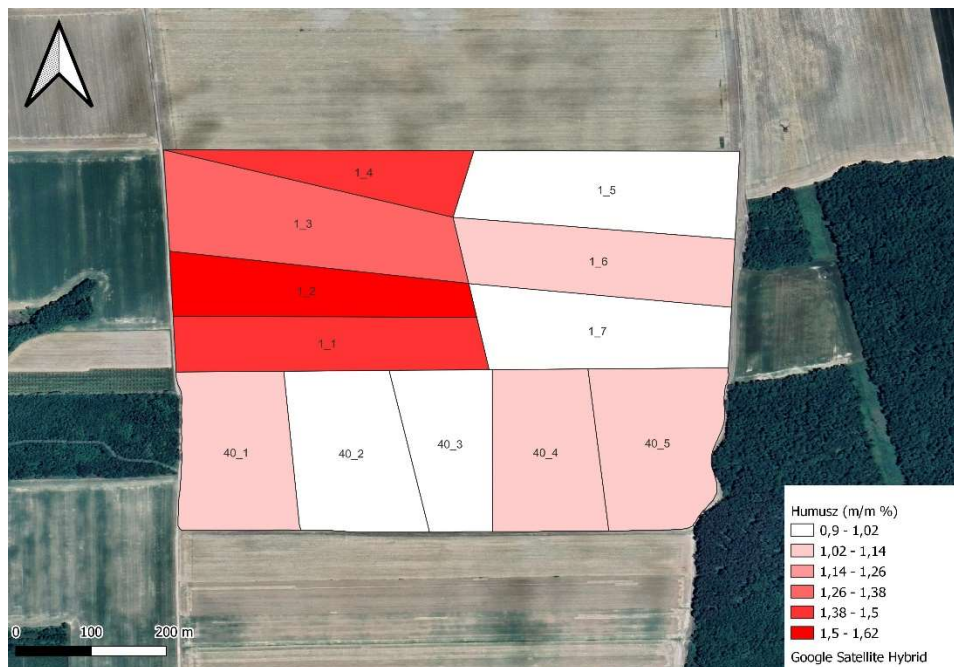


18.ábra: Kötöttség tábla 1 (Forrás: saját kép)



19.ábra: Kötöttség tábla 45 (Forrás: saját kép)

Humusztartalom: Fontos a tápanyagszállítási folyamatokban, a humuszban gazdag talaj jól tartja a vizet és jó mutatója a biológiai aktivitásnak.



20. ábra: Humusztartalom tábla 1 (Forrás: saját kép)



21. ábra: Humusztartalom tábla 48 (Forrás: saját kép)

Sótartalom: A területek alacsony sótartalmúak. Az alacsony sótartalomú területeken a

növények könnyebben veszik fel a vizet, illetve az ásványi anyagokat. Negatív hatása nincs, ellenben ha a növények sós közegben vannak, akkor csökkenhet a csírázókéességük, illetve a növekedésbeli problémák jelentkezhetnek.



22. ábra: Sótartalmak (Forrás: saját kép)

Mész tartalom: Nem csak a vizsgált táblák, hanem a gazdaság egésze mészhiányos, talajt meszezni kizárólag a magas kalcium igényű őszi káposztarepce vetést megelőzően szoktunk, 500 kg/ha dózisban. A talaj fizikai és kémiai tulajdonságai is javíthatóak a meszezéssel.



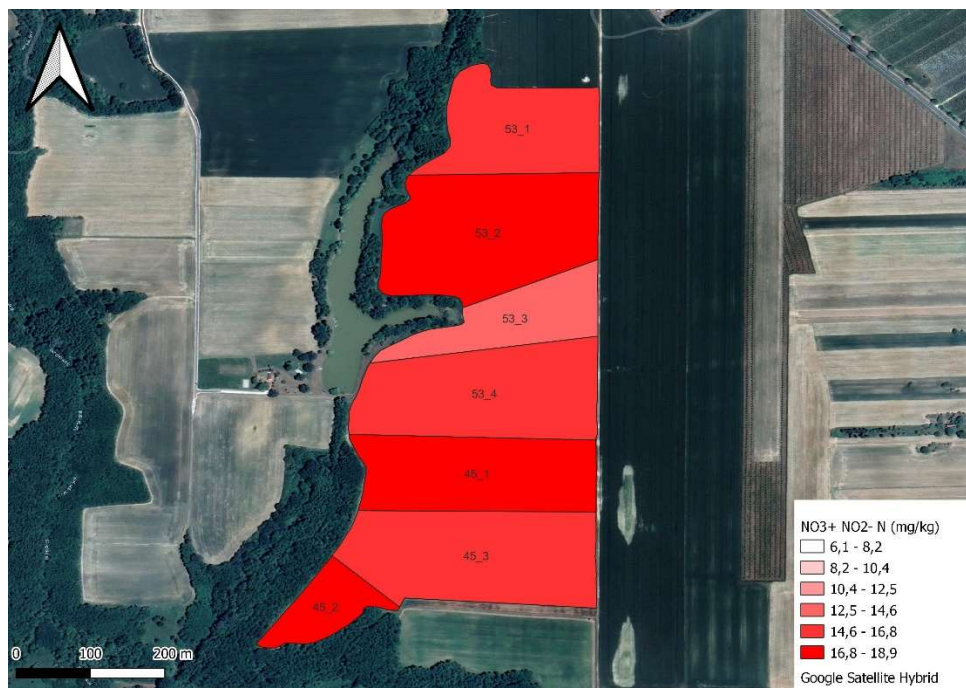
23. ábra: Mész tartalmak (Forrás: saját kép)

