

SZAKDOLGOZAT

Koczka Norbert
Precíziós Mezőgazdasági Szaktanácsadó

Gödöllő
2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Gödöllői Campus
Precíziós Mezőgazdasági Szaktanácsadó Szak

BIO csemegekukorica termesztése precíziós módszerekkel

Belső konzulens: Dr. Ambrus Andrea

Egyetemi docens

Készítette: Koczka Norbert

YLTAX4

Precíziós Mezőgazdasági Szaktanácsadó (levelező)

Intézet/Tanszék: Környezettudományi intézet

Gödöllő
2023

Tartalomjegyzék:

1. Bevezetés és célkitűzés	5
2. Szakirodalom	6
2.1. Ökológiai gazdálkodás	6
2.2 Csemege kukorica	7
2.3. Öntözés a mezőgazdaságban	9
2.3.1. Öntözési technológiák	9
2.3.1.1. Felületi öntözési mód	10
2.3.1.2. Esőztető öntözési mód	10
2.3.1.3. Felszín alatti öntözési mód.....	12
2.3.1.4. Mikro öntözési mód	12
2.3.2. Precíziós öntözés napjainkban.....	12
2.3.3. VRI a szántóföldön	13
2.4. Térinformatika a mezőgazdaságban	14
2.4.1. Sentinel	14
2.4.2 Landsat.....	15
3. Anyag és Módszer	16
3.1. Tábla bemutatása	16
3.2. Talajmintavétel folyamata	16
4. Eredmények és értékelésük - Talajminta	19
4.1 Talajmintavétel kiértékelése	19
4.2. Tápanyag gazdálkodás.....	25
5. Eredmények és értékelésük - Öntözőrendszer fejlesztésének lehetőségei	28
5.1. Meglévő öntözőrendszer bemutatása	28

5.2. Tábla vizsgálata öntözés fejlesztéshez	29
5.3. Tábla vizsgálata georeferálással	33
5.4. NDVI felvételek elemzése.....	34
5.5. Időjárás változás vizsgálata	37
5.6. Öntözés fejlesztés, esetleges Corner kar telepítéssel.....	39
5.7. Helyspecifikus öntözés kialakításának lehetőségei	40
6. Következtetések, javaslatok.....	45
7. Összefoglalás	46
6. Köszönetnyilvánítás	47
7. Irodalomjegyzék	48
10. Táblázatok és ábrák jegyzéke	50
11. Nyilatkozatok.....	51

1. Bevezetés és Célkitűzés

Családi gazdaságunk Jászberénytől tíz kilométerre található Újerdőn. Szántóföldi növénytermesztéssel foglalkozunk. Gazdaságunk biogazdaságként üzemel, fő termesztett kultúrák a tönkölybúza, tritikálé és 2018 óta a csemegekukorica, melyet egy nagykőrösi konzervgyár vásárol meg. Ezen kívül kis mennyiségben elő fordul még a takarmány kukorica és napraforgó is. Munkagép és munkaeszköz tekintetében törekszünk precíziós gazdálkodásra alkalmas eszközök beszerzésére. John Deere traktorjaink vannak, automata kormányval és RTK antennával ellátva. Szemenkénti vetőgépnél a John Deere 1725NT 8 soros vetőgépet használjuk, gabonavetésre a Horsch Pronto 4 DC vetőgépet használjuk. Munkaeszközökön túl szoros együttműködés van a Kite Zrt-vel, próbáljuk a lehető legtöbb precíziós mezőgazdálkodásban használható szolgáltatását igénybe venni (MyJohnDeere, PGR, talajmintázás). Mindkét berendezés alkalmas differenciált vetésre. Talajaink tápanyag visszapótlása érdekében minden évben használunk zöldtrágyát és a szármaradvány is minden esetben visszaforgatásra kerül. A bio csemegekukorica termesztésével 2018 óta foglalkozik családi gazdaságunk egy harminc hektáros táblán. Első évben még öntöző dobokkal volt megoldva az öntözés, majd 2019-ben telepítve lett kettő darab center pivot(körforgó) lineár. Dolgozatom célja, hogy bemutassam a precíziós mezőgazdasági szakmérnöki/szaktanácsadói képzésen elsajátított tudás alkalmazását ezen a harminc hektáros területen. Felmérjem az esetleges fejlesztési lehetőségeket, melyekkel a jövőben a lehetőségekhez mérten a legjobban tudjuk alkalmazni a precíziós módszereket a csemegekukorica termesztésében. Vizsgálni fogom talajtani és térinformatikai szempontok alapján a területet, utánajárok a bio termesztésben használható tápanyagoknak, talajjavító lehetőségeknek. Majd a talajtani és térinformatikai vizsgálatok eredményéből, öntözés fejlesztési lehetőségeket ismertetek.

2. Szakirodalom

2.1. Az ökológiai gazdálkodás

Az ökológiai gazdálkodás, esetleg más néven bio gazdálkodás az agrár, valamint élelmiszertermelő tevékenységek legnagyobb mértékben környezetbarát változata. Lényege, hogy támogatásával értékesebb bel tartalmú, lényegesen kisebb környezetterhelésű növényi, továbbá állati élelmiszereket, termékeket állítsunk elő, amelyek hosszabb időszakon keresztül is rentábilis módon képesek ellátni szükségleteinket, anélkül, hogy a talajt, a vizeket, továbbá összességben a természeti miliót, a bolygót jobban megterhelnénk, mint amilyen mértékben az önmagától regenerálódni képes.

Előnyei:

- A Föld megóvásáért, többet teszünk, mint bármely másik gazdálkodási formával
- Egészségesebbek leszünk, hiszen nem lesz a mindennapunk része a növényvédőszer, műtrágya, ezenkívül bioélelmiszert állítunk elő és fogyasztunk
- Anyagi támogatottsága is magasabb az ökogazdálkodásnak
- Földvásárlás és-vagy bérlet során is előnyt jelent
- A tanúsítvánnyal rendelkező ökotermények ára jóval magasabb

Kockázatai:

- Az átállás egyik gazdasági formából a másikba 2-3 év
- Magasszintű szakmai felkészültséget és hozzáértést kíván az ökogazdálkodás. A rendszeres ellenőrzések miatt adminisztrációs feladatok is magasabbak.
- Szigorúan be kell tartani előírásokat, a vetésforgót, a visszakerülési időket, a szintetikus növényvédőszer és műtrágyák használatának mellőzését, mert a bio minősítés könnyen el is veszíthető

(http1)

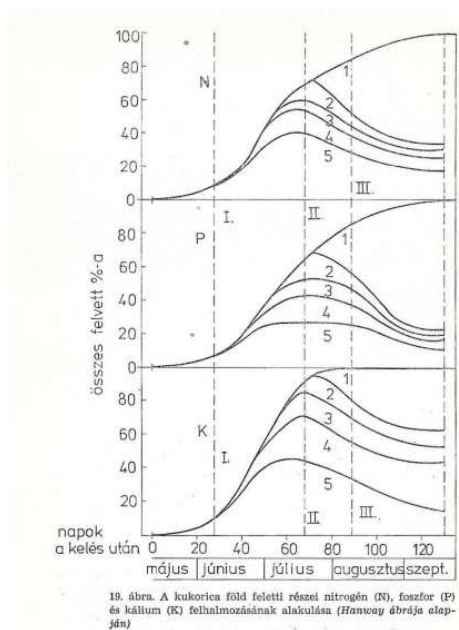
2.2. Csemege kukorica

A csemegekukorica a takarmány kukorica egyik változata, abban különbözik, hogy nagyobb a cukortartalma, gátolva van a cukor keményítővé alakulása. (Daniel L. 1978): Csíranövény, kedvező körülmények között a szemek gyorsan veszik fel a vizet, megduzzadnak, és csírázásnak indulnak. A kukoricának bojtos gyökérzete van, tehát az első gyökérrendszer szerepét a szár földalatti nóduszaiból szakaszosan kinövő másodlagos gyökerek veszik át. Az elsődleges gyökérzet a csíra gyököcskéjéből fejlődik ki. A kukorica gyökérrendszerének a legfontosabb gyökerei a járulékos gyökerek, amelyek (mellékgyökerek, koronagyökerek, harmatgyökerek). A mellékgyökerek igen hamar kifejlődnek és a főgyökérrel együtt a talaj mélyebb rétegei felé növekednek, nagy jelentőségük van a növény vízfelvételében. A koronagyökerek több szinten képződnek. A harmat gyökerek a szár talajszinti csomóiból erednek. (Menyhért Z. 1985) A kukoricaszár alulról felfelé vékonyodó hengeres képződmény (1. ábra). A levelek a száron két oldalt váltakoznak. A föld feletti csomók számával, megegyezik a levelek száma. A Magyarországon termesztett fajták levélszáma 9-12 között változik. A levél két részből épül fel a levélhüvelyből és a levéllemezéből. (Menyhért Z. 1985) A kukorica egylaki növény, a porzós és termős virágok ugyanazon a növényen, de külön virágzatban és különböző helyen találhatóak. Az úgynevezett címer a porzós virág, a címer kalászaiban található a hímvirágok. A kukorica levelek hónaljában található a csuhé által borított torzsavirágzat. A torzsavirágzat(cső) egy megvastagodott, megnyúlt virágzati tengely, amelyen a kalászkák páros sorokban helyezkednek el. A megtermékenyült torzsavirágzattól fejlődik ki a kukoricacső. (Daniel L. 1978)



1. ábra csemegekukorica (forrás: agrarszektor.hu)

A kukorica tápanyag felvétele: 4 leveles állapot után megindul a címer és csuhélevelek elválasztódása. Ilyenkor vigyázni, kell hogy ne sérüljön a növény gyökérrendszere talajműveléskor (sorközművelés, gyomfészűzés). 8-11 leveles állapotban a gyökérzet nagy mértékű növekedésnek indul és a szár is megnyúlik. (Menyhért Z. 1985) Ilyenkor, ha tápanyag hiány lép fel a termés hozam 10-20%-kal is kevesebb lehet. A címer megjelenése és a nővirágzás közötti időszaka legkritikusabb, ilyenkor kell a leginkább a tápanyag és a víz a növénynek. Az itt okozott tápanyag és víz hiány 25-30%-os termésvesztést is okozhat. Ebben az időszakban a kálium felvétel a végéhez közeledik, de a foszfor és nitrogén felvétel még magas. Csírázáskor a nitrogén felvétel alacsony, de intenzív. Címerhányástól érésig van nagy szerepe a megfelelő nitrogénellátottságnak. (Nagy J. 2007) A nitrogén felvétel függ a talajban lévő N formától, a talajnedvességtől és a foszfor, kálium ellátottság szintjétől. A foszfor felvétel 3-6 leveles állapotban szükséges leginkább és virágzásig rendelkezésre kell, hogy álljon. A három fő tápelem nitrogén foszfor és kálium közül a káliumfelvétel dinamikája előzi meg legnagyobb mértékben a szárazanyag felhalmozást. Címerhányás körül éri el a felvételi maximumot.



2. ábra csemegekukorica N,P,K felvétele (forrás: Daniel L. (1978))

A csemegekukorica környezeti igényei közül fontos a megfelelő hőmérséklet és nedvesség. A késő tavaszi fagyok a növény leveleit megperzselhetik, de ebből az állapotból képes 2 hét alatt regenerálódni. A fejlődés 10 Celsius fok körül lassú, 30 Celsius fok körül maximális. A címerhányás időszakában a legkedvezőbb hőmérséklet a 24-26 Celsius fok. A kukorica élettani funkcióit a hőmérséklet adja meg, de ehhez szükséges a megfelelő víz mennyiség. (HODOSSI S. 2004). A tenyészidő alatt a havi 100 mm csapadékra szüksége van a növénynek. A kukorica

vízigénye a növény növekedésével párhuzamosan növekszik. A fejlődés kezdetén a vízigénye kisebb, címerhányás és szemtelítődés környékén igényli a legtöbb vizet. A csemegekukorica talajigénye a magas humusz és tápanyag tartalmú, kötöttségét tekintve közepes vályogtalaj. (Orosz F. 2009)

2.3.Öntözés a mezőgazdaságban

Az öntözés eddig leginkább a kukoricatermesztés területén terjedt el. Jelenleg már nem ritka a búza és napraforgó öntözése sem. Számos gazda a termésbiztonság növelése érdekében alkalmazza az öntözést, ezzel alapozva meg a garantált termést. Ennek a technológiának a bevezetése összetett folyamat. Elengedhetetlen az előzetes konzultáció a vízügyi hatósággal, hatástanulmány készítése és egyéb engedélyeztetések. Csak akkor érhető el termésnövekedés a megfelelő időben történő vízádagolással, ha a talaj megfelelően elő van készítve. Figyelembe kell venni a talaj tápanyagellátottságát és megfelelő művelését annak érdekében, hogy a növény optimálisan hasznosíthassa a mesterségesen biztosított vízmennyiséget. Az öntözési rendszer meghatározza a vízszükségletet és az öntözési ciklusokat, melyek területi, növényi, talajtípusi és öntözőberendezéstől függően változhatnak. A rendszer célja, hogy a vízmennyiséget olyan időközönként és mennyiségben szállítsa, amely megakadályozza a növények terméseszkökenését és minőségromlását. A tervezés során nem szabad csak a termelő tapasztalataira vagy érzékeléseire hagyatkozni, hanem méréseket és számításokat is be kell vonni az öntözés időpontjának és a vízmennyiség meghatározásához. (http2)

2.3.1. Öntözési technológiák

A szükséges vízmennyiséget az öntözés módja, a talaj nedvességtartalma és a növényzet vízigénye határozza meg. Az öntözés további célokat is szolgálhat, például a fagyvédelmet, a kelesztést, a minőségjavítást és a tápanyagpótlást. Különböző öntözési módszereket alkalmazhatunk, ami arra vonatkozik, hogy a vizet az öntözőtáblán milyen eljárással osztjuk szét, és hogyan juttatjuk a talajra, valamint a növényzetre. Attól függően, hogy a vizet a talaj felszínén, a levegőn keresztül vagy a felszín alatt juttatjuk a növényhez:

- felületi öntözési mód
- esőszerű öntözési mód
- felszín alatti (altalaj) öntözési mód
- mikro öntözési mód

Az öntözési módszerek bármelyikénél számos feladatot kell végrehajtani: az öntözővíz megszerzése (ásott és fűrt kutakból, folyóvizekből, nagyobb öntözőrendszerek csatornáiból, különböző víztározókból), az öntözővíz szállítása (szivattyúkkal vagy a terület lejtését kihasználva csatornák segítségével), a víz elosztása (állandó és ideiglenes csatokkal, beépített és hordozható csővezetékekkel, tömlőkkel), valamint a víz adagolása (különböző méretű kalitkák, öntözőbarázdák és a szórófejek) (http3)

2.3.1.1. Felületi öntözési mód

A felületi öntözési módszerek során a vizet a talaj felületén vezetjük el a növényekhez. Az elosztást a víz mozgása alapján különböztetjük meg: az összefüggő vízrétegben történő elosztás esetén a víz függőlegesen mozog a talajban, míg a barázdában történő elosztásnál a víz főként oldalirányban mozog a potenciál különbség hatására. (Csomor Zsolt, 2018) Az árasztás és csörgedeztetés a vízrétegben történő elosztásra utal, míg a barázdás öntözésnél a víz barázdák mentén terjed. Fontos, hogy az öntözés során megelőzzük a víz lefolyását a tábláról és a talaj mélyebb rétegeibe való szivárgást. A talajfelület minősége kiemelt jelentőségű, az árasztás esetén vízszintes, míg a csörgedeztetés és barázdás kijuttatás esetén egyenletes esésű talajfelületre van szükség. Ahol a talajfelület nem megfelelő, tereprendezés szükséges, ami során a talajfelszín vízszintessé vagy lejtőssé alakítják. A talaj sajátosságai meghatározóak a felületi öntözés folyamatában, befolyásolják az adagolás intenzitását, az alkalmazható vízmennyiséget, valamint az öntözés során benedvesedett mélységet. A kiöntözendő vízmennyiség a felületi öntözés esetén meghatározott és függ az adott körülményektől: a felszín alakulásától, a talaj tulajdonságaitól, a talajmunka minőségétől.

Az öntözés folyamatában kiemelkedő fontosságú, hogy a vizet megfelelő mennyiségben, időben és egyenletesen oszlassuk szét a táblán. Ezt elérhetjük a megfelelő adagolási elemek meghatározásával. Az adagolási elem magában foglalja a tábla szélességi és hosszúsági méreteit, a kiadandó vízborítás mértékét, az adagolás jellemző vízsugarát, valamint az adagolási időt. Az elosztási egyenleteség javítása érdekében csörgedeztetés és árasztás esetén a tábla felszínét kisebb egységekre bontják, míg barázdás öntözés esetén különböző keresztmetszetű barázdákat készítenek. (http4)

2.3.1.2. Esőszerű öntözési mód

Ez a módszer a széleskörűen alkalmazott öntözési technikák egyike, ahol a víz kijuttatása a természetes esőzéshez hasonlóan történik. Ennek köszönhetően rendkívül változatosak a különböző kijuttató elemek és az öntözőrendszer műszaki megoldásai. (Csomor Zsolt, 2018)

Napjainkban a csepegtető öntözési módnak is köszönhetően további fejlődésének vannak korlátai. Az esőszerű öntözés során a zárt csővezetékben nyomás alatt lévő vizet szórófejekkel finom permetként juttatják a növények lombozata alá vagy fölé. A szórófej lehet rögzített telepítésű vagy mozgó öntözés közben. Ezt az öntözési megoldást széles körben alkalmazzák a mezőgazdasági területeken. (http5) Két változata terjedt el a szántóföldi használatban: Az egyik az öntöződob, (Fűzy József, 2004) azokat a gépeket, amelyek az öntözést a szórófej folyamatos mozgása közben végzik, csévélhető dobos (tömlős) öntözőberendezéseknek nevezzük. Ezek a berendezések ideálisak az alacsony és magas növényi kultúrák esőztető öntözésére, biztosítva a jó minőségű, egyenletes és szabályozható vízborítást. A csévélhető tömlős öntözőberendezések népszerűsége abból ered, hogy rugalmasan alkalmazhatók bármilyen öntözhető területen, könnyen és gyorsan telepíthetők, egyszerűen üzemeltethetők, és az üzembe helyezés és gépbeállítások után főként a felügyeletet igénylik üzemeltetés közben. Csoportos üzemeltetés esetén egy kezelő több berendezést is felügyelhet, és nem utolsósorban beruházási költségeik – a lineár berendezésekhez képest - lényegesen alacsonyabbak. A másik elterjedt esőztető öntözés a lineár és center pivot öntözőberendezések, (Fűzy József, 2004) mint járva üzemelő és körben járó (körforgó) rendszerek, modern nagyüzemi öntözési rendszerek vezéregységei, esőszerű öntözést biztosítanak. A középponti pivot rendszer egy rögzített központ körül mozogva végzi az öntözést. A lineáris öntözőberendezések állandó helyen vannak telepítve, és a vízcsövet merőlegesen juttatják ki. Mozgatásukat központi áramfejlesztőről táplált villamos motorok végzik. A különböző berendezések alkalmazását az adott terület igényeinek megfelelően tervezik és telepítik. A berendezések telepítéséhez sík és akadálymentes területek szükségesek. Az öntözőrendszerek széles választékban kaphatók, különböző hosszúságokkal és csőátmérőkkel, amelyek alkalmazkodnak a telepítési körülményekhez. Járótagokkal alátámasztott csővezetékekből állnak, végükön konzollokkal kiegészítve. A támaszközökön belüli csőszakaszok önálló szerkezeti egységek. A központi támaszköz merev csatlakozással rendelkezik, amelyhez további flexibilis csatlakozású támaszközök igazodnak. A gépegységek központi járótagjában található a hajtó dízelmotor, a szivattyú, az áramfejlesztő és az automatikus rendszer központi vezérlő elemei. Ezek a korszerű, fejlett műszaki színvonalú öntözőberendezések hatékonyan alkalmazhatók a minőségi növénytermesztésben, növelve a gazdálkodás termelékenységét és biztonságát. (http6)

2.3.1.3. Felszín alatti csepegtető

Föld alatti csepegtető öntözés egyre elterjedtebb hazánkban, ami a növényeknek ideális vízellátást biztosít a vegetáció alatt. Ez a rendszer a vizet közvetlenül a gyökérzónához szállítja, egyidejűleg tápanyagokat is adagolhatunk a növény számára. (Csomor Zsolt, 2018) A párolgási veszteség minimális, a leszivárgás is elenyésző, így az öntözött vízmennyiség teljes egészében a növény igényeinek megfelelően kerül felhasználásra. A rendszert általában 30-35 cm mélyen telepítik a talajfelszín alá, úgy, hogy a csepegtetőcsövek a sorok között helyezkedjenek el. A csepegtetőelemek általában nyomás-kompenzáltak, így egy jól tervezett rendszer esetén a teljes sorhosszon egyenletesen oszlik el a víz. A rendszer egyik kulcsfontosságú eleme a szűrőrendszer, szűrőrendszer nélkül a csepegtető nem működne, eltömődne! Ezek a szűrők általában automatikusan működnek. A szűrőrendszer mindig a tápoldatozó után található, hogy a tápoldat bekeverésekor esetlegesen keletkező kicsapódásokat megsűrje. (http7)

2.3.1.4. Mikro öntözési mód

A mikro öntözés egy átfogó kategória, amelybe olyan öntözési módszerek tartoznak, amelyek során az öntözővíz alacsony nyomáson (maximum 2–3 bar), a kiadagoló eszközök kis térfogatáramú (maximum 500 liter/óra) eloszlása mellett ér el, a növényekhez vagy a talajba. (Patay István, 2018) A mikro öntöző berendezések kis mennyiségű vízzel dolgoznak egyetlen öntözés során, így általában rendszeres, akár naponta többszöri öntözés szükséges. Ez akkor lehetséges, ha a mikro öntöző rendszer megfelelően ki van alakítva, és az áttelepítése a növényzet fejlődési időszaka alatt nem szükséges. A mikro öntözési eljárások két fő csoportba sorolhatók: csepegtető és mikro szórófejes öntözés. Mindkét kategóriában számos változat alakult ki. Az öntözés során az öntözővíz kis adagokban, cseppenként jut a talajra, majd onnan szivárog be a növényzónába. (http8)

2.3.2. Precíziós öntözés napjainkban

A precíziós mezőgazdaság definíciója műszaki-informatikai oldalról megközelítve ahelyspecifikus, pozicionált információk gyűjtésére és kezelésére épül. (Németh T. – Neményi M. – Harnos Zs. (2007)) Precíziós öntözés egy fejlett mezőgazdasági gyakorlatot jelent, amely optimalizálja a vízfelhasználást a növények pontos vízszükségleteinek figyelembevételével. Ez a módszer szenzorokat, adatelemzést és automatizált rendszereket használ fel a víz, tápanyagok

és egyéb anyagok pontos adagolására a növények szükségletei alapján. (Dr. Patay István, 2016)

A precíziós öntözés a hatékonyság növelését, a vízforrások takarékosabb felhasználását és a termés hozam javítását célozza meg, az öntözési gyakorlatokat minden egyes növény vagy egy adott terület egyedi igényeihez igazítva. A vízpazarlás minimalizálásával és a túlzott öntözés elkerülésével a precíziós öntözés nemcsak hozzájárul a fenntartható mezőgazdasághoz, hanem választ ad a mezőgazdaságban felmerülő vízhiány kihívásaira is. Ez az előrehaladott mezőgazdasági technika lépést jelent az erőforrástakarékoság és környezeti fenntarthatóság felé a folyamatosan változó globális mezőgazdasági igényekkel szemben. (http9)

2.3.3. VRI a szántóföldön

VRI (Változó Öntözési Rendszer) a szántóföldi területeken egy olyan öntözési megközelítést jelent, amely a változó vízigényekre reagál. Ez a technológia magában foglalja a szenzorokat és az automatizált vezérlőrendszereket, amelyek valós időben monitorozzák a talajnedvességet és más releváns paramétereket, és ezek alapján változtatják az öntözési mennyiséget és időzítést. (TAKÁCS, S., HELYES, L., BÍRÓ, T. & PÉK, Z. (2018a)) A VRI célja, hogy optimalizálja a vízfelhasználást, elkerülje a felesleges vízpazarlást és javítsa a termés hozamot azáltal, hogy a vízellátást a növények aktuális igényeihez igazítja. Ez a módszer hatékonyabbá és fenntarthatóbbá teszi az öntözést a szántóföldeken, hozzájárulva a vízforrások takarékosabb felhasználásához és az agrártermelés hatékonyságának növeléséhez. A VRI alkalmazásához számos eszköz és technológia áll rendelkezésre, amelyek segítenek a változó vízigényekre való dinamikus válaszadásban. (Dr. Patay István 2016) Néhány felhasználható eszköz és technológia a következők:

Szenzorok: Talajnedvesség-szenzorok, hőmérséklet- és páratartalom-szenzorok segítenek valós időben mérni a környezeti feltételeket és a talaj állapotát. Ezek az adatok alapján lehetővé teszik az öntözési rendszer számára, hogy pontosan meghatározza a növények vízigényét.

