

Szakdolgozat

Pribeli János

**Gödöllő
2022**



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Precíziós mezőgazdasági tanácsadó Szak

**A TÉRINFORMATIKA SZEREPE A PRECÍZIÓS
MEZŐGAZDASÁGBAN**

Belső konzulens: Csorba Ádám
egyetemi docens

Készítette: Pribeli János
JLFQ2E
levelező

Intézet/Tanszék: Környezettudományi Intézet

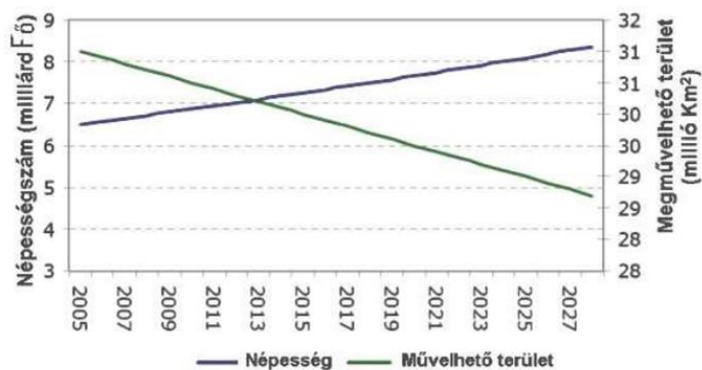
Gödöllő

2022

1. Bevezetés és célkitűzések	4
2. Irodalmi áttekintés	6
A Sentinel-2.....	7
Szenzoraik.....	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
Mintaterület.....	9
Módszerek.....	12
Termesztett növények	16
Éghajlati- és meteorológiai-elemzés	16
3. Vizsgálati módszerek.....	22
4. Eredmények	24
Management-zónák.....	24
További kutatási lehetőségek	25
5. Összefoglalás	28

1. Bevezetés és célkitűzések

Napjaink egyik legégetőbb problémája a termőtalajok elvesztése. Egyre növekvő népességet kell ellátni, egyre kevesebb művelhető földből (1 ábra). Ezt az ellentmondást csak úgy lehet feloldani, ha egyre hatékonyabban használjuk ki a szűkös erőforrásainkat, ebben nyújthat segítséget a precíziós mezőgazdaság (Milics, 2008).

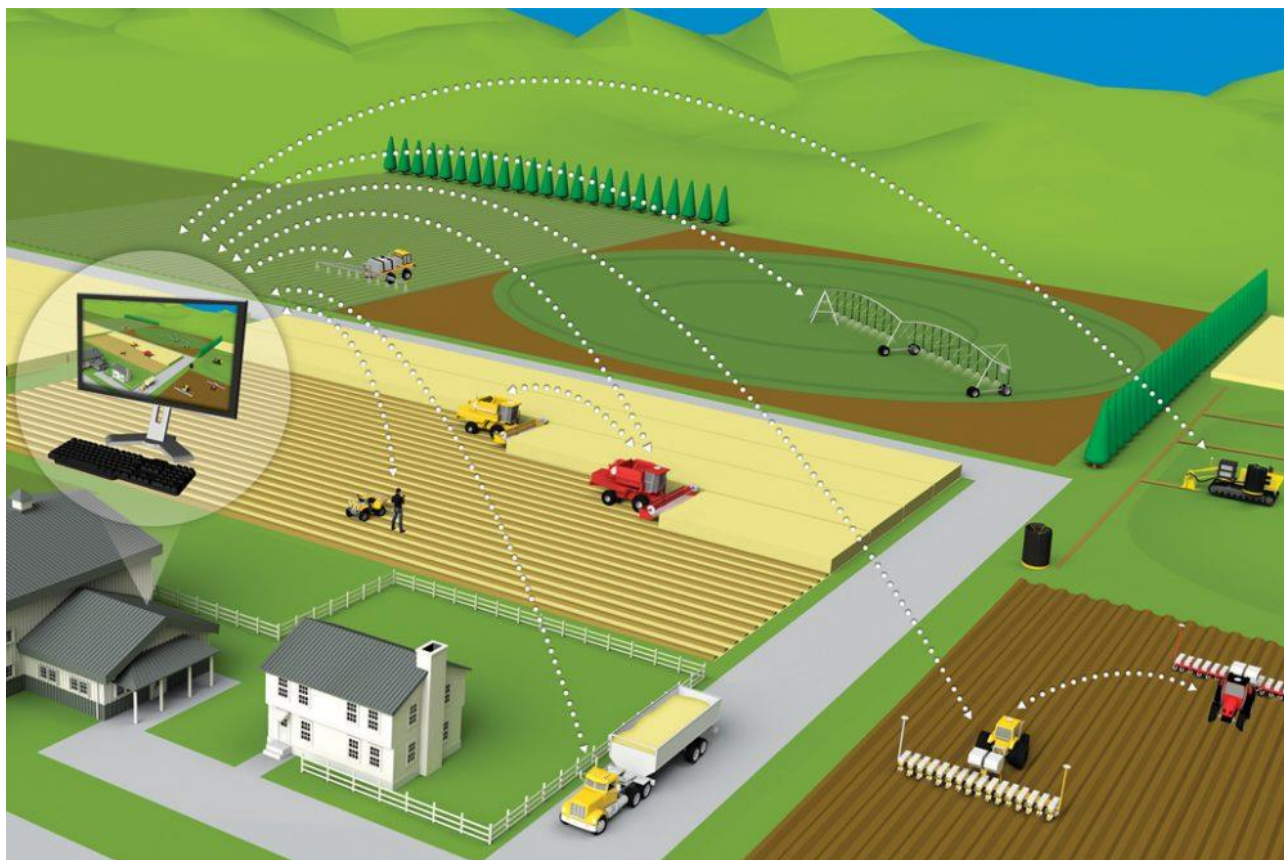


Kép 1: A népesség és a művelhető területek változása az idő függvényében

A precíziós gazdálkodást gyakran együtt alkalmazzák talajkímélő művelésmódokkal, így a csökkenő műtrágya-felhasználással, a növényvédő-, és gyomirtó-szerek célzottabb kijuttatásával, összességében egy fenntarthatóbb, környezetkímélőbb termelést tesz lehetővé. A fenti bekezdésekből látható, hogy a precíziós mezőgazdaság egy multidiszciplináris megközelítést igényel. Az agronómia, a talajtan, az informatika, távérzékelés és a földrajz területeit ötvözve tud megoldást nyújtani (Milics, 2008).

Eszközrendszere szerteágazó (2. ábra), amely egyre jobban támaszkodik az informatika nyújtotta lehetőségekre. Számítógépes szoftveren tervezhetjük a műtrágya kijuttatási mennyiségét, területi eloszlását, szintén szoftveren kalkuláljuk a növényvédő-szerek felhasználását.

A legfontosabb eszköz, amelyre a precíziós gazdálkodás (helyspecifikus gazdálkodás) másik megnevezéséből tudunk következtetni, az a cm pontosságot nyújtó RTK-GPS. Ez a pontosság lehetővé teszi, hogy a vetőmag ültetés során ezen pontossággal tervezzük meg a vetőmagok elhelyezését, így növelve a várható hozamot, valamint a betakarítás során pontos képet kapjunk a termés mennyiségéről, a tábla adott részein.



Kép 2: A precíziós mezőgazdaság eszközei

Dolgozatom célja, hogy 7 éves időtávlatban vizsgáljam bizonyos vegetációs indexek értékét, majd azokat összehasonlítsam a hozamadatokkal, így képet kapva arról, hogy az adott területen melyik indexekkel írható le legjobban a várható hozam. Az időtáv választásának az oka, hogy évente más-más növényeket termesztettem, így azoknak az adatait nem lehet egymással összevetni. Ezért van szükség arra, hogy viszonylag hosszabb időintervallumot vizsgáljak.

Az összehasonlítás során figyelembe veszem a csapadékmennyiséget és a hőmérsékletet havi bontásban. Erre azért van szükség, hogy kiszűrjem az időjárás torzító hatását.

Ehhez a Sentinel-2 műholdcsalád felvételeit használom fel. A szükséges vegetációs indexeket és egyéb térinformatikai műveleteket QGIS-ben végzem el.

2. Irodalmi áttekintés

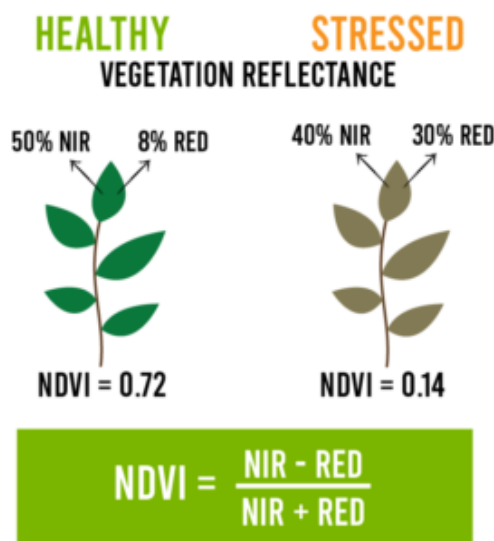
2.1. A műholdas távérzékelés és vegetációs indexek

A műholdas távérzékelés kezdete a 60-as évekig, a hidegháború csúcsáig nyúlik vissza. A szemben álló felek folyamatosan próbáltak adatot gyűjteni egymásról. Eleinte felderítő repülőket használtak, ám ez nagy kockázattal járt. Ez ösztönözte a feleket, hogy műholdakba investáljanak, amelyekkel rendszeresen, szinte kockázat nélkül figyelhették meg egymást. Az első ilyen működő műholdat az Egyesült Államok állította rendszerbe CORONA néven (Fowler, 2010).

A 60-as évek óta a műholdak egyre nagyobb számban keringenek Földünk körül, és egyre szélesebb körű a felhasználási területük. Napjainkra a polgári, tudományos világ is hasznosítja a szatellitek nyújtotta lehetőségeket.

A dolgozatomban is alkalmazott NDVI-t először a 70-es években használták az Egyesült Államok alföldi területeinek vizsgálatára (Rouse et al., 1976). Az úttörő tanulmány óta 519 indexet dolgoztak ki, amelyekkel lehetőség van fajspecifikus hozam-, és minőségbecslésre, illetve vízpárolgásbecslésre.¹

A vegetációs indexek előállítása során többféle fizikai-törvényszerűsége hagyatkozhatunk. A fent említett NDVI esetében a növényzet leveleinek zöld színért felelős klorofil-tartalmát detektáljuk, amely főként a közeli-infra tartományt veri vissza (3. ábra) (Kovács & Molnár, 2021).



Kép 3: Az NDVI mérési elve;

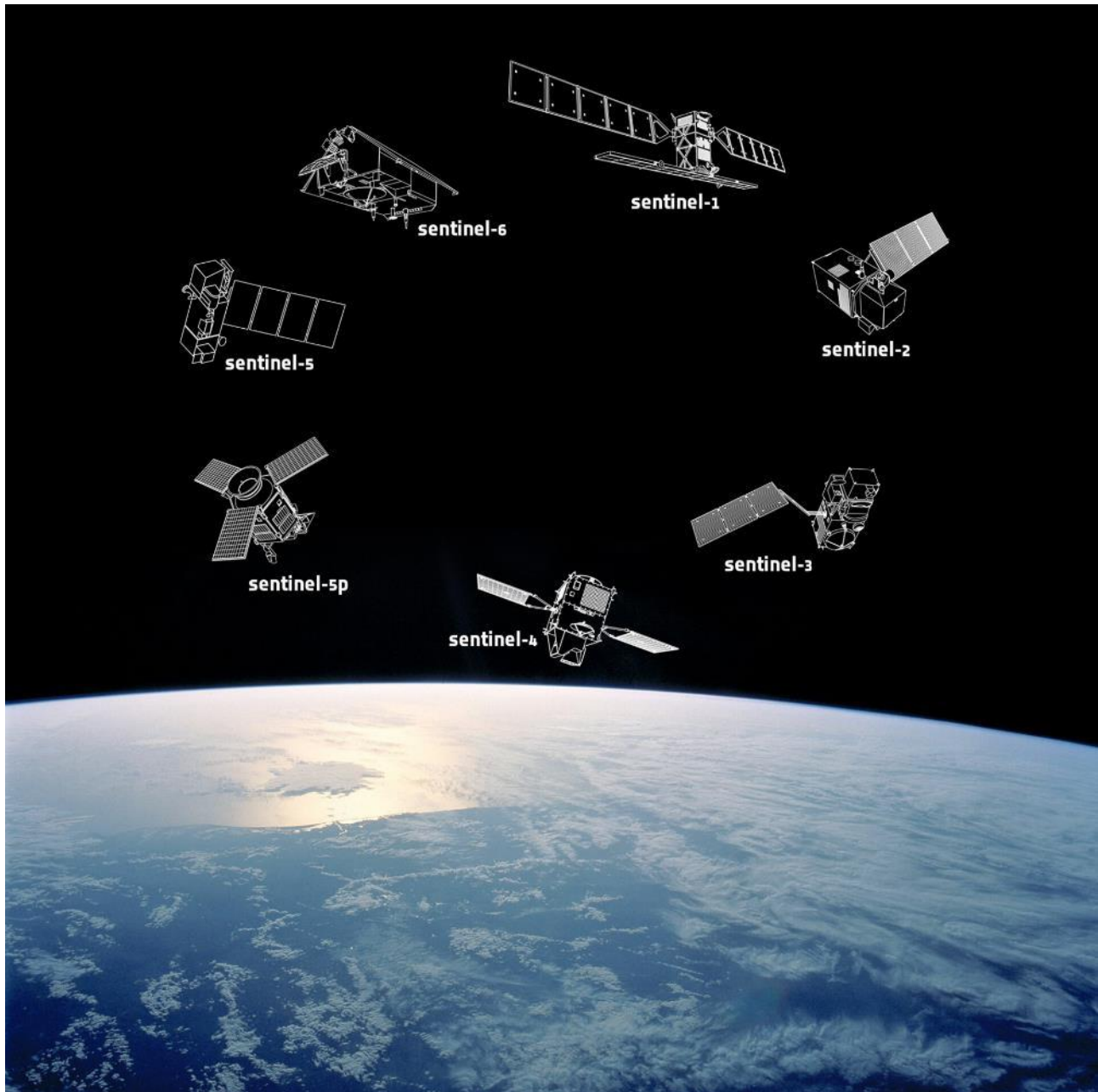
Napjainkban hazánkban az Országos Meteorológiai Szolgálat végez folyamatos NDVI-mérést, amelyet a honlapján közöl.²

¹<https://www.indexdatabase.de/db/i.php>

²https://www.met.hu/idojaras/agrometeorologia/vegetacios_index/

2.2. A Sentinel-2

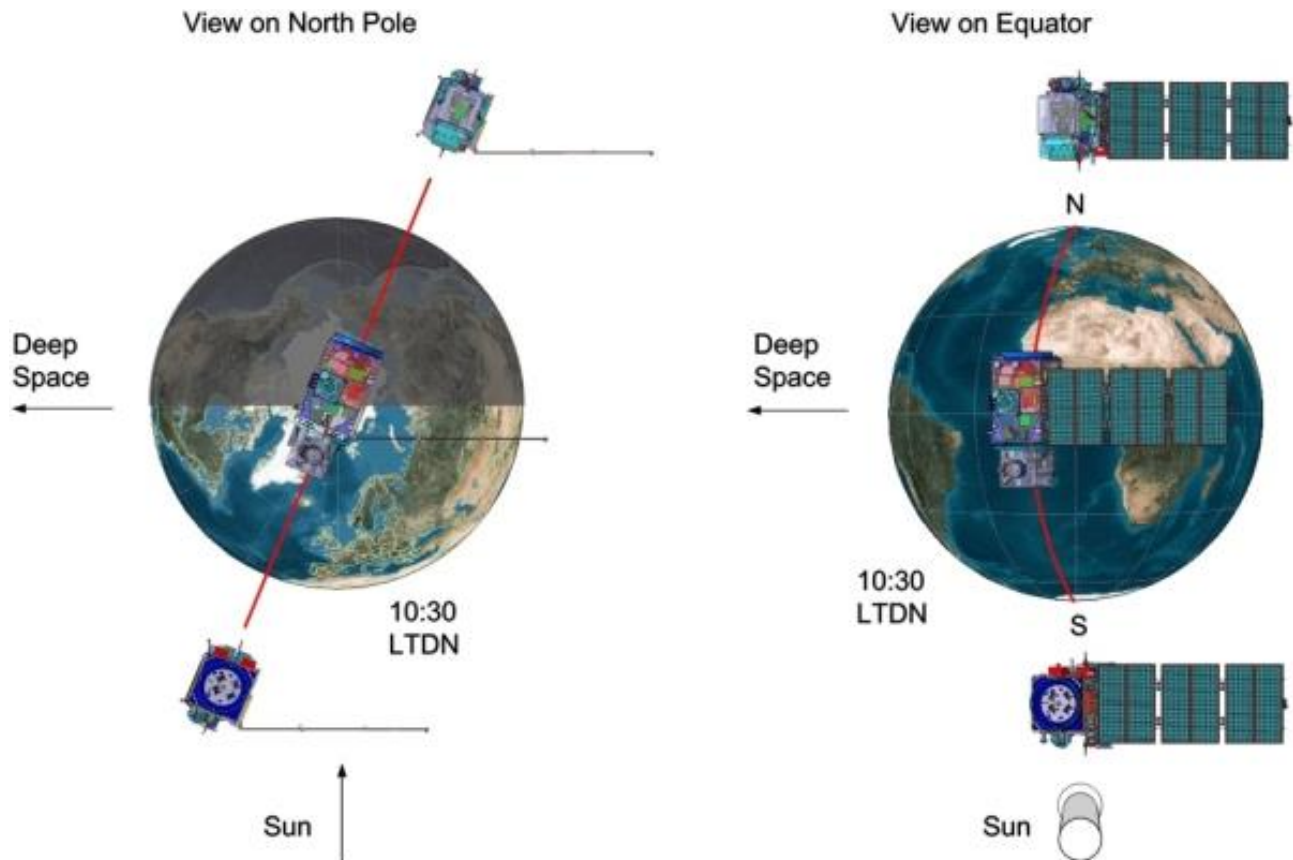
A Sentinel (őrszem)-műholdak az Európai Űrügynökség által indított földfigyelő-misszió, a Copernicus-program keretében szolgáltatnak adatokat a tudományos közösségnek, ipari- és katonai felhasználóknak. A programban jelenleg 7 típusú műhold teljesít szolgálatot, ezen belül 3 típusnak ikerműholdjai vannak a jobb lefedettség érdekében, így ezen programon belül összesen 10 műhold figyeli Földünket (4. ábra).³



Kép 4: A Sentinel-műholdcsalád

³<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-2>

A Sentinel-2 küldetése 2015 június 23-án kezdődött, a Sentinel-2A Guyana Űrközpontból való felbocsátással. Ezt 2017 március 7-én követte a Sentinel-2B, amellyel teljes lett a küldetés, így a két műhold, egymástól 180° különbséggel 5 napos visszatérési idővel dolgozik, ami azt jelenti, hogy egy adott területről 5 napon belül új felvétel készül (5. ábra). Pályájuk napszinkron, kvázi-poláris -786 km-es pályamagasságon - amely miatt a felvételek megvilágítása szinte állandó, évszakos változások figyelhetők meg rajtuk (Segarra et al., 2020).



Kép 5: A Sentinel-2 műholdak egymáshoz képesti pályája

A műholdak multispektrális-felvételezést végeznek. Az elektromágneses sugárzás, 13 sávjában történik a felmérés. Ez kiterjed a látható tartományra, a közeli- és a távoli infravörösre. A szenzort (MSI – MultiSpectral Instrument) a francia székhelyű Airbus Defence and Space tervezte és építette. A sávoknak, 3 felbontása van, 10, 20 és 60 méteres (6. ábra), ennek akkor van jelentősége, ha egy általunk előállítani kívánt index esetében, két sáv felbontása nem egyezik, akkor először módosítani kell, hogy a felbontások különbsége ne adjon hamis eredményt ⁴.

⁴<https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/technical-guides/sentinel-2-msi/msi-instrument>

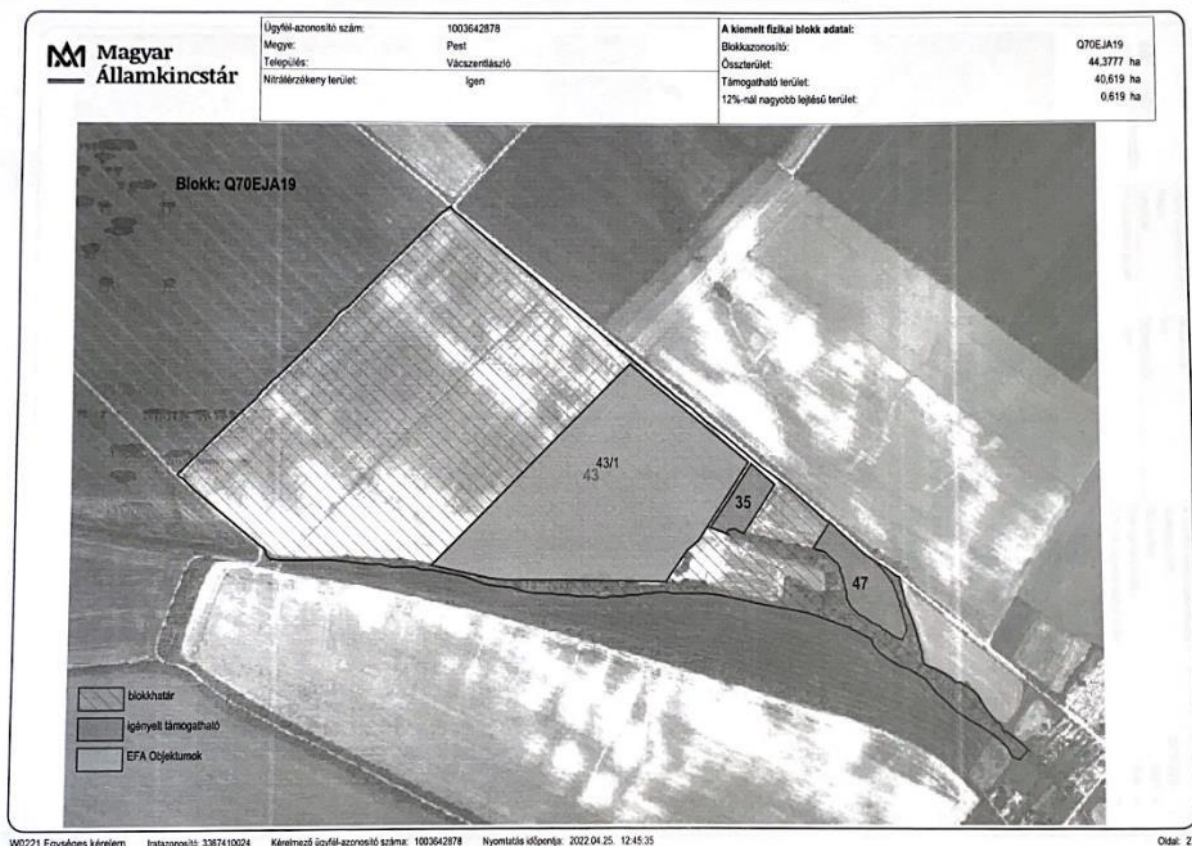
Sentinel-2 bands	Central wavelength (μm)	Resolution (m)
Band 1 – Coastal aerosol	0.443	60
Band 2 – Blue	0.490	10
Band 3 – Green	0.560	10
Band 4 – Red	0.665	10
Band 5 – Vegetation red edge	0.705	20
Band 6 – Vegetation red edge	0.740	20
Band 7 – Vegetation red edge	0.783	20
Band 8 – NIR	0.842	10
Band 8A – Vegetation red edge	0.865	20
Band 9 – Water vapour	0.945	60
Band 10 – SWIR – Cirrus	1.375	60
Band 11 – SWIR	1.610	20
Band 12 – SWIR	2.190	20

Kép 6: Sentinel-2 felvételezési sávjai és felbontásai

2.3. A mintaterület

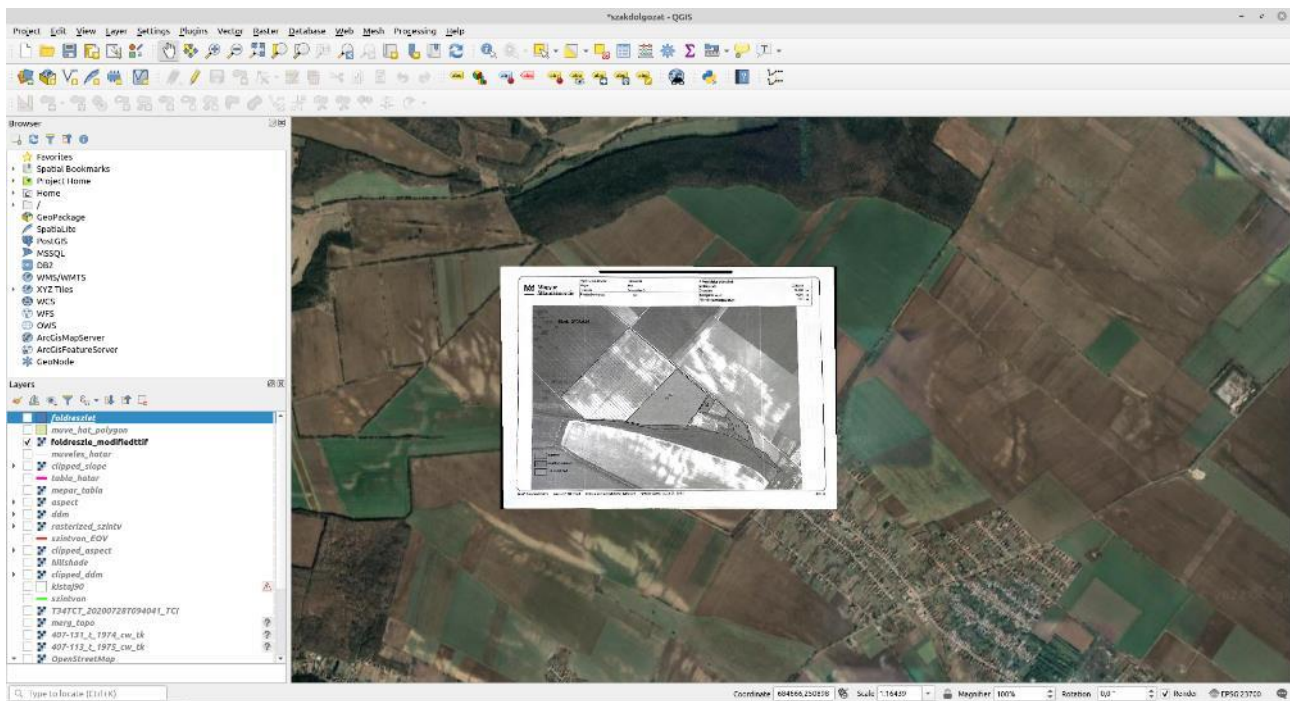
Az általam választott terület a Gödöllői-dombság kistáj, keleti felén helyezkedik el. A Q70EJA19 azonosítójú blokkban található 0103/1, valamint a 0107/1-es helyrajzi számú terület. A teljes vizsgált terület nagysága: 11,30 hektár.

A vizsgált területről nem állt rendelkezésemre digitális állomány, csak egy papír alapú nyomtatvány, így több lépésben jutottam el odáig, hogy ez képezhesse a későbbi munka alapját. Első lépésként beszkenneltem (7. ábra), hogy digitális formában is rendelkezésemre álljon.



Kép 7: Fénymásolat a mintaterületről

Így már képfájlként hozzáadhattam a Qgis-ben létrehozott projektemhez. Ezt követően georeferáltam (8. ábra). Ez alapján már le tudtam határolni a mintaterületemet jelentő, fent említett földrészleteket. Így egy új réteget létrehozva megvolt a későbbi műveletek alapját jelentő vektoros állomány.



Kép 8: A fénymásolat georeferálva

A területen 2019-ben végeztek talajtani vizsgálatot, amelynek eredményét az alábbi táblázatban foglaltam össze (1. táblázat)

	1	2	3
Szint-mélysége [cm]	0-30	0-30	0-30
pH (KCl 1:2.5) [-]	7,27	6,95	7,16
Arany-féle kötöttség [KA]	40	40	39
Vízben oldható összes só [m/m%]	<0,02	0,02	0,02
Szénsavas mész [m/m%]	<0,1	<0,1	1,3
Humusz [m/m%]	1,6	2,1	2,2
Nitrogén-nitrit+nitrát(kálium-klorid oldható) [mg/kg légsz.a.]	5	2	13
Magnézium (kálium-klorid oldható) [mg/kg légsz.a.]	360	403	391
Kén (kálium-klorid oldható) [mg/kg légsz.a.]	3,2	4,0	2,8
Kálium-oxid (ammónium-laktát oldható) [mg/kg légsz.a.]	197	144	166
Nátrium (ammónium-laktát oldható) [mg/kg légsz.a.]	13	9	15
Foszfor-pentoxid (ammónium-laktát oldható) [mg/kg légsz.a.]	128	135	119
Réz (kálium-kloridos EDTA oldható) [mg/kg légsz.a.]	3,9	4,1	4,4
Mangán (kálium-kloridos EDTA oldható) [mg/kg légsz.a.]	310	295	344
Cink (kálium-kloridos EDTA oldható) [mg/kg légsz.a.]	0,9	1,1	1,1

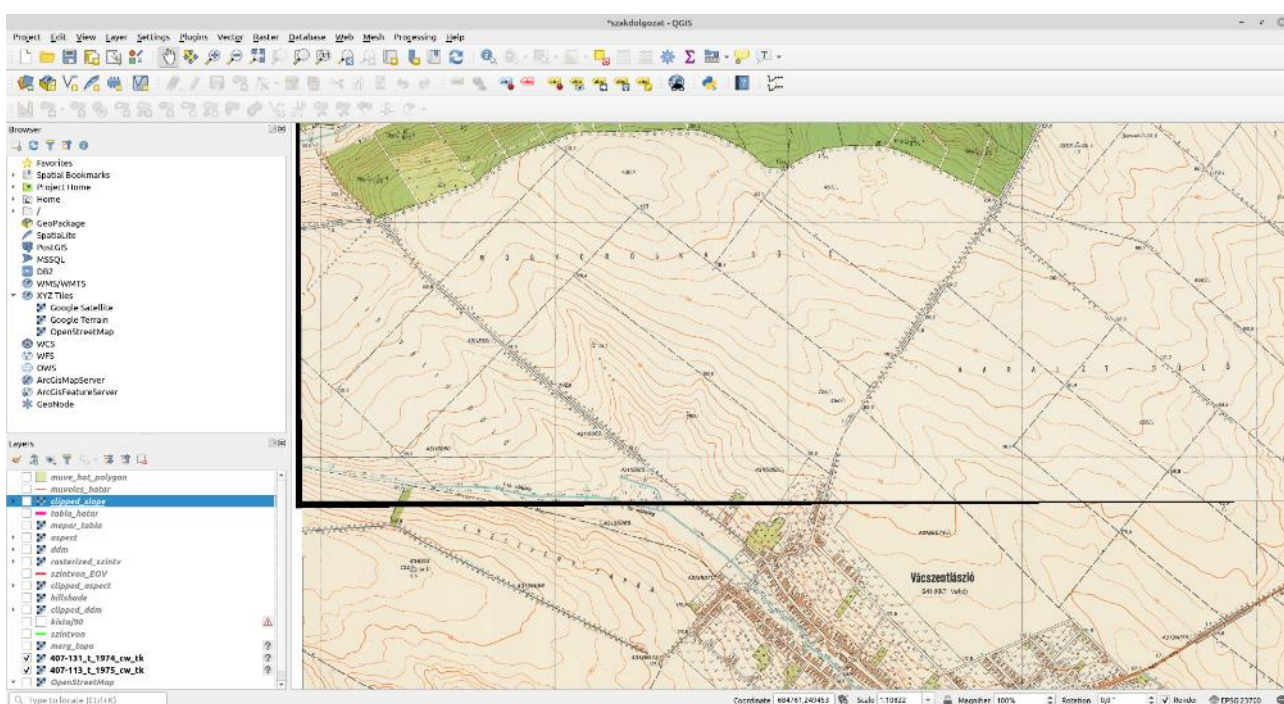
Táblázat 1: Talajtani vizsgálat eredményei

2.4. Módszerek

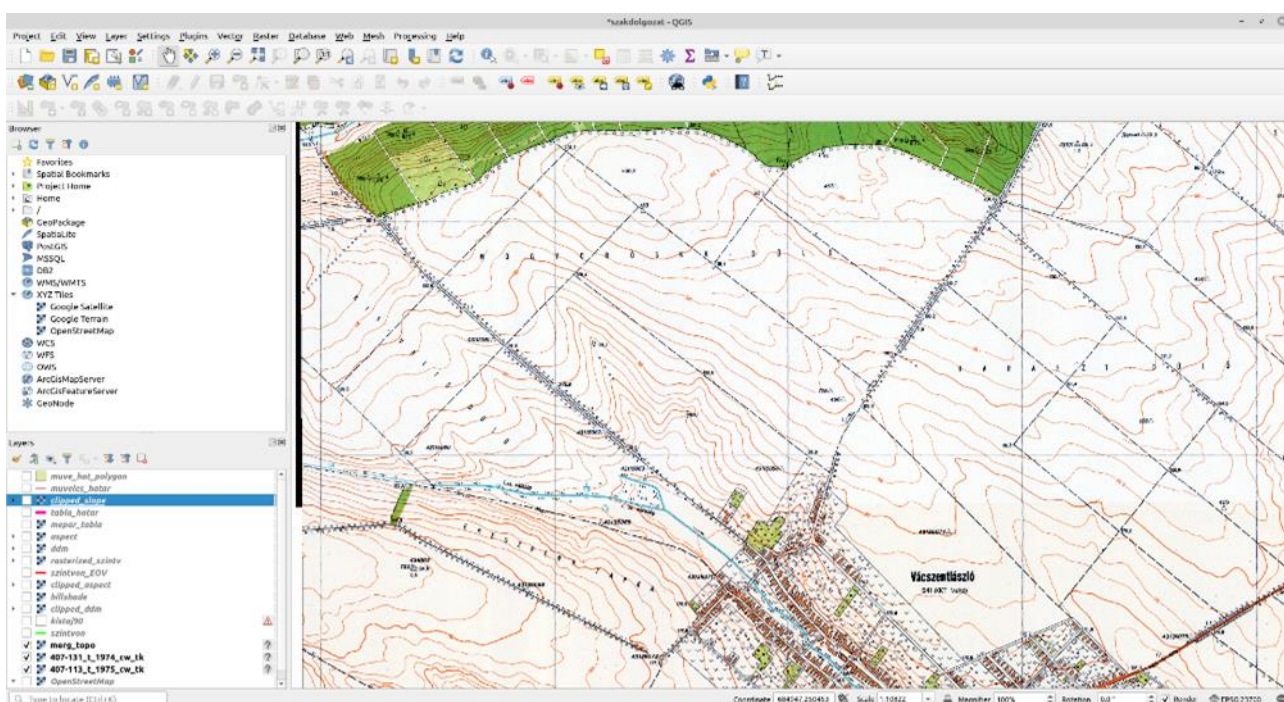
A georeferálást követően a Geoshop.hu weboldalról letöltöttem a területet lefedő topográfiai térkép-szelvényeket, így az azokon található szintvonalak alapján tudtam domborzat-modellt készíteni.

Az elsőszámú szelvény a L-34-16-A-a-3 1975-ös évből. Mint ahogyan szelvényszám mutatja, ez egy 1:10000 méretarányú, Gauss-Krüger-vetületű szelvény. A második az L-34-16-A-c-1-es számú szelvény, ez az előző déli szomszédja.

Ahhoz, hogy a későbbiekben tudjam használni a két szelvényt, egyesítenem kellett. Ehhez a “merge” műveletet alkalmaztam. A beállításokban a “no data value”-t kellett 0-ra állítanom, így a képek körül megjelenő fekete sáv eltűnt (9. és 10. ábra).

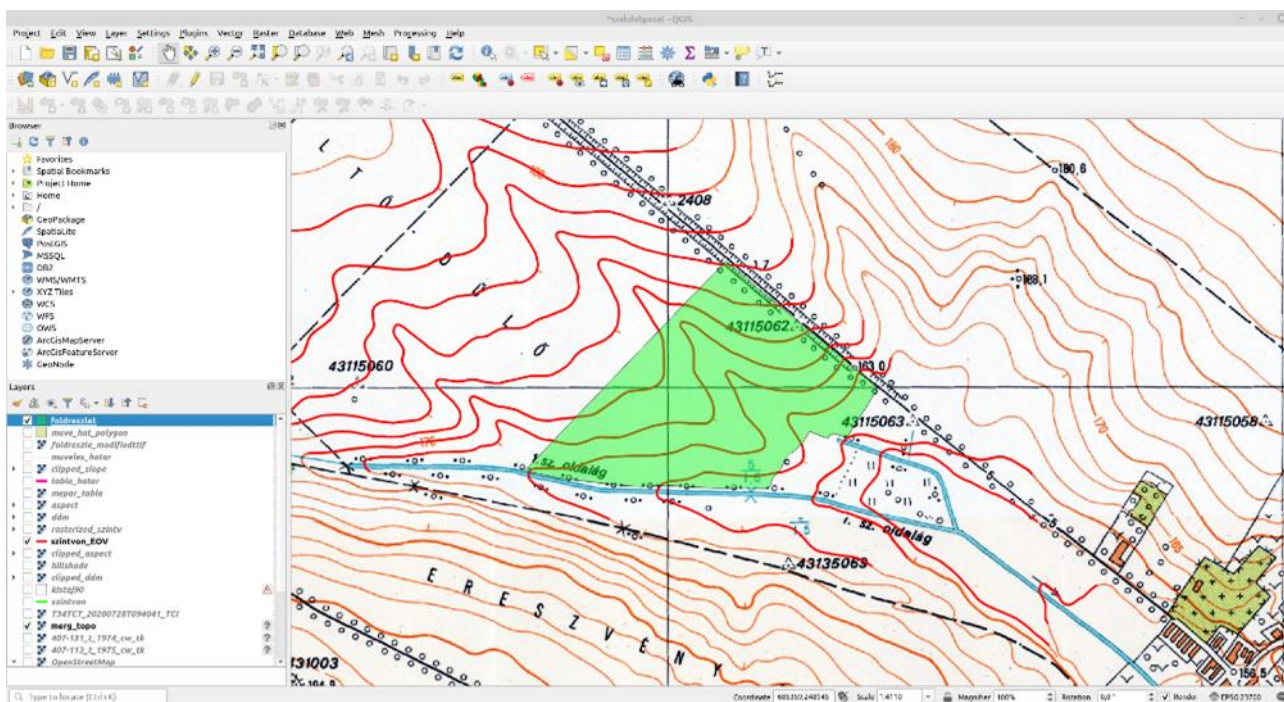


Kép 9: Topográfiai szelvények hibás széle



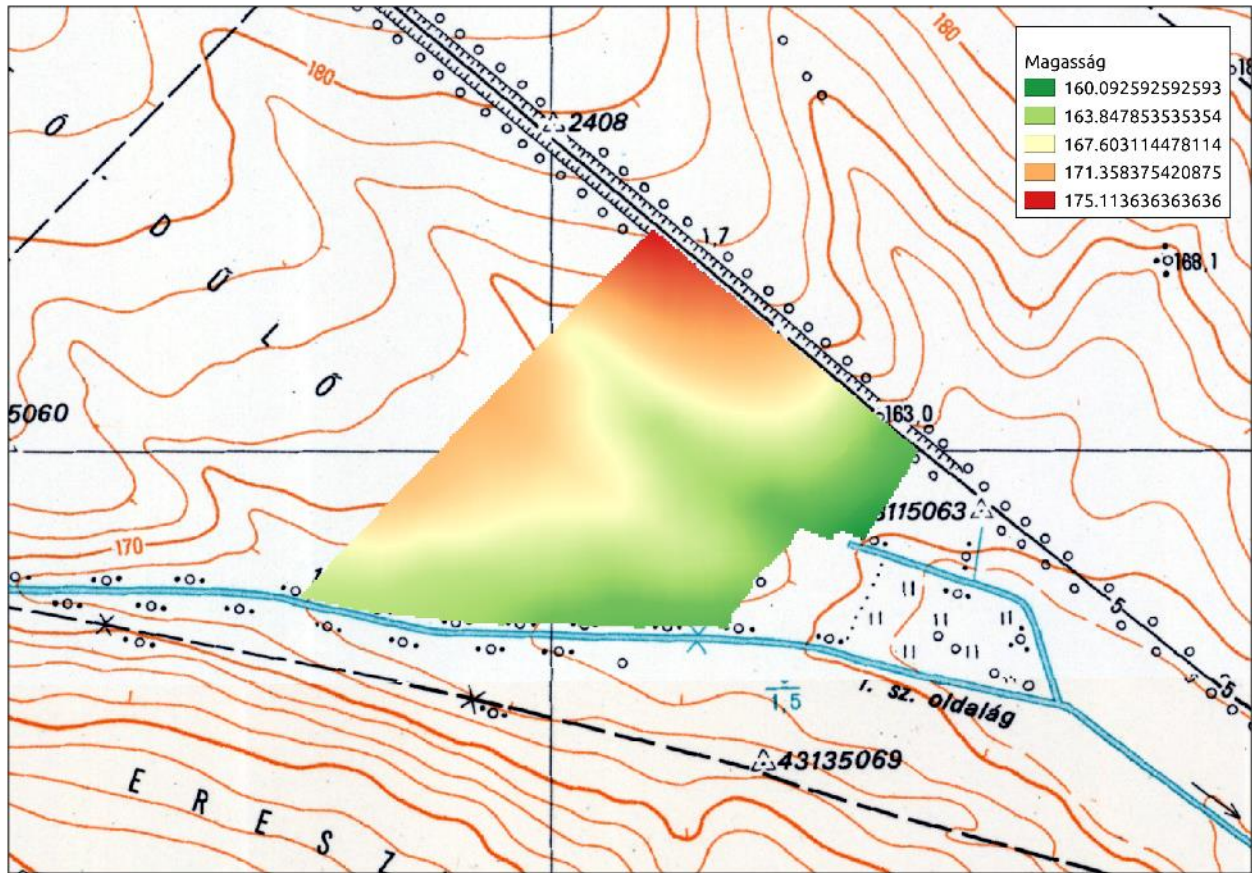
Kép 10: Topográfiai szelvények javított széle

Ezt követően készítettem egy szintvonalakat tartalmazó réteget. A kész szintvonalak alapján meg tudtam állapítani, hogy a blokk legmagasabb része, az észak, észak-nyugati sarkában található, 182,25 méter feletti, de nem éri el a 185 métert. Legalacsonyabb részén a dél, dél-keleti sarkában 157,75 méter alatti tengerszint-feletti magasságon található (11. ábra).



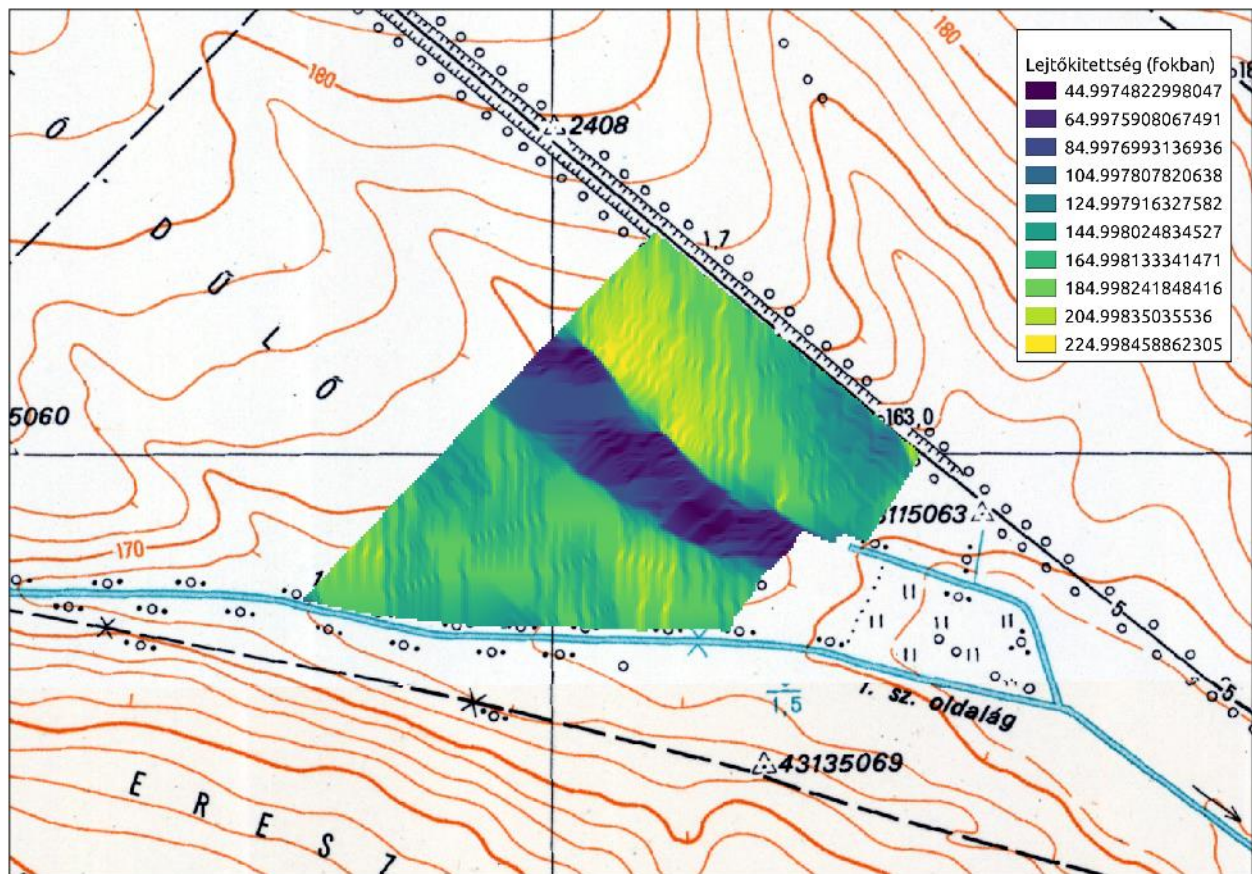
Kép 11: A berajzolt szintvonalak

Ezután a szintvonalakból készítettem egy digitális domborzat-modellt (12. ábra). Erre azért volt szükség, mert ebből állítottam elő a későbbiekben aspect és slope térképeket. A domborzatmodellen plasztikusabban látszik, amit egy gyakorlott térképolvató a szintvonalas térképen is láthat. A mintaterületen egy ÉNY-DK irányú völgy található.



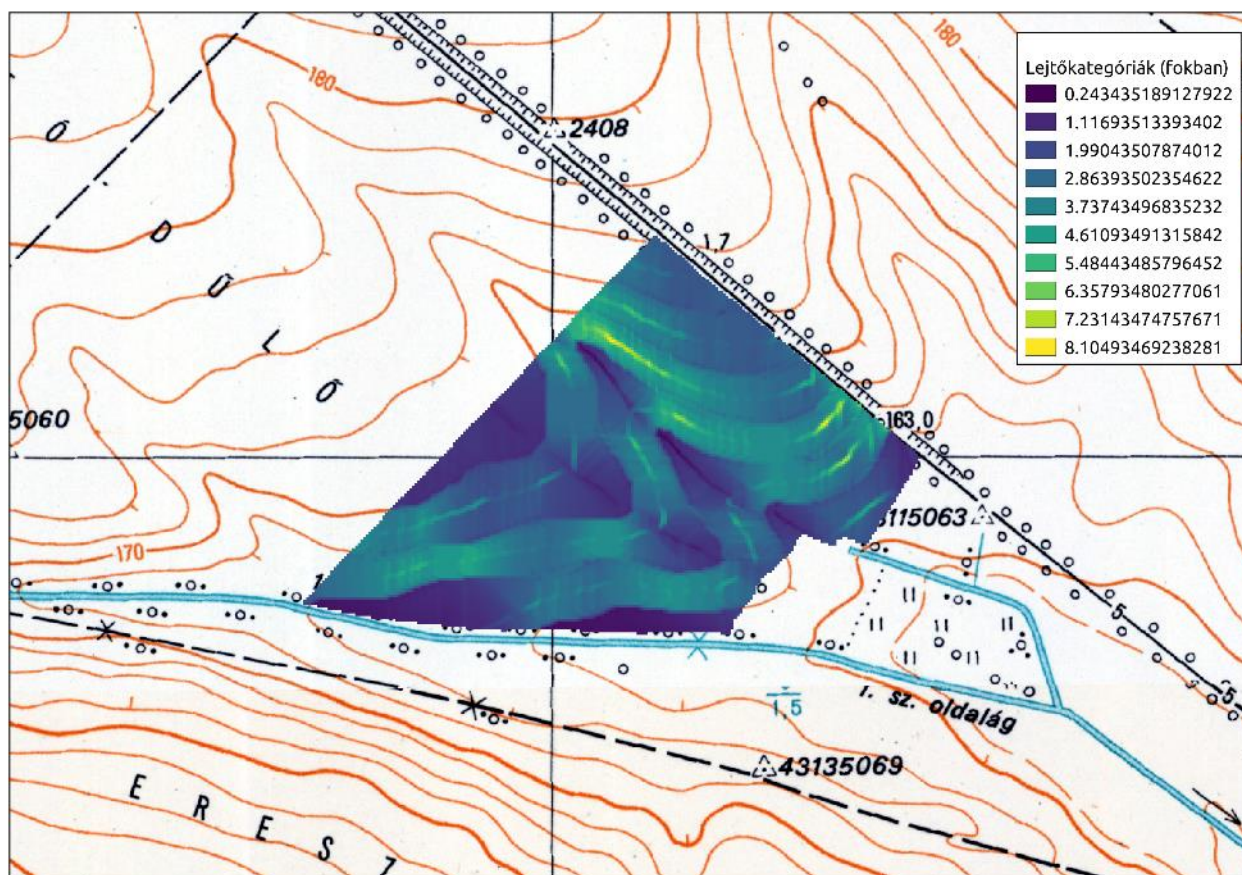
Kép 12: Digitális domborzat-modell

A lejtőkitettséget ábrázoló képen (13. ábra) szépen kirajzolódik az ÉNY-DK irányú lejtő gerincvonala, amely a vízfolyás irányát befolyásolja, így a talajművelés szempontjából fontos tényező. Továbbá látható, hogy a déli és az északi kitettség a jellemző.



Kép 13: Lejtőkíttetés

A következő térkép, amit készítettem, a terület lejtőkíttetését mutatja meg (14. ábra). Az előző ábrával együtt vizsgálva jól látszik, hogy a legmeredekebb része a terület középső, északi részén található. A viszonylag szabályosan megjelenő, sötétebb csíkok, a domborzat-modell generálása során kerültek rá, amelyeket sajnos nem lehetett eltüntetni az alkalmazott módszer miatt. Jól látható, hogy a legmeredekebb rész sem haladja meg a 8 %-os dőlési szöget.



Kép 14: Lejtőkategóriák

2.5. Termesztett növények

A vizsgált időszakban az alábbi növénykultúrákat termesztettem a területen:

Táblázat 2: Termesztett növények az évek szerint

2016	takarmány kukorica
2017	napraforgó
2018	takarmány kukorica
2019	napraforgó
2020	őszi búza
2021	takarmány kukorica
2022	napraforgó

2.6. Éghajlati- és meteorológiai-elemzés

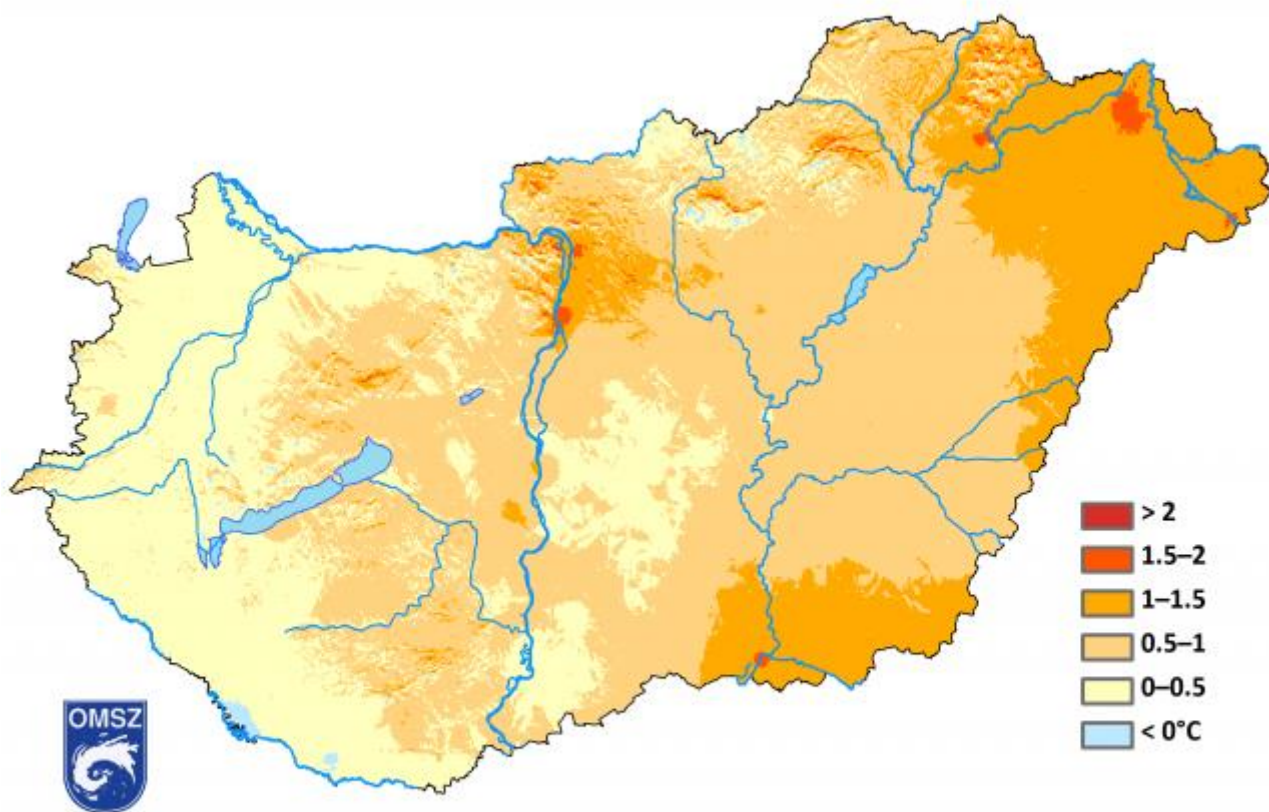
Az évi napfénytartam 1950 óra körül van, míg az évi középhőmérséklet 9,7-10°C. Az évi csapadékmennyiség 540-580 mm, amiből 320-340 hull a vegetációs időszakban. Az uralkodó szélirány Ény-i ((Dövényi, 2010)).

Az NDVI és a meteorológiai kapcsolat miatt a 2019-es évet részletesen is megvizsgáltam.

Ehhez elsőként met.hu webhelyen található, “Elmúlt évszakok időjárása”⁵ című fejezet összefoglalóját és térképeit használtam. Az elemzéshez a tavaszi és a nyári időszakokat vettem figyelembe, különösen a hőmérséklet és a csapadékmennyiség volt lényeges számomra. Ezután a saját, Vácszentlászlón található mérőállomásom adatait tanulmányoztam.

2019 tavasz

A tavaszi középhőmérséklet az ország szinte teljes területén magasabb volt a sokéves átlagnál, Az alábbi ábrán jól látszik, hogy a Pesti-síkság és a Gödöllői-dombság területén 1-1,5°C-kal is meghaladta a korábbi hőmérsékletet (15. ábra).

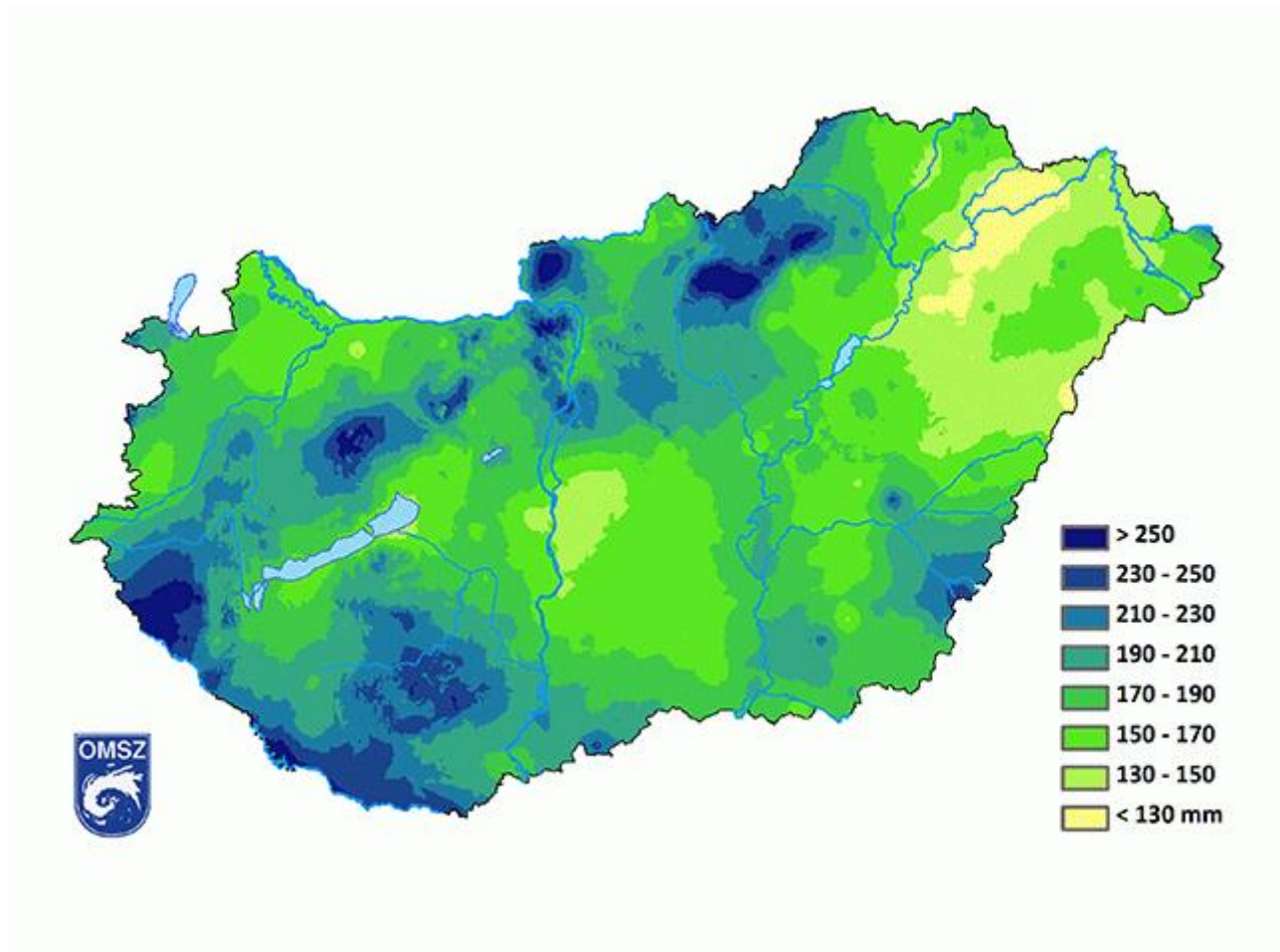


Kép 15: A 2019-es tavasz középhőmérsékletének eltérése a sokévi átlagtól (1981–2010)

⁵A teljes bekezdés során használt forrás:

https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/eghajlati_visszatekinto/elmult_evszakok_idojarasa/

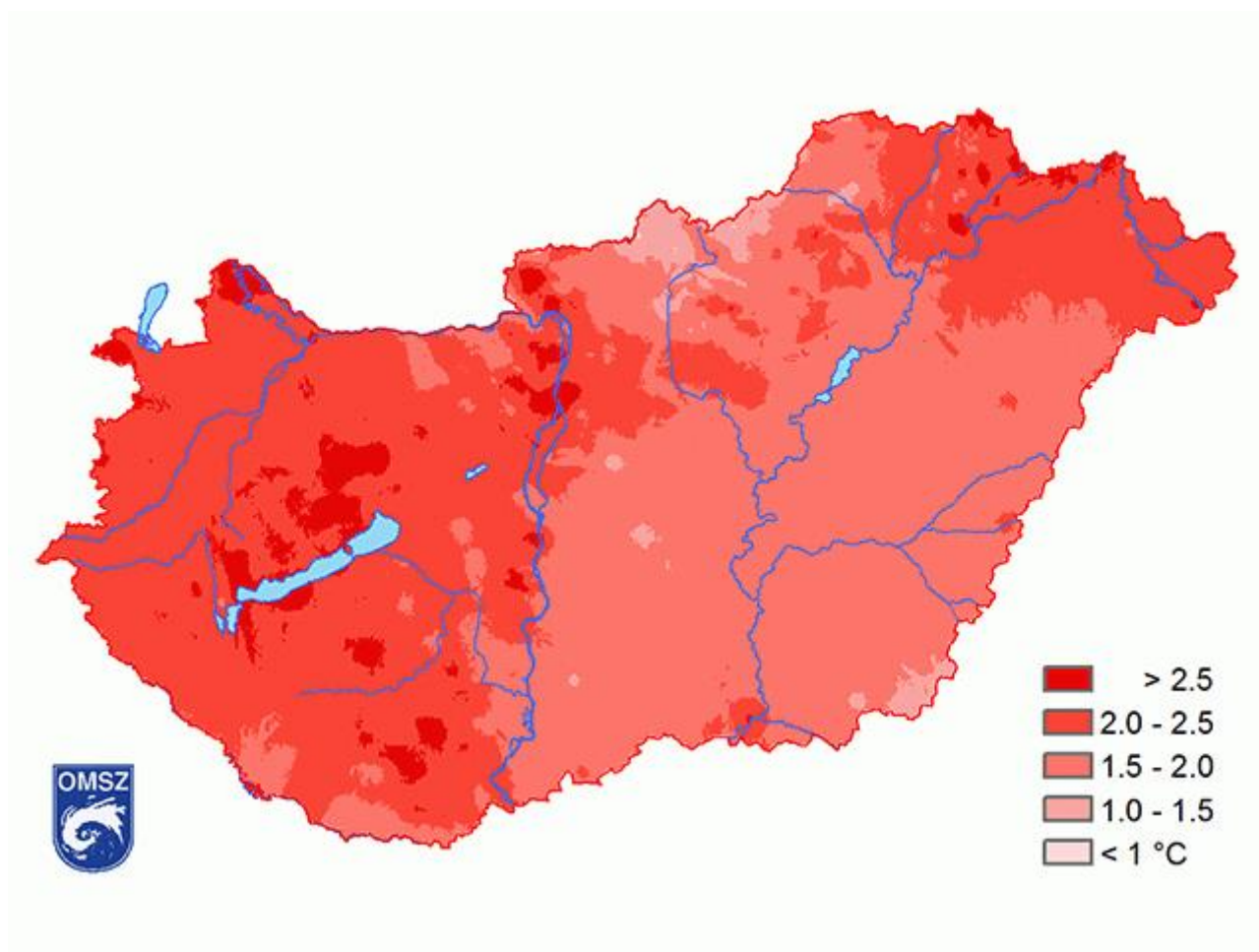
A korábbi évekhez képest jelentősen több csapadék hullott, azonban meglehetősen nagy volt a térbeli szórás. A Gödöllői-dombság környezetében a csapadékösszeg meghaladta a 190 mm-t, amely felette van a sokéves átlagnak (16. ábra).



Kép 16: A 2019-es tavasz során mért csapadékösszegek

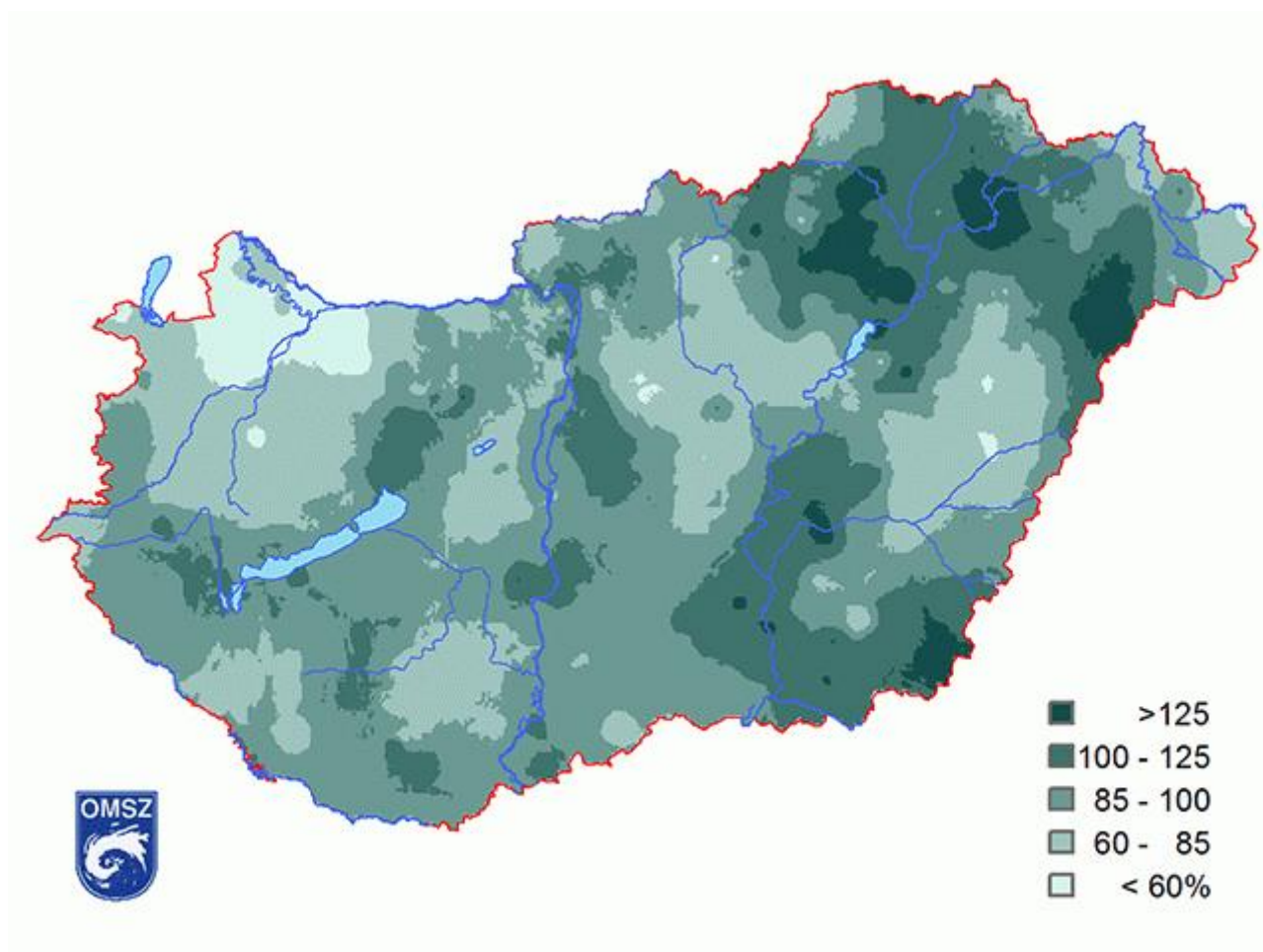
2019 nyár

A nyár, az ország jelentős részén jóval melegebb volt a korábbi évekhez képest. Az ábrán markánsan kivehető a főváros, amelynek oka a városi hősziget-hatás lehet. A Gödöllői-dombság környezetében is legalább 1,5°C-kal magasabb volt az átlagos hőmérséklet (17. ábra).



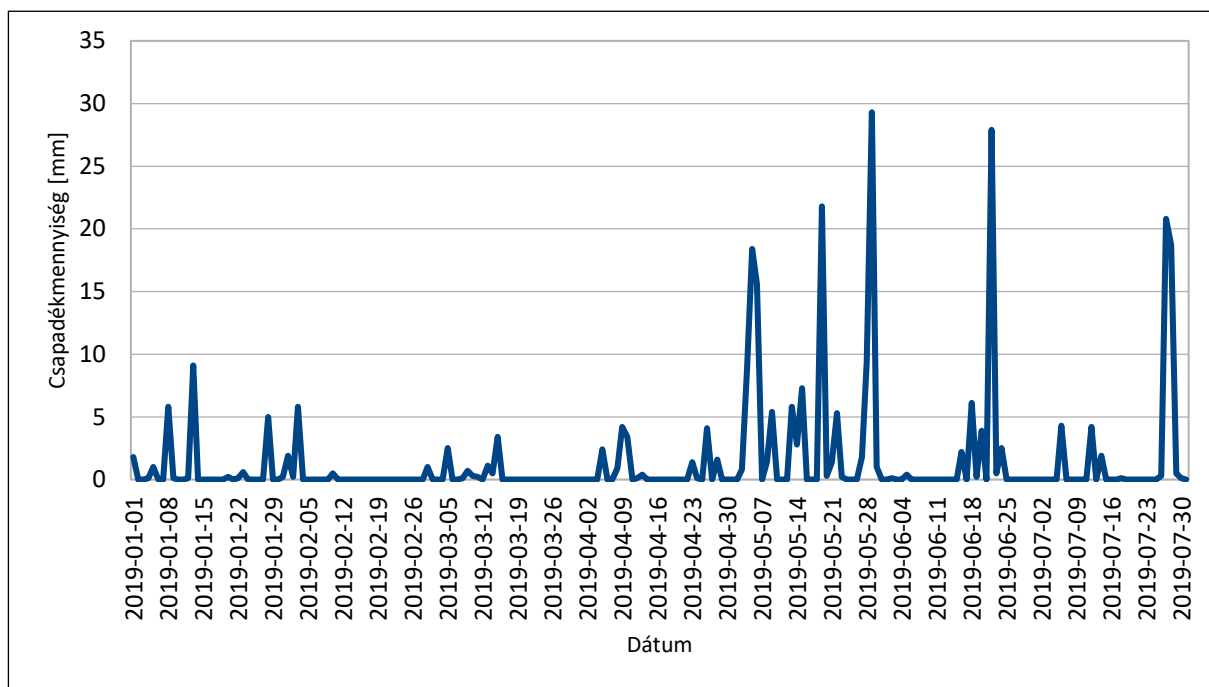
Kép 17: A 2019-es nyár középhőmérsékletének eltérése a sokéves átlagtól

A csapadékmennyiség országos szinten 11%-kal maradt el a sokéves átlagtól, azonban itt is nagy térbeli eltérések figyelhetők meg. Az általam vizsgált területen alacsonyabban alakult a csapadékösszeg, mint az előző években, körülbelül 65-80% csapadék hullott (18. ábra). Ráadásul a csapadék időbeli eloszlása is egyenletlen volt. A hirtelen lecsapó, zivatar-szerű esőzések nem biztosítanak egyenletes talajvíz-szintet, amely rontja a termés minőségét, mennyiségét.



Kép 18: A 2019-es nyár csapadékösszege a sokéves (1981-2010-es) átlag százalékos arányában kifejezve

A met.hu weboldalon található éghajlati adatsorokban sajnos csak a legnagyobb városokhoz tartozó adatok állnak rendelkezésre, így még Budapest mérőállomás adatait tudtam felhasználni (19. ábra).



Kép

19: 2019 év csapadékmennyisége január 1. és július 31 között

A grafikonon jól látszik, hogy májusban hullott jelentősebb csapadék, ami különösen hasznos a mezőgazdasággal foglalkozók életében. A legmagasabb napi érték május 29-hez köthető 29,3 mm-es értékkel. A fenti időszak teljes csapadékmennyisége 294,4 mm.

A 2019-es év melegebb volt, mint az elmúlt 30 év átlaga, ugyanakkor a csapadékmennyiség is magasabb volt, így nem alakult ki olyan aszály-helyzet, mint a 2022-es évben.

3. Vizsgálati módszerek

Dolgozatomban a Sentinel-2 műholdcsalád felvételeit használtam fel. A felvételek letöltéséhez a <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home> weboldalt használtam. Itt ingyenesen elérhető a teljes Sentinel-műholdcsalád összes felvétele.

A fenti weboldalról zip-fájlként kapjuk meg a felvételeket. Első lépés a kicsomagolás. Ezután már egyszerű, fájlkezelőben is meg lehet nyitni a letöltött állományt. Ebben 5 mappát, két .xml-t és egy .safe fájlkiterjesztésű fájlt találunk.

Mivel Qgis-ben dolgoztam, így egyszerűbb volt a különböző hullámhossz-tartományban készült felvételeket külön használnom, mint a .safe kiterjesztésű fájlt. Ezek elérési útvonala minden esetben hasonló, vegyük például a 2016-os évi felvételeket:

GRANULE\L1C_T34TCT_A005753_20160729T094035\IMG_DATA

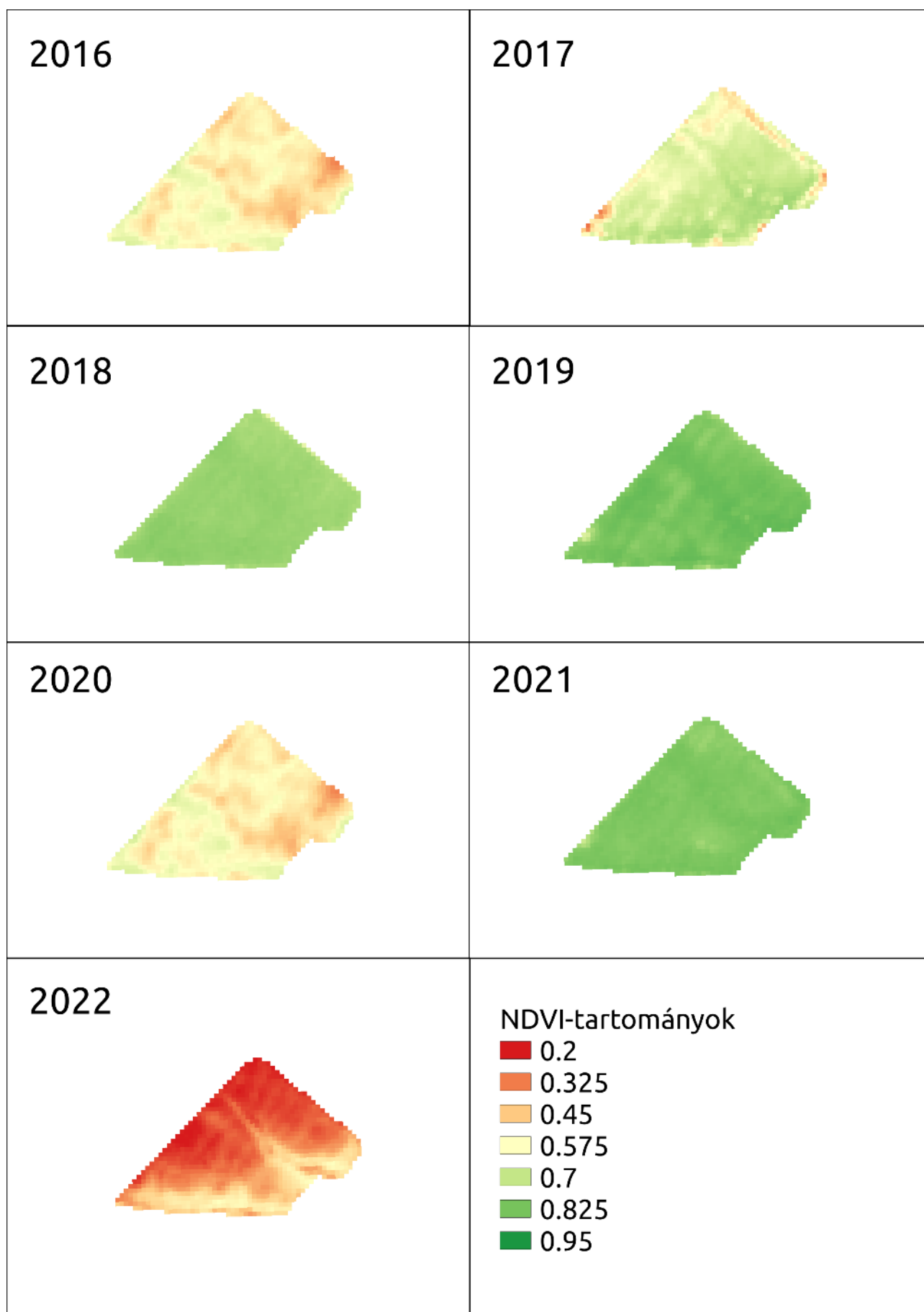
Ezen belül találjuk a különböző hullámhossz-tartományban készült felvételeket, valamint a TCI-t, ami egy valós színes felvétel, a zöld, a kék és a vörös hullámhossz kompozitja.

Minden év július végi állapotát hasonlítottam össze. A vizsgálathoz az NDVI-t választottam, mint legelterjedtebb vegetációs indexet. Ennek előállítása az alábbi képlet segítségével történik:

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

Az NDVI mint index, a vizsgált felszín fotoszintetikus aktivitásával kapcsolatban szolgáltat információt.

A fenti képlet a Sentinel-2 sávjaira vonatkoztatva azt jelentik, hogy a 8-as sávból (közeli infravörös) kivonjuk a vörös színt (4-es sáv), majd ugyanezt elvégezzük összeadással. A két értéket elosztva egy 0 és 1 közötti értéket kapunk. A legalacsonyabb értéket növényzettel nem borított, csupasz felszín esetén kapjuk, a legmagasabb értéket erdők, sűrű vegetációval borított területen mérhetjük (Kovács & Molnár, 2021). Ezt a műveletet Qgis-ben a "Raster calculator" segítségével végeztem.



Kép 20: Az évek során mért NDVI értékek

4. Eredmények és értékelésük

A 20-as számú képen látható mind a hét év eredménye, így már ránézésre összehasonlíthatók a mérések. Mivel mind a hét év esetében ugyanazt a stílus beállítást használtam, így az eredmények összehasonlíthatók egymással. A színezésnél az NDVI esetében klasszikus módszer szerint egy vöröstől, citromsárga átmenettel zöldbe (RdYlGn) váltó színskálát alkalmaztam, amely színek vizuálisan is segítik az eredmények értelmezését.

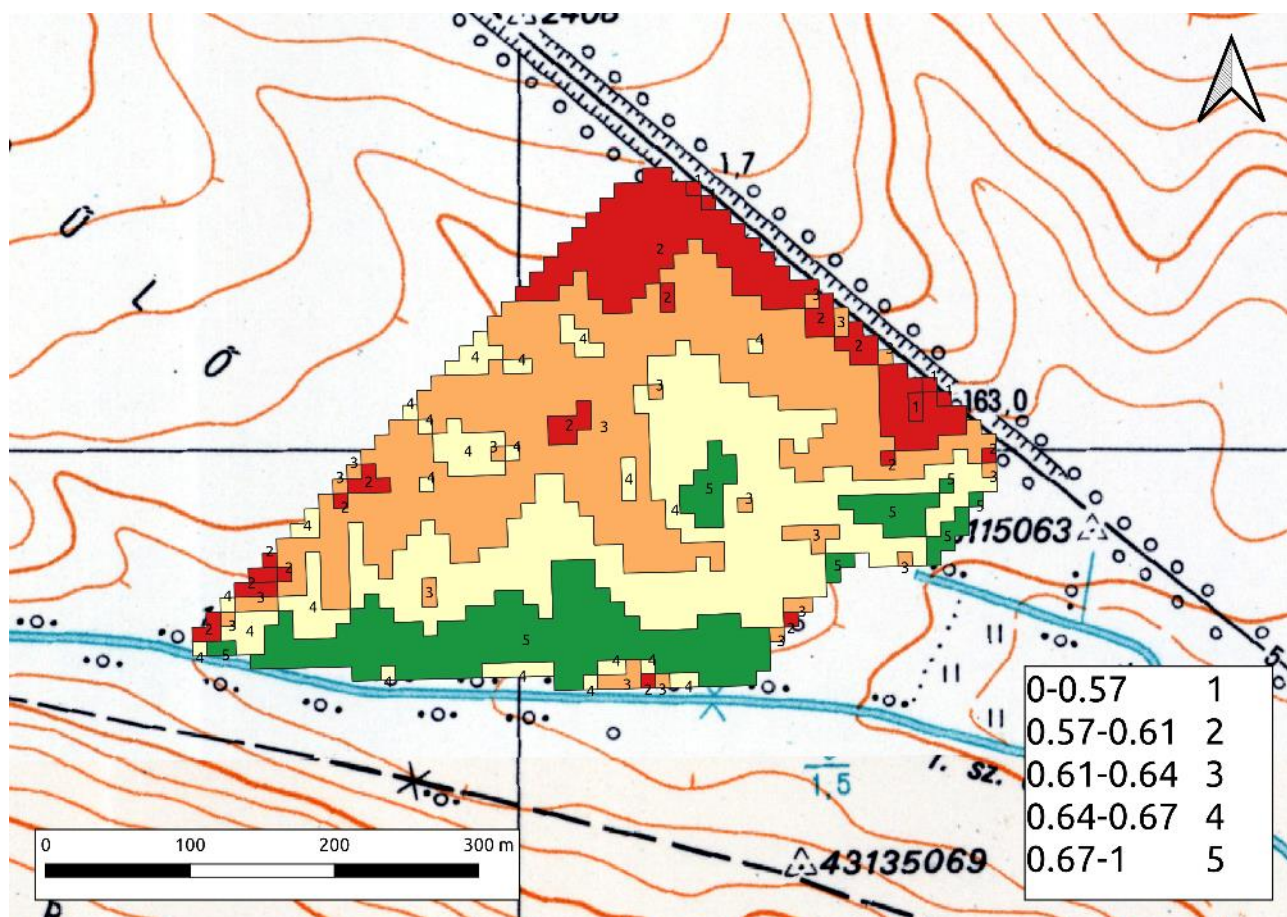
A fent bemutatott 2019-es meteorológiai összefoglaló alapján (magas hőmérséklet, sok csapadék) érthetővé válik a magas NDVI-érték. A 2019-es évben termesztett napraforgó növényre az adott év időjárási viszonyai között jó minőségű, egészséges, magas hozamú termés volt jellemző.

Jól látható, hogy a legjobb évek 2018, 2019 és 2021. A legrosszabb a 2022-es év, ami a híreket követve érthető. Súlyos aszály sújtotta egész Európát, ami a teljes kontinens mezőgazdasági eredményein meglátszik. Érdekes ugyanakkor megfigyelni, hogy a rossz eredmények ellenére kirajzolódik egy mintázat, amelyet a domborzati térképpel összehasonlítva lehet megérteni. Az alacsonyabban fekvő területeknek jobb értékei vannak, amelynek az lehet az oka, hogy a kevés csapadékból származó nedvesség ezeken a részeken gyűlt össze.

4.1. Management-zónák

A precíziós mezőgazdaságban fontos, hogy a felmérést követően megoldásokat kínáljunk a hozam növelésére, vagy a kijuttatott tápanyag mennyiség csökkentésére, ezáltal tudjuk növelni a profitot vagy, csökkenteni a költségeket, legjobb esetben egyszerre kivitelezni mind a kettőt.

Ehhez az első lépés a management-zónák létrehozása (21. ábra), amelyek a vizsgálatunk, beavatkozásunk legkisebb egységei lesznek. Elvárás, hogy egzakt mutatók alapján különítsük el őket (NDVI, tápanyagtartalom, sótartalom, elektromos vezető-képesség alapján), valamint hasonló méretűek legyenek.



Kép 21: NDVI értékek alapján létrehozott management-zónák

4.2. További kutatási lehetőségek

További vizsgálati irány lehet a vízháztartás figyelembevétele, mivel a NDVI és az evapotranspiráció jól korrelál egymással, főleg vegetációs időszakban (Kovács & Molnár, 2021). Vízpárolgási indexekkel és nagyfelbontású rendszeres mérésekkel (például drónnal történő), egyszerre tehetünk a jobb terméshozamért, alacsonyabb tápanyag-kijuttatásért és a felelős vízgazdálkodásért.

A drón előnye a műholdas méréssel szemben, hogy bármikor elvégezhető, nem vagyunk a műhold visszatérési idejéhez kötve, így könnyebben kiküszöbölhető az időjárás miatti bizonytalanság (egy felhőkkel erősen borított felvétel nem hordoz számunkra információt). Nagyságrendekkel jobb felbontás érhető el (10 cm-es pontosság) akár vadkár is érzékelhető. Mivel egy drón csak hordozóplatform, amit tetszés szerint alakíthatunk, így többféle kamerával is ellátható, amely lehetővé teszi a töszámálást is⁶. A drónok és műholdak közötti felbontás különbség szemléltetésére az alábbi két képet használom (22., 23. ábra).

⁶<https://agrontech.hu/2020/04/20/dji-phantom-4-multispectral-live-ndvi-tabla-szelerol/?fbclid=IwAR2H2d0uKfWHWw9qEeUWjc8lamXgArWzN00rwipVk3dUE6UITjAi0w6CjgA>



Kép 22: 2021-es év kompozit, valós színes felvéte, 20 m-es felbontás.

A 21. ábrán jól látható, hogy a 20*20 méteres felbontás esetén teljesen elmosódnak a finom kontúrok, a határvonalak.

A 23. ábrán egy 2022-es év októberében készült ortomozaik látható, amelyet egy DJI Mavic 2-vel készítettek. A dél-keleti sarokban látható egy facsoport, amit az NDVI-felvételeken nem is lehet érzékelni, mert abban a felbontásban egyszerűen beleolvad a környezetébe.



Kép 23: 2022 októberében készült ortomozaik.

Amennyiben szükséges, egy multispektrális kamera segítségével többféle növényi indexet is előállíthatunk, így alkalmazkodhatunk adott növénykultúra típusához, figyelembe vehetjük, hogy mennyiségi vagy minőségi becsléshez szeretnénk indexet előállítani, például kukorica mennyisége OSAVI index.

További érv a drónnal végzett felmérés mellett, hogy mint ahogyan dolgozatom elején írtam, ez egy rendszer, amely akkor a leghatékonyabb, ha az összes felhasznált eszköz összedolgozik. Egy drón könnyen integrálható ebbe a körbe. Napjainkban lehetőség nyílik arra, hogy már a felvételezés közben adatot szolgáltatassunk a helyzetről, így rögtön meg lehet kezdeni a beavatkozást, ezzel csökkentve egy esetleges kár mértékét, és növelve ezzel az eredményességet.

5. Összefoglalás

Szakdolgozatom témájának aktualitását több kihívás adja. A klímaváltozás miatti szélsőséges időjárás, a talajdegradáció és a világ népességének növekedése egyre intenzívebb művelés kíván. Dolgozatom egyik előnye, hogy az általam bemutatott módszerekkel, szinte teljesen ingyen el lehet kezdeni és alkalmazni azokat a metódusokat, amelyek segítségünkre lehetnek a pontosabb kép megalkotásában. A műholdfelvételek, a feldolgozásukra használt szoftver mind nyíltforráskódúak, ingyenesek. Továbbá a távérzékelés előnye, hogy nem kevesebb a terepi munka, valamint nem invazív vizsgálati módszer.

Dolgozatom célja, hogy 7 éves időtávlatban vizsgáljam bizonyos vegetációs indexek értékét, majd azokat összehasonlítsam a hozamadatokkal, így képet kapva arról, hogy az adott területen melyik indexekkel írható le legjobban a várható hozam. Az időtáv választásának az oka, hogy évente más-más növényeket termesztettem, így azoknak az adatait nem lehet egymással összevetni. Ezért van szükség arra, hogy viszonylag hosszabb időintervallumot vizsgáljak.

Az összehasonlítás során figyelembe vettem a csapadékmennyiséget és a hőmérsékletet havi bontásban. Erre azért van szükség, hogy kiszűrjem az időjárás torzító hatását.

Ehhez a Sentinel-2 műholdcsalád felvételeit használtam fel. A szükséges vegetációs indexeket és egyéb térinformatikai műveleteket QGIS-ben végzem el.

A további kutatási lehetőségek kimeríthetetlen témát nyújtanak. Dolgozatom egy jó alapot nyújt, hogy részletes tervet dolgozzunk ki a jövőbeni növénytermesztéshez. Részletesebb felmérést végezhetünk drónok segítségével, adatbázist építhetünk a talajtani labor-vizsgálatok eredményéből, amelyek később jó alapot biztosítanak elemzésekhez, így nyomon tudjuk követni a beavatkozások hatásait, lehetőségünk van a hozam növelésére, vagy pénzmegtakarításra, a műtrágya vagy a gyomirtó-szerek célzott kijuttatása által.

6. Képek forrása

- 1 A népesség és a művelhető területek változása az idő függvényében Milics, 2008
- 2 A precíziós mezőgazdaság eszközei https://agtech.com/precision-agriculture/?fbclid=IwAR2iENh8YW0sJqaTqquvcz78on6BkW2ZbtbHtyFQvPdaoWBO_XOF4Dl__w
- 3 Az NDVI mérési elve <https://www.myeasyfarm.com/en/actu-ndvi20200907/>
- 4 ASentinel-műholdcsalád
https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2014/04/Sentinel_family
- 5 A Sentinel-2 műholdak egymáshoz képesti pályája
<https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/missions/sentinel-2/overview>
- 6 Sentinel-2 felvételezési sávjai és felbontásai
https://content.satimagingcorp.com/media2/filer_public_thumbnails/filer_public/44/9c/449caa01-64b9-417f-9547-964b66465554/cms_page_media1530image001.png__525.0x426.0_q85_subsampling-2.jpg
- 7 Fénymásolat a mintaterületről Saját felvétel
- 8 A fénymásolat georeferálva Saját felvétel
- 9 Topográfiai szelvények hibás széle Saját felvétel
- 10 Topográfiai szelvények javított széle Saját felvétel
- 11 A berajzolt szintvonalak Saját felvétel
- 12 Digitális domborzat-modell Saját felvétel
- 13 Lejtőkitettség Saját felvétel
- 14 Lejtőkategóriák Saját felvétel
- 15 A 2019-es tavasz középhőmérsékletének eltérése a sokévi átlagtól (1981–2010)
https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/eghajlati_visszatekinto/elmult_evszakok_idojarasa/
- 16 A 2019-es tavasz során mért csapadékösszegek
https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/eghajlati_visszatekinto/elmult_evszakok_idojarasa/

- 17 A 2019-es nyár középhőmérsékletének eltérése a sokéves átlagtól
https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/eghajlati_visszatekinto/elmult_evszakok_idojarasa/
- 18 A 2019-es nyár csapadékösszege a sokéves (1981-2010-es) átlag százalékos arányában kifejezve
https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/eghajlati_visszatekinto/elmult_evszakok_idojarasa/
- 19 2019 év csapadékmennyisége január 1. és július 31 között Saját szerkesztés
- 20 Az évek során mért NDVI értékek Saját szerkesztés
- 21 NDVI értékek alapján létrehozott management-zónák Saját szerkesztés
- 22 2021-es év kompozit, valós színes felvéte, 20 m-es felbontás. Saját szerkesztés
- 23 2022 októberében készült ortomozaik. ABZ Drone kft

7. Bibliográfia

Dövényi, Z. (2010). Magyarország kistájainak katasztere.

Fowler, M. J. F. (2010). Satellite imagery and archaeology. In *Landscapes Through the Lens Aerial Photographs and Historic Environment* (Issue January).

Kovács, A., & Molnár, Z. E. (2021). Sentinel-2 NDVI értékek táblaszintű vizsgálata különböző növénykultúrákban. *Légkör*, 66(1), 44.

Milics, G. (2008). A térinformatika és a távérzékelés alkalmazása a precíziós (helyspecifikus) növénytermesztésben.

Rouse, W. J., Haas, R. H., Schell, J. A., & Deering, D. W. (1976). Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 24(1), 309–317. <https://doi.org/10.1021/jf60203a024>

Segarra, J., Buchailot, M. L., Araus, J. L., & Kefauver, S. C. (2020). Remote sensing for precision agriculture: Sentinel-2 improved features and applications. *Agronomy*, 10(5), 1–18. <https://doi.org/10.3390/agronomy10050641>

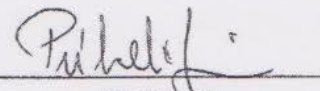
4. sz. függelék – Hallgatói és konzulensi nyilatkozat minta

NYILATKOZAT

Alulírott PRIBELI JÁNOS, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, SZENT ISTVÁN Campus, PRECÍZIÓS MEZŐGAZDASÁGI SZAKHERNÖK szak nappali/levelező* tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön az Egyetem honlapjára és hogy a digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető Tanszéken/Intézetben, illetve az Egyetem központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: 2022 év OKTÓBER hó 31 nap


Hallgató

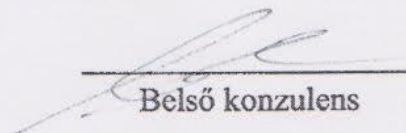
NYILATKOZAT

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozom arról, hogy a Záródolgozatot/Szakdolgozatot/Diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A Záródolgozatot/Szakdolgozatot/Diplomadolgozatot záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom*.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: 2022 év NOVEMBER hó 02 nap


Belső konzulens

*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!