Nitrogén ellátottság: Nitrát nitrogén dioxid tekintetében jelentős különbség az 1.-es és a 45.-ös tábla között a talajmintavételt megelőzően a 45.ös táblán zöldítés céljából

fehérmustár és olajretek másodvetésként vetve, talán ebből is adódik a különbség a két tábla között. A táblákon belül az igen gyenge ellátottságtól (fehér) a közepesig (élénk piros) terjed az értéktartomány.



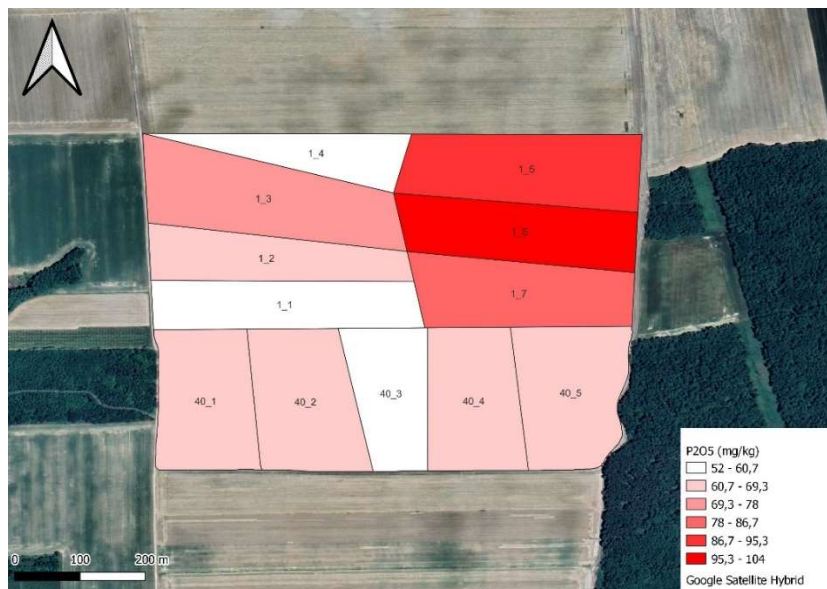
24. ábra: Nitrát, nitrit tábla 1. (Forrás: saját kép)



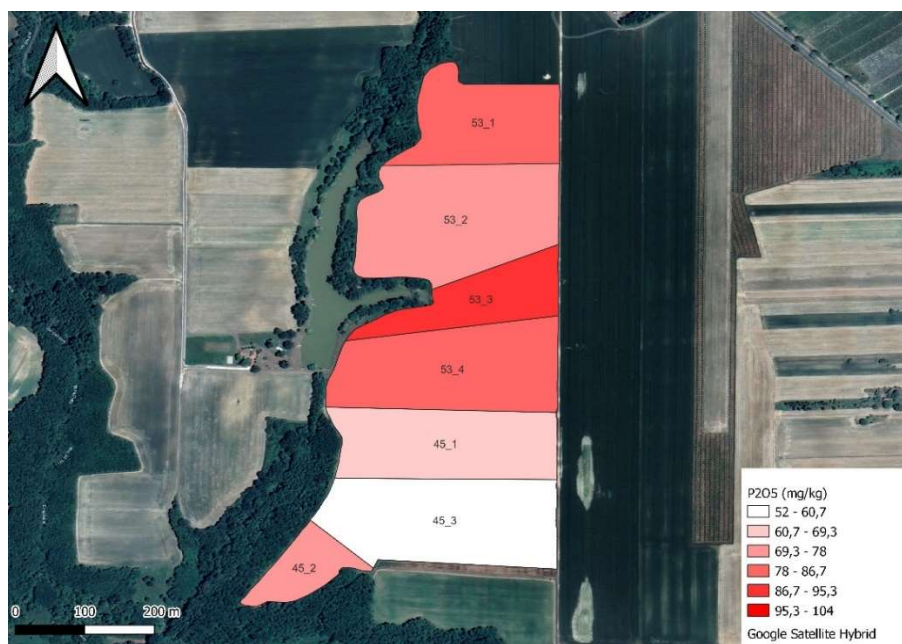
25. ábra: Nitrát, nitrit tábla 45. (Forrás: saját kép)

Foszfor ellátottság: A gyengétől a túlzott ellátottságig változnak értékek. Szerves valamint ásványi formában is jelen van a talajokban, azonban a növények a talajban

található foszfor csak csekély részét tudják felvenni. Mivel kevésbé mobilis, kijuttatásnál ügyelni kell mélységre.

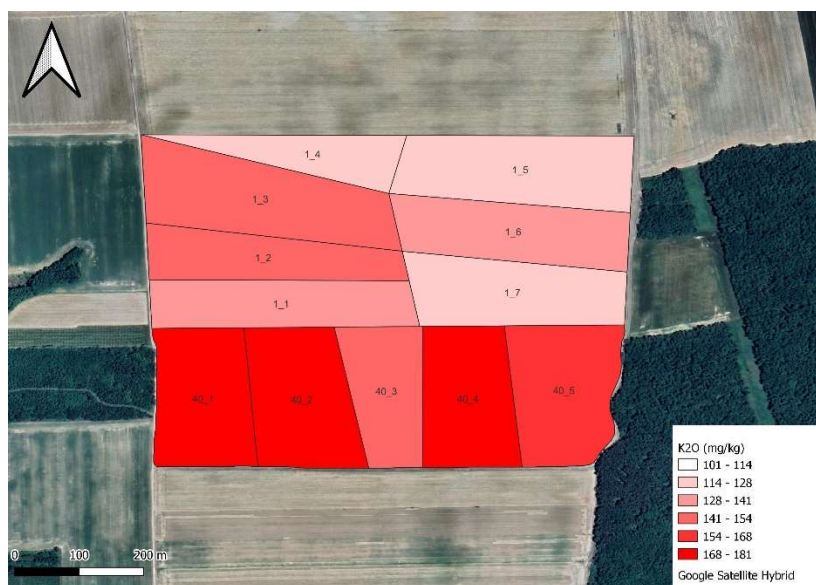


26. ábra: Foszfor tartalom tábla 1. (Forrás: saját kép)



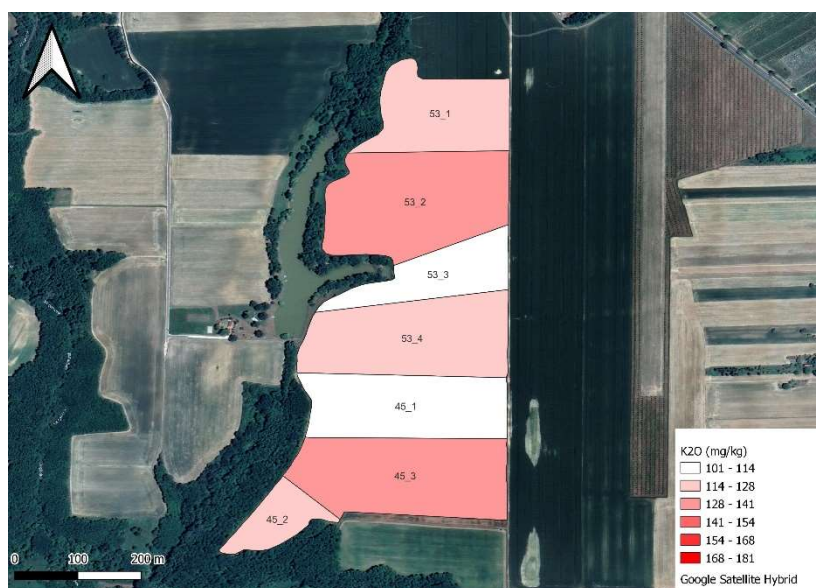
27. ábra: Foszfor tartalom tábla 45. (Forrás: saját kép)

Kálium: Mindkét területen termesztett kultúrának magas a kálium igénye, amit talajoldatból tudnak felvenni, azonban ez jóval kevesebb, mint amire szüksége van, ezért szükséges a pótlása.



28. ábra: Kálium tábla 1 (Forrás: saját kép)

A foszfor és kálium ellátottság tekintetében szemmel látható a különbség a két tábla között.



29. ábra: Kálium tábla 45. (Forrás: saját kép)

Mangán: Hiánya a túlmeszezett talajokon kialakulhat az 1 es táblán gyenge az ellátottság illetve a 45-ös tábla déli felén. A talaj tömörödöttsége is erősen befolyásolja a mangán hiányt.



30. ábra: Mangán tábla 1 és tábla 45 (Forrás: saját kép)

Cink: Az egyes tábla jelentősen cink hiányos, a kukorica kifejezetten érzékeny a hiányára, idén főnövényként kukorica volt az 1.-es táblán és jól látszik hogy a déli felén, ahol erősen erodált a talaj. 45-ös tábla megfelelő ellátottsággal rendelkezik.



31. ábra: Cink a talajban (Forrás: saját kép)

Réz: A területeken réz ellátottság jó, azonban az élénk piros területeken túlzott felhalmozódás figyelhető meg, az egyes zónákban, ami a talaj termékenységét jelentősen csökkenti. A réz is mikroelem a növények csak kis mennyiségben képesek felvenni a talajból.



32. ábra: Réz a talajban (Forrás: saját kép)

Nátrium: A túlzott felhalmozódása a talajokra nincsen jó hatással, illetve a növények tápanyagfelvételét is kedvezőtlenül befolyásolja. A nátrium szint a táblákon, hiába mutat látványos különbséget mindenhol a megfelelő értékeken belül mozog.

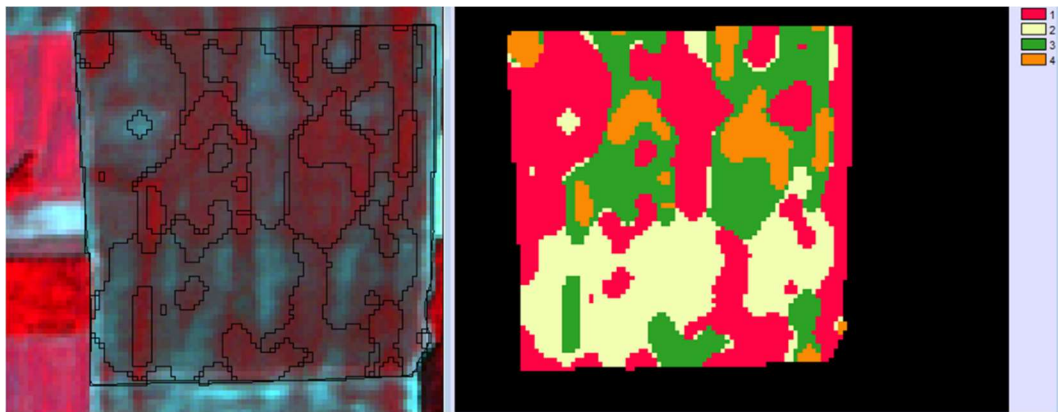


33. ábra: Nátrium ellátottság (Forrás: saját kép)

Kén: Szulfátként tudja felvenni a növényzet, a talajban mobilis, képes a lemosódásra. Tavasz elején szoktuk kijuttatni a nitrogénnel együtt a területeinkre. Az 1. és a 45-ös táblán a gyenge és a közepes ellátottság között változnak az értékek.

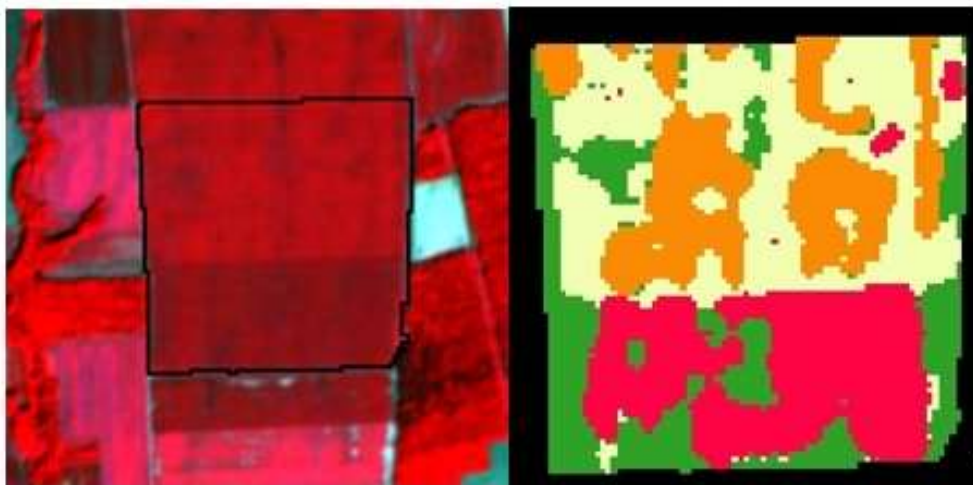
A műholdfelvételeket, három időpontra töltöttem le 2021.07.06, 2021.07.21, 2021.10.04. A 2020-as felvételen az 1. tábla 2020-as évi összevonás előtti shape fájlt vizsgáltam, talajtani szempontból, egy olyan időszakban amikor nem volt rajta kultúra. Erre azért volt szükség, mert szerettem volna választ kapni arra kérdésre, hogy a jelenlegi 1-es tábla ezen felén, miért gyengébb a vegetáció. A lenti ábrán jól látszik hogy a tábla északi fele erősen erodált. A műholdfelvételek vizsgálatát IDRISI-ben és QGIS-ben is elvégeztem.

A lenti ábrán az 1. számú tábla 2021.07.06.-i műholdfelvétel alapján osztályozott területek láthatóak. Jól kivehető, hogy a tábla erősen erodált.



36. ábra: 2021.07.06 műholdfelvétel alapján osztályozott 1-es tábla (Forrás: saját kép)

A következő időpontban 2021.07.21.-i felvételen már jól kivehető az intenzív vegetáció. Az visszaverődésből jól kivehető, a növényzet közötti különbség. Azonos FAO számú, azonban különböző fajta vetőmaggal lett a tábla elvetve. A műholdfelvételen, illetve a filterezés által és tábla ismeretei alapján megállapítottam, hogy azokon a részeken ahol a mélyebb fekvésű a terület, illetve vízállások szoktak lenni, ott sokkal erősebb a 2021-es aszályos évben a vegetáció.



37. ábra: 2021.07.21 műholdfelvétel alapján osztályozott 1-es tábla (Forrás: saját kép)

Az 1.-es a tábla 2021.10.04.-i műholdfelvétel színekompozitján jól látszik, hogy a kukorica beérett, a 45 ös táblán pedig a repce kelés jól kivehető. A 45 ös tábla déli fele a vízfolyások miatt erősen erodált, korábbi művelésbeli különbségek illetve a domborzat miatt.



38. ábra: 2021.10.04 műholdfelvétel színekompozit (Forrás: saját kép)

NDVI:

A következő térképeken a QGIS ben a három vizsgált időpontra jelenítettem meg az NDVI értékeket. A borítottság nélküli talaj NDVI értéke 0,0 – 0,05 körüli, az erőteljes vegetációé 0,9.

Az 1.-es táblán a 07.06.-ai felvételen jelentős különbség van az állomány fejlettségét tekintve. És nagyon szépen kirajzolódik a táblán belüli heterogenitás. Ha összevetem a 36. ábrát, amit IDRISI-ben clustereztem a 39.-es tábla NDVI értékeivel, akkor szépen kirajzoladnak a gyengébb adottságú zónák, ott az NDVI értékek is alacsonyabbak a 2021.07.06.-i időpontban.



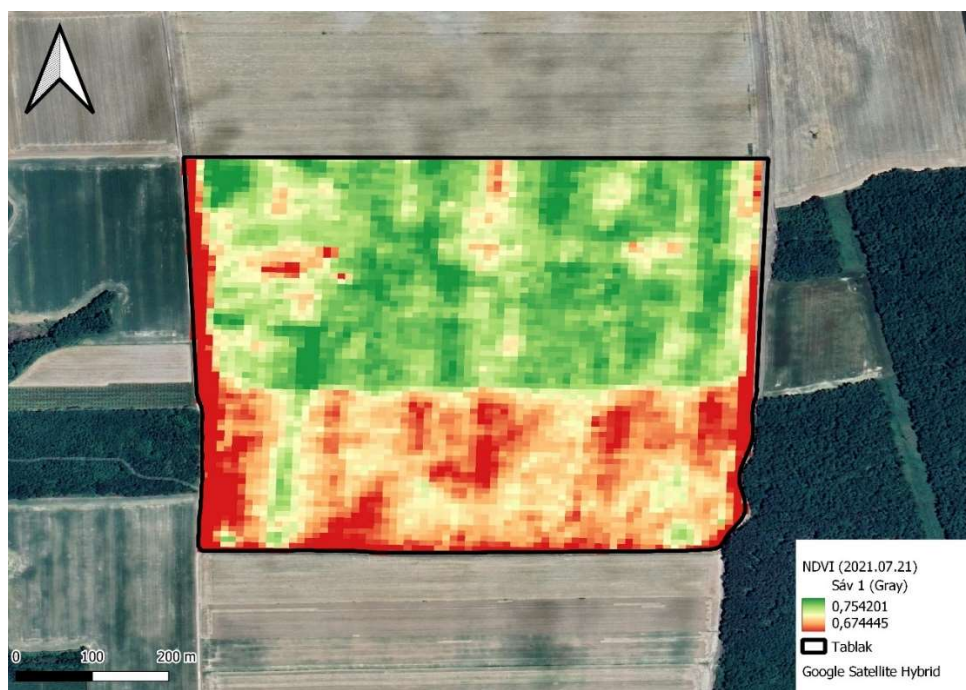
39. ábra: 2021.07.06 NDVI kukorica (Forrás: saját kép)

A 40. ábrán a 45.-ös tábla 2021.07.04.-i időpont szerinti NDVI nem hoz érdemi eredményt. A látható különbség csupán a táblán található kultúra miatt adódik, hiszen a felvétel készültkor még külön volt kezelve. A tábla déli felén ekkor még őszi árpa volt a főnövény, míg az északi felén őszi búza. A vegetációs időszak végén járunk ekkor, alacsony NDVI értékekkel.



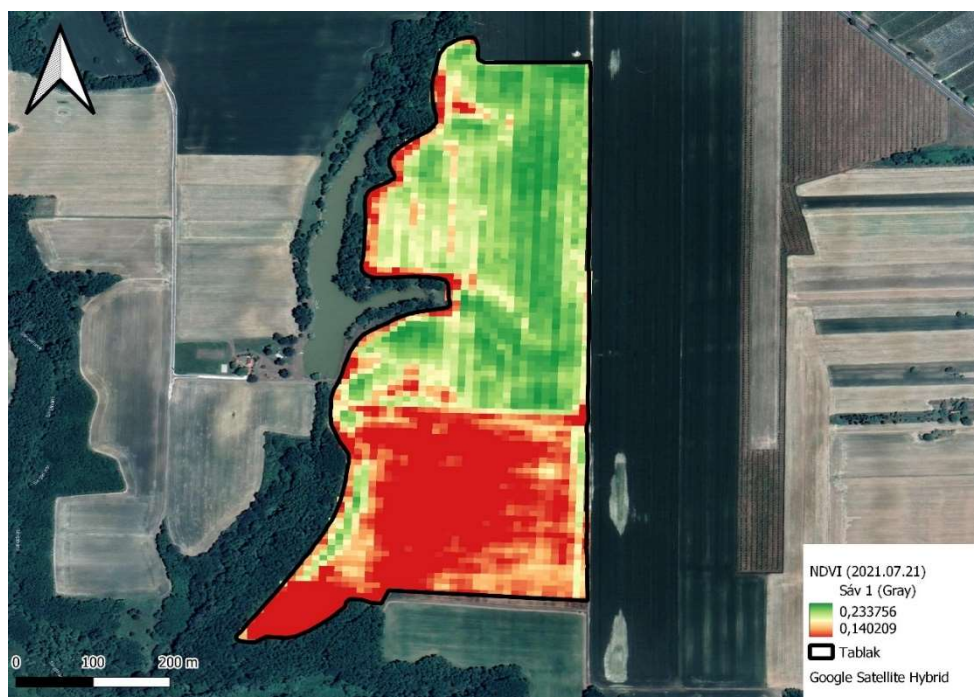
40. ábra: 2021.07.06 NDVI őszi káposztarepce (Forrás: saját kép)

A 2021.07.21.-i állapot szerint az 1.es táblán már kezdenek az NDVI értékek közelíteni egymáshoz, ezen a térképen nagyon szépen látszik a Pioneer 9415 illetve a Dekalb 4943 kukorica közötti érésbeli különbség. (41. ábra) Ezek a különbségnek adódhatnak abból , hogy P9415-ös mag 350 FAO-s a DKC4943-as 380 FAO számú hibrid. Bár ezt kevésbé tartom valószínűnek leginkább a különbséget az adja, hogy pont sikerült a tábla gyengébb adottságú részébe vetni, a szárazságtűrésben gyengébb fajtát.



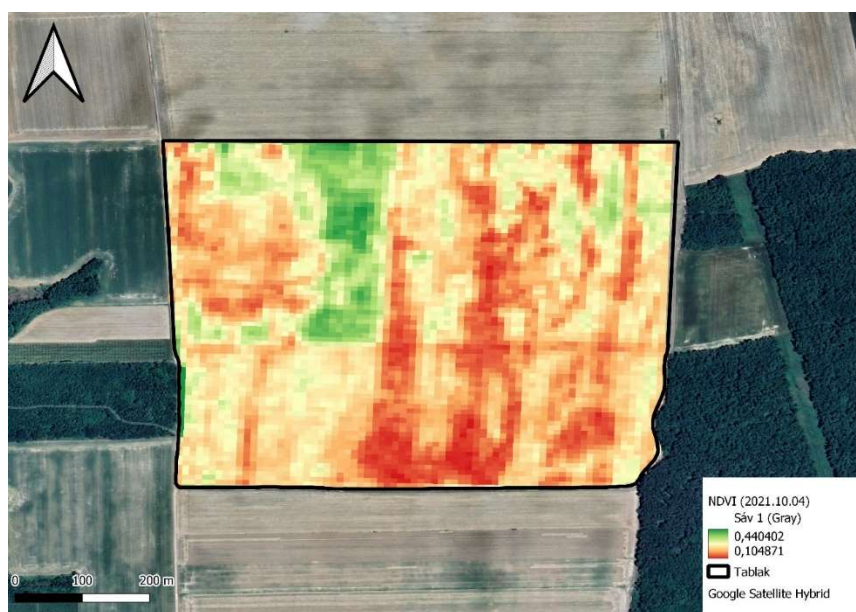
41. ábra: 2021.07.21 NDVI kukorica (Forrás: saját kép)

2021.07.21.-i felvétel közvetlenül aratás előtt készült a 45.-ös tábláról az értékek tovább csökkentek az állomány beérett.



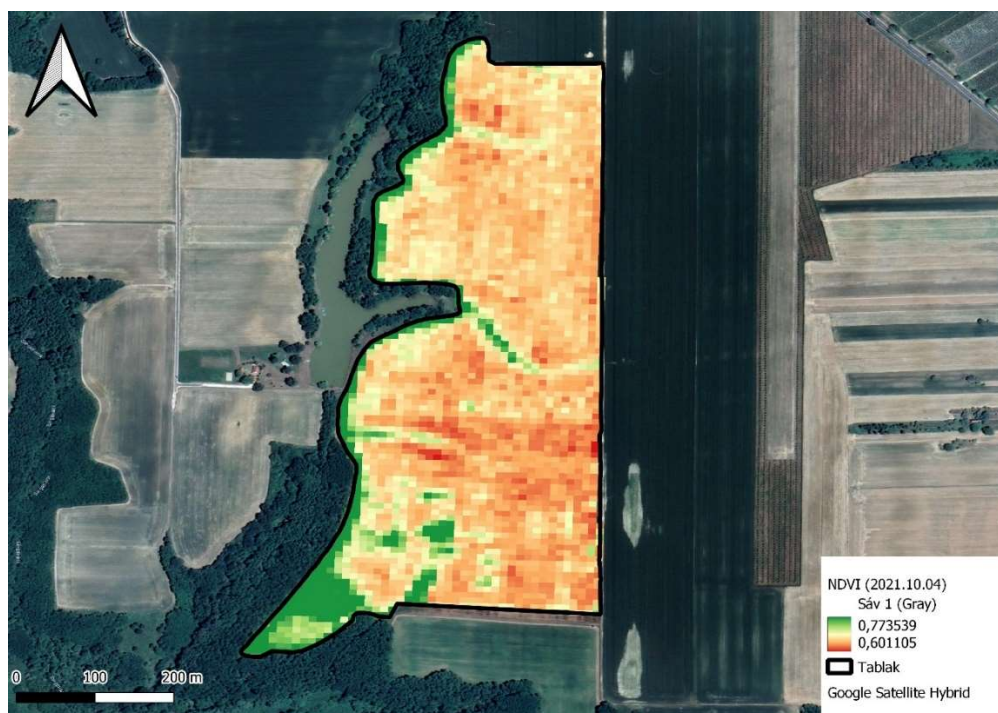
42. ábra: 2021.07.21 NDVI őszi káposztarepce (Forrás: saját kép)

A 2021. október 4. kép (43-as és 44-es ábra) a kukoricák NDVI értéke csökken az érésbeli különbségek még jelentősek, azokon a foltokon ahol a talajvízellátottsága magasabb, ott nagyobb értékeket mutat a kép.



43. ábra: 2021.10.04. NDVI kukorica (Forrás: saját kép)

A 45.-ös tábla augusztus 28.-án lett elvetve repcével, az októberi felvételen látszik, hogy milyen szépen fejlődik, az NDVI értékek emelkednek. A gyengébb adottságú déli részen is nagyjából egységesen kikelt és ezen állapotban 5-6 leveles.



44. ábra: 2021.10.04 NDVI őszi káposztarepce

Összefoglalás

Összegezve a dolgozatot elmondható, hogy mindkét vizsgált tábla esetében jelentős különbségek láthatók táblán belül. Tisztában voltam vele ismerve a termőhelyi adottságokat, hogy heterogének a táblák, azonban ekkora mértékű heterogenitásra nem számítottam. Ahhoz, hogy egy jól használható adatbázist tudjak felépíteni, rengeteg rendelkezésre álló adat szükséges.

Az öt hektáros mintavételezési eredményeket összevetve a tapasztalataimmal és a Google Satellite Hybrid felvételével arra jutottam, hogy érdekesebb lenne a talaj adottságait részletesebben megvizsgálni precíziós talajmintavétel, műtrágya kijuttatási tervekkel. A növekvő inputanyag árakkal csak úgy tudunk lépést tartani, ha megpróbáljuk a termelést helyspecifikusan a talajigényeinket figyelembe véve folytatni, kerülve a többlet kijuttatást a területeinken.

Ahhoz, hogy a gazdaság váltani tudjon a precíziós gazdálkodásra az alapoktól kell elindulni, mivel a teljes átállás hatalmas anyagi ráfordítással jár. Mérlegelni kell, hogy a mi üzemméretünk, mely technológiai elem bevezetésre alkalmas.

Úgy gondolom, hogy a precíziós gazdálkodásra történő átállással csak, nyerhetünk.

SUMMARY

Summarizing the dissertation, it can be said that significant differences can be seen within the field area for both studied areas. I was aware of the field conditions that the fields were heterogeneous, but I did not expect such a degree of heterogeneity. I need a lot of available data to build a well-used database.

Comparing the five-hectare sampling results with my experience and the recording of the Google Satellite Hybrid, I came to the conclusion that it would be more worthwhile to examine the soil conditions in more detail with precision soil sampling and fertilizer application plans. We can only keep pace with rising input prices if we try to continue production locally, taking into account our soil needs, avoiding over-application in our areas.

In order for the economy to switch to precision farming, it is necessary to start with the funds, as the complete transition involves a huge financial outlay. It is necessary to consider the size of our plant, which technological element is suitable for introduction.

I think we can only win by switching to precision farming.

Köszönetnyilvánítás

Hálával és köszönettel tartozom Verőné Dr Wojtaszek Malgorzata tanárnőnek a mérhetetlen kedvességért, türelemért és biztatásért, amit irányomba tanúsított a képzés során. És ezúton szeretném megköszönni az összes precíziós gazdálkodás szakmérnöki képzésen oktató előadónak, akiktől rengeteg hasznos ismeretet szerezhettem.

.

IRODALOMJEGYZÉK

- http1: http://repo.aki.gov.hu/3655/1/2020_01_T_Precizios%20kiadvany_web_pass2.pdf
- http2: <https://www.agrarszektor.hu/agrarpenzek/friss-reszletek-a-2023-utani-kozos-agrarpolitikara-vonatkozo-magyar-tervekrol.32672.html>
- http3: <https://www.agronaplo.hu/termekinformaciok/integracio-szabvanyositas-nelkul-az-agrardigitalizacio-sem-megy>
- http4: <https://docplayer.hu/29337522-1-a-terinformatika-szerepe.html>
- http5: <https://mezohir.hu/2020/08/19/talajmintavetel-es-kijuttatastervezes-egyszeru-modszerekkel-a-precizios-gazdalkodasban/>
- http8: <https://www.axial.hu/cikkek/hirek/maxi-net-20-4gnss-muholdas-korrekcios-jel-a-magyar-agrariumban>
- http9: https://pubs.usgs.gov/fs/2019/3008/fs20193008_ver1.2.pdf
- http10: <https://geo-sentinel.hu/mi-a-sentinel-2/>
- http12: <https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2020/08/pr/hozammeres-az-urbol-szemleletes-hozamterkep-azonnal-hasznalhato-adatok-a-precizios-gazdalkodasban>
- http 13: <https://github.com/px39n/Awesome-Vegetation-Index>
- http 14 : <http://eta.bibl.u-szeged.hu/5361/5/Prec%C3%ADzi%C3%B3s%20gazd%C3%A1lkod%C3%A1s%20g%C3%A9pi-arat%C3%B3-cs%C3%A9p%C5%91%20g%C3%A9p.pdf>

Dr. Reisinger Péter (2014): Precíziós Mezőgazdaság 1. rész.

<https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2008/09/szantofold/precizios-mezogazdasag-1-resz>

Schmidt J. (2011): Földműveléstan. Precíziós mezőgazdaság. Debreceni Egyetem, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Pannon Egyetem. TÁMOP 4.2.5 Pályázat könyvei, Alkalmazott tudományok, Mezőgazdaság.

Győrffy Béla (1999): A biogazdálkodástól a precíziós mezőgazdaságig.

Borovics Attila (2018): Precíziós gazdálkodás

https://www.charolais.hu/ujweb/pdf/demjen2018/Borovics_Atila_NAIK_Precizios_gazdalkodas.pdf

ERDEINÉ KÉSMÁRKI-GALLY Szilvia (2019): A PRECÍZIÓS GAZDÁLKODÁS JELENTŐSÉGE A MEZŐGAZDASÁG VERSENYKÉPESSÉGÉBEN.

http://publikaciotar.repozitorium.uni-bge.hu/1691/1/Multidisz_2020_2_Erdein%C3%A9.pdf

Márkus Béla (2010): Térinformatika 1. A térinformatika alapfogalmai, kialakulása,

fejlődése. Székesfehérvár: Nyugat –magyarországi Egyetem 2010. pp1.

Milics Gábor (2008) : A térinformatika és a távérzékelés alkalmazása a precíziós (helyspecifikus) növénytermesztésben.

Lóki József (2011) : Környezeti informatika. Környezeti folyamatok térinformatikai értékelése I.

Csenki Szabolcs, Láng Vince (2020) : Talajmintavétel és kijuttatástervezés egyszerű módszerekkel a precíziós gazdálkodásban.

<https://mezohir.hu/2020/08/19/talajmintavetel-es-kijuttatastervezes-egyszeru-modszerekkel-a-precizios-gazdalkodasban/>

Busics György (2010) :Műholdas helymeghatározás 1., A GNSS-ről általában

Pásztor László (2019):

<https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2019/03/gepesites/terinformatika-es-a-taverzekeles-a-mezogazdasagban>

Mika János, Utasi Zoltán, Biró Csaba, Pénzesné Kónya Erika (2011): Műholdakról távérzékelte adatok feldolgozása és hasznosítása. EKF TTK, Eger,

Zhang, N., M. Wang and N. Wang, 2002. Precision agriculture-a worldwide overview. Comput. Electron. Agric., 36: 113-132.

Kruger, G., R. Springer and W. Lechner, 1994. Global navigation satellite systems (GNSS): Special Issue: Global positioning systems in agriculture. Comput. Electron. Agric., 11: 3-21.

Pfost, D., W. Casady and K. Shanon, 1998. Precision agriculture: Global positioning system (GPS). Water Quality, University Extension, University of Missouri-System.

Bajzák D.: A távérzékelés alapjai. Melléklet. MTA Földrajztudományi Kutató Intézet. 1990.

Szilágyi A. – Juhász I.: Talajtani légifénykép-interpretáció. Budapest. 1988

Tamás János – Diószegi András (1996): Térinformatikai praktikum.

Verőné Dr. Wojtaszek Malgorzata (2021) PROJEKT_modul_bevezetes_pptx.pdf

előadás

Verőné Dr. Wojtaszek Malgorzata (2011): Fotointerpetáció és távérzékelés, 4

Távérzékelte felületek kiértékelése