Automatizált vezérlőrendszerek: Ezek a rendszerek az öntözési paramétereket szabályozzák a szenzorok és más adatforrások alapján. Az automatizált vezérlők lehetővé teszik, hogy a vízmennyiséget és az öntözés időzítését testre szabhassák az aktuális körülményeknek.

GPS-technológia: A VRI hatékonyan működhet a GPS-technológia segítségével, ami lehetővé teszi a terület részletes térképezését és az öntözési rendszer pontos irányítását a szántóföld különböző részein.

Mobilalkalmazások és távoli vezérlés: Mobilalkalmazások és távoli vezérlési lehetőségek segíthetik a gazdákat és mezőgazdasági szakembereket abban, hogy bármikor és bárhol felügyeljék és vezéreljék az öntözési rendszert.

Adatfeldolgozás és elemzés: Az összegyűjtött adatokat feldolgozó és elemző rendszerek segíthetik a gazdákat az öntözési stratégiák optimalizálásában és a döntéshozatalban.

Ezen eszközök kombinációja lehetővé teszi a gazdának, hogy intelligens és hatékony öntözési gyakorlatokat alkalmazzanak, minimalizálva a vízpazarlást és maximalizálva a terméshozamot a változó körülmények között. (http10)

2.4.Térinformatika a mezőgazdaságban

A térinformatika (Geographical Information System, GIS) elkerülhetetlen eszköze a térbeli adatok elemzésének. (BLACKMORE, B.S. 1994) a Földrajzi Információs Rendszert úgy írja le egy korai munkájában, hogy az nem más, mint egy olyan szoftveres alkalmazás, amelyet arra fejlesztettek ki, hogy a térbeli adatokat kezeljen. A térinformatika a mezőgazdaságban a térbeli adatok gyűjtésével, elemzésével, térképezésével és alkalmazásával foglalkozó tudományágat és technológiát jelenti. (Tamás J. 2001) Az agrár-térinformatika vagy precíziós mezőgazdaság területén a térinformatikai eszközök és módszerek segítségével igyekeznek optimalizálni a mezőgazdasági folyamatokat és növelni a termelékenységet. Néhány fontos aspektusa ennek a területnek:

- Térbeli adatgyűjtés: pl műholdak a növényállományról, talajszondák a vízfelhasználásról gyűjtenek adatokat stb
- Precíziós gazdálkodás: A térinformatika lehetővé teszi a gazda számára, hogy a táblán belül változó körülményekhez alkalmazkodjon.
- Térbeli modellezés: Térinformatikai modellek segítségével előre jelezhetők a termőföldi feltételek és a terméshozamok.
- Térképezés és monitorozás: A térinformatikai térképek és rendszerek segítenek a mezőgazdasági területek részletes megfigyelésében és monitorozásában.
- Döntéstámogatás: A térinformatika alapú adatok és térképek segítségével a gazdák hatékonyabb döntéseket hozhatnak, (http11)

2.4.1. Sentinel

A Sentinel műholdak földmegfigyelő műholdak, amelyeket az Európai Űrügynökség (ESA) hozott létre az Európai Unió Copernicus programjának részeként. A Sentinel műholdak

különböző érzékelőkkel és technológiákkal rendelkeznek, és különböző földmegfigyelési célokat szolgálnak. A Sentinel program célja az, hogy folyamatosan és rendszeresen információkat szolgáltasson a Föld különböző részeiről, lehetővé téve a környezetvédelmi, agrár, meteorológiai és egyéb alkalmazásokat. A Sentinel műholdak képesek számos mérési paramétert rögzíteni, beleértve a talajnedvességet, a hőmérsékletet, a vegetáció állapotát, az óceánok hőmérsékletét és más környezeti jellemzőket. (László István et.al. 2014) Ezek a műholdak adataikat ingyenesen hozzáférhetővé teszik a nyilvánosság számára, ami számos területen, például a mezőgazdaságban, a vízgazdálkodásban és a katasztrófavédelemben, hatalmas előnyt jelent. A Sentinel műholdak segítségével a szakemberek és kutatók széles körű és aktuális információkat szerezhetnek a Föld állapotáról. ([http12](#))

2.4.2. Landsat

A Landsat műholdak olyan műholdakat jelentenek, amelyeket az Amerikai Űrkutatási Hivatal (NASA) és a Földmegfigyelési Tudományi Központ (USGS) együttműködésében üzemeltetnek. A Landsat-program a Föld különböző részeiről magas felbontású és sokszínű spektrális tartományú képeket gyűjt, melyek segítségével a kutatók és szakemberek számos területen vizsgálhatják a környezeti változásokat. (László István et.al. 2014) A Landsat műholdak folyamatosan monitorozzák a Föld felszínét, és adataikat széles körű alkalmazásokra használják, ideértve a talajhasználati változások követését, a mezőgazdasági termelés és az erdőirtás monitorozását, a környezeti változások tanulmányozását és a természeti katasztrófák utáni helyzetértékelést. A Landsat műholdak multispektrális és panchromatikus szenzorokat használnak, amelyek képeiket különböző hullámhosszú tartományokban rögzítik. A program történetében több generációja volt a Landsat műholdaknak, minden generáció továbbfejlesztett technológiát és képességeket kínált a korábbiakhoz képest. A Landsat-8 a legfrissebb műhold a sorban, és számos különböző alkalmazásban fontos forrása a Föld megfigyelésének. ([http13](#))

3. Anyag és módszer

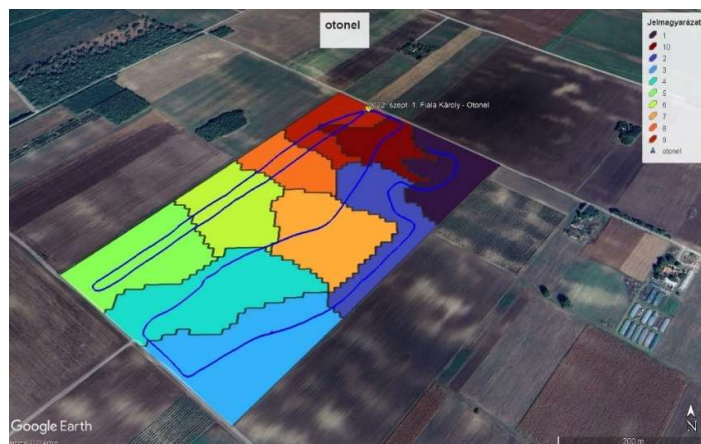
3.1. Tábla bemutatása

Jászberénytől tíz kilométerre található ez a harminc hektáros terület, melyen gazdaságunk bio csemegekukorica termesztésével foglalkozik. Fizikai talajféleségét tekintve ez a harminc hektáros terület homokos vályog talajnak felel meg. A terület bemutatását talajminta jegyzőkönyv elemzésével szeretném elvégezni. A talajminta jegyzőkönyv kiértékelése után elkészítem a tápanyag tervet a területre, bemutatom az öko gazdaságban használható tápanyagokat.

3.2. Talajmintavétel folyamata

A szabályok által a talajmintát bárki jogosult begyűjteni, a szabványok betartása mellett, de mivel a talajok laboratóriumi elemzésének a mintavétel minősége az alapja, a szakszerű talajmintagyűjtők és szaktanácsadók ezt a munkát szeretik önállóan, vagy legalábbis hozzáértőkkel elvégezni. A jó minőségben elvégzett talajmintavétel megfelelő műszerezettséget és tapasztalatot igényel. Mivel a szaktanácsadási munkának elsődleges adatforrása a talajjellemzők ismerete, az input anyagok felhasználása ez alapján optimalizálható. Végző soron később pedig ennek eredményeképp jelennek meg az input csökkenéséből adódó gazdasági előnyök. Ezért a mintákat a KITE Zrt vételezte és a HL LAB vizsgálta, értékelte ki, ami alapján megkaptuk a későbbiekben részletes bemutatásra kerülő talajminta jegyzőkönyvet. A jó szervezés elengedhetetlen ahhoz, hogy minden területünket időben megmintázhassuk. Az optimális talajmintavételezéshez szükséges, hogy a célnövényhez és tervezett műveletekhez megfelelő információk rendelkezésre álljanak, például a hozamtérkép, talajtulajdonság térkép és a tervezett kultúra adatai. A talajmintavétel ideális időpontja elsősorban a tarló előtti szakasz, a szerves és műtrágyaszórás előtti időszak. Az aktuális, szolgáltatásként elérhető talajmintavételi eljárások során terepjárókra szerelt automata mintavevők segítségével biztosítják a megfelelő mélységű mintavételt szántóföldi területeken. A mintavételezési pontokat, legyenek azok előre meghatározottak szoftverekkel vagy a helyszínen kijelölt pontok, GPS segítségével közelítik meg. A térinformatikai rendszer által készített talajmintavételi terv a terepjárókba épített mobil számítógépekbe kerül, és a folyamatos internetkapcsolatnak köszönhetően a mintavételező szakember a terepen könnyen tájékozódhat a háttérben futó műholdkép segítségével. A mintavétel során megtett útvonal, a mintavételezés sűrűsége és az esetlegesen nem mintázható területek, mint például trágyázott, szántott vagy vízállásos területek, mind rögzítésre kerülnek az adatbázisban. Az útvonal

rögzítése az alapja annak, hogy a legközelebbi talajmintavételkor ugyanezen nyomvonal mentén történjen a mintázás és a két tápanyag-ellátottsági adatsor összehasonlítható legyen. A 3. ábrán a google earth fotón láthatóak a zónák és a mintavétel során bejárt út.



3. ábra Mintavételi zónák és bejárési útvonal (Forrás: KITE Zrt.)

A mintavétel során meg kell említenünk néhány fontos szabályt. Egy átlagminta maximálisan 5 ha területet jellemezhet. Amennyiben a parcella területe meghaladja az 5 ha-t, úgy a parcellát 5 ha-os, lehetőleg homogén területekre kell bontani. A mintavételi pontok kijelölését hozamtérkép alapján célszerű végezni, de használhatók az egyedi blokkterképek másolatai is. A térképen rögzítjük a mintavétel helyszínét, nyomvonalát, valamint a begyűjtött minták azonosítóját. A mintavétel alkalmával tíz darab zónára osztották a táblát és minden zónából vettek mintát. A vizsgált terület körülbelül tíz darab három hektáros részre lett osztva, a területnek heterogén domborzata és szerkezete is. A 4. ábra képen látható a zónák közötti szerkezeti eltérés.



4. ábra Mintavételi zónák (Forrás: KITE Zrt.)

Az átlagmintát egységes területről, azonos módszerrel kell venni. A mintavételi mélység hasznosítási irányonként változó: szántóföldi kultúráknál a művelt rétegből (0-30 cm). Az átlagminta részmintákból áll. Minél több részmintából képezzük az átlagmintát, annál reprezentatívabb eredményt kapunk. Szántóföldi kultúra esetén minimum 25 pontról célszerű mintát venni. A mintázandó területen a mintavételi pontokat raszter-háló segítségével jelöljük ki, a pontok GPS koordinátáinak rögzítése mellett.



5. ábra Leszúrási pontok (Forrás: KITE Zrt.)

A mintavétel ideális ideje a termés betakarítása utáni, még a trágyázás előtti időszak, mikor a talaj művelhető állapotban van. A szakszerűen megvett és mintaazonosítóval ellátott talajmintákat akkreditált laboratóriumba kell szállítani és elvégezni a laborvizsgálatokat. Vizsgálatoknak három változata áll rendelkezésünkre annak megfelelően, hogy mik az igények.

- Szűkített talajvizsgálat(PH, humusztartalom, Arany-féle kötöttség, vízdoldható összes só, szénsavas mésztartalom, nitrit-nitrát nitrogéntartalom, foszfortartalom, káliumtartalom)
- Bővített talajvizsgálat(Szűkített talajvizsgálat, Na, Mg, (SO₄)-S, Mn, Zn)
- Teljes körű talajvizsgálat(Bővített talajvizsgálat, 8 toxikus elem (As, Cd, Cu, Cr, Ni, Hg, Pb, Zn), plusz választható: (Mo, Co))

A laboratóriumi eredmények alapján megismerjük talajaink termőképességét, és módosíthatunk a már-már rutinszerű tápanyag utánpótlás rendszerén, igazodva az adott táblához, illetve

helyspecifikus gazdálkodás esetén táblarészhez, kezelési egységhez vagy menedzsment zónához, valamint a növény igényeihez. Fontos hangsúlyozni, hogy ezzel a módszerrel a korszerű tápanyag-gazdálkodás megvalósításán túl a fenntartható talajerő-gazdálkodás és a környezetkímélő növénytermesztés elvárásainak is eleget teszünk. (Milics -Péter, 2017)

4. Eredmények és értékelésük - Talajminta

4.1. Talajmintavétel kiértékelése

A talajmintavételi eredményeket a következőkben a talajtanon tanultak alapján pontról pontra elemzem és levonom a megfelelő következtetéseket, hogy a későbbiekben milyen tápanyagra, talaj szerkezet javító intézkedésre lesz szükség. Ahhoz, hogy a lehető legnagyobb hozamot tudjuk elérni a termesztés során.

1. táblázat Talajmintavételi eredmények a vizsgált területen (Forrás: KITE Zrt.)

		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
1	pH (KCl 1:2,5) [-]	7,63	7,5 0	7,5 2	7,96	7,71	7,7 3	7,56	7,78	7,30	7,11
2	Arany-féle kötöttségi szám [K _A]	25	34	35	35	43	34	33	25	32	35
3	Vízben oldható összes só [m/m%]	<0,0 2	0,0 5	0,0 6	0,06	0,06	0,0 5	0,06	<0,0 2	0,06	0,05
4	Szénsavas mész [m/m%]	1,0	1,0	0,5	<0, 1	<0, 1	2,4	<0, 1	8,2	<0, 1	<0, 1
5	Humusz [m/m%]	1,9	2,3	2,3	2,9	2,6	2,4	2,3	0,7	2,0	2,2
6	Nitrogén-nitrit-nitrát (kálium-klorid oldható) [mg/kg légsz.a.]	14	18	15	12	7	16	15	18	18	20
7	Magnézium (kálium-klorid oldható) [mg/kg légsz.a.]	109	149	145	161	130	98	144	68	164	195
8	Kén (kálium-klorid oldható) [mg/kg légsz.a.]	9,2	15, 9	16, 0	9,7	13,3	15, 7	7,9	11,3	20,2	14,2
9	Kálium-oxid (ammónium-laktát oldható) [mg/kg légsz.a.]	337	359	438	475	438	303	373	182	414	403
10	Nátrium (ammónium-laktát oldható) [mg/kg légsz.a.]	20	19	20	21	25	30	23	36	21	19
11	Foszfor-pentoxid (ammónium-laktát oldható) [mg/kg légsz.a.]	388	308	278	240	193	198	345	164	201	239
12	Réz (kálium-kloridos EDTA oldható) [mg/kg légsz.a.]	6,0	4,8	5,2	5,4	5,7	3,9	5,3	5,3	8,8	4,8
13	Mangán (kálium-kloridos EDTA oldható) [mg/kg légsz.a.]	100	126	155	157	152	103	149	58	144	171
14	Cink (kálium-kloridos EDTA oldható) [mg/kg légsz.a.]	5,3	3,8	4,5	4,1	3,4	2,6	5,5	4,4	3,8	3,9

Az első vizsgálati szempont a talaj kémhatás (PH) vizsgálata volt, az itt kapott értékek 7,11-től a 7,96-ig skálán terjedtek. Ezek az értékek a közömbös (6,8-7,2 ph) és gyengén lúgos (7,2-8,5 ph) kémhatásra utalnak. A talajok kémhatása meghatározza a haszonnövények növekedését és fejlődését. Tápanyag felvételi szempontból a gyengén savanyú és semleges kémhatás a

legmegfelelőbb. A lúgos kémhatás a legrosszabb a mikroelemek felvétele szempontjából, míg a túl savanyú talajból a növény számára nem megfelelő tápelemek kerülnek felvételre.

Az Arany-féle kötöttségi szám (K_A) a következő vizsgálati szempont, amely a fizikai féleség laboratóriumi jellemzése. Az Arany-féle kötöttségi szám az a cm^3 -ben kifejezett vízmennyiség, amelyet 100 g légszáraz talajhoz kell adagolni az ún. „fonalpróba” eléréséig. A laboratóriumból kapott eredmények értékelése, a kötöttségi számokhoz tartozó fizikai féleség értékek:

2. táblázat Fizikai talajféleség (Forrás: KITE Zrt.)

Fizikai talajféleség	Arany-féle kötöttségi szám K_A
Durva homok	< 25
Homok	25 - 30
Homokos vályog	30 - 37
Vályog	37 - 42
Agyagos vályog	42 - 50
Agyag	50 - 60
Nehéz agyag	60 <

A vizsgálaton kapott értékek 25 és 43 közé estek, ezen értékek alapján a homok, homokos vályog és a vályog fordul elő a területen.

3. táblázat Általános kapcsolat a térfogattömeg és a gyökérnövekedés között a talaj fizikai félesége alapján

Általános kapcsolat a térfogattömeg és a gyökérnövekedés között a talaj fizikai félesége alapján			
Fizikai féleség	Ideális térfogattöme g (g/cm^3)	A gyökérnövekedést esetlegesen befolyásoló térfogattömeg érték (g/cm^3)	A gyökérnövekedést akadályozó térfogattömeg érték (g/cm^3)
homok, vályogos homok	< 1.60	< 1.69	> 1.80
homokos vályog, vályog	< 1.40	< 1.63	> 1.80

A talaj sótartalma a következő vizsgálati szempont. Megnövekedhet a vízben oldható sótartalom természetes vagy emberi hatásokra a talajokban, mely hazánkban gyakori probléma. A vízben oldott sótartalom nem megfelelő irányba befolyásolja a talajok kémiai, fizikai, biológiai tulajdonságait, ezért romlik a talajok szerkezete, vízbefogadó és raktározó képessége, a magas sótartalom mérsékli a felvehető víz mennyiségét és negatívan befolyásolja a növények fejlődését, növekedését.

4. táblázat Sótartalom növényre gyakorolt hatása

Sótartalom	Növényekre gyakorolt hatás
<0,05%, só csak nyomokban	Termesztett növények nem érzékenyek rá
0,05 – 0,15%, gyengén szoloncsákos	Sóérzékeny növények nem termeszthetők
0,15 – 0,40%, szoloncsákos	Kevés sótűrő növény viseli el
>0,40%, erősen szoloncsákos	Kultúrnövény nem termeszthető benne

A mi esetünkben a <0,02-0,06% értékeket mérték, amely szerint só csak nyomokban érzékelhető.

A szénsavas mésztartalom a következő vizsgálati szempont, úgy határozzuk meg, hogy a talajhoz sósavat adunk, és gázbürettával (Scheibler-féle kalciméter) mérjük a talajban lévő összes karbonáttal keletkezett CO₂ mennyiségét. Ebből visszaszámolással állapítjuk meg, hogy az mennyi CaCO₃-tal egyenértékű. A talaj szénsavas mésztartalma alapján az alábbi kategóriákat különböztetjük meg:

5. táblázat CaCO₃ %

CaCO ₃ %	kategória
0	Mészhiányos
0,1 – 4,9	Gyengén meszes
5 – 19,9	Közepesen meszes
20-	Erősen(túlzottan) meszes

A talajmintákban mért értékek alapján a terület mészhiányos és gyengén meszes. A mész a növényélettani vonatkozásokon túl kedvezően alakítja a talajszerkezetet. Ezen keresztül az optimális mészállapot kedvezően alakítja a talajok víz-, hő-, és levegő gazdálkodását, ezenkívül a tápelemek feltorlódásához elengedhetetlen mikrobiológiai folyamatokat. A talajok szénsavas mésztartalma alapvetően befolyásolja azok kémhatását, így a különböző tápelemek felvehetőségét is.

A humusztartalom a következő vizsgálati szempont. A mi esetünkben a mért értékek 0,7 és 2,9 m/m % közé estek.

6. táblázat Humusz %

Humusz %	Területi kiterjedés
<1,00	16 %
1,00 - 1,50	16 %
1,51 - 2,50	33 %
2,51 - 4,00	27 %
>4	8 %

Stefanovits et al (1999): <2% kis humusztartalmú, 2-4% közepes humusztartalmú, >4% humuszgazdag

A mi területünkön mért értékek alapján ez azt jelenti, hogy kis és közepes humusztartalommal talaj szerkezeti rendelkezik a termőföld. A hazai talajok humusztartalma leggyakrabban 0,5–6% között alakul. A humusz tartalmat nem szabad a talaj fizikai összetételétől, genetikai típusától függetlenül megítélni. Egy homoktalaj esetében 2% általában nagy értéknek számít, kötött réti talajon viszont ugyanez nagyon sovány talajt jelent.

A talajból az AL oldattal kivonható különböző foszfor-, illetve káliumtartalmú vegyületek mennyiségét jelenti, P₂O₅-ben, illetve K₂O-ban megadva. Talajaink összes foszfor- és káliumtartalmából a növények csak az általuk hozzáférhető, könnyen felvehető foszfort és káliumot képesek hasznosítani. A tápanyag-ellátás készítése során a talaj AL módszer alapján meghatározott foszfor- és káliumtartalmát vetjük össze a termesztendő növény fajlagos P₂O₅ és K₂O igényével és ez alapján határozzuk meg a haszonnövény fajlagos műtrágya hatóanyag igényét.

7. táblázat KarbonátosságCaCO₃%

szántóföldi termőhely	Karbonátosság CaCO ₃ %	AL – P ₂ O ₅ %				
		igen gyenge	gyenge	közepes	jó	igen jó
homok és	>1	50	51-80	81-130	131-250	251-450
laza talaj	<1	30	31-60	61-100	101-200	201-400

8. táblázat Arany-féle kötöttség

szántóföldi termőhely	Arany-féle kötöttség (KA)	AL – K ₂ O%				
		igen gyenge	gyenge	közepes	jó	igen jó
homok és	30-38	90	91-120	121-160	161-220	221-420
laza talaj	<30	50	51-80	81-120	121-180	181-380

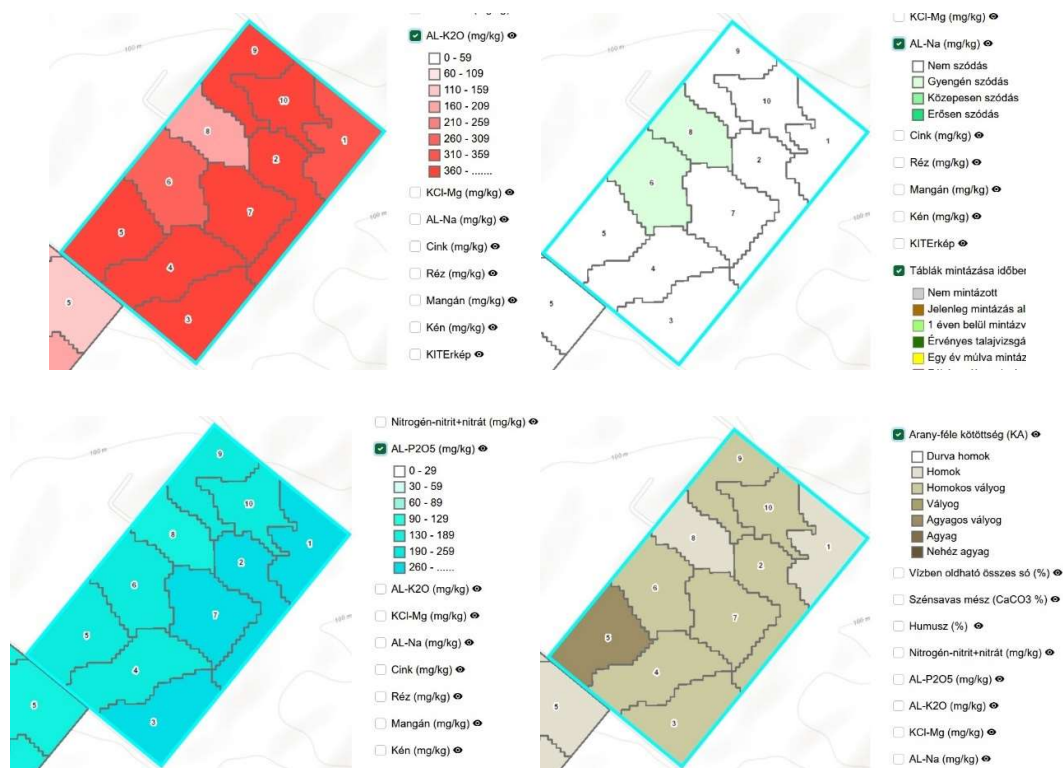
A talajból az AL-oldattal kivonható Na-vegyületek mennyiségét jelenti Na mg/kg-ban megadva. A túlzott Na-tartalmak rossz hatással vannak a termesztett növényeink számára és a szikesedés folyamatait jelzik. Általános irányelvként elfogadhatjuk, hogy 30 mg/kg értékig az AL-Na tartalom megfelelő. Jelen esetben ez egy mérési pont kivételével megfelelő.

A talajok magnézium-ellátottságának megítélését az alábbi táblázat mutatja be. Erősen meszes-, illetve nagy mennyiségű meszezésben részesített talajokon magnézium hiány jelentkezhet. Ezt hiányt a nagy mennyiségű N, P, K kijuttatás tovább fokozza.

9. táblázat kötöttség(K_A)

kötöttség(K _A)	Mg mg/kg		
	gyenge	közepes	jó
30-43(homokos-vályog)	<60	60-100	100<

A mikroelemek (réz, mangán, cink) a növényi szervezetben csak kis mennyiségben (0,01%–0,00001%) fordulnak elő. Elenyésző mennyiségeik ellenére a növényi életfolyamatokban betöltött szerepük alapvető jelentőséggel bír. Hiányuk esetén a terméskiesés meghaladhatja akár a 40%-ot is. (Dr. Szakál Pál, Dr. Schmidt Rezső, Dr. Kalocsai Renátó, Giczi Zsolt, 2014)





6. ábra Talajvizsgálati eredmények zónabontás szerint (Forrás: KITE Zrt)

4.2. Tápanyag gazdálkodás

A következőkben szeretném bemutatni azokat a termékeket/terményeket, amelyeket talajjavítás és tápanyag visszapótlás céljából alkalmazunk. Illetve néhány eszközt, amivel ezek kijuttatását végezzük. Mivel Öko gazdálkodásban nem lehetséges a műtrágya használat meg kell találnunk azokat a termékeket, melyekkel hasonló eredményeket tudunk elérni. A talaj termékenységét, muszáj fent tartanunk, így meg kell vizsgálni milyen termékekkel tudunk a lehető legtöbb tápanyagot a talajunkban tartani.

Az első és talán biogazdaságban a legfontosabb termék, amit használunk a marha-jó. Ez a termék rendelkezik biocontroll engedéllyel. A marha-jó gazdag tápanyagokban, pl. nitrogén, foszfor, kálium. Ezek a tápanyagok fontosak a növények számára, ezért a marha-jó kijuttatása javítja a talaj tápanyag tartalmát, ezzel hozzájárulva a terméshez növekedéshez. Szerves anyagokban is gazdag, melyek javítják a talaj szerkezetét, növelik annak vízmegtartó képességét és hozzájárulnak a talaj mikrobiológiai aktivitásához. Talaj kémhatás szabályozásban is segít a marha-jó, javítja a földminőséget. A marha-jó általában gyorsan lebomlik a talajban, ami a növények számára gyorsan elérhető tápanyagot biztosít. A marhajó mivel szarvasmarha trágyából készül, fontos része a fenntartható mezőgazdasági gyakorlatoknak, amelyek egyensúlyban tartják a természeti erőforrásokat és minimalizálják a környezeti hatásokat. Kijuttatása műtrágya szóróval történik, mely akár történhet differenciált kijuttatással, hogy a homokos részek talaj szerkezetén javítsunk. Mivel a talajmintázás eredménye nitrogén hiányra utal (10. táblázat), ezért a marha-jó kijuttatásnak fontos szerepe lesz. Akár differenciált kijuttatással a zónatérkép alapján.

10. táblázat Tápanyag terv alapjául szolgáló minták

Mintajel	pH	Ka	CaCo	Humusz	P2O	K2O	Mg	Mn	Zn	Cu
	7,58	33	1,3	2,15	255	372	136	131	4,11	5,51

A minták alapján és a befolyásoló tényezőket figyelembe véve alakul az ellátottság és szükséglet. A korrigált tápanyag-visszpótlási javaslat 160kg/ha N, 75 kg/ha P, 40 kg/ha K a makro tápanyagok esetében (11. táblázat).

11. táblázat Tápanyag ellátottság és szükséglet (Forrás: saját)

Mintajel	Nitrogén	Foszfor	Kálium	Magn.	Mangán	Cink	Réz
Ellátottság:	Közepes	Jó	Sok	Jó	Jó	Jó	Jó
Javasolt adag (kg/ha):	160	75	75	30	3	5	5
Megosztás (ősz/tavaszi):	Ö:0%,Max:kg/ha	Ö:100%T:0%	Ö:100%T:0%				
Korrigált javaslat:	160	75	40	30	0	5	6

A másik tápanyag utánpótlás szempontjából elengedhetetlen termék a takarónövény alkalmazása. Azon kívül, hogy vetésforgónak is megfelel a biokontroll irányába, talajjavító és tápanyag hatása is fontos számunkra. Ezen kívül nagyon jó a gyomelnyomó képessége, mivel gyorsan fejlődik a gyomok kevesebb fényhez, vízhez és tápanyaghoz jutnak ezért csökkenti a gyomnövények mennyiségét a táblánkon. Talajlazító hatása is érzékelhető, akár egy méter mélyre is képes lemenni, ezzel átlazítva a talajt. Ezáltal a következő főnövényünk gyökerei mélyebbre nyúlhatnak. A takarónövények képesek felvenni a talaj alsóbb rétegeiben lévő tápanyagokat és a takarónövény bedolgozása után, ez a föntebbi rétegekben fog újra hasznosulni. Fontos még a takarónövények nitrogén megkötő szerepe is. A leggyakrabban használt növények a takarónövény keverékben: homoki zab, tavaszi bükköny, olajlen, talajművelő retek, perzsa here, facélia.

Tápanyag és talajszerkezet javítás szempontjából a haszonnövényeink betakarítás utáni szármaradványait visszaforgatjuk a talajba. Ennek a lebomlásának gyorsítására és tápanyaggá válására használunk úgynevezett tarlóbontó készítményt. A lebomló tarló jelentős tápanyag tartalommal rendelkezik, akár a következő főnövény N, P, K igényének 30%-át képes biztosítani. A tarló szerves anyagai hozzá járulnak a humuszképződéshez, rendszeres visszaforgatás és bontás által javul a talaj szerkezet. Kijuttatása munkagépre integrált kijuttató szerkezettel, esetleg szántóföldi permetezőgéppel (150-200l/ha) egyből a tarlóra, illetve a szármaradványokra kell kijuttatni, és azonnal a talajba kell keverni. Akkor kell a tarlóbontót a tarlóra juttatni, mikor a szármaradvány nagyrésze a talajba lesz forgatva és a talajművelés 10-25 centiméter mélyen történik.

A cukorgyári mésziszap egy talajjavító anyag, mely a cukorgyártás mellékterméke. Magas foszfor és kalcium tartalma, valamint lúgos kémhatása révén igen jól alkalmazható a savanyú

talajok szerkezet javítására, valamint tápanyag-utánpótlásra. A mésziszap szilárd halmazállapotú, így akár műtrágyaszóróval is könnyen kijuttatható.

A precíziós tápanyagkijuttatás a mezőgazdasági termelés terén alkalmazott módszer, amely a növények számára szükséges tápanyagok pontos adagolását célozza meg a termőföldre. Ez a megközelítés lehetővé teszi a gazdálkodók számára, hogy optimalizálják a tápanyagok felhasználását, minimalizálják a felesleges kijuttatást, és ezzel javítsák a termésátlagot és a gazdasági hatékonyságot. A precíziós tápanyagkijuttatás során számos modern technológia alkalmazható, például GPS-alapú traktorvezérlés, távérzékelés, talajszondák és egyéb érzékelők. Ezek a technológiák segítik a gazdálkodókat a termőföldjük pontosabb és hatékonyabb kezelésében. Ez a módszer lehetővé teszi a mezőgazdasági tevékenységek személyre szabását, hogy azok a növények egyedi igényeire szabva történjenek. A gazdálkodók így pontosabban és fenntarthatóbb módon alkalmazhatják a tápanyagokat, ami hozzájárulhat a termelékenység és a környezeti fenntarthatóság növeléséhez.

5. Eredmények és értékelésük - Öntöző rendszer fejlesztésének lehetőségei

5.1. Meglévő öntözőberendezés bemutatása

A gazdaságunk által üzemeltetett 2 darab Center pivot (körförgő) lineár a kínai VODAR vállalat gyártja. A VODAR (7. ábra) az összes vázelemet acélból gyártja és gyártói, származási bizonylattal ellátja, mind a cső alkatrészeket, mind a váz szerkezetéhez felhasznált acélokat. A 3 mm falvastagságú csőrendszer a legnagyobb minőségben megfelel a piac elvárásainak. Az acélszerkezet a számítógépes tervezésnek köszönhetően szimmetrikus, a tagok görbülete megfelelő, ami eredményezi a jó teherbírást saját tömeggel vagy vízzel, ezenkívül az oldal irányú behatásoknak is ellenáll (pl. szél). A lineár a központi torony csövéhez egy könyökkel csatlakozik. A lineár tagok kardáncsuklóval kapcsolódnak egymáshoz, amely elbírja a nagy talajegyenletlenségeket. Az acél támaszok tartják a szerkezeti elemeket, lassítóműveket és kardántengelyeket, valamint a kerekeket és motorokat. A lineárok hajtásáról villanymotorok gondoskodnak melyek alacsony áramfelvétellel dolgoznak. minden elektromos berendezés IP55-ös védelemmel van ellátva. A villanymotorok és a kerekeshajtómű között hagyományos kardántengely viszi át az erőt.



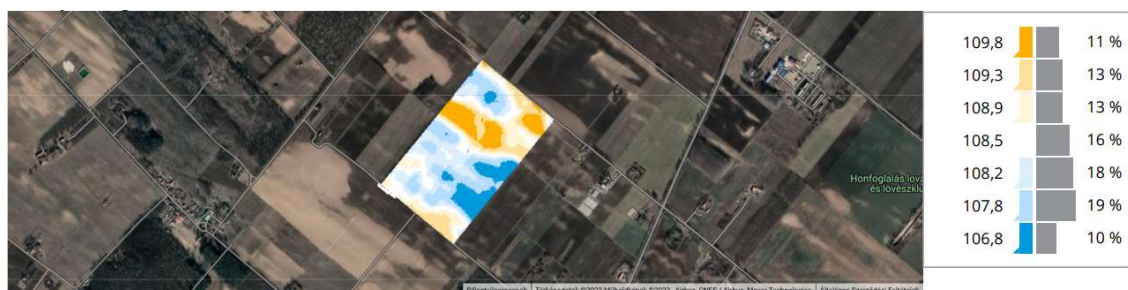
7. ábra Vodar Lineár (forrás: saját)

A növényekkel való érintkezése teljesen kizárt a mozgóalkatrészeknek, mivel a kardántengely teljesen burkolt. A kerekek tűzi horganyzott acélfelnire szerelt gumikerekek. A gépen nem csak a felnik tűzihorganyzottak, hanem az egész acél vázszerkezet. A vezérlőegység a tornyokra szerelt IP55-ös védelemmel ellátott kapcsolószekrényben van elhelyezve. A berendezésünk végponti végágúval is el van látva az öntözősávok növelése érdekében.

5.2. Tábla vizsgálata öntözés fejlesztéshez

A meglévő Center pivot lineár fejlesztéséhez szükségünk van a tábla további ismereteire. Ezért a következőkben, különböző szoftverek felhasználásával megvizsgálom a tábla különböző tulajdonságait.

Első lépésként, egy domborzati térképet készítünk a táblánkról. My John Deere alkalmazásban készítettem egy táblaelemzést az RTK-s traktorunk által rögzített helyszög adatokból. Az adatok rögzítése csemegekukorica vetés közben kerültek rögzítésre. A My John Deere alkalmazás által kapott magassági térkép. A 8. ábrán jól látható, hogy a terület középső szegmensében egy magasabban elhelyezkedő zóna található, amely sárga színnel jelzett. A terület mély zónáit kék színnel jeleztem. Mivel a terület öntözött, így a magassági értékeknek különösen nagy jelentősége a nagymennyiségben lehulló csapadék érkezése esetén van, hiszen a mélyebben fekvő részek esetében korlátozó tényező lehet. Természetesen ezt a problémát csak az adott terület talajtípusa függvényében érdemes vizsgálni.



8. ábra My John Deere magasságtérkép (forrás: My John Deere)

Ezeket az adatokat le is tudjuk tölteni My John Deere alkalmazásból és be tudjuk tölteni QGIS térképészeti programba. A QGIS szoftver megnyitása után létrehoztam egy projektet, amibe a későbbiek folyamán dolgozni fogunk. Első lépésként beállítottam a koordináta rendszert HD72/EOV vetületre. Ezután behívtam a Google Satellite műholdképet és megkerestem a táblánkat. A műholdképen jól látszódik a táblánk heterogenitása (9. ábra), a homokfoltok. Létrehoztam egy táblahatár SHP fájlt, majd körbe határoltam a 30 hektáros táblánkat.



9. ábra Táblahatár (forrás: google satellite)

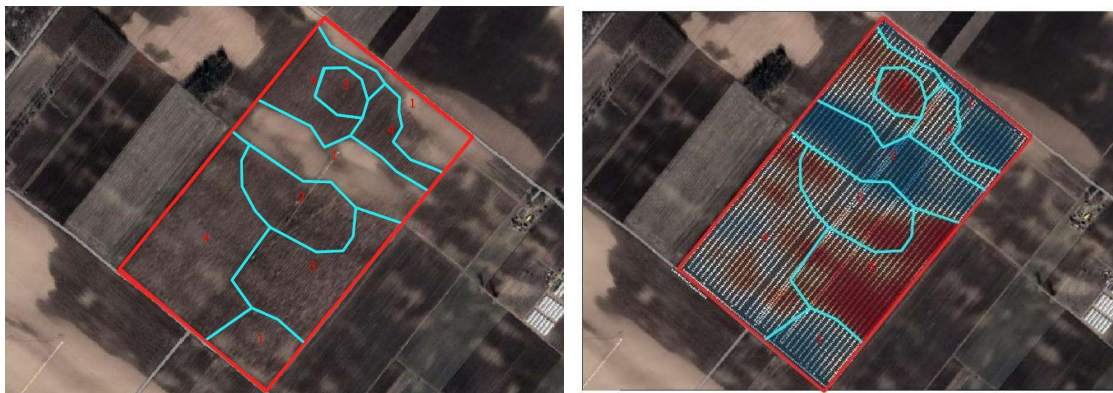
A következő lépés a My John Deere-ből letöltött adatok behívása és szerkesztése, hogy számunkra használható domborzati térképet kapjunk (10. ábra). A letöltött SHP fájlt megnyitottam, majd a tulajdonságok menüben a jelrendszer fül alatt beállítottam, hogy ez egy kategorizált jelrendszer, megadtam a felhasználni kívánt magasság adatokat és kiválasztottam a színezést(kék=magasabb, piros=alacsonyabb).



10. ábra Domborzati térkép (piros=alacsony. kék=magas) (forrás: QGIS, saját)

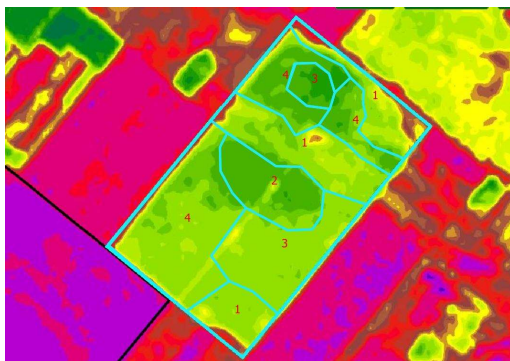
Az így kapott domborzati képen már jól láthatóak a táblánk magasság különbségei. A következő lépésben a google satellite térkép, korábbi NDVI felvételek és a domborzati térkép szerint készítettem egy menedzsment zóna térképet. Erre azért is volt szükség, mert a Kite Zrt által készített zónatérkép, csak és kizárólag termőképességi NDVI felvételek szerint készültek. Ezen a zónatérképen nem különülnek el a szerkezeti és magasságbeli különbségek. Ezenkívül a center pivot lineár közös öntözött területei sincsenek külön véve. Az új menedzsment zóna térképünk jól fogja ábrázolni, hogy hova kell a későbbiekben elhelyezni talajszondákat a

helyspecifikus öntözés fejlesztéshez. Illetve megmutatja azt is számunkra, hogy hol lesz szükség nagyobb mennyiségű víz kijuttatásra.

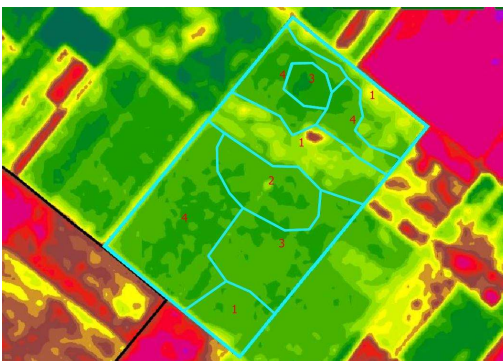


11. ábra Menedzsment Zóna térkép talajfésülés és domborzat szerint (forrás: QGIS, saját)

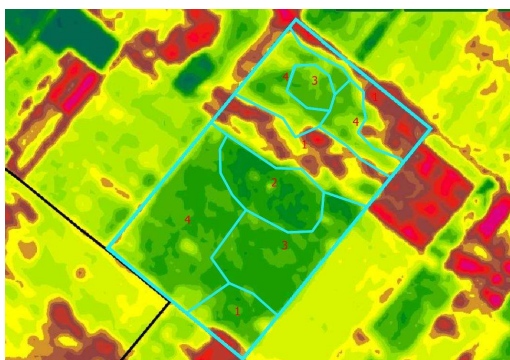
A menedzsment zóna térképen egyes sorszámmal a homokos területeket határoltam el, ezek többnyire a domborzati térkép szerint is a magasabb pontjai a tábláknak. A kettes sorszámmal jelölt zóna szerkezetét tekintve vályog talaj, viszont ez a rész a két center pivot lineárunk együttesen öntözött része. Dupla mennyiségű vizet kap, mint a tábla többi része. A lentebb található NDVI (2019-2023) felvételeken is jól látszik, ez a zóna szinte minden évben jobb termőképességi szempontból. A hármas sorszámmal ellátott zónák szerkezetüket tekintve vályog talajok és a táblánk mélyebben fekvő pontjai. A négyes sorszámú zónák a szintén vályog talajok, de ezek a táblánk magasabb pontjai (12-16 ábra).



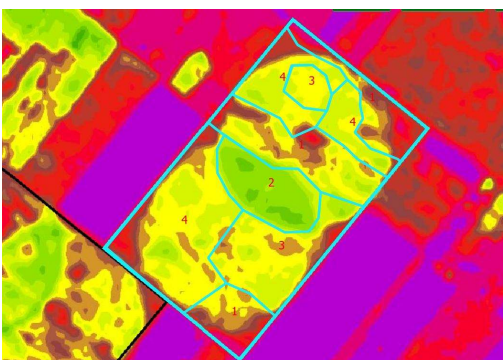
12. ábra NDVI(2019) + zóna térkép



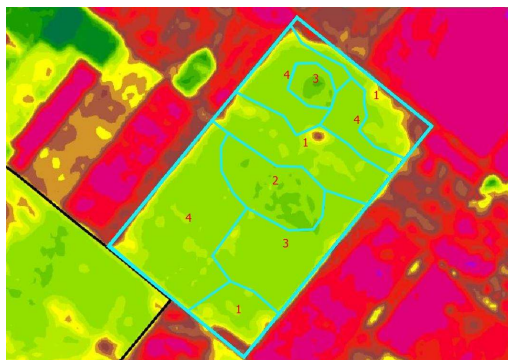
13. ábra NDVI(2020) + zóna térkép



14. ábra NDVI(2021) + zóna térkép



15. ábra NDVI(2022) + zóna térkép



16. ábra NDVI(2023) + zóna térkép (forrás: QGIS, saját)

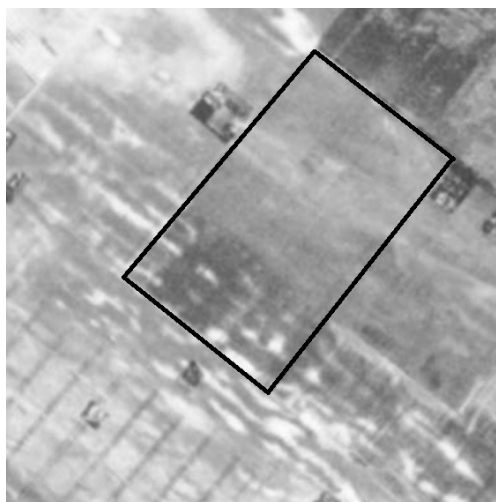
5.3. Tábla vizsgálata Georeferálással

A georeferálás célja, hogy egy digitális térképet vagy más térbeli adatot kapcsoljon egy földrajzi helyhez vagy koordinátarendszerhez, így lehetővé téve a térképen vagy adathalmazon szereplő objektumok pontos földrajzi elhelyezkedésének azonosítását. A georeferálást QGIS szoftver segítségével végeztem. A maps.arcanum.com oldalon található fönt néhány légi felvétel a régmúltból. Georeferálás segítségével ráillesztettem ezt a régi felvételt egy mostani térképre. A célom, azon kívül, hogy bemutatom a georeferálás folyamatát, megtekintem mi volt a táblánkon a múltban. A georeferáláshoz az arcanumról egy 1960-as években készült Corona kémműhold felvételt használtam (17. ábra).



17. ábra tábla georeferálása (forrás: Arcanum maps)

A felvétel térképre illesztése után látható, hogy a táblánk 1960-ban is termő területként funkcionált, nem volt rajta tanyahely vagy más egyéb (18. ábra).

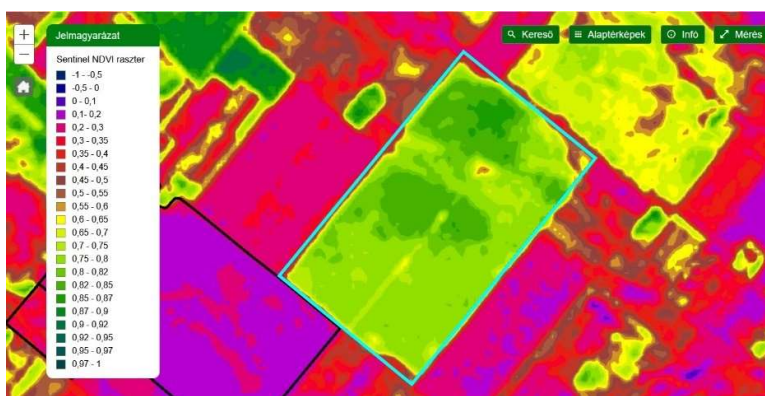


18. ábra Tábla georeferálása nagyítva (forrás: Arcanum maps)

5.4. NDVI felvételek elemzése

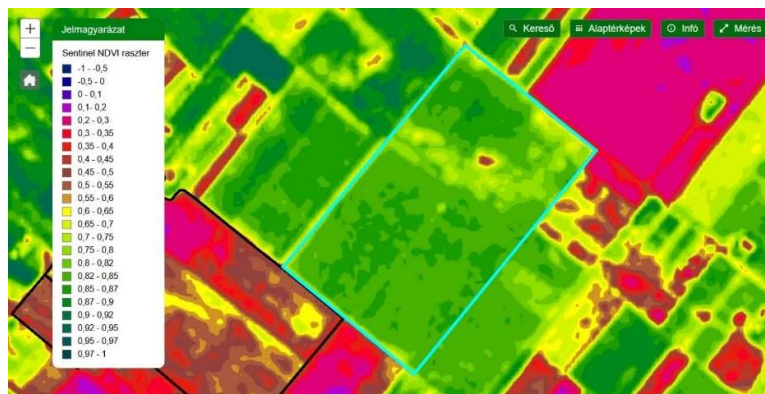
A Kite Zrt PGR programja segítségével megvizsgálók néhány a tábláról készült NDVI felvételt és próbálók a fejlesztéshez szükséges következtetéseket levonni. 2019-2023-ig időszakból használok műhold felvételeket. Próbálók minden év azonos szakaszából képeket összehasonlítani.

Az első felvétel (19. ábra) 2019 július végén készült a táblán csemegekukorica van termesztve. körülbelül egy hónappal betakarítás előtt készült a felvétel. A felvételen jól látható, hogy a tábla sarkain, ahova a végágyú már nem öntöz nem megfelelő a vegetáció.



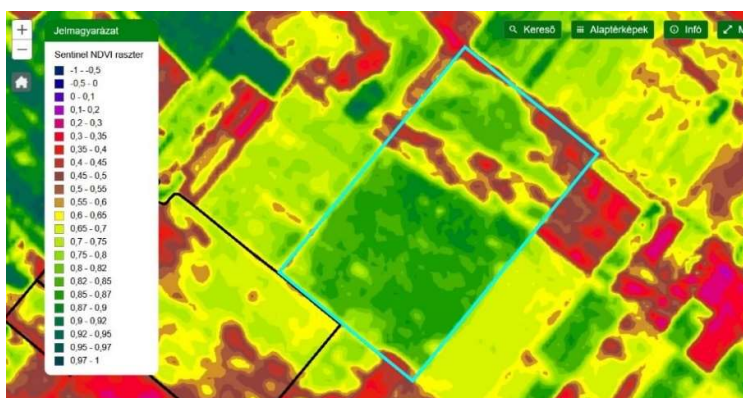
19. ábra NDVI(2019. július 24) (forrás: QGIS, Sentinel)

A második felvétel (20. ábra) 2020-as évből ahol szintén csemegekukorica a haszonnövény. Ebben az évben a június-július hónap csapadékosabb volt mint 2019-ben ezért nem olyan szembetűnő a tábla sarkain a gyengébb vegetáció.

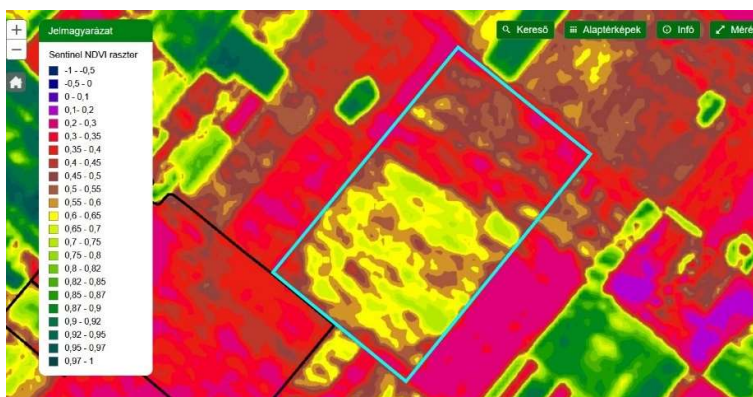


20. ábra NDVI(2020. július 28) (forrás: QGIS, Sentinel)

A következő két felvétel (21-22. ábra) 2021 júniusából származik, ebben az évben tönköltybúza volt a haszonnövényünk. A két felvétel között 10 nap különbség van és jól látható, hogy valami történt a táblánkon. Az első felvételen még látszólag minden rendben a tábla sarkain, illetve a magasabban fekvő homok dombokon van probléma. A tíz nappal későbbi felvételen már valami nincs rendben. Az történt, hogy ebben a tíz napban volt egy hatalmas vihar, ami elfektette a tönköltybúza nagy részét a táblán. Ezeket a felvételeket azért is tettem be a dolgozatomba, hogy nem mindig szabad a légifelvételre hagyatkozni, ismerni kell a területünket érintő időjárási és egyéb anomáliákat.

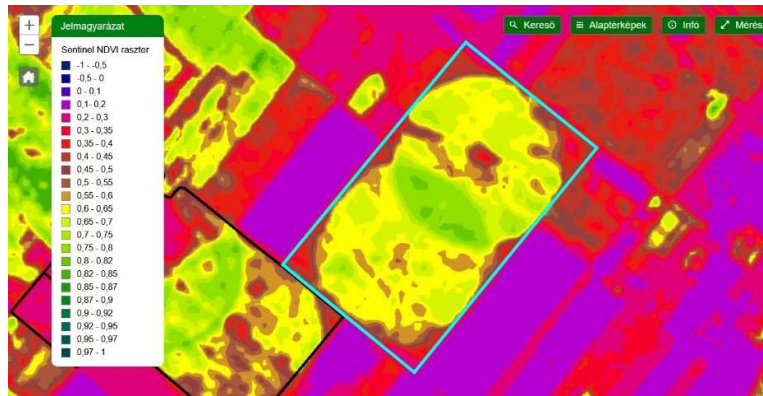


21. ábra NDVI (2021. június 18) (forrás: QGIS, Sentinel)



22. ábra NDVI(2021. június 28.) (forrás: QGIS, Sentinel)

2022-es évben készült képünk (23. ábra) jól mutatja, hogy július végén egy hónappal a betakarítás előtt az aszály szinte teljesen tönkretette a csemegekukorica állományunkat. A tábla sarkain, illetve a magasabban fekvő homokos részeken, július végére elszáradt a kukorica.



23. ábra NDVI(2022 július 23.) (forrás: QGIS, Sentinel)

Az utolsó felvétel 2023-ban készült (24. ábra), a haszonnövényünk szintén csemegekukorica, annyi különbség van az előző évekhez képest, hogy másodvetés a kukorica. Zöldborsó volt előtte a táblánkon, így ez a felvétel szeptember elején készült, nagyjából egy hónappal a betakarítás előtt. Ezen a felvételen is az látható, hogy a táblánk sarokpontjaiban vannak problémák.



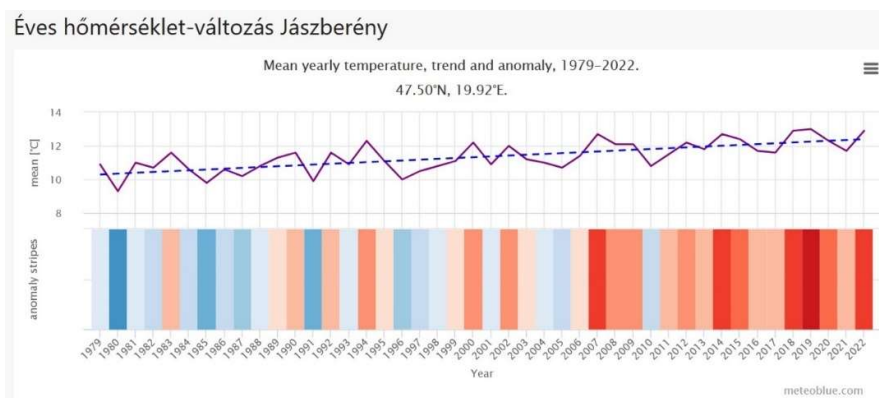
24. ábra NDVI(2023) (forrás: QGIS, Sentinel)

Az elmúlt 5 év NDVI képeit visszatekintve, arra az eddig is ismert következtetésre jutottam, hogy a center pivot lineárok végágyút, corner karos megoldásra kell cserélni. Ezenkívül a tábla heterogenitását figyelembe véve, amit már korábban elemeztem, szükség lenne a helyspecifikus kijuttatás kialakítás is.

5.5. Időjárás változás vizsgálata

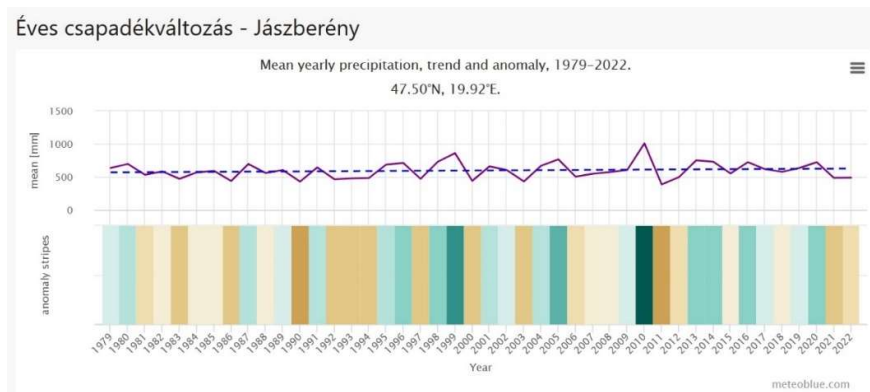
Az öntözés fejlesztéséhez szükséges megvizsgálnunk az éghajlatváltozás alakulását. Ehhez a vizsgálathoz a meteoblue.com adatait és diagramjait fogom felhasználni. Az adatok 1979-2022 közötti időszakot fedik le. (<http>14)

Az 25. ábra felső része az éves középhőmérséklet becsült értékét mutatja lila vonallal Jászberényre vonatkozólag. A kék szaggatott vonal az éghajlat változás trend vonala. A két vonalat látva, egyértelműen látszik, hogy egyre melegebb van. Az ábra alsó részén az úgynevezett felmelegedési csíkok láthatók (kék=hideg, piros=meleg), ezek alapján is látható a felmelegedés.



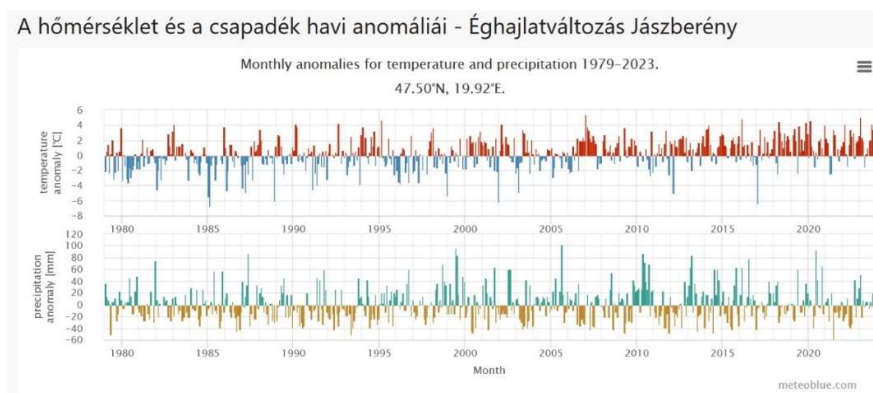
25. ábra Éves hőmérséklet változás (forrás: meteoblue)

A 26. ábra felső részén lila csíkkal az éves csapadék mennyiség értékét láthatjuk, kék csíkkal az éghajlat változás lineáris trendjét. Az ábra alsó részén az úgynevezett csapadékcsíkokat (zöld=csapadékosabb, barna=szárazabb) láthatjuk. Ebből a diagramból azt látjuk, hogy Jászberény területén nagyjából stagnál 500 mm körül az éves mennyiség. Természetesen vannak szárazabb és csapadékosabb évek is



26. ábra Éves csapadékváltozás (forrás: meteoblue)

A 27. ábrán a hőmérséklet-anomáliákat láthatjuk, havi bontásban, az anomália (piros=melegebb, kék=hidegebb) megmutatja, hogy mennyivel volt melegebb vagy hidegebb az 1980-2010 közötti 30 éves éghajlati átlagnál. Az látszik, hogy a melegebb hónapok többségben vannak, látható a globális felmelegedés hatása. Az alsó grafikon a csapadék anomáliákat mutatja, szintén az 1980-2010 közötti 30 éves éghajlati átlaggal. A zöld a csapadékosabb, a barna a szárazabb hónapokat jelenti, itt is többnyire az látható, hogy kevesebb a csapadék.



27. ábra A hőmérséklet és csapadék anomáliák (forrás: meteoblue)

A grafikonok elemzéséből is arra a következtetésre kell jutnunk, hogy az öntözésnek a jövőben, egyre nagyobb szerepe lesz a hazai mezőgazdaságban. Az egyre szélsőségesebb időjárást másképp nem tudjuk lekövetni.

5.6. Öntözés fejlesztés, esetleges Corner kar telepítése

Az NDVI képek elemzése során arra a következtetésre jutottam, hogy egy nagyhátránya van a körforgós öntözőberendezésnek ez pedig a tábla sarkainak az öntözése. A center pivot lineár (28. ábra) egy tökéletesen négyzet alakú táblának is maximálisan csak a 78 százalékát képes öntözni. Ezen a problémán tud segíteni a corner kar. Ez a kar a körforgó öntözőberendezés utolsó tagjához van rögzítve és egy erre kifejlesztett vezérléssel, önálló mozgást végezve tudja a táblák sarkait öntözni.



28. ábra Corner karos lineár (forrás: saját)

Kétféle módon történhet a corner kar vezérlése, irányítása. Az egyik módszer a talajfelszín alatt elhelyezett kábel letapogatásával történő irányítás, de ma már a GPS-es vezérlés is elérhető.

5.7.Helyspecifikus öntözés kialakításának lehetőségei

A helyspecifikus és változtatható dózisu öntözés már széles körben alkalmazható a szántóföldi területeken is. Ehhez a center pivot lineárok megfelelő felszerelésével, speciális hardverekkel ellátva alkalmassá tehetők. Ezek a kiegészítő berendezések eredményei hosszú távú műszaki és informatikai fejlesztéseknek. A precíziós öntözés megvalósításának számos feltétele van. A technikai oldalon a már meglévő lineárnak képesnek kell lennie az új informatikai elemek fogadására és működtetésére. Az esetlegesen már meglévő öntözőberendezések ezen eszközök befogadására alkalmasak lehetnek, így a beszerzésük és telepítésük plusz költséget jelentene. A szoftveres oldalon két fontos követelmény van. Egyrészt rendelkezni kell egy pontos táblatérképpel, amely tartalmazza az öntözési gazdálkodás számára szükséges adatokat, mint például a talajtípus és a növényterület. A talajtérkép alapján, növénytérképpel kiegészítve elkészíthető az öntözéstervezéshez szükséges alaptérkép. A szoftver segítségével beállíthatók azok a területek, ahol az öntözésnek egységesnek kell lennie. Az öntözésvezérlés módjának kiválasztása a már lefedett területen termesztett növények elhelyezkedésétől is függ. A sebességvezérlés megfelelhet kis területi változások és homogén növényállomány esetén, egyéb esetekben a zónavezérlés lehet hatékonyabb. Mindkét módszer esetén a talajnedvességmérése fontos információ a döntéshozatalhoz. Ennek érdekében talajnedvességmérő szenzorokat helyezünk el a kritikus helyeken, amelyek folyamatosan információkat szolgáltatnak a központi egységnek. (http15) A talajnedvesség mérő szenzorok olyan eszközök, amelyek segítenek nyomon követni és mérni a talajban lévő nedvességtartalmat. Ezek a szenzorok hasznosak lehetnek a mezőgazdaságban. Néhány gondolat a szenzor felhasználásáról:

- Helyezd el a talajnedvesség mérő szenzorokat a területen, ahol monitorozni szeretnéd a nedvességtartalmat. A szenzorokat általában a gyökérzónában, a növények közelében helyezik el.
- A szenzorokat a talaj nedvességtartalmát mérő készülékekhez vagy öntözőrendszerhez csatlakoztatva állítsd be a kívánt paramétereket. Ezek a paraméterek lehetnek például a kívánt nedvességi szint.
- A szenzorokat lehetőség szerint kalibráld a konkrét talajtípus és a növények igényei szerint
- Az adatokat rendszeresen gyűjtsd össze a szenzorok által mért talajnedvesség szintekről. Figyeld meg, hogyan változnak az értékek az idő múlásával

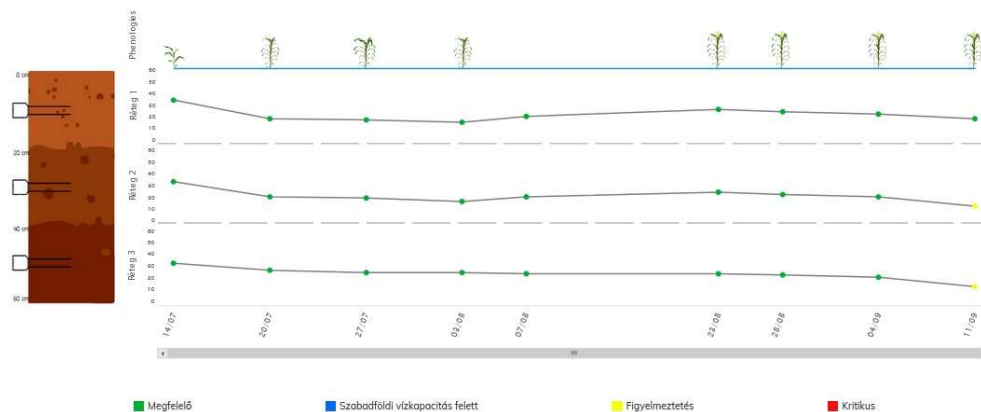
- Az összegyűjtött adatok alapján hozd meg a megfelelő döntéseket az öntözés optimalizálásáról. A szenzorok segíthetnek elkerülni a túlzott vagy elégtelen öntözést.
- Időről időre ellenőrizd a szenzorokat, tisztítsd meg őket, és szükség esetén kalibráld újra őket. A pontos méréshez fontos a megfelelő karbantartás.

A talajnedvesség mérő szenzorok segítségével a gazdálkodók hatékonyabban tudják kezelni az öntözést, optimalizálni a vízfelhasználást és javítani a növények növekedését. Ezért 2023-ban a Bondulle Central Europe Kft és az Irriga Global Kft jóvoltából teszt jelleggel telepítésre került egy öntözés vezérlő rendszer. A táblára kikerült egy állomás, amely három különböző mélységben elhelyezett talajnedvesség mérővel volt felszerelve, illetve egy csapadék mérő is volt az állomáson (29. ábra).



29. ábra Tesztsonda pozíciója (forrás: saját)

Az állomás egy hónappal vetés után lett telepítve és betakarításig kint volt a táblánkon. A 30. ábrán látható, hogy a talajnedvesség megfelelő volt a vegetációs időszakban. Három rétegben volt elhelyezve talajszonda, 0-20 cm, 20-40cm és 40-60cm.



30. ábra Csapadék alakulása a talajban (forrás: talajszonda, saját)

Az állomás a csapadék, illetve öntözött víz mennyiségéről is szolgáltatott számunkra adatot 31. ábra. A táblán lehullott csapadék mennyisége a következő képen látható.

Dátum	Csapadék	Csapadék össz mennyiség
július		
18/07/2023	3.60	3.60 mm
21/07/2023	7.20	10.80 mm
25/07/2023	6.40	17.20 mm
28/07/2023	3.00	20.20 mm
31/07/2023	3.40	23.60 mm
Augusztus		
04/08/2023	2.20	2.20 mm
05/08/2023	41.60	43.80 mm
06/08/2023	14.60	58.40 mm
16/08/2023	3.20	61.60 mm
Szeptember		
02/09/2023	4.80	4.80 mm
03/09/2023	2.20	7.00 mm
Total		92.20

31. ábra Lehullott csapadék mennyisége (forrás: talajszonda, saját)

A táblán a lineár által kijutatott víz mennyisége 32. ábrán látható, ahol a legnagyobb mennyiségű öntözővíz kijuttatásra augusztus 21. és augusztus 30-a között volt szükség, (összesen 197mm).

Dátum	Felhasznált öntözés	Öntözővíz össz mennyiség
július		
27/07/2023	5.40	5.40 mm
29/07/2023	5.00	10.40 mm
Augusztus		
03/08/2023	7.40	7.40 mm
11/08/2023	5.80	13.20 mm
13/08/2023	3.80	17.00 mm
15/08/2023	8.20	25.20 mm
17/08/2023	3.40	28.60 mm
19/08/2023	2.40	31.00 mm
20/08/2023	3.00	34.00 mm
21/08/2023	2.20	36.20 mm
22/08/2023	4.20	40.40 mm
24/08/2023	2.20	42.60 mm
26/08/2023	4.80	47.40 mm
28/08/2023	4.40	51.80 mm
30/08/2023	3.40	55.20 mm
Szeptember		
05/09/2023	2.60	2.60 mm
08/09/2023	2.40	5.00 mm
10/09/2023	5.60	10.60 mm
11/09/2023	2.20	12.80 mm
Total		78.40

32. ábra Öntözött víz mennyisége (forrás: talajszonda, saját)

Az állomás a talajszenzorok által a webes felületen jelezte, hogy mikor van szükségünk öntözni, illetve, hogy mekkora mennyiségű vízzel kell öntözni. Ez egy teszt év volt és maga a lineár működtetés manuálisan zajlott.

A kapott eredmények azt mutatják, hogy látszólag minden rendben volt, de mivel csak egy állomás volt telepítve és a táblánk nagy mértékben heterogén ezért szükségünk lesz több állomás telepítésére. Véleményem szerint legalább 5 darab állomásra szükségünk lenne. A talajszonda elhelyezése fontos lépés a talajnedvesség monitorozásában és az öntözés optimalizálásában. Fontos meghatározni a célt, ami esetünkben a helyspecifikus öntözés

kialakítása. Talajszonda típusának megválasztása is fontos, hogy megfeleljen az adott célnak. Fontos a talajszonda mélységének meghatározása, ezt a mélységet a főnövény befolyásolja, ugyanis a szondát a gyökérzónában kell elhelyezni. A talajtípust is figyelembe kell venni, egy homokos talajon mélyebbre kell helyezni a szondát, mint egy agyagos talajon. A szondák eloszlásánál ügyelni kell arra, hogy a mérésekből származó adatok reprezentatívak legyenek a terület teljes részére. Ezért a szondákat próbáltam úgy elhelyezni, hogy domborzati és talajféleség különbségeket is figyelembe vettem. A tábla alsó felére 2 szondát helyeztem el, igazából a korábbi vizsgálatokból is az látszik, hogy a tábla ezen része viszonylag homogén. Ezért az egyes szondát a magasabb, a kettes szondát az alacsonyabb részre helyeztem. A harmas szonda a lineárok közös pontjára került. A négyes szonda a homokdomb utáni lejtőre került, az ötös pedig a homokdombra. A területemen megterveztem a talajszondák elhelyezésének helyét (33. ábra), ahol a terep magassági viszonyai és NDVI térképei mellett a talajféleségeket is figyelembe vettem, az így kialakított zónák mindegyike kapott 1-1 szondát, ezek alapján az öntözésvezérlést már össze lehetne állítani. Az optimális talajszonda elhelyezésével és a rendszeres karbantartással biztosítható, hogy a talajnedvesség monitorozása hatékony és megbízható legyen.



33. ábra Talajszonda elhelyezés tervezet (QGIS, saját)

Az öntözés szempontjából fontos adatok közé tartozik a talajhőmérséklet, ezért a nedvességmérők mellett érdemes hőmérséklet-jeladókat is elhelyezni a táblán. A fejlett öntözési rendszerekhez meteorológiai adatok pontos ismerete is elengedhetetlen. Az öntözési stratégia kialakításához szükséges a legfontosabb meteorológiai paraméterek gyűjtése, mint például a levegő hőmérséklete, páratartalom, napsugárzás intenzitása, csapadék mennyisége, szélirány és szélesség stb. Ezeket az adatokat vagy közeli meteorológiai szolgáltatótól szerezhetjük be, vagy saját meteorológiai állomással rögzíthetjük. Amennyiben a fejlesztés mellett döntünk telepítésre fog kerülni egy meteorológiai állomás is. Mivel a Kite Zrt-vel elég szoros az együttműködés és használjuk az ő álltaluk forgalmazott precíziós megoldásokat,

szoftvereket, így a meteorológiai állomásból is az általuk forgalmazott PrecMet állomást (34. ábra) használnánk. Az állomás önálló akkumulátoros és napelemes tápellátással rendelkezik így biztosított a folyamatos üzemelés az év minden napján. A mért adatokat GPRS adatkapcsolaton keresztül juttatja el a szerverig melyet, a PrecMet webes alkalmazással érhetünk el mind asztali, mind mobil eszközökről. Az állomás képes a következő információkkal szolgálni: csapadék, szélsébség- és szélirány, levegőhőmérséklet, páratartalom és légnyomás, globális sugárzás, levélnedvesség, talajhőmérséklet több mélységben, talajnedvesség több mélységben.



34. ábra PrecMet időjárás állomás (forrás: KITE Zrt.)

Az öntözési rendszerek, melyek helyspecifikus öntözésre alkalmas eszközökkel vannak felszerelve, egy teljeskörű számítógépes rendszert igényelnek. Az öntözés felügyelete és ellenőrzése valós idejű adatátvitellel történik, amely lehet rádiós, internetes vagy GSM-alapú, és precíz (2–3 cm) GPS-helymeghatározással rendelkezik. A körben járó (körforgó) és lineár öntözőberendezések vagy öntözőberendezés-csoportok vezérlése számítógépről, laptopról, tabletről vagy okostelefonról is lehetséges. Bár a helyspecifikus öntözés beruházási költségekkel jár, az öntözéses gazdálkodás számos előnnyel jár önmagában is, és az öntözéstechnika fejlesztése további előnyöket kínál. Kiemelendő a víz- és energiahatékonyság, a túlzott öntözés elkerülése, valamint az optimális állapot közelítése a teljes tábla szintjén, ami a terméshozamok, és gyakran a termésminőség növekedésével jár. A helyspecifikus öntözés technikai kialakítását érdemes tekinteni a gazdálkodás hatékonyságának növelő tényezőnek, amelynek alkalmazását alaposan megfontolhatjuk a gazdaságosabb és hatékonyabb öntözés érdekében.

6. Következtetések, javaslatok

A helyspecifikus öntözés technikai kialakítása biogazdálkodás esetében kiemelten nagy jelentőséggel bír. A vizsgált terület heterogenitása nagyfokú, a homokos talajfoltok jellemzőek. A talaj megismerése alapvető fontosságú, a szervesanyag tