

S Z A K D O L G O Z A T

Hauszknecht Ferenc Rolf

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Környezettudományi Intézet

Precíziós mezőgazdasági szakmérnök

Levelező tagozat

Hozam-, távérzékelési- és domborzati adatok elemzése, menedzsment zóna lehatárolása céljából

Belső konzulens: Dr. Csorba Ádám
egyetemi docens

Belső konzulens
intézete/tanszéke: MATE KÖTI Talajtani Tanszék

Külső konzulens: -

Készítette: Hauszknecht Ferenc Rolf

Gödöllő

2024

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés, célkitűzés	5
2. Irodalmi áttekintés.....	7
2.1 Precíziós mezőgazdaság fogalma	7
2.2 A precíziós, hely specifikus mezőgazdaság kialakulása	8
2.3 Hozamtérkép	9
2.4 Hozam mérés technikai háttere	10
2.4.1 Termény áramlás érzékelő	11
2.4.2 Szemnedveség érzékelő szenzor.....	11
2.4.3 GNSS helymeghatározás	12
2.6 Távérzékelés, NDVI vegetációs index	13
2.6 Menedzsment zóna	15
3. Anyag és Módszer.....	16
3.1 A terület elhelyezkedése és jellemzése	16
3.1.2 A választott terület bemutatása	18
3.2 Kiinduló alapadatok	19
3.2.1 Hozam adatok, hozamtérkép feldolgozása	19
3.2.2 Domborzati adatok és feldolgozásuk.....	21
3.2.3 A műholdas távérzékelési adatok és feldolgozásuk	22
3.3 Adatok összehasonlító elemzése.....	25
3.3.1 Különböző forrásokból származó domborzati adatok elemzése.....	25
3.3.2 NDVI idősor - hozamadatok összehasonlító elemzése.....	26
3.3.3 Domborzati adatok - hozamadatok összehasonlító elemzése.....	28
3.3.4 NDVI idősor - domborzati adatok összehasonlító elemzése.....	28
4. Eredmények és értékelésük	31
4.1. Különböző forrásból származó domborzati adatok elemzésének az eredménye	31
4.2 NDVI idősor - hozamadatok elemzésének az eredménye	34
4.3 Domborzati adatok - hozamadatok elemzésének az eredménye	35
4.4 NDVI idősor - domborzati adatok elemzésének az eredménye	37
4.5 Menedzsment zóna lehatárolás eredménye.....	38
5. Következtetések és javaslatok	39
6. Összefoglalás	40

7. Köszönetnyilvánítás.....	42
8. Irodalomjegyzék.....	43
9. Ábrák jegyzéke.....	45

1. Bevezetés, célkitűzés

A precíziós gazdálkodás céljait sokan sokféleképp megfogalmazták. Említhetjük a demográfiai okokat, a föld növekvő népességének növekvő élelmiszer szükségletét. Ugyanakkor szem előtt kell tartani a fenntartható fejlődést, azaz a környezetvédelmet. Mindezen fontos és magasztos célok mellett a lényeges mezőgazdasági termelés gazdasági értelemben vett fenntarthatósága, az eredményes és költséghatékony gazdálkodás.

Ezek a célok nem zárják ki egymást, a precíziós gazdálkodás ezen célok eléréséhez kínál egy eszközrendszert. Erről a svéd asztalról mindenki a lehetőségeinek és adottságainak megfelelően választhat eszközöket a saját gazdasága számára.

Azonban nem varázs pálca, ami mindent egy érintésre megváltoztat, az eszköz beszerzésen túl sok figyelmet, többlet időráfordítást és kitartást kíván.

A gazdaságunk is végig ment a precíziós gazdálkodás felé vezető út lépcsőfokain. A rendszerváltás évei előtt a háztáji gazdaságunkban még megvalósult a helyspecifikus gazdálkodás, bár nem a technológia mai értelmében. A műveletek jelentős része kézzel történt, például a kukorica fészkes vetése, fészkenként 3 vagy 4 mag, majd az első kapáláskor a növények fejlettsége és a terület adottságait figyelembe véve történt meg a végleges tőszám beállítása. A kukorica műtrágyával történő fejtrágyázása is vödörből, kézzel történt, ekkor is figyelembe tudtuk venni az adott növények állapotát. A szervestrágya szórás szintén kézzel történt, a gyengébb területekre fókuszálva. Ez ugyan helyspecifikus volt, de nem adatalapú.

Ezt követően a kárpótlás után megváltozott az üzemméret. Már gépesítve történt minden művelet, mechanikusan szabályozható eszközökkel, a dózisállítás és változtatás bonyolult, nehézkes pontatlan volt. Például a műtrágya szóró dózis beállítása függött súber kézi állításától, és a menetsebességtől, a kiszórt dózis bizonytalan volt.

A következő nagy lépés a 90-es évek végén az elektronikus vezérlésű, sebességarányos kijuttatással rendelkező műtrágyaszóró és permetező gépek beszerzése volt. Ezzel végre elértük, hogy képesek legyünk az előre beállított dózis alkalmazására tábla szinten. (Ez ma elit körökben már szinte szitokszónak számít.) De ezt is csak az állományban, ahol a pontos csatlakozást tudtuk tartani a művelőutasan vetett gabonában, vagy a kukorica sorok mentén.

A 2000-es évek közepén a kézi GPS területmérő és GPS sorvezetés volt a következő lépcső. A 2010-es évek közepétől felpörögött a fejlődés: RTK - robotkormány, automata szakaszolás, változó dózissra képes eszközök, Greenseeker, SPAD - klorofil mérő készülékek kerültek beszerzésre, de a hozamtérképezős kombájnra és a változó kijuttatás informatikai

hátterére 2023-ig kellett várni. Jelenleg az adatokon kívül minden rendelkezésre áll a precíziós helyspecifikus gazdálkodáshoz. A dolgozatomban ezen adatok beszerzésének, alkalmazásának a módját keresem. Közben látom „**miért kincs az agráradat.**”

A szakdolgozatom céljául tűztem ki, a közelmúltban használatomba került, **Alsónána 0140/2.** helyrajzi számú tábla menedzsment zóna lehatárolását.

A táblán a vizsgált 2023-as évben őszi árpa kultúra volt. A választás azért esett erre a táblára, mert a táblának egyes részei különösen rosszul teljesítettek. Ennek az okát kívántam feltárni zóna alapú talajminta vételezéssel.

Bemutatom, ehhez milyen forrásból szerzem be az adatokat, azokon milyen elemzéseket végzek, majd hogyan történik a zóna lehatárolás. A lehatárolt zónákon lehetővé válik a zóna alapú talajvizsgálat, majd ezt követően az adatokra alapozott helyspecifikus gazdálkodás.

József Attila után szabadon:

„Dolgozni csak pontosan, szépen, ahogy a ***műhold*** megy az égen, úgy érdemes.”

2. Irodalmi áttekintés

2.1 Precíziós mezőgazdaság fogalma

A precíziós mezőgazdaság fogalmát sokan sokféleképpen megfogalmazták. A hazai irodalomban leggyakrabban idézett Györffy (2000) megfogalmazása:

„A precíziós mezőgazdaság magába foglalja a termőhelyhez alkalmazkodó termesztést, táblán belül változó technológiát, integrált növényvédelmet, a csúcstechnológiát, távérzékelést, térinformatikát, geostatistikát, a növénytermesztés gépesítésének változását és az információs technológia vívmányainak behatolását a növénytermesztésbe.”

Korábban e fogalom meghatározásakor csak a precíziós növénytermesztését értették alatta, amely kétség kívül a legmeghatározóbb, de nem egyedüli területe. A precíziós mezőgazdaság kifejezés mind a precíziós növénytermesztést (Precision Plant Production), mind a precíziós állattenyésztést (Precision Livestock Farming) precíziós kertészeti termelést (Precision Horticulture) magába foglalja. Sajnos a fogalmak használata sem a nemzetközi, sem a hazai irodalomban nem egységes. (Milics 2000).

Szintén nem egységes a *precíziós növénytermesztés* kifejezés sem. Napjainkban többen elsősorban a *helyspecifikus növénytermesztést* értik alatta. Véleményem szerint célszerű lenne a magasabb technológiai szintet képviselő **helyspecifikus növénytermesztés** fogalmat különválasztani, és Györffy (2000) szemléletét használva, a *precíziós növénytermesztés* alatt értelmezni precíziós növénytermesztés összes korszerű elemét, amelyek növelik a precizitást. Ez adott gazdaság precíziós fejlettségétől függően többféle lehet a teljesség igénye nélkül például:

- sebességarányos kijuttató berendezések
- GPS sorvezetők, robotkormányok
- GPS alapú automata szakaszolás
- szenzorokra alapozott automatizált beavatkozó folyamatok (pl. gabona betakarító gépek intelligens cséplési, tisztítási funkciói)
- kézi műszerek, proxy és távérzékelési adatok, mérések eredményeinek felhasználása akár csak tábla szintű döntések felhasználása esetén. (pl. SPAD klorofilmérő, Greenseeker, műholdas távérzékelési adatok, drónos felvételezés, stb.)

Láng & Veres (2018) szerint „a precíziós mezőgazdaság egy hely specifikus eljárás, ami a gyakorlatban annyit jelent, hogy a megfelelő eljárást a megfelelő helyen, időben és

menyiségben alkalmazzuk. A precíziós gazdálkodás olyan műszaki, informatikai és termesztéstechnológiai alkalmazások összessége, amelyek lehetővé tesznek egy termőhelyhez alkalmazkodó termesztést, táblán belül változó művelést, ezáltal hatékonyabbá teszik a termelést.”

Pecze (2022) szerint a precíziós gazdálkodás célja: „a táblán belüli heterogenitás-homogenitás mérése, művelési zónák kialakítása, azok külön- külön kezelése. A differenciált kezelésekkel hatékonyabb gazdálkodás és jövedelemnövekedés elérése.”

A hagyományos mezőgazdaság művelési egységei a táblák, amik egységes kezelés alatt (tápanyag visszapótlás, vetés, művelés, öntözés..) állnak, addig a precíziós mezőgazdaságban ezek a táblák külön kezelendő beavatkozási zónákra különíthetők el, melyeken belül az adott zóna sajátosságai határozzák meg a megfelelő kezelést. A kezelési egységek mérete manapság akár lehet 10x10 m-es cella méretű (elsősorban fejtrágyázás).

A precíziós mezőgazdaság egyik fő jellemzője, hogy adatokra alapozott. A gazdálkodás minden szakaszában kiemelt szerepet kapnak az infokommunikációs technológiák, adatgyűjtés, adatfeldolgozás, döntéshozatal, beavatkozás, a pontos mérések, a szabályozás és a számítógépes vezérlés. A technológia magába foglalja a távérzékelést, térinformatikát, geostatistikát, a növénytermesztés gépesítésének változását és az információs technológia vívmányainak behatolását a növénytermesztésbe Láng & Veres (2018).

Milics (2023) teszi fel a kérdést: „Lesz-e az adatból döntéstámogató információ, vagy az adatgyűjtésnél és tárolásnál megreked a folyamat?” (Milics 2023)

2.2 A precíziós, hely specifikus mezőgazdaság kialakulása

Mesterházi Péter Ákos (2021) szerint a mezőgazdaság kezdetben hely specifikus volt, csak a nagyüzemi gépesítés megjelenésével vesztette el ezt a jellegét. A kézzel végzett munkáknál a gazdálkodó minden négyzetméteren a terület adottságainak, a növényzet állapotának, és tapasztalatainak megfelelően tudott döntést hozni. Fontos szerepet kapott a gazdálkodó a terület ismerete, és az emlékezete,



1. ábra: Magvető - Forgácsné, 1996
(forrás: saját tulajdonú olajfestmény)

döntések meghozatalában. A múlt század első felében előretörő gépesítéssel ez a lehetőség

időlegesen megszűnt, megjelentek a vetőgépek, szerves és műtrágya szóró gépek, amelyekkel sokkal bonyolultabbá vált az alkalmazkodás a terület változó viszonyaihoz.

A precíziós gazdálkodás Egyesült Államokból indult az 1980-as években. 1985-ben a Minnesota Egyetemen valósítottak meg változó dózisú talajjavítást. Kezdetben a rácsháló alapú talaj mintavétel, ahol egy hektáros rácshálóban történt a talajminták gyűjtése, majd elemzése. Az évtized vége felé pedig ezek a mintavételek lettek az alapjai az első változó dózisú inputanyag kijuttatásoknak. A GPS technológia megjelenése a gyakorlati alkalmazásokban és a hozamtérképezők segítették a precíziós gazdálkodási rendszerek fejlődését és további terjedését. (Láng & Veres, 2018)

Nagy lökést adott a precíziós gazdálkodásnak a GPS technológiák fejlődése, amikor a polgári GPS zavarást (SA - selective availability) 2000. május 1-től Bill Clinton elnök megszüntette, így a pontosság jelentősen javult. (<http://earth.geo.u-szeged.hu/~laci/ab-Geoinfo-tananyag/ch12s03.html>)

2.3 Hozamtérkép

„A hozamtérkép a precíziós gazdálkodás eredménye, ugyanakkor legfontosabb adatbázisa. A nyers hozam adatok feldolgozásakor kiemelt hangsúlyt kell fordítani az adatok megbízhatóságára” (Milics 2008).

Menyhárt (2022) szerint fontosabb az adatok megbízhatósága, mint a sűrűsége. Az adatok tisztításánál ki kell szűrni a nyilvánvaló hibával terhelt adatpontokat, ugyanakkor meg kell őrizni a valós értékeket a lehető legnagyobb részletességgel. Előfordulhat, hogy az adatok 20-50 %-át ki kell szűrni és így kapunk jó hozamtérképet. A leggyakoribb hibák, melyeket szűrni szükséges:

- nem megfelelően kalibrált tömeg/térfogat áram, terménynedvesség mérő szenzorok
- fordulóban naplózott adatok
- sor kezdetén és végén, nem teljesen feltöltött tisztítórendszerrel naplózott adatok
- hibás vagy változó fogási szélességgel történő betakarítás
- a termés kombájn átfutási idejét korrigáló hibás késleltetési idő
- hirtelen sebesség változtatás betakarítás közben

Mesterházi (2020) szerint **a hozammérés előnye is ami a hátránya**, minden olyan tényezőnek a hatását összegzi, ami a növényt érte a teljes vegetációs időszakban. Ezzel egybe hangzik Pecze (2022) véleménye: „a hozam a legkomplexebb mutató, integrálja az összes inputtényezőt, a növekedést és a fejlődést meghatározó tényezőket.”

Fontos azonban figyelembe venni, egy év betakarítási adatainak kiterjesztése más adatok használata nélkül a következő évi tervezéshez sok esetben hibás döntést eredményez! (LÁNG 2022) A kellő megalapozottság nélküli helyspecifikus gazdálkodási próbálkozások, változó dózisu kijuttatások károsabbak lehetnek, mint a táblán egységes dózist használó művelésmód. Több kárt okozhatnak, mint hasznot, emellett meg nem térülő többlet költségeket is okozhatnak. (Milics 2003)

„A jó hozamtérkép olyan, mint Columbo felesége. Állítólag létezik, de még senki nem látta.” (Mesterházi 2020).

2.4 Hozam mérés technikai háttere

A precíziós betakarítás során a termények betakarítása mellett betakarítjuk a szintén értékes hozamadatokat is. A pontos helymeghatározóval, hozam- és nedvességmérő rendszerrel felszerelt kombájnnak folyamatosan gyűjtik és rögzítik az adatokat. Az adatok jellemzően pont vektor vagy poligon (grid) formátumban kerülnek tárolásra. (Láng & Veres, 2018)

A betakarítógépek hozammérő rendszere négy fő elemből áll:

- termény áramlás érzékelő szenzor
- szemnedveség érzékelő szenzor
- GPS helymeghatározó
- adatokat feldolgozó, naplózó feldolgozó fedélzeti számítógép.

A hozam adatokon túl általában további fontos adatok rögzítése is történik, amelyekkel szintén hasznos információk szűrhetők ki:

- szem nedvesség
- koordináta, koordináta pontosság, GPS korrekció típusa
- dátum, időpont
- sebesség, haladási irány
- magasság
- fogás szélesség
- üzemanyag fogyasztási, motorterhelési adatok, stb.

A hozammérő rendszerek csak megfelelőn pontos, megfelelő rendszerességgel elvégzett kalibráció esetén szolgáltatnak megbízható adatot. A kalibrációs eljárás során a betakarítógép rögzíti a betakarított termény mennyiségét, és nedvességét. Ezt követően az így betakarított termény tömegét hídmérlegen, a nedvességtartalmát pontos nedvességmérő készülékkel ellenőrzik. Az ellenőrző mérések eredményeit a fedélzeti számítógépbe táplálva az kiszámolja a szükséges kalibrációs korrekció értékét (Milics 2023),

2.4.1 Termény áramlás érzékelő

A termény áramlás érzékelő szenzor két típusú lehet:

- **Térfogatáramlás** mérés elvén működő szenzor: a magfelvonó elevátor oldalában egy fotocella a folyamatosan haladó lapátokon méri a termény magasságát, a kupacok magassága alapján becsüli a termény térfogat áramlását. Egyszerűbb megoldás, de a pontatlanabb becslés miatt az új gépekben kevésbé alkalmazzák.

- **Tömegáramlás mérés** elvén mérő szenzor: a magfelvonó elevátor felső leadási pontján van elhelyezve, egy csapra szerelt, ellensúllyal ellátott érzékelőlemezt használ, így semlegesíti a termény dörzshatását. A szemeket a szenzorra szóró elevátorlapátok szöge úgy van beállítva, hogy a súrlódó terménytömeg ne befolyásolja az érzékelőrendszer működését. (Hatala 2014)

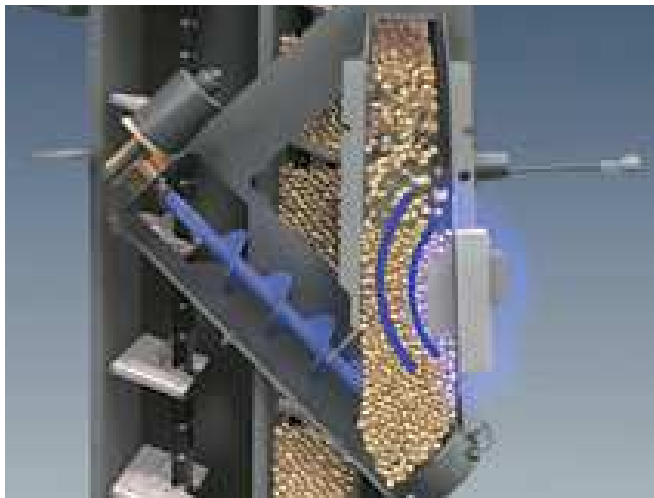


2. ábra: **Ütközőlapos termény tömegáram szenzor**
(forrás: New Holland CR Revelation kombájnok termékismertető, 2020)

2.4.2 Szemnedveség érzékelő szenzor

A magelevátorra szerelt szemnedvesség-érzékelő 30 másodpercenként mintát vesz a betakarított terményből. A szemnedvesség meghatározása kapacitív elven működik. A mérést

követően egy csiga kiüríti a terményt az érzékelőből, és kezdődik újra a feltöltés, mérés. (Hatala 2014), New Holland CR Revelation kombájnok termék ismertető (2020)



3. ábra: Szemnedvesség érzékelőmszenzor
(forrás: New Holland CR Revelation kombájnok termékismertető (2020))

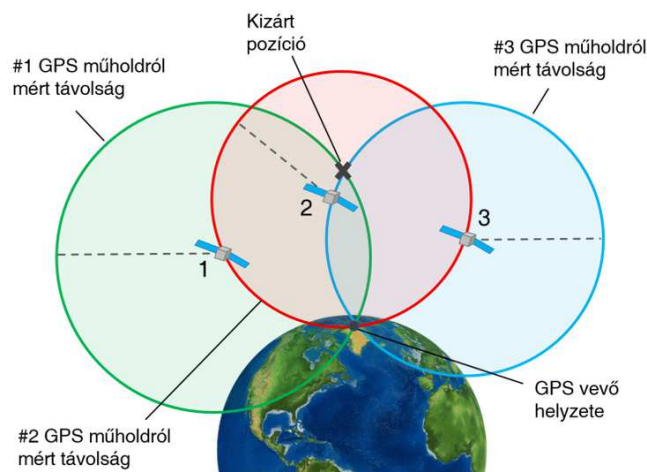


4. ábra: Hozammérés video link

(forrás: <https://www.youtube.com/watch?v=tOcG3FICzGc>)

2.4.3 GNSS helymeghatározás

A globális műholdas helymeghatározó rendszerek (NAVSTAR GPS - *amerikai*, GLONASS - *orosz*, Galileo - *EU*, COMPASS/BeiDou - *kinai*, GINSS – *indiai*, QZSS - *japán*) közös elnevezése a GNSS, jelentése: globális navigációs műholdas rendszer (Global Navigational Satellite System), melyet a hétköznapi életben egyszerűsítve GPS-nek is szoktak nevezni, az amerikai rendszer neve után.



5. ábra A műholdas helymeghatározás geometriai alapja
(forrás: https://konyv.mant.hu/muholdas_helymeghatarozas/)

A műholdas helymeghatározás során az ismeretlen pont (GPS vevő) helyzetét egy térbeli derékszögű koordináta rendszerben térbeli ívmetszéssel határozzuk meg, ismert helyzetű

pontokhoz viszonyítva. Az ismert helyzetű pontokat a Föld körül ismert pályán keringő műholdak testesítik meg, az ívmetszéshez szükséges hosszakat pedig, a vevő-műhold távolságok mérésével határozzuk meg. A távolság a műholdról mikrohullámú rádióhullámokon érkező kibocsátási idő és a vevőbe érkezés idejének különbsége, az úgynevezett futási idő, valamint a rádióhullám ismert terjedési sebességének a szorzatából számítható. Három ismert ponttól távolságok a térben három gömbfelület adnak, amelyek két pontban metszik egymást, melyből az egyik a földfelszíntől távol található, így ez könnyen kiejthető. Azonban mivel a vevő órája nem atomóra pontosságú, így szükség van egy negyedik műhold jelére is, amely korrigálja az órahibát. Az ismeretlen pont helyzetének egyértelmű meghatározásához ezért négy műhold egyidejű észlelésére van szükség. (Horváth 2010),

2.6 Távérzékelés, NDVI vegetációs index

A mezőgazdaságban alkalmazott távérzékelés eszközeit több szempontból csoportosíthatjuk. Működési elvük alapján lehetnek passzív, amikor külső forrásból érkező jelet (sugárzást) érzékel, vagy aktív, amikor a saját kibocsátott sugárzás visszaverődését méri.

Hordozó alapján lehet:

- *műhold*: precíziós gazdálkodás számára hatalmas előny, hogy Sentinel és Landsat adatok költség mentesen szabadon hozzáférhetőek a felhasználók számára. Az adatok standardizált környezetből származnak, előfeldolgozottan is elérhetőek, megbízhatóak, közvetlenül alkalmasak idősoros elemzéshez, utólag is beszerezhetőek.
- *repülő*: (merev szárnyú, vagy helikopter) A repülővel végzett felvételezések a magas költségük miatt ritkán alkalmazott eljárás, legtöbb esetben drónokkal kiváltható.
- *drón alapú*: nagy előnyük az alacsony magasságnak köszönhetően a jó térbeli felbontás és a felhőzettől független felvételkészítés. Hátrányuk a munkaigényes adatgyűjtés, beruházás igény (eszköz, szoftver).

Spektrális (hullámhossz tartomány) szerint a távérzékelés eszközei lehetnek pankromatikus, látható spektrumú (RGB), multispektrális (4 vagy több), hiperspektrális (20 vagy több).

Fontos jellemzőjük a térbeli és időbeli felbontás.

A dolgozatban használt Sentinel-2 műholdak időbeli felbontása 2-5 nap, felbontása 10 és 20 méter/pixel (spektrális sávtól függően), spektrális felbontása 13 sáv.

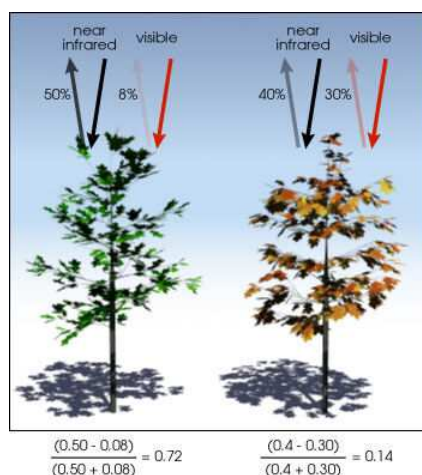
Az NDVI vegetációs index a leggyakrabban használt vegetációs index, amely kifejezi a felszín fotoszintetikus aktivitását. A NDVI index képletét a 1973-ban alkották meg a Texas A&M Egyetem tudósai. Számításának az alapja a fotoszintetizáló növény spektrum elnyelési és visszaverési sajátosságából adódik. A látható vörös (RED) spektrumot a klorofil elnyeli, míg a közeli infra tartomány (NIR) visszaverődik. Értéke könnyen számolható képlete egyszerű:

$$NDVI = \frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red)}$$

6. ábra: NDVI képlete

(forrás: <https://gisgeography.com/ndvi-normalized-difference-vegetation-index/>)

Értéke a látható spektrumú vörös (RED) és közeli infra vörös (NIR, Near Infra Red) fény visszaverés arányából adódik. -1 és +1 közötti értéket vehet fel.



7. ábra: Az NDVI számítás alapja

(forrás: <https://gisgeography.com/ndvi-normalized-difference-vegetation-index/>)

Az egészséges sűrű növényzet értéke közelít a 0,9 NDVI értékhez, a csupasz talaj 0-0,2 értékű, míg például a víz felszín negatív értékű. Egy terület NDVI értéke ezért elsősorban függ a növényzet talaj borítottságától és növényzet klorofil tartalmától. A klorofil tartalmat több dolog befolyásolja, mint például növényfaj, fajta, tápanyag ellátottság, egészségi állapot, érés közeledte. (Csorba Á., 2022)

Az NDVI érték telítődni tud. Amikor a levélfelületi index értéke 1 feletti, a talajt teljesen fedi és újabb levél emeletek jelennek meg egy idő után nem tud tovább növekedni, mert a műhold

mindenhol tökéletesen fotoszintetizáló levelet lát. Amikor telítődik az NDVI érték a táblán, akkor érdekesebb egy korábbi állapotot vizsgálni, így esetleg jobban látszanak a kezdeti fejlődés különbségei, még ha azt is gondoljuk, azt elnővi a növény. (Menyhárt 2022)

Egy felvétel nem mindig ad elegendő információt a növényzet, vagy a talaj heterogenitásáról, ezért van szükség az idősoros vizsgálatokra. Ezzel a végbemenő folyamatokat térben és időben is tudjuk követni. (Csorba Á., 2022)

Milics (2022) szerint az NDVI nagyon hasznos, azonban nem szabad túlértékelni és mindenre csak ezt az egy indexet használni, a célnak megfelelően szükség lehet más indexek használatára.

2.6 Menedzsment zóna

A menedzsment zóna, röviden **zóna** a helyspecifikus növénytermesztés egyik legfontosabb alapköve. Csornai (2022) szerint a definíciója: „a zóna az azonos terméspotenciálú táblarészek együttese.”

Az azonos terméspotenciállal rendelkező zónát, mint kezelési egységet, azonos módon lehet művelni, azonos tápanyag gazdálkodást lehet alkalmazni rajta. A jól meghatározott zónák határai nem változnak, évről évre állandóak.

„Zóna lehatároláskor figyelni kell, hogy csak az együtt termő területek határát, vagy a tényleges zónák határát találtuk-e meg.” (Csornai 2024).

A zónák lehatárolására rengeteg eszköz létezik, de a legfontosabb a betakarítógépes hozammérés. Ezen kívül még rengeteg adatot figyelembe lehet venni kiegészítve, egyes esetekben akár helyettesítve a hozammérést:

- műholdas hozambecslési rendszerek (pl. Cosima Kft.)
- távérzékelési adatok (műholdas, drónos)
- gazdálkodói tapasztalatok (!)
- domborzati adatok
- részletes talaj fizikai és kémiai paraméterek ismerete
- talaj radar, talajszkenner, EC vezető képesség
- régi térképek, felvételek (Corona kéműhold)
- vonóerő szükséglet térkép / üzemanyag fogyasztás térkép...

Amennyiben többféle adatok vannak, akkor az a legfontosabb, hogy melyik korrelál jobban a hozamtérképpel. (Menyhárt 2022)

3. Anyag és Módszer

3.1 A terület elhelyezkedése és jellemzése

3.1.1 A kistáj bemutatása A

A **Szekszárdi-dombság** kistáj elhelyezkedése:

Nagytáj: Duna - Tisza-medence

Nagytájrészlet: Dunántúli-dombvidék

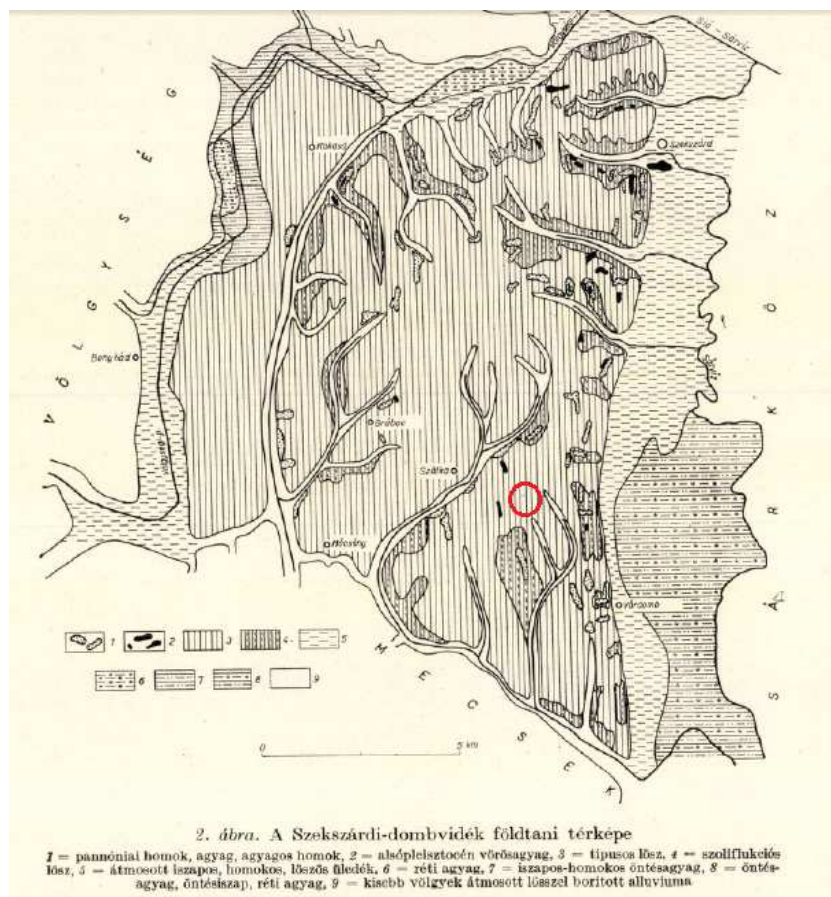
Középtáj: Tolnai-dombság

Kistáj: **Szekszárdi-dombság**

(Csorba P., 2021)



8. ábra: A Szekszárdi-dombság elhelyezkedése
(forrás: <https://www.orszagiaro.hu/nyugat-magyarorszag/szekszardi-dombsag/>)



9. ábra: A terület földtani térképe
(forrás: Ádám, 1964)

A kistáj alapkőzetét jellemzően pleisztocén korú típusos lész adja. Ez jellemző a választott táblára is, amely helye a térképen jelölve látható.

Szekszárdi-dombság domborzata igen változatos. Kialakulásában jelentős szerepe volt a rétegvetődések során kialakult völgyeknek, illetve a lösz laza szerkezete miatt a fokozott erózióra való hajlamnak. Ebből kifolyólag lett az ország erózióval leginkább érintett területe. A földtani okok mellett nem lebecsülendő az antropogén hatás, amely megsokszorozta az eróziót. Jellemző formák, Eróziós völgyek, löszhátak, löszplatók, lösz mélyutak, lösz falak, lösz piramisok, löszcirkuszok. (Ádám, 1964)

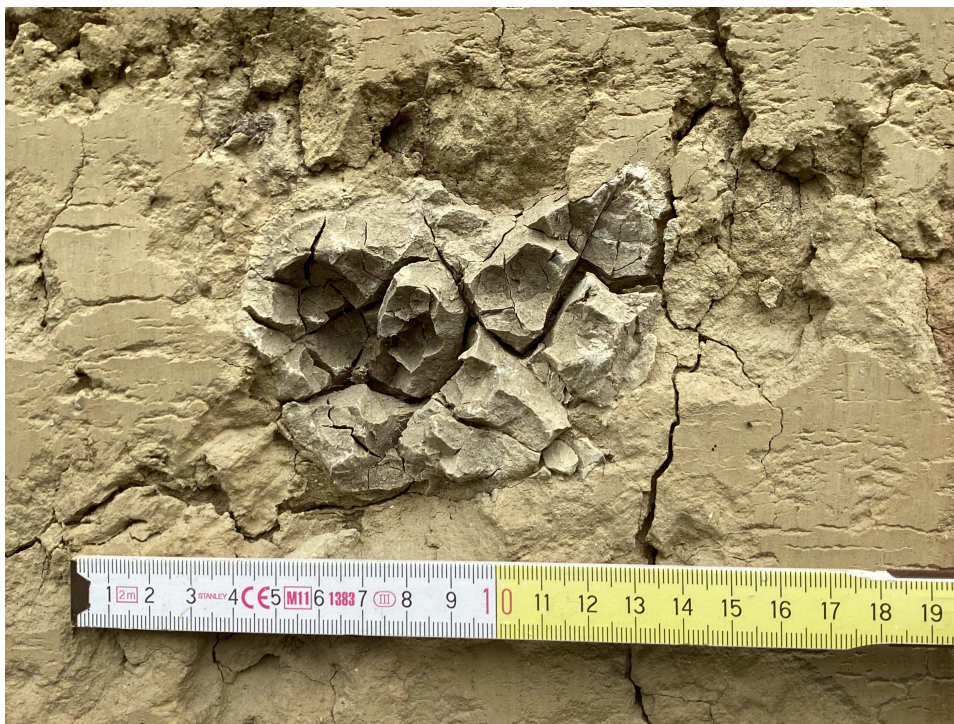


10. ábra: **Löszfal**

(forrás: saját fotó)

A löszre jellemző, jó állékonyságú függőleges partfalakon jól vizsgálható a réteg szerkezetük. A fotón würm jégkorszaki löszök vörösbarna vályogszalagjai láthatók.

A lösz alapkőzet karbonát tartalma igen magas, sok mészkonkréciót tartalmaznak. Gyakoriak a löszbabák, vagy más néven babáskő, csörgőkő. Ezek kialakulása vizes közegben történik. A kezdetben magas víztartalmú mészkonkréciók, a fokozatos víz vesztes közben először kívül keményedtek meg, majd a további vízvesztés hatására a belsejük zsugorodik, repedezik. A belsejében törmelék vagy akár szabályos golyók is kialakulhatnak. Ebből kapták a nevüket.



11. ábra: **Mészkonkrécio „lössbaba” metszete** (forrás saját fotó)

3.1.2 A választott terület bemutatása

Az **Alsónána 0140/2.** helyrajzi számú terület egy lösháton fekszik, gyakorlatilag egy fennsík. Ezt fejezi ki a dűlő neve is: **Középtető**. A Szekszárdi-dombság tagolt, változatos domborzati jellegéhez mérten kifejezetten enyhe lejtésviszonyokkal rendelkezik. A tábla legmagasabb pontja 239,62 méter, a legmélyebb pontja 226,05 méter tengerszint feletti magasságon fekszik, a legnagyobb szintkülönbség 13,57 méter.

A talaja lösz alapkőzetén képződött barna-erdőtalaj, agyagbemosódásos barna erdőtalaj. Sajnos ez azonban csak nyomokban lehető fel. Erősen erodált, a tábla középső magasabb sávjában a talaj a lösz alapkőzetig erodálódott, feltalaj nyomokban sem maradt meg szénsavas mésztartalma 30 m/m % (!), a tábla többi részén 2 - 6 m/m%.

Gyakorlatilag pontosabb meghatározás lenne a lösz kopár, földes kopár. Kööttsége 39-45 KA, humusz tartalma alacsony: 1-1,5%. Makro elemekben kritikusan rosszul ellátott, nem tapasztaltam máshol ilyen alacsony értékeket. (2. melléklet)

A művelési ága szántó. A területéről fellelhető legkorábbi részletes térkép az 1864-es *I. kataszteri felvételezési* térkép. Ez is már szántóként ábrázolja.

A terület az utóbbi, több mint 25 évben, nagyon elhanyagolt volt. Szinte minden használója csak kivenni akart belőle, a tápanyag visszapótlás elmaradt. Így akár egy tartamkísérletként is felfogható. Pár éve került a tulajdonomba. Feltett szándékom mind a tápanyagtartalmát, mind a szervesanyag tartalmát növelve javítsam a minőségét, termőképességét.

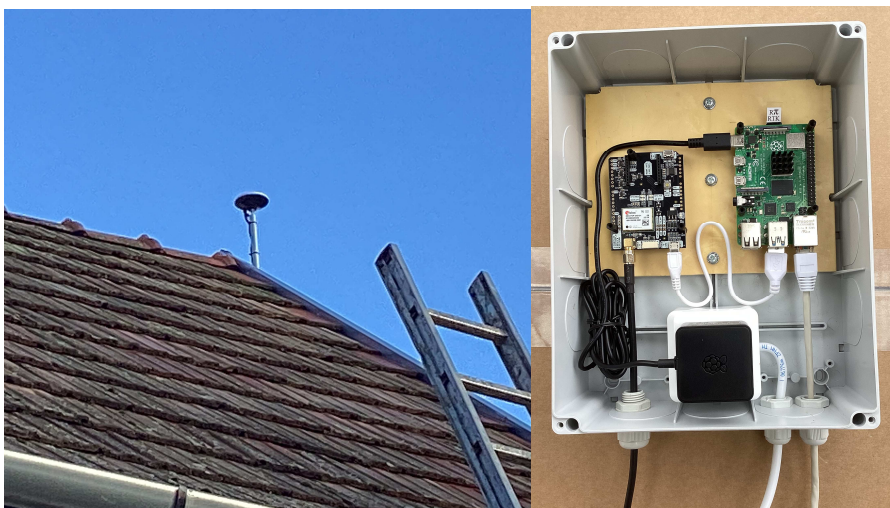
3.2 Kiinduló alapadatok

Ebben a pontban bemutatom a dolgozatomhoz felhasznált adatokat, az adatok beszerzését és az elemzésekhez történő előkészítésük részletes folyamatát. Munkám során elsősorban a **QGIS** (v 3.16.13) program lehetőségeire támaszkodom, emellett használom még az **AgLeader SMS Basic** (v 23.6), **Microsoft Office Excel 2003** és a **SAGA** (v 8.5.0 portable) programokat és a dolgozat 3.2.3 pontjában felsorolt online felületeket.

Első lépésként el kell dönteni a QGIS programban melyik vetületi rendszerben dolgozok a projekten. Célszerű egy méter alapú vetületi rendszert használni, illetve olyat választani, ami a rendelkezésre álló adatok nagyobb részével azonos. Ezért az UTM34N (EPSG 32634) vetületre esett a választás, ami méter alapú és megegyezik a letöltendő Sentinel-2 felvételek vetületével.

3.2.1 Hozam adatok, hozamtérkép feldolgozása

A hozamadatokat a saját New Holland CR 8.80 típusú rotoros betakarító gép hozamméréséből származnak. A betakarítógép korábban bemutatott ütközőlapos tömegáram mérő hozam szenzorral, kapacitív elven működő szemnedvességmérő szenzorokkal rendelkezik. Fel van szerelve GPS robotkormánnyal, a pontos csatlakozás miatt. A GPS pozíció meghatározás 2 cm pontosságú, RTK korrekciós rendszerrel történik, megbízható adat. A gazdaságunk gépei az RTK korrekciós jelet a saját építésű RTK bázis állomásról kapják, a korrekciós adatok mobil interneten keresztül jutnak el a gépekig.



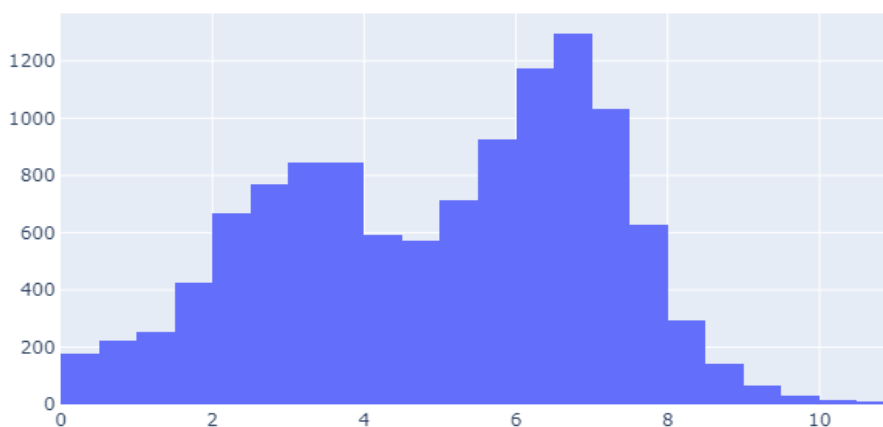
12. ábra: Saját építésű RTK bázisállomás, GPS antenna a tetőn, GPS vevő és NTRIP szerver a dobozban. (forrás: saját fotó)

A begyűjtött hozam, szemnedvesség, pozíció és egyéb üzemelési adatokat a New Holland IntelliView IV. monitora dolgozza fel és naplózza. Betakarítási szezon végén az adatokat a fedélzeti számítógépről egy pendrive-ra exportáltam ISO-XML formátumban. Az adatok vetületi rendszere WGS84 (EPSG 4326). A lementett adatok a szabványos formátum ellenére, gép specifikus módon vannak tárolva. A megnyitáshoz ezért olyan szoftvert kellett választanom, amely figyelembe veszi ezeket a sajátosságokat. Erre az *AgLeader SMS Basic* programja tűnt alkalmasnak, majd ebből kiexportáltam általános Shape formátumba. Hozamadatokat a kombájn kiindulási adatainak megfelelően pontszerű adatok, így vektoros pont shape fájlba kerültek tárolásra, az attribútum táblában. A részletes adatokat térképes felületen megjelenítve érdekes, összefüggéseket lehet látni a hozamadatokon túl például a szemnedvesség és a motorteljesítmény igény között is, ami származhat a táblán belül később érő területrészek nedvesebb szalmájából. A dolgozat keretében terjedelmi okokból ezzel nem foglalkozom.

A hozam adatokat előzetesen tisztítani szükséges. A tisztítását speciális célszoftver híján a QGIS szoftverrel végeztem. A feldolgozás vizuális megjelenítéssel kiértékeléssel kezdődik.

Megállapítottam, hogy a hozamtérképezés megfelelő minőségben történt, a fordulókban ki volt emelve a vágóasztal, nem történt nullás érték rögzítés, a robotkormánynak köszönhetően a fogások azonos szélességűek, a fogás szélesség érték helyesen került kezelésre.

Ezt követte a hisztogramos vizsgálat (QGIS/Vektor réteg hisztogram), ez alapján eltávolítottam a kiugró szélső értékeket. Az 1,3-9,4 tonna/ha közötti sávon kívüli hozamadatokat kerültek törlésre.



13. ábra: **Hisztogram szűrés előtt**
(forrás: QGIS, saját adat)

A sorok kezdetén a még nem feltöltött tisztítóműből származó adatokat jórészt szintén ezzel a módszerrel távolítottam el, majd néhány téves adatpontot kézzel töröltem. Ezt követően QGIS/Övezet eszközzel létrehoztam a tábla határvonalát, majd átváltottam UTM34N vetületi rendszerbe. Ezzel a hozam adatok előkészítése megtörtént.

3.2.2 Domborzati adatok és feldolgozásuk

A domborzati adatok két forrásból származnak:

- A „**FÖMI DDM5**” digitális domborzat modellt a Lechler Tudásközpont (FÖMI) www.geoshop.hu oldalán vásároltam. A térbeli felbontása 5 m/pixel, formátuma georeferált, raszteres (GeoTIFF). Vetületi rendszere EOVS (EPSG 23700), amit átváltottam a projektben használt UTM34 (EPSG 32634) vetületi rendszerbe.
- A kombájnos hozamméréskor a koordinátákhoz rögzített magasság adatokból, a QGIS szoftverrel generálható domborzati térkép. A kiinduló adatok formátuma vektoros pont adat, vetületi rendszere WGS84 (EPSG 4326). A térbeli felbontása magasabb, mint a FÖMI adatoké, a pontsorok távolsága megegyezik a betakarítógép fogás szélességével, a pontok távolsága a gép haladási sebességétől függ, mivel 1 másodpercenként történt a rögzítés. A GPS adatok pontossága horizontális értelemben az RTK korrekciónak köszönhetően kb. 2 cm, vízszintes értelemben általában a horizontális hiba másfélszerese jelentkezik így kb. 3 cm. Ezt természetesen rontja a gép mozgásából adódó kilengés, illetve a gumibroncs rugózása, de így is cm-es nagyságrendű.

Az adatokat összevetve elemzés nélkül is látszott, hogy jelentős magasságbeli különbség adódik a GPS adatok és a FÖMI DDM5 adatai között. A mértéke az egész táblán véletlenszerűen kiválasztott pontokon 4,5 méter körül alakult. Mivel ez az érték közel esik a kombájn monitorában beállított *GPS antenna magasság* értékéhez (amely 4,369 méter), ezért feltételeztem, hogy a betakarítógép az antenna magasságadatait menti el és nem a talajfelszín magasságát. Mint nyilvánvaló hibát, a betakarítás magassági adatait 4,369 méterrel korrigáltam, csökkentettem. Ehhez a QGIS – Mező kalkulátorát használtam. Az attribútum táblában létrehoztam egy 4,369 m-el csökkentett, korrigált magasságadatokat tartalmazó oszlopot.

Az RTK korrekciós magasság mérés megbízhatóságát a korábban részletezett okból jobbnak ítélem, ezért a későbbiekben a korrigált GPS adatokkal dolgozok.

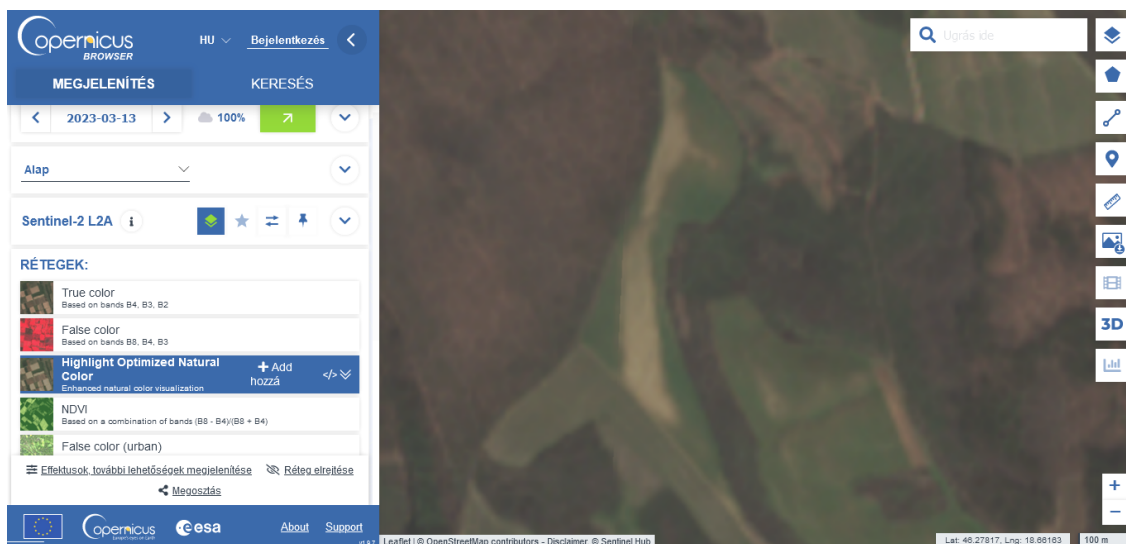
3.2.3 A műholdas távérzékelési adatok és feldolgozásuk

Az NDVI térképeket a Sentinel-2 műhold multispektrális felvételeiből generáltam, melyhez általában az alábbi a módszert követtem:

Adatok előzetes vizuális elemzése

A műhold felvételek letöltése, feldolgozása időigényes folyamat, ezért a letöltés előtt online felületeken szoktam megnézni az elérhető felvételeket. Erre az alábbi platformokat használom:

- Először a **Sentinel-2** felvételeket átnézem a **Copernicus Browser** (<https://browser.dataspace.copernicus.eu>) honlapon. A látható spektrumú (RGB) képek ezen a honlapon vizsgálhatók a legjobb minőségben, ezért ezt itt szoktam előzetesen átnézni, szubjektíven értelmezni. Mivel az ember számára ez a legtermészetesebb látásmód, így könnyen átfogó képet lehet kapni a tábláról, növényzetről, felhő borítottságról, vadkárrol és még sok tényezőről. A honlap által generált NDVI képek nagyon gyenge minőségűek, vizuális elemzésre is csak kevésbé alkalmasak. Helyette a hamis színes képet használom a vegetáció előzetes megítélésére, az kellő részletességű képet ad. Így meg tudom ítélni, melyik időpontban vannak az adott tábláról felhőmentes felvételek.

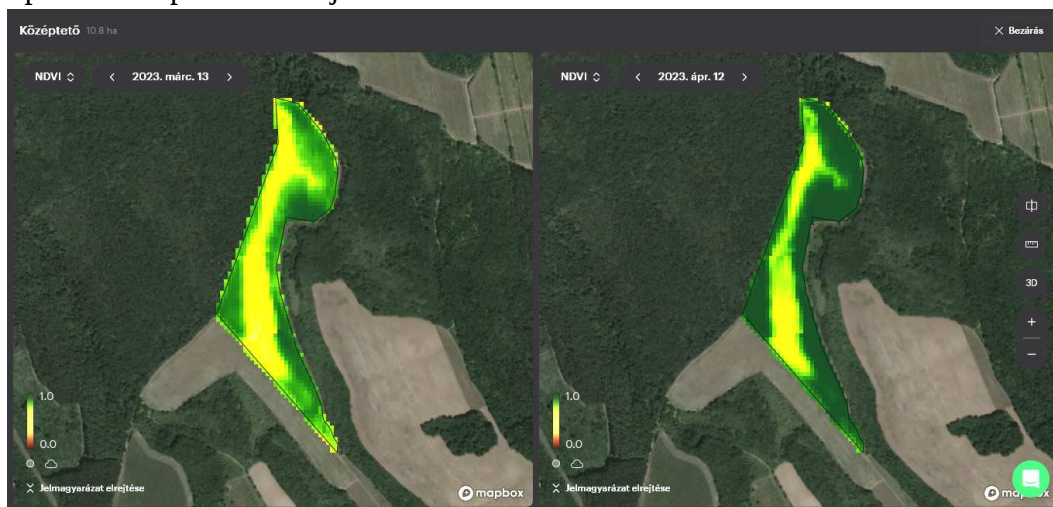


14. ábra: Copernicus Browser felülete, RGB kép

(forrás: <https://browser.dataspace.copernicus.eu>)

- Az NDVI térképeket a **ONESOIL** (<https://app.onesoil.ai>) honlapon szoktam előzetesen megnézni. Ezek jó minőségű NDVI képek, de georeferáltan nem lehet letölteni, viszont meg tudom tekinteni az összes NDVI képet, kiválaszthatom azt, amely

a legtöbb információt hordozza. A képek dátuma fel van tüntetve, az itt kiválasztott időpont multispektrális sávjait szoktam letölteni.



15. ábra: **ONESOIL felülete**

(forrás: <https://app.onesoil.ai>)

- Amennyiben a Sentinel 2 felvételei között nem találom alkalmas felvételeket, akkor a Landsat felvételeket az Irrisat (<https://irrisat-cloud.appspot.com>) honlapon szoktam előzetesen átnézni. A honlap előnye, hogy amennyiben nem tud a Sentinel adatokból NDVI-t generálni, akkor a Landsat adatokból próbálja meg, illetve az NDVI képeket nem csak a kiválasztott táblára jeleníti meg. Néha a szomszédos gazdálkodók kultúráinak a változását is érdemes figyelni. Hátránya viszont, hogy nem látszik egyértelműen a képek készítésének a dátuma. Az adatok forrására a kép felbontásából lehet következtetni (Landsat 30m/pixel, Sentinel 2 10 m/pixel). Az RGB képek nagyon gyenge minőségűek.



16. ábra: **IRRISAT honlap felülete, NDVI kép**

(forrás: <https://irrisat-cloud.appspot.com>)

Az előzetes vizsgálat eredménye:

A Sentinel 2 felvételek között van elegendő, jó minőségű, felhőmentes felvétel a vizsgálni kívánt időszakból, jó időbeli eloszlással, amiből elvégezhető az őszi árpa NDVI idősoros elemzése. Ezeket a felvételeket célszerű letölteni:

- 2023.03.13.
- 2023.04.12.
- 2023.05.22.
- 2023.06.01.
- 2023.06.23. (az erőteljes érés miatt elemzésre már nem alkalmas)

A felvételeken jól kirajzolódik a hozamtérképen is megjelenő mintázat.

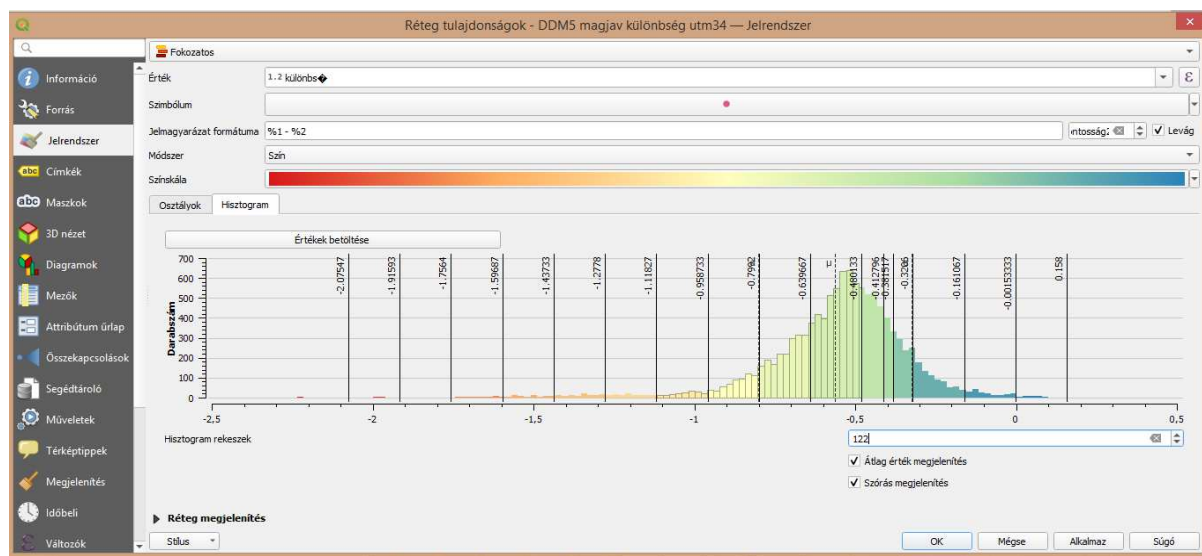
Műhold adatok letöltése feldolgozása:

A Sentinel-2 multispektrális sávok letöltésére a QGIS SPC (Semi-Automatic Classification Plugin) beépülő modulját használtam. A kiválasztott dátumok L2A feldolgozottságú felvételeit töltöttem le, amelyek már átestek egy elő feldolgozáson, így ezzel nem kellett dolgoznom. A Sentinel-2 multispektrális felvételek lehetséges 13 sávjából csak a feladathoz szükséges 2, 3, 4, 8-dik sávját töltöttem le, teljes csempe terjedelemben. Az NDVI kiszámolását szintén az QGIS SCP modullal végeztem. Ezt követően a táblahatár területét 30 méterrel megnövelve létrehoztam egy új maszk réteget, az elkészült 4 db nagyméretű NDVI képből ezzel a maszk réteggel készítettem kivágatokat. Ezzel az adatok előkészítése megtörtént.

3.3 Adatok összehasonlító elemzése

3.3.1 Különböző forrásokból származó domborzati adatok elemzése

Mivel két különböző forrásból származó domborzati adatokkal rendelkezem, adódott a kérdés vajon milyen viszonyban vannak egymással, illetve helyes volt-e a feltevés miszerint 4,369 méterrel korrigáltam a GPS adatokat. A **QGIS - Point Sampling Tool** beépülő moduljával mintát vettem a hozammérés pontjain a **FÖMI DDM5** raszteres állomány pixeleiből, rögzítettem hozzá az ebben a pontban rögzített - 4,369 méterrel korrigált - GPS magassági adatokat. Az eredmények egy shape fájl attribútum táblájába kerültek. QGIS – mező kalkulátor eszközével kivontam a FÖMI DDM5 modelből származó magasságadatokról a saját korrigált GPS magassági adatokat. Amikor ezt a különbség réteget szerettem volna megjeleníteni fokozatos színezéssel, a hisztogram fülön meglepő dolgokat tapasztaltam. A két forrásból származó, az egyes adatokon mért eltérések értéke a hisztogramon szép Gauss haranggörbe szerű alakzatot mutat, azonban a görbe csúcsa nem a várakozásoknak megfelelően a 0 értéknél van, hanem megközelítőleg a -0,5 méternél volt.

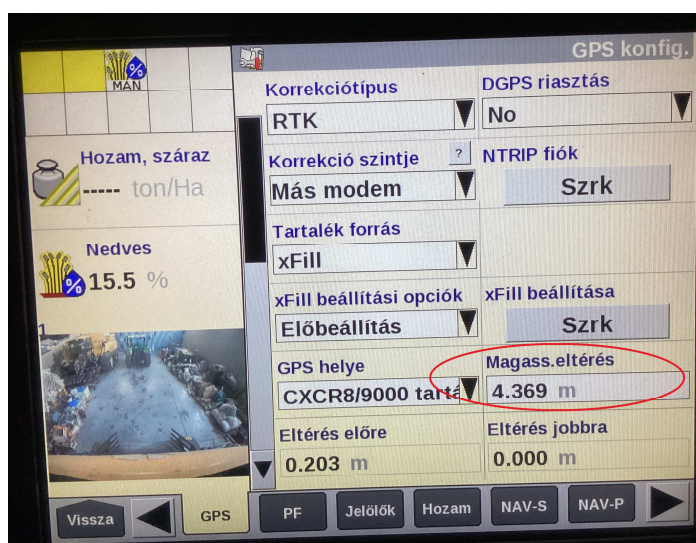


17. ábra: **Hisztogramon a különböző forrású domborzati adatok eltérése**

(forrás: QGIS képernyő fotó, saját munka, FÖMI és saját adatokon)

Mivel az adatok határozottan 0,5 méter eltérést mutattak, elkezdtem vizsgálni az okát. A gyanú hamar a kombájn gyári beállításaira terelődött. A magasság értékek korrigálásánál használt 4,369 méter a kombájn gyári antenna magasság beállítása.

Kiderült, hogy a kombájn gyári alapbeállítása hibás!



18. ábra A kombájn előre programozott gyári beállítása

(forrás: saját fotó)

Az antenna magasságát méréssel ellenőriztem. A mért 4,93 méter érték jelentősen, 0,56 méterrel tér el a beállított adattól. A mérést betonon állva végeztem, amennyiben a gumi mintázatának a talajba süllyedését figyelembe veszem, amelyet 6 centiméterre becslök, akkor 4,87 méterre módosul az antenna magasság érték a talajon, amely pont 0,5 méter, mint az előző hisztogramon tapasztalt eltérés.

Megjegyzem a mérés üres magtartállyal törtét. Már egy átlagosnak számító $\frac{1}{2}$ magtartály telítettségénél is lapulnak az első tengely gumiabroncsai. Ennek a hatásnak megfelel az, hogy a gép a téli tárolás alatt nem volt felbakolva, így kis mértékben „tojásodtak” a gumiabroncsok. Ezekkel az egymást nagyjából kiegyenlítő hatásokkal ezért nem kell foglalkozni.

Ezután a fontos kis kitérő után újra korrigáltam az eredeti GPS magasság adatokat immár a jó 4,87 méteres értékekkel, majd újra kezdtem a domborzati adatok elemzését, az előzőekben részletezettek szerint.

(A részletes eredmények és értékelésük a. 4.1. pontban található)

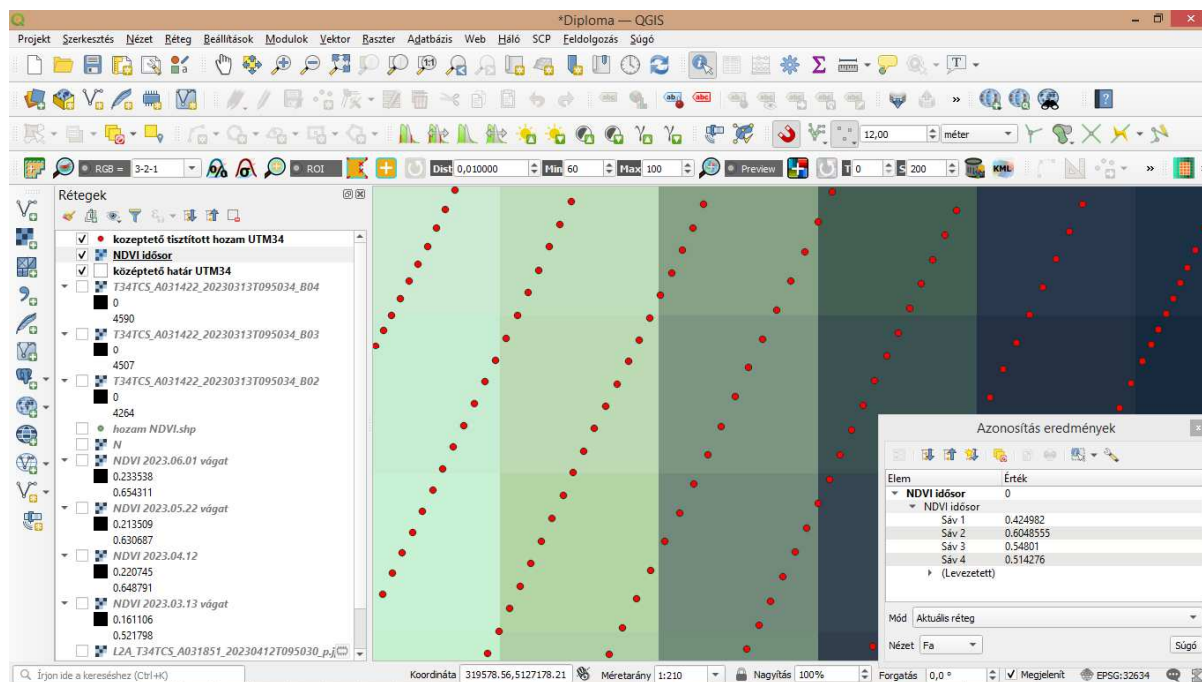
3.3.2 NDVI idősor - hozamadatok összehasonlító elemzése

Első lépésben az előkészített NDVI képeket kell megvizsgálni, ki kell választani közülük a legmegfelelőbbet a további elemzések elvégzéséhez. Ennek az eldöntéséhez meg kell határozni melyik időpont NDVI felvételei mutatnak szorosabb összefüggést a hozamadatokkal.



19. ábra: Többsávós raszter, az NDVI idősor első 3 sávja, RGB módban megjelenítve
(forrás: QGIS, saját munka, ESA Sentinel-2 és saját adatokon)

A tábláról készült 4 db különböző időpontban készült NDVI raszter képet összevontam 1 db többsávós raszterbe, amelyben az egyes sávok tartalmazzák a különböző időpontú felvételeket. Így egyszerre el tudom végezni a mintavételezést. Mivel egyszerűbb volt a nagyszámú vektoros hozamponthoz hozzárendelni az adott pontban mérhető NDVI értékeket, ezért ezt a megoldást választottam.



20. ábra Hozamadat pontok a többsávós NDVI idősoros felvételen
(forrás: QGIS képernyő fotó, saját hozamadat, ESA Sentinel-2 felvétel)

A mintavételezést a **QGIS - Point Sampling Tool** beépülő moduljával végeztem. Az NDVI idősort tartalmazó több sávú raster fájlból kiolvastam a hozamponatok koordinátáján található mind a 4 időpont NDVI értékeit. A mintavételezés eredményei a létrejövő *Shape* attribútum táblájába kerültek.

A 11.025 db hozamadat pont és az idősoros 4 db NDVI réteg pixeljei között 44.100 adat pár alakítható ki. Ekkora adat mennyiség csak egyszerűsítve értékelhető. A *Microsoft Excel* kimutatás készítő funkciójával a hozamadatokat 0,2 tonna/hektáronként csoportokba rendeztem és ezekhez a csoportokhoz rendeltem a hozzájuk tartozó NDVI értékek átlagait, időpontként külön-külön, majd ezt vonalgrafikonon jelenítettem meg. Így már átlátható az adathalmaz, a hozammal legszorosabb összefüggést mutató, 2023. április 12-i NDVI felvétellel dolgozok a továbbiakban. (A részletes eredmények és értékelésük a 4.2. pontban találhatóak).

3.3.3 Domborzati adatok - hozamadatok összehasonlító elemzése

A használt domborzati adatok és a hozamadatok ugyanazon a *Shape* fájl attribútum táblájában találhatóak, így nem szükséges az adatok további előkészítése a QGIS programban. A *.dbf* kiterjesztésű attribútum táblát közvetlenül megnyitottam, és az elemzést az **Excel kimutatás készítő**vel végeztem. Először eltávolítottam a felesleges adatokat, csak a hozamadat és javított magasságadat oszlopokat hagytam meg. A megmaradó több mint 11.000 adat pár még mindig rengeteg adat, az értelmezhető megjelenítéshez további egyszerűsítésre volt szükség. A hozamadatokból 0,5 méterenként csoportokat hoztam létre, ehhez rendeltem hozzá az adott magassági csoportokon belül mért hozamadatok átlagát. Így létrejött a nagy adathalmazt jól jellemző mindössze 29 adatpár, amit oszlop diagramon ábrázoltam. (Az eredmények és értékelésük a 4.3. pontban található.)

3.3.4 NDVI idősor - domborzati adatok összehasonlító elemzése

Az elemzés módszere megegyezik a 3.3.2 pontban részletezett NDVI idősor - hozamadatok összehasonlító elemzésénél alkalmazott módszerrel, annyi különbséggel, hogy a mintavételezés során a hozamadatok helyett, az attribútum tábla korrigált domborzati adataiból veszem a mintát. A folyamat részletezésétől emiatt eltekintek. (Az eredmények és értékelése a 4.4. pontban található.)

3.4 Menedzsment zóna lehatárolás

A zóna lehatárolás a munka legfontosabb része, különös körütekintéssel kell eljárni, hogy az eredményeként létrejövő menedzsment zónák jól reprezentálják a tábla különböző adottságú részeit. Alapja a munkámban bemutatott összes adat és elemzés, saját terepi tapasztalat. Az eredményeként létrejövő menedzsment zónák alapozzák meg a helyspecifikus gazdálkodást ezen a táblán.

A zónák lehatárolását QGIS programmal végzem, felhasználom hozzá a korábban előkészített és elemzett adatokat. Első lépésként egyesével átnézem a külön rétegeként megnyitott adatokat:

- hozamtérkép (adat tisztítás utáni)
- 4 db NDVI kép kivágat (2023.03.13., 2023.04.12., 2023.05.22., 2023.06.01.)
- domborzati térkép
 - FÖMI DDM5
 - hozamtérképből nyert adatok alapján
- A 4 db NDVI térképhez tartozó RGB kép
- nagy felbontású légi ortofotók a tábláról. (korábbi időpontú felvételek):
 - Google Earth
 - FÖMI légifotók (2005, 2009, 2021)
- tábla határ poligon

A vektor pont adatokat *fokozatos*, az egy sávós rasztereket *egysávós állszínes* és a légifotókat *többsávós színes* (RGB) megjelenítésben, míg a táblahatár poligont kitöltés nélkül jelenítettem meg. Ezzel jó átfogó képet nyertem a tábláról.

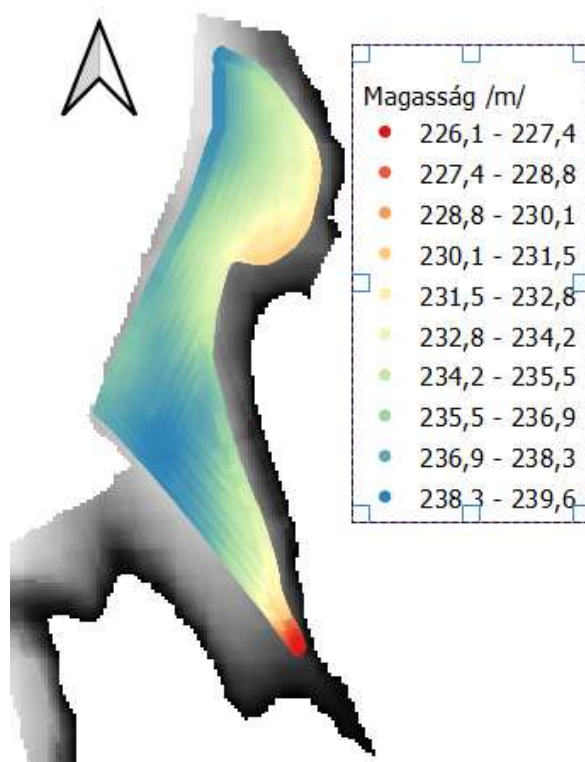
Az NDVI képeken sokkal homogénebb táblafoltok látszanak, mint a hozamtérképen, így először az elemzések során kiválasztott 2023.04.12-i NDVI felvétel alapján kezdtem el a lehatárolást. Az NDVI réteg - mint háttér - színei alapján, az egérrel hoztam létre a tervezett zónákat, mint új poligonokat. Ezt követően a háttérrel kicseréltem, az előbb felsorolt összes réteget megjelenítettem, közben kisebb pontosításokat végeztem a zónák határán. A legnagyobb súllyal az április 12-i NDVI felvételt illetve a 2021. évi kora tavaszi őszi búzáról készült ortofotót vettem figyelembe.

A hozamtérkép a technológiai korlátokból fakadó hibátényezők miatt kevésbé mutatott homogén foltokat, mint a távérzékelési adatok, de mivel precíziós gazdálkodás egyik legfőbb alapjának tartom, így végül ezzel ellenőriztem az így létrehozott zóna határokat.

Ezt követően a tábla határ poligont vágtam az előbbieken külön poligonként szerkesztett zóna határokkal. Így létrejött 4 különálló zóna. A terület talajviszonyait ismerve az egyik kisebb - mindössze 1 hektár területű - zónát logikailag hozzákapcsoltam egy másik, vele nem érintkező, de hasonló tulajdonságokkal rendelkező zónához. Így végül 3 zóna alakult ki, mely jól jellemzi a táblát.

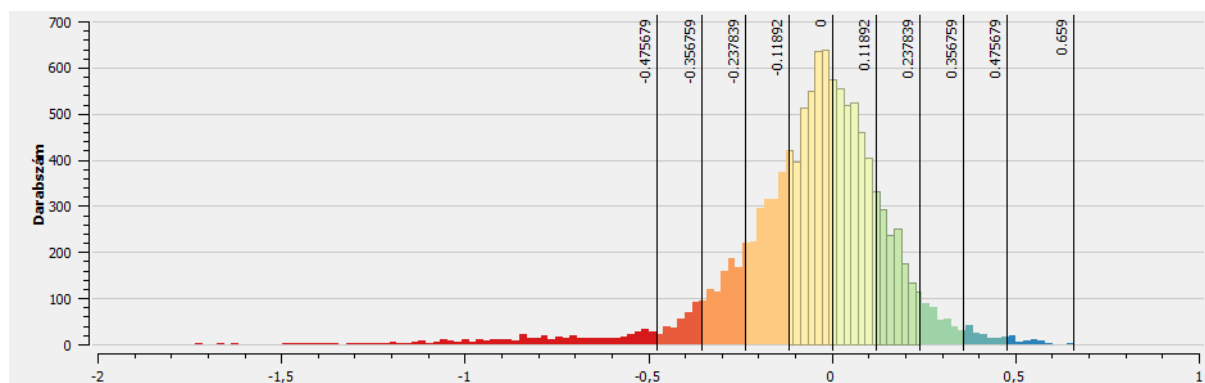
4. Eredmények és értékelésük

4.1. Különböző forrásból származó domborzati adatok elemzésének az eredménye



21. ábra **Domborzati térkép RTK-s GPS adatokból**, háttérben a FÖMI modell
(forrás: QGIS, saját munka, FÖMI és saját adatokból)

A kombájn antenna magassági érték hibájának a feltárása után immár a Gauss haranggörbe csúcsa kb. 3 centiméterre van a nullától, ami meglepően közeli érték.

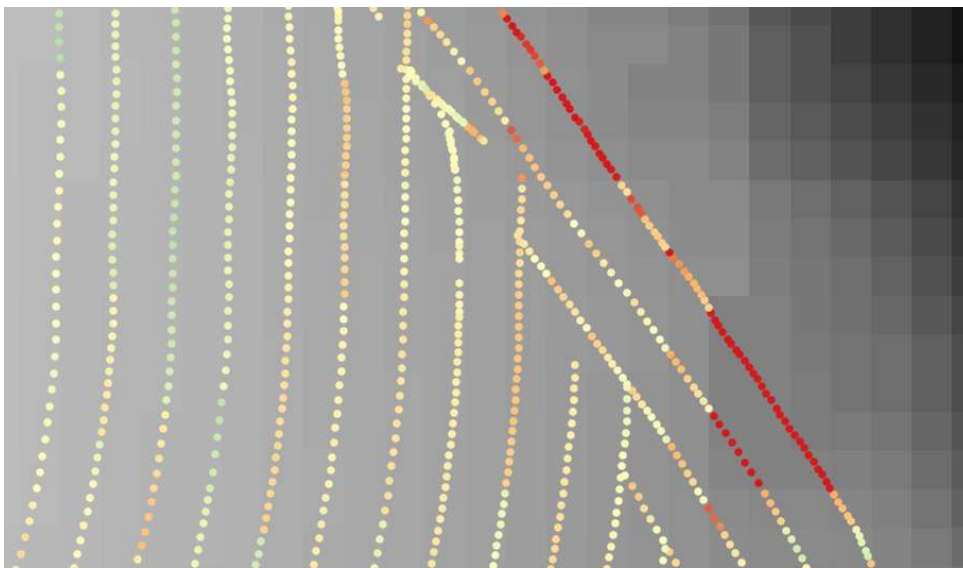


22. ábra: **Pontosított adatok után a Gauss haranggörbe**

(forrás: QGIS, saját munka)

Értékelve a hisztogramot elmondható, hogy a legtöbb helyen a FÖMI domborzat modellje is pontos, ritkának mondhatóak a $\pm 0,5$ méteren túli hibák. Megállapítható, akinek nem áll rendelkezésre RTK korrekciós GPS adat, nyugodtan alkalmazhatja a FÖMI adatait is.

Hisztogram mínusz oldalán található -1 és 1,5 méter körüli eltéréseket a FÖMI domborzatmodell 5 méteres térbeli felbontása és enyhe fokú elnagyoltsága adja. Ilyen mértékű hibák csak a tábla szélén találhatóak. A tábla egy viszonylag sík löszháton fekszik, közvetlenül a határa mellett meredek lejtő található, ez zavarta meg a FÖMI modelljét.



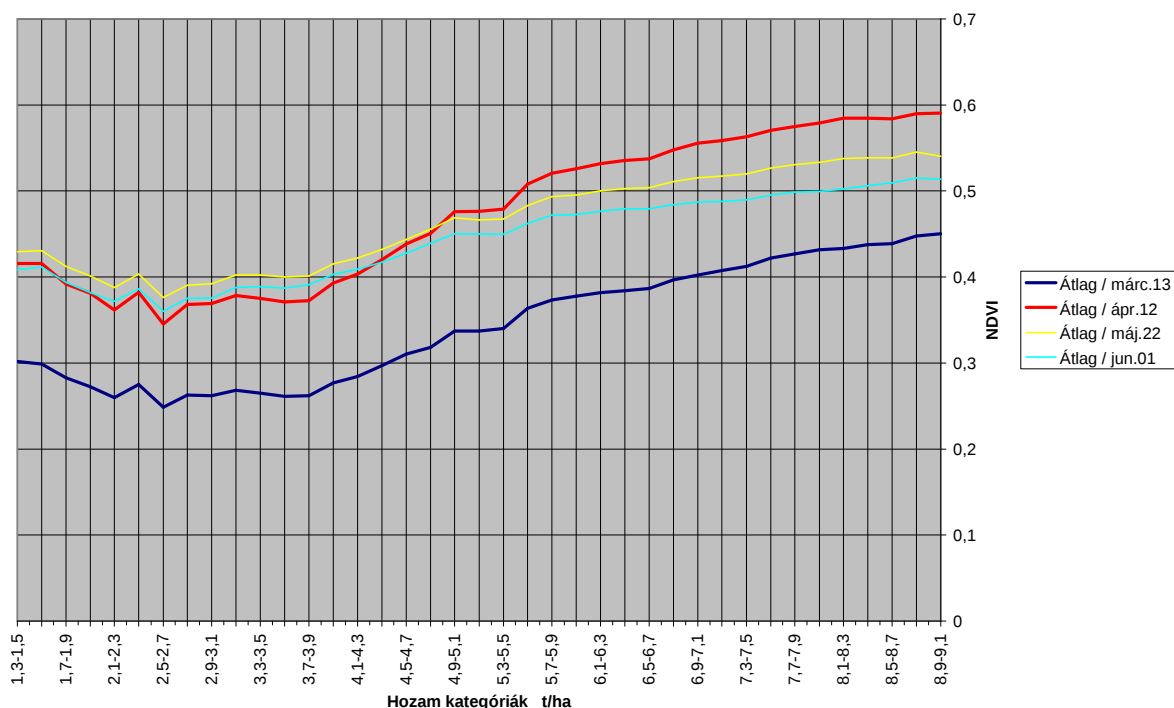
23. ábra: **domborzati adatok eltérése a tábla szélén**

(forrás: saját adat, FÖMI adat)

Az ábrán látható, hogy ahol a szomszédos pixelek értékében nagy a különbség, ott növekszik meg hirtelen az eltérés a 2 adatsor között, miközben a GPS magasságadatokban nincs kiugrás szerű változás. Ez alapján nyilvánvaló az eltérés forrása. Az 1. számú mellékletben a FÖMI DDM5 domborzati modell árnyékolt megjelenítése, azon jól láthatóak a kisebb mértékű pontatlanságai.

Ezzel az elemzéssel a tévesen értelmezett magasság adatoknál sokkal fontosabb dologra derült fény, ami **megoldhatja** az elmúlt évben tapasztalt **robotkormány rendszer pontatlanságait**. Oldalirányú lejtés esetén a kombájnn, az antenna dőlésszöge és a beállított antenna magasság alapján számolja az oldal irányú talajpont korrekciót. Reményeim szerint megoldódik a hiba, ami miatt kukorica betakarítás közben, (GPS robotkormány üzemmódban) a gép csak korlátozottan volt képes követni - a szintén robotkormányval vetett - kukorica sorokat. **Ez a vizsgálataimnak egy nem várt, egyben nagyon fontos haszna.**

4.2 NDVI idősor - hozamadatok elemzésének az eredménye



24. ábra: **NDVI idősor - hozamadat kapcsolat**
(forrás: saját munka, ESA Sentinel-2, saját adatokon)

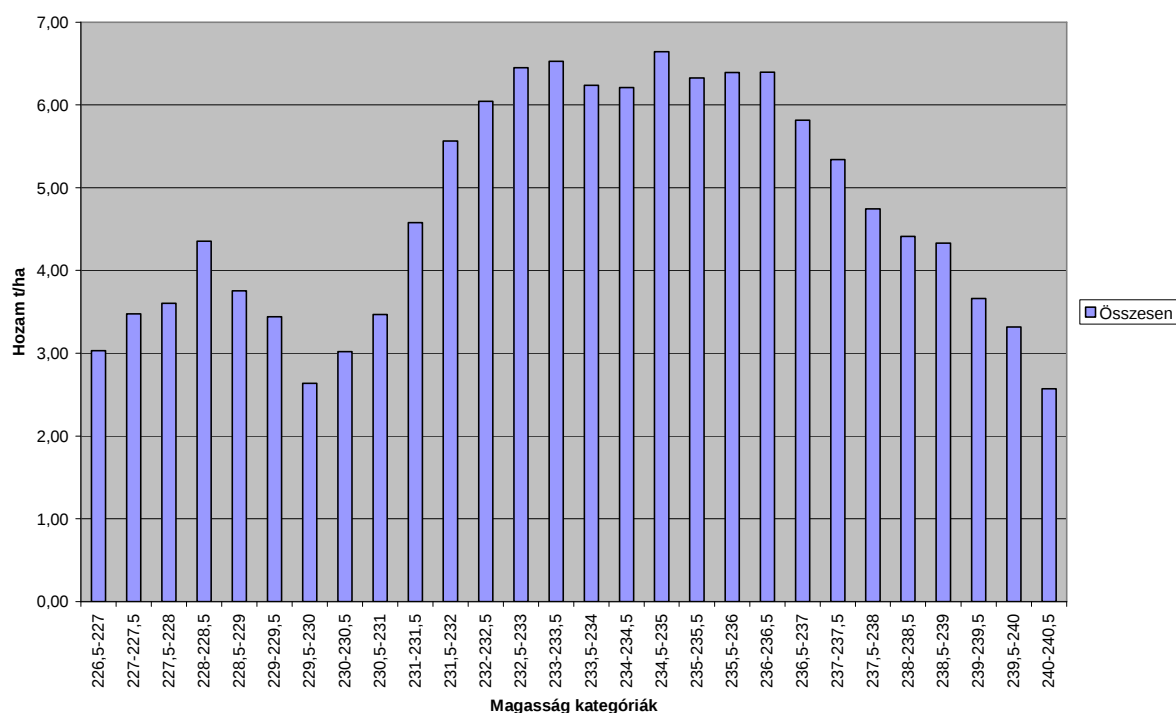
Az elkészült grafikonon egyszerűen átlátható a több mint 40.000 adatpárt tartalmazó hatalmas adathalmaz. Bemutatja, hogy adott hozam értékekhez milyen átlagos NDVI értékek tartoztak a különböző időpontú felvételeken. Kiolvasható belőle, melyik időpontban készült felvételek adják a leghasználhatóbb információt. Minél meredekebben emelkedik a görbe, annál szorosabb az összefüggés az adott időpontú felvétel és a hozamadat között.

Esetünkben a 2023. április 12-i felvétel adta a legmeredekebb görbét, hozta a legszorosabb összefüggést. Kissé elmarad a tőle a 2023.március 13-i felvétel. A későbbi időpontok felvételei kevésbé hasznosak ebből a szempontból.

A legjobbnak ítélt április 12-i felvétel grafikonját vizsgálva megállapítható az összefüggés az adatok jelentős részénél. Azonban a tábla igen gyenge, jelentősen a tábla átlag alatt teljesítő (3,7 t/ha átlag alatti) területein már nem figyelhető meg egyértelmű összefüggés. Itt nem ad használható információt. Érdekes, hogy a legalacsonyabb hozam értékeknél még kicsit magasabb is az átlagos NDVI érték. Ez valószínűleg azzal indokolható, hogy a nagyon gyengén fejlett kultúrával borított táblarészeknek nem volt elegendő gyomelnyomó képessége, és a gyomnövények fotoszintetikus aktivitása is hozzáadódott az NDVI értékhez.

2023.04.12-én készült felvételek NDVI adatai alapján megállapítható, hogy bár az NDVI adatok nem adnak az egész táblára univerzálisan használható egyértelmű összefüggést, de a 0,43 NDVI feletti értékek nagyon szoros összefüggést mutatnak a hozamadatokkal. Célszerű készíteni egy szűrt adatbázist a 0,43 feletti értékekből, ami jól használható kiegészítő információkat ad a zóna lehatárolásokhoz. Ez alatti részeket vagy más adatok alapján lehet értékelni, vagy mint leggyengébb részeket egy zónába kell sorolni.

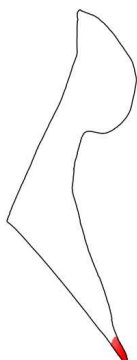
4.3 Domborzati adatok - hozamadatok elemzésének az eredménye



25. ábra: Magasság kategóriákhoz tartozó átlaghozamok

(forrás: QGIS, saját munka, saját adatokon)

A korábban részletezettek miatt a saját korrigált magassági adataimat vettem össze a hozam adatokkal. Összefüggések csak korlátozottan állapíthatók meg. Értelmezése csak a domborzati térkép és a tábla részletesebb ismeretében lehetséges. A 230,5 méter alatti magassági adatok csak a tábla déli csücskében vannak, amit az alábbi ábrán szerepeltetek.



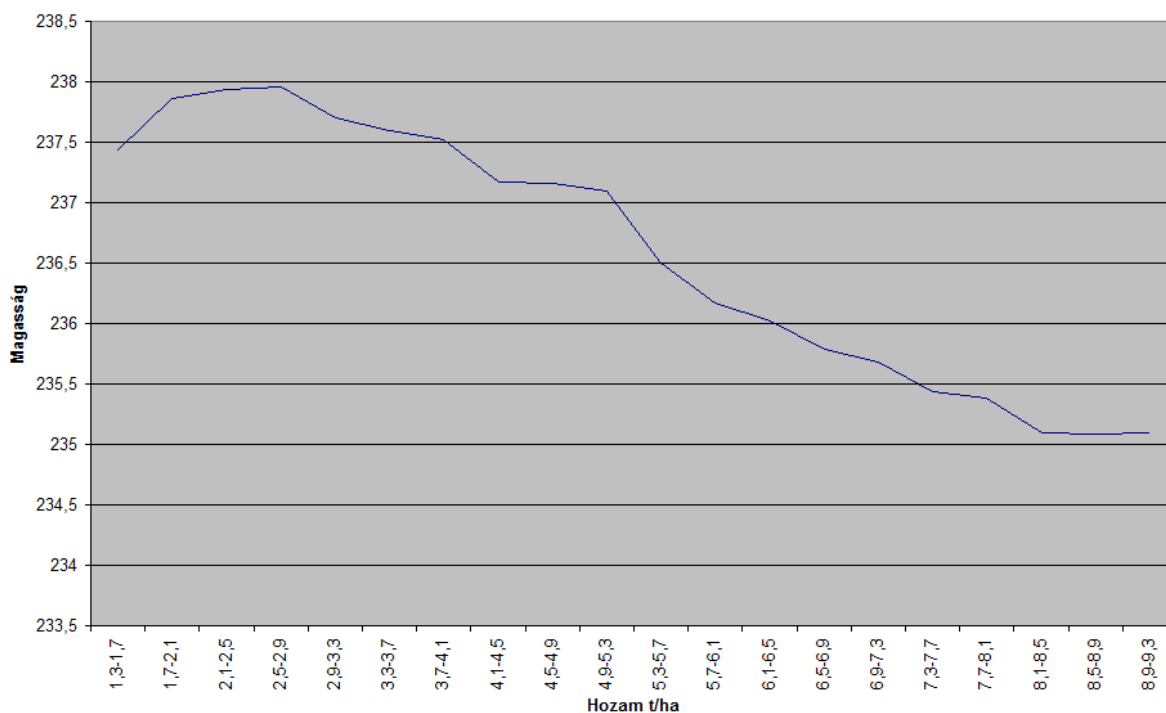
x. ábra A tábla 230,5 méter alatti része

(forrás: QGIS, saját munka, saját adatokon)

A kérdéses rész területe elhanyagolható (0,1 ha), legnagyobb szélessége 22 méter, legnagyobb hossza 66 méter. Gyakorlatilag a teljes területe táblaszegélynek, forgónak tekinthető, ebből kifolyólag a 230,5 méter alatti területrészek eredményével nem érdemes foglalkozni.

A megmaradó adatok közül a grafikon alapján a 235 méter magasság feletti táblarészek van szorosabb összefüggés a hozam és magasságadatok között. Ennek a magyarázata a terület talajviszonyaiban keresendő. A domborzati térkép a 4.1 fejezetben látható. Az ezen látható magasabb táblarészek a valóságban a tábla lekopott, erősen erodált részei. A gyengébb hozamot itt nem a magassági különbségek okozzák, csupán a tábla legmagasabb részei koptak le legjobban. A domborzati adatok inkább csak magyarázzák a hozam, és NDVI értékeket. Önállóan nem alkalmasak zóna lehatároláshoz, viszont kiegészítő információként figyelembe lehet venni, segítségével jobban értelmezhetővé válik a többi adat.

Fontos azonban az eredmények helyes megjelenítése és értelmezése. Amennyiben a hozam kategóriákhoz rendelem hozzá az adott hozamkategória átlagos magasságát akkor az alábbi grafikont kapjuk.

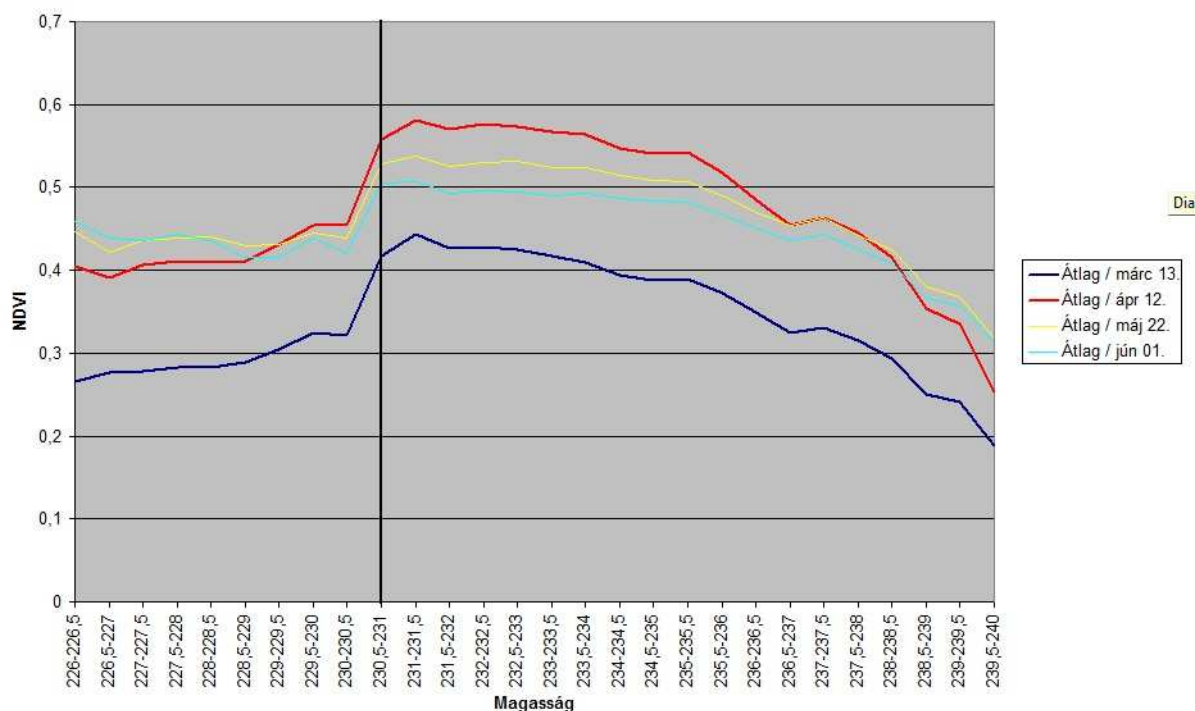


26. ábra A hozam kategóriákhoz rendelt átlagos magasságok

(forrás QGIS, saját munka, saját adatokon)

Ebből a diagramból akár arra a következtetésre is juthatnánk, hogy sokkal szorosabb összefüggés van a domborzat és hozam adatok között.

4.4 NDVI idősor - domborzati adatok elemzésének az eredménye



27. ábra Az NDVI idősor - magassági adatok kapcsolatát bemutató diagram

(forrás: QGIS saját munka, ESA Sentinel-2 és saját adatok)

A grafikon kifejezi, hogy az azonos tengerszint feletti magasságon, melyik időpontban, milyen volt az általános NDVI érték.

Az előző pontban tett megállapítás alapján 230,5 méteres magasság alatt felesleges vizsgálni az eredményeket. A tábla nagy részét képviselő többi adat vonatkozásában fordított összefüggés figyelhető meg az adatokban. A tengerszint feletti magasság emelkedésével csökken az átlagos NDVI érték.

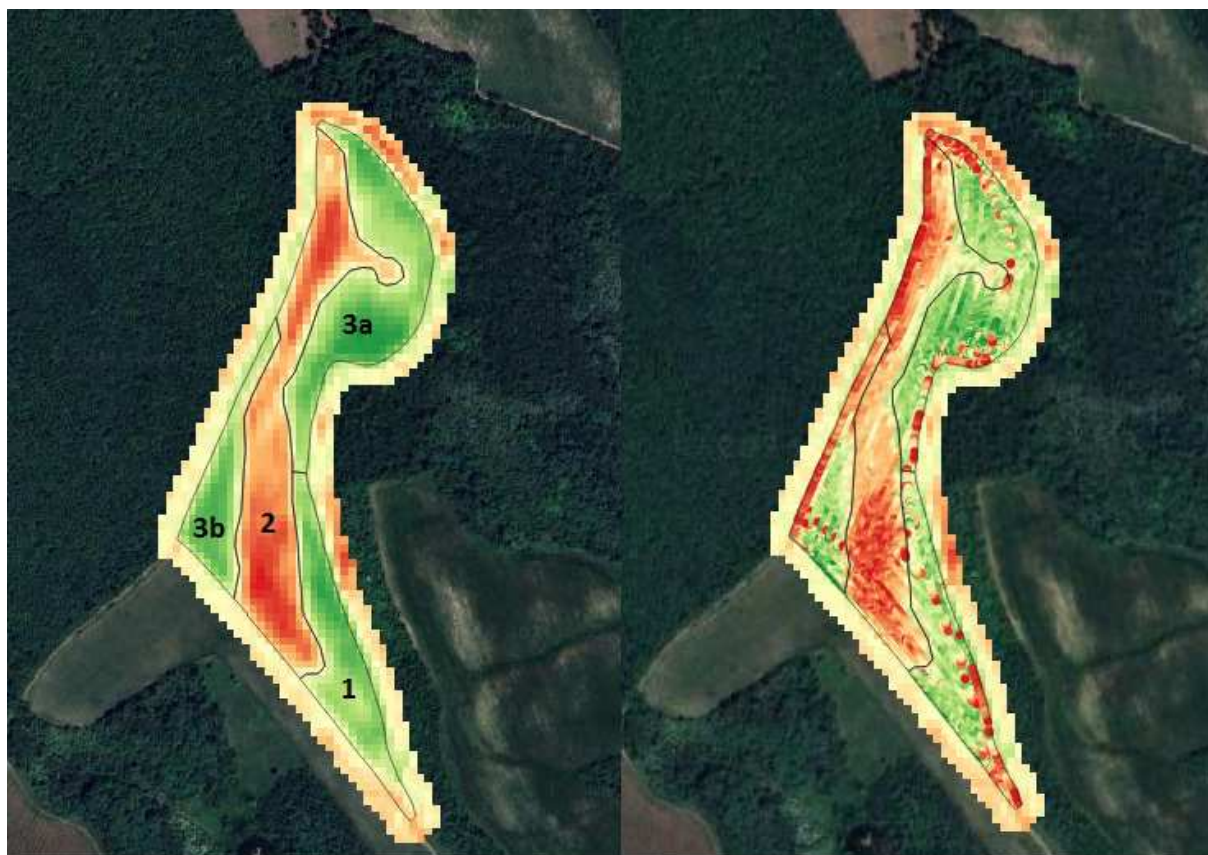
Elmondható, hogy az április 12-i műholdfelvétel alapján készült NDVI térkép mutat szorosabb összefüggést a domborzat adatokkal is.

Ki kell emelni, hogy amíg ez a diagram azt mutatja, hogy 231,5 méter felett a magasság emelkedésével folyamatosan csökken az NDVI érték, addig a 4.2. pontban szereplő *Magasság kategóriákhoz tartozó átlaghozamok* című diagram szerint ez nem jelenik meg ilyen egyértelműen a hozam adatokban. A grafikon azt mutatja, hogy a 231,5 – 236,5 közötti magasság kategóriákban látszólag nincs ilyen összefüggés. Ezzel visszaalakok Milics (2003) véleményére, aki szerint minden adat hordozhat fontos információt, de a **hozamtérkép** mégiscsak a **precíziós gazdálkodás legfontosabb alapadata**.

4.5 Menedzsment zóna lehatárolás eredménye

Az eredmények közül végül bemutatom az utolsó eredményt, amelynek létrehozása volt a dolgozatom célja. Az előző fejezetekben szereplő adat beszerzés, feldolgozás és elemzés alapozta ennek a létrejöttét.

A hozamtérkép tisztítására nem állt rendelkezésemre speciális célszoftver, amellyel minden „technológiai zajt” el tudtam volna távolítani, csupán a QGIS programmal tisztítottam az adatokat. Ebből kifolyólag maradtak benne kisebb hibák, a kép néhol zajosabb.



28. ábra: A lehatárolt zónák NDVI(2023.04.12), hozamtérképpel a háttérben
(forrás: QGIS, saját munka, ESA Sentinel-2, Google Earth, saját adatokon)

A távérzékelési adatok alapján létrehozott zónákat a hozamtérképen megjelenítve sokkal jobban értelmezhetőek a betakarítási hozam adatok is. Ismerve a hozammérés technikai hátterét, vizuálisan megítélhetővé válnak az egyes eltérések okai. Amennyiben ezeket az eltéréseket nem veszem figyelembe, akkor a hozamtérkép alapján kijelenthető, hogy a zóna lehatárolás helyes.

5. Következtetések és javaslatok

A bevezetőben kitűzött céloknak megfelelően elkészült a menedzsment zóna lehatárolás. Fontos alapul szolgált hozzá az NDVI térkép, azonban szükséges volt megvizsgálni melyik időpont felvételei mutatják a legszorosabb összefüggést a hozamadatokkal. Ehhez a 3.3.2 fejezetben bemutatott idősoros NDVI térképek elemzése jó eljárásnak bizonyult. A legfontosabb adatforrásnak a hozamadatot tartom, mivel ez tükrözi a gazdálkodásunk eredményét, ezért ezzel validáltam a kialakított zónákat.

A kialakított menedzsment zónák továbbiakban felhasználhatóak a zóna alapú talajminta vételezéshez, zóna alapú tervezéshez, differenciált kijuttatáshoz, egységesen fogalmazva a helyspecifikus gazdálkodáshoz.

A kialakított zónákon megtörtént a mintavétel. A laborvizsgálat után kiderült meglehetősen alacsony makro elem szinteket tartalmaztak a minták. Ez indokolhatja a táblán helyenként mért rendkívül rossz terméseredményeket. A táblán őszi árpa kultúra volt, a tábla átlagtermése 5,4 t/ha volt. A részletes eredmények a 2. számú mellékletben találhatóak.

A dolgozatomban bemutatott eljárást helyesnek ítéltam, ezért a továbbiakban ezt a módszert használom az adat alapú precíziós gazdálkodás bevezetéséhez a gazdaságomban. Ez alatt azt értem, hogy fontos, hogy lehetőleg minden adatforrást vizsgáljunk meg és eldöntsük, ezek közül melyik hordoz felhasználható, valós információkat.

Amennyiben már több éves, valós hozamadataim lesznek még megalapozottabb döntéseket tudok hozni.

A jövőben is tovább keresem az esetleges új információforrásokat, felhasználásuk lehetőségeit.

6. Összefoglalás

A dolgozatom témaválasztását alapvetően a 2023. évben beszerzett New Holland CR 8.80 hozamtérképezővel felszerelt betakarítógép alapozta meg. Az általa begyűjtött hozam adatok felhasználásának a módját szerettem volna kidolgozni.

A dolgozat konkrét céljaként, a közelmúltban használatomba került, **Alsónána 0140/2.** helyrajzi számú tábla menedzsment zóna lehatárolását tűztem ki. A választásomat a tábla nagyfokú heterogenitása, egyes táblarészekben tapasztalható gyenge termés okainak a feltárása indokolta.

Elsőként áttekintettem a választott témával kapcsolatos szakirodalmat, melyeket feltétlenül szükséges ismerni a folyamatok megértéséhez.

Bemutattam, ehhez milyen forrásból szerezem be az adatokat, hogyan készítettem elő az elemzésekhez, milyen elemzéseket végzek, majd hogyan történik a zóna lehatárolás.

A domborzati adatok két különböző forrásból is rendelkezésre álltak, egyrészt a kombájn hozam térképezéséből származó adatokban, illetve a korábban Lechler Tudásközponttól megvásárolt FÖMI DDM5 domborzat modell adatok formájában. Adódott a lehetőség az adatok összehasonlítására. Az adatok pontosságának az elemzése céljából összehasonlítottam a két adatforrást. Az eltéréseket hisztogramon megjelenítve szabályos hibát fedeztem fel az adatokban. Az okát kutatva hamarosan fény derült arra, hogy a betakarítógép gyári alapbeállításában súlyos hiba volt, az antenna magasság értéke helytelenül volt megadva. Feltehetőleg ez okozta az elmúlt évben a robotkormány rendellenes működésének az okát.

Ez a vizsgálataimnak egy nem várt, de egyben nagyon fontos haszna.

Az alapos és precíz elemzésnek köszönhetően megoldódott egy addig feltáratlan hiba.

Ezután elemeztem az adatok közötti kapcsolatot. Elsődlegesen azt kerestem melyik adat mutat legszorosabb összefüggést a hozam adatokkal. Ehhez a 3.3.2 fejezetben bemutatott idősoros NDVI térképek elemzése jó eljárásnak bizonyult. Az idősoros NDVI képek közül a 2023.04.12-én készült felvétel mutatott szorosabb összefüggést. Ennek alapján a zónalehatárolást ennek a rétegen látható értéke alapján kezdtem el, majd a többi rétegen is ellenőriztem, a kialakult zónákat, néhol kisebb módosítást tettem. Legvégül a jóváhagyott zóna határokat a hozamtérképpel validáltam.

Megállapítható, hogy a zónák jól jellemzik a hozamtérképen látható különböző hozamú tábla részeket, ez alapján megfelelőnek ítélttem a lehatárolt menedzment zónákat.

A létrehozott zónák alapján elvégeztem a zóna alapú talajminta vételezést, ezzel teljesült a dolgozat bevezetőjében kitűzött cél. A lehatárolt zónákon lehetővé vált a zóna alapú talajvizsgálat, majd ezt követően az **adatokra alapozott helyspecifikus gazdálkodás**. Egyben kidolgoztam egy módszert, amit a későbbiekben más táblákon is tudok alkalmazni, szükség esetén tovább tudok fejleszteni.

7. Köszönetnyilvánítás

Szeretnék köszönetet mondani mindazoknak, akik segítettek a diplomadolgom megírásában és az ehhez szükséges ismeretek elsajátításában.

Köszönöm Dr. Csorba Ádám konzulensi munkáját, segítő tanácsait. Dr. Szegi Tamás András szakfelelősnek a képzés teljes ideje alatt nyújtott támogatását, köszönöm továbbá a képzésben résztvevő valamennyi oktatónak a színvonalas munkáját, amivel új kapukat nyitottak meg előttem.

Végül szeretnék köszönetet mondani családomnak a dolgozat elkészítése során nyújtott támogatásáért.

8. Irodalomjegyzék

Ádám L. (1964): *A Szekszárdi-dombvidék kialakulása és morfológiája - Földrajzi Tanulmányok 2.* – Akadémia Kiadó Budapest 1964.

Csorba Á. (2022): *Bevezetés a műholdas távérzékelésbe* MATE előadás, Gödöllő

Csorba P. (2021): *Magyarország kistájai* Meridián Táj- és Környezetföldrajzi Alapítvány, Debrecen, 2021, pp. 254-265

Csornai G. (2024): *Axiál Kft – GPS technológiák képzés* Tamási, 2024.01.24.

Csornai G. (2022): szakmai előadás - GISOPEN 2022 konferencia, Székesfehérvár, Óbudai Egyetem - Alba Regia Műszaki Kar, 2022.09.01

Györffy B. (2000): *A biogazdálkodástól a precíziós mezőgazdaságig* - Agrofórum. 11. (2) pp. 1-4.

Hatala L. (2014): *New Holland CX 8070 kombájn Gépmax teszt*
<https://gepmax.hu/hir/new-holland-cx-8070-kombajn-gepmax-teszt-nagyon-jo-gabonas-gep-83-t-ha-buzatermeshez/> (letöltve 2024. március)

Horváth L. (2010): *Terepfelmérés GPS-szel* - Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet, 1085 Budapest, Baross u. 52. - pp. 3-4.

Láng V., Veres Zs. (2018): *Precíziós gazdálkodás* E- Book

Menyhárt L. (2021): *Hozam adatok tisztítása* diasor

Menyhárt L. (2022) *Agrárinformatika* előadás - Keszthely, 2022.12.07.

Mesterházi P. (2020): *AXIÁL KONFERENCIA 2.0 Adattól a kijuttatásig!* (webinárium) 2020.november 4. <https://www.youtube.com/watch?v=OUyRYy4pHIM> (letöltve:2024.03.01.)

Mesterházi P. (2021): *Precíziós Miniakadémia* - előadás - Szekszárd, 2021.11.24.

Milics G. (2008): *A térinformatika és a távérzékelés alkalmazása a precíziós (helyspecifikus) növénytermesztésben* [PhD-értekezés] Pécsi Tudományegyetem Természettudományi Kar Földtudományok Doktori Iskola, 2008

Milics G. (2023): *Térinformatika a gyakorlatban* - előadás - Szekszárd, 2023.04.21.

New Holland CR Revelation kombájnok termékismertető (2020)

Pecze Zs. (2022) *PREGA konferencia* előadás - Budapest, Aquaworld Resort, 2022.05.11

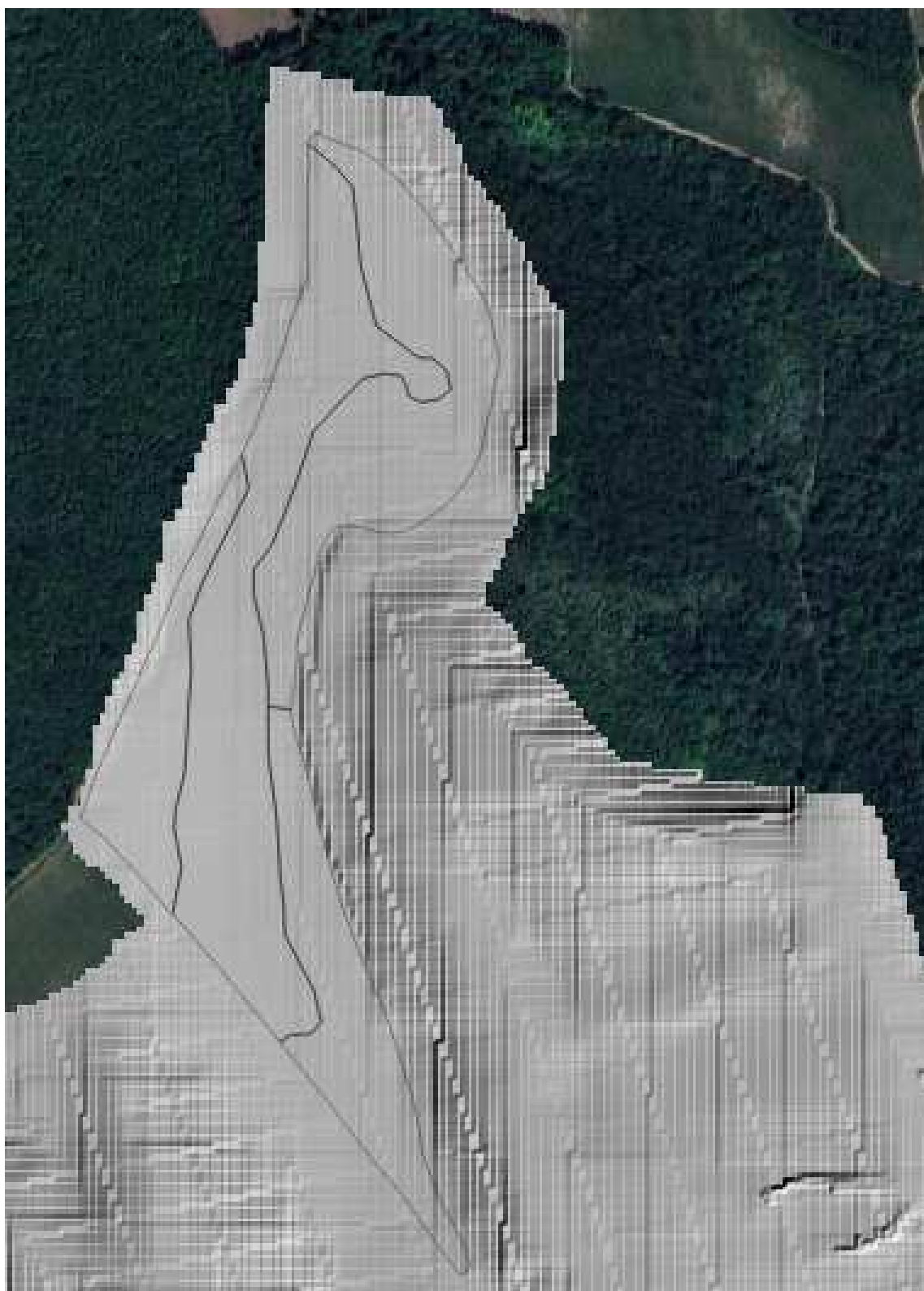
Pecze Zs. (2022) *Precíziós szolgáltatások az IKR Kft gyakorlatában* - GISOPEN 2022 konferencia, Székesfehérvár, Óbudai Egyetem - Alba Regia Műszaki Kar, 2022.09.01,

9. Ábrák jegyzéke

1. ábra: Magvető	8. oldal
2. ábra: Ütközőlapos termény tömegáram szenzor	11. oldal
3. ábra: Szemnedvesség érzékelőmszenzor	12. oldal
4. ábra: Hozammérés video link	12. oldal
5. ábra A műholdas helymeghatározás geometriai alapja	12. oldal
6. ábra: NDVI képlete	14. oldal
7. ábra: Az NDVI számítás alapja	14. oldal
8. ábra: A Szekszárdi-dombság elhelyezkedése	16. oldal
9. ábra: A terület földtani térképe	16. oldal
10. ábra: Löszfal	17. oldal
11. ábra: Mészkonkrécio „löszbaba” metszete	18. oldal
12. ábra: Saját építésű RTK bázisállomás	19. oldal
13. ábra: Hisztogram szűrés előtt	20. oldal
14. ábra: Copernicus Browser felülete, RGB kép	22. oldal
15. ábra: ONESOIL felülete	23. oldal
16. ábra: IRRISAT honlap felülete, NDVI kép	23. oldal
17. ábra: Hisztogramon a különböző forrású domborzati adatok eltérése	25. oldal
18. ábra A kombájn előre programozott gyári beállítása	26. oldal
19. ábra: Többsávós raszter, az NDVI idősor első 3 sávja	27. oldal
20. ábra Hozamadat pontok a többsávós NDVI idősoros felvételen	27. oldal
21. ábra Domborzati térkép RTK-s GPS adatokból	31. oldal
22. ábra: Pontosított adatok után a Gauss haranggörbe	31. oldal
23. ábra: domborzati adatok eltérése a tábla szélén	32. oldal
24. ábra: NDVI idősor - hozamadat kapcsolat	33. oldal

25. ábra: Magasság kategóriákhoz tartozó átlaghozamok	34. oldal
26. ábra A hozam kategóriákhoz rendelt átlagos magasságok	35. oldal
27. ábra Az NDVI idősor - magassági adatok kapcsolatát bemutató diagram	36. oldal
28. ábra: A lehatárolt zónák NDVI (2023.04.12), hozamtérképpel a háttérben	37. oldal

A FÖMI DDM 5 domborzati modellje árnyékolva, a szabályos hibákkal



E2023-ETBI-028770. számú VIZSGÁLATI JEGYZŐKÖNYV

Aktaszám:	A2023-ETBI-020352
Megrendelő:	NÁNAGRO Mezőgazdasági, Termelő és Szolgáltató Kft.
Megrendelés azonosítója:	1155/2023
Megrendelő személy:	NÁNAGRO Mezőgazdasági, Termelő és Szolgáltató Kft., Hauszknacht Ferenc Rolf
Megrendelés dátuma:	2023.09.05
Megjegyzés:	A jegyzőkönyvben szereplő GPS koordináta település szintű.

A minta laboratóriumi azonosítója:	M2023-ETBI-020352/001		
A minta neve:	HF01		
Minőségmegőrzési idő/fogyaszthatósági idő			
A minta jelzése:	1	Minta típusa:	talaj, szántó, 0-30 cm
A minta birtokosa:	NÁNAGRO Mezőgazdasági, Termelő és Szolgáltató Kft. 7147 Alsónána, I. Völgy major hrsz. 0125/15		
A mintavétel helye:	,Alsónána 140/2 hrsz. GPS H: 18,65507 SZ: 46,25022 M: 0		
A minta csomagolása:	zacskó		
A minta mennyisége:	1 kg		
A minta átvételének időpontja:	2023.09.05		
Megjegyzés:			

VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK

Vizsgálati paraméterek	Eredmény (mérési bizonytalanság)	Módszer
Arany-féle kötöttségi szám (KA) vizsgálat kezdete: 2023.09.11	39 . (±2 .) légszáraz anyagra	MSZ-08-0205:1978 5.2.szakasz
Cink [EDTA] vizsgálat kezdete: 2023.09.11	0,508 mg/kg (±0,038 mg/kg) légszáraz anyagra	MSZ 20135:1999 5.1. szakasz
Foszfor-pentoxid [AL] vizsgálat kezdete: 2023.09.11	57,7 mg/kg (±4,33 mg/kg) légszáraz anyagra	MSZ 20135:1999 5.1. szakasz
Humusz [K ₂ Cr ₂ O ₇ /H ₂ SO ₄] vizsgálat kezdete: 2023.09.11	1,55 %(m/m) (±0,077 %(m/m)) légszáraz anyagra	MSZ 21470-52:1983 2.fejezet
Kálium-oxid [AL] vizsgálat kezdete: 2023.09.11	142 mg/kg (±7,09 mg/kg) légszáraz anyagra	MSZ 20135:1999 5.1. szakasz
Kén [KCl] vizsgálat kezdete: 2023.09.11	2,37 mg/kg (±0,178 mg/kg) légszáraz anyagra	MSZ 20135:1999 5.1. szakasz
Magnézium [KCl] vizsgálat kezdete: 2023.09.11	197 mg/kg (±9,85 mg/kg) légszáraz anyagra	MSZ 20135:1999 5.1. szakasz

Mangán [EDTA] vizsgálat kezdete: 2023.09.11	32,4 mg/kg (±2,43 mg/kg) légszáraz anyagra	MSZ 20135:1999 5.1. szakasz
Nitrit+nitrát nitrogén [KCl] vizsgálat kezdete: 2023.09.11	19,6 mg/kg (±1,47 mg/kg) légszáraz anyagra	MSZ 20135:1999 5.4.5. szakasz
Nátrium [AL] vizsgálat kezdete: 2023.09.11	45,6 mg/kg (±4,56 mg/kg) légszáraz anyagra	MSZ 20135:1999 5.1. szakasz
Réz [EDTA] vizsgálat kezdete: 2023.09.11	1,34 mg/kg (±0,101 mg/kg) légszáraz anyagra	MSZ 20135:1999 5.1. szakasz
Szénsavas mész vizsgálat kezdete: 2023.09.11	6 %(m/m) (±0,3 %(m/m)) légszáraz anyagra	MSZ-08-0206-2:1978 2.2.szakasz
Vízben oldható összes só vizsgálat kezdete: 2023.09.11	0,04 %(m/m) (±0,003 %(m/m)) légszáraz anyagra	MSZ-08-0206-2:1978 2.4.szakasz
pH (KCl 1:2,5) vizsgálat kezdete: 2023.09.11	7,1 . (±0,05 .) légszáraz anyagra	MSZ-08-0206-2:1978 2.1.szakasz

A minta laboratóriumi azonosítója:	M2023-ETBI-020352/002		
A minta neve:	HF02		
Minőségmegőrzési idő/fogyaszthatósági idő			
A minta jelzése:	2	Minta típusa:	talaj, szántó, 0-30 cm
A minta birtokosa:	NÁNAGRO Mezőgazdasági, Termelő és Szolgáltató Kft. 7147 Alsónána, I. Völgy major hrsz. 0125/15		
A mintavétel helye:	,Alsónána 140/2 hrsz. GPS H: 18,65507 SZ: 46,25022 M: 0		
A minta csomagolása:	zacskó		
A minta mennyisége:	1 kg		
A minta átvételének időpontja:	2023.09.05		
Megjegyzés:			

VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK

Vizsgálati paraméterek	Eredmény (mérési bizonytalanság)	Módszer
Arany-féle kötöttségi szám (KA) vizsgálat kezdete: 2023.09.11	45 . (±2 .) légszáraz anyagra	MSZ-08-0205:1978 5.2.szakasz
Cink [EDTA] vizsgálat kezdete: 2023.09.11	<0,5 mg/kg légszáraz anyagra	MSZ 20135:1999 5.1. szakasz
Foszfor-pentoxid [AL] vizsgálat kezdete: 2023.09.11	65,2 mg/kg (±4,89 mg/kg) légszáraz anyagra	MSZ 20135:1999 5.1. szakasz
Humusz [K ₂ Cr ₂ O ₇ /H ₂ SO ₄] vizsgálat kezdete: 2023.09.11	0,94 %(m/m) (±0,07 %(m/m)) légszáraz anyagra	MSZ 21470-52:1983 2.fejezet
Kálium-oxid [AL] vizsgálat kezdete: 2023.09.11	110 mg/kg (±5,49 mg/kg) légszáraz anyagra	MSZ 20135:1999 5.1. szakasz

Kén [KCl] vizsgálat kezdete: 2023.09.11	2,64 mg/kg (±0,198 mg/kg) légszáraz anyagra	MSZ 20135:1999 5.1. szakasz
Magnézium [KCl] vizsgálat kezdete: 2023.09.11	101 mg/kg (±5,05 mg/kg) légszáraz anyagra	MSZ 20135:1999 5.1. szakasz
Mangán [EDTA] vizsgálat kezdete: 2023.09.11	8,5 mg/kg (±0,637 mg/kg) légszáraz anyagra	MSZ 20135:1999 5.1. szakasz
Nitrit+nitrát nitrogén [KCl] vizsgálat kezdete: 2023.09.11	16,2 mg/kg (±1,22 mg/kg) légszáraz anyagra	MSZ 20135:1999 5.4.5. szakasz
Nátrium [AL] vizsgálat kezdete: 2023.09.11	48,3 mg/kg (±4,83 mg/kg) légszáraz anyagra	MSZ 20135:1999 5.1. szakasz
Réz [EDTA] vizsgálat kezdete: 2023.09.11	0,63 mg/kg (±0,047 mg/kg) légszáraz anyagra	MSZ 20135:1999 5.1. szakasz
Szénsavas mész vizsgálat kezdete: 2023.09.11	30 %(m/m) (±1,5 %(m/m)) légszáraz anyagra	MSZ-08-0206-2:1978 2.2.szakasz
Vízben oldható összes só vizsgálat kezdete: 2023.09.11	<0,02 %(m/m)	MSZ-08-0206-2:1978 2.4.szakasz
pH (KCl 1:2,5) vizsgálat kezdete: 2023.09.11	7,49 . (±0,05 .) légszáraz anyagra	MSZ-08-0206-2:1978 2.1.szakasz

A minta laboratóriumi azonosítója:	M2023-ETBI-020352/003		
A minta neve:	HF03		
Minőségmegőrzési idő/fogyaszthatósági idő			
A minta jelzése:	3	Minta típusa:	talaj, szántó, 0-30 cm
A minta birtokosa:	NÁNAGRO Mezőgazdasági, Termelő és Szolgáltató Kft. 7147 Alsónána, I. Völgy major hrsz. 0125/15		
A mintavétel helye:	„Alsónána 140/2 hrsz.” GPS H: 18,65507 SZ: 46,25022 M: 0		
A minta csomagolása:	zacskó		
A minta mennyisége:	1 kg		
A minta átvételének időpontja:	2023.09.05		
Megjegyzés:			

VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK

Vizsgálati paraméterek	Eredmény (mérési bizonytalanság)	Módszer
Arany-féle kötöttségi szám (KA) vizsgálat kezdete: 2023.09.11	41 . (±2 .) légszáraz anyagra	MSZ-08-0205:1978 5.2.szakasz
Cink [EDTA] vizsgálat kezdete: 2023.09.11	0,835 mg/kg (±0,063 mg/kg) légszáraz anyagra	MSZ 20135:1999 5.1. szakasz
Foszfor-pentoxid [AL] vizsgálat kezdete: 2023.09.11	24,5 mg/kg (±1,84 mg/kg) légszáraz anyagra	MSZ 20135:1999 5.1. szakasz

Humusz [K ₂ Cr ₂ O ₇ /H ₂ SO ₄] vizsgálat kezdete: 2023.09.11	1,51 %(m/m) (±0,075 %(m/m)) légszáraz anyagra	MSZ 21470-52:1983 2.fejezet
Kálium-oxid [AL] vizsgálat kezdete: 2023.09.11	145 mg/kg (±7,27 mg/kg) légszáraz anyagra	MSZ 20135:1999 5.1. szakasz
Kén [KCl] vizsgálat kezdete: 2023.09.11	3,35 mg/kg (±0,251 mg/kg) légszáraz anyagra	MSZ 20135:1999 5.1. szakasz
Magnézium [KCl] vizsgálat kezdete: 2023.09.11	208 mg/kg (±10,4 mg/kg) légszáraz anyagra	MSZ 20135:1999 5.1. szakasz
Mangán [EDTA] vizsgálat kezdete: 2023.09.11	178 mg/kg (±8,89 mg/kg) légszáraz anyagra	MSZ 20135:1999 5.1. szakasz
Nitrit+nitrát nitrogén [KCl] vizsgálat kezdete: 2023.09.11	16,5 mg/kg (±1,24 mg/kg) légszáraz anyagra	MSZ 20135:1999 5.4.5. szakasz
Nátrium [AL] vizsgálat kezdete: 2023.09.11	53,7 mg/kg (±5,37 mg/kg) légszáraz anyagra	MSZ 20135:1999 5.1. szakasz
Réz [EDTA] vizsgálat kezdete: 2023.09.11	2,46 mg/kg (±0,184 mg/kg) légszáraz anyagra	MSZ 20135:1999 5.1. szakasz
Szénsavas mész vizsgálat kezdete: 2023.09.11	2,3 %(m/m) (±0,172 %(m/m)) légszáraz anyagra	MSZ-08-0206-2:1978 2.2.szakasz
Vízben oldható összes só vizsgálat kezdete: 2023.09.11	0,04 %(m/m) (±0,003 %(m/m)) légszáraz anyagra	MSZ-08-0206-2:1978 2.4.szakasz
pH (KCl 1:2,5) vizsgálat kezdete: 2023.09.11	6,97 . (±0,05 .) légszáraz anyagra	MSZ-08-0206-2:1978 2.1.szakasz



Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal
Élelmiszerlánc-biztonsági Laboratórium Igazgatóság
Növény- és Talajvédelmi Nemzeti Referencia Laboratórium
A NAH által NAH-1-1594/2022 számon akkreditált
vizsgálólaboratórium.

Vizsgálat helye:
2481 Velence Ország út 23.
Tel:
Fax:
E-mail: eli@nebih.gov.hu
www.nebih.gov.hu

Megjegyzés:

*Nem akkreditált módszer.

A vizsgálati eredményeket, valamint a mintákat bizalmasan kezeltük.

A közölt vizsgálati eredmények a beküldött (vett) mintára, vagy mintavételezett tételekre vonatkoznak.

A vizsgálati jegyzőkönyvről részmásolat a laboratóriumvezető engedélye nélkül nem készíthető.

Az egyes vizsgálati eredményközlések kapcsolatát a vizsgálati jegyzőkönyv száma és perszámai biztosítják.

A laboratórium a feltüntetett mérési bizonytalanságot minden esetben a Eurachem/CITAC Guide CG4/E.5.6.1. pontjának megfelelően ($x \pm U$) értelmzi.

Velence, 2023. szeptember 13.

Nagy Ágnes
laboratóriumvezető

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: **Hauszknacht Ferenc Rolf**
A Hallgató Neptun kódja: **PIPUAA**
A dolgozat címe: **Hozam-, távérzékelési- és domborzati adatok elemzése, menedzsment zóna lehatárolása céljából**
A megjelenés éve: **2024**
A konzulens intézetének neve: **MATE Környezettudományi Intézet**
A konzulens tanszékének a neve: **Talajtani Tanszék**

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor szellemitulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumába. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védelmet követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelté után

nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumában.

Kelt: 2024. április 28.

Hauszknacht Ferenc Rolf
Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Hauszknecht Ferenc Rolf (hallgató Neptun azonosítója: **PIPUAA**) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*2}

Kelt: Gödöllő, 2024. április 28.



belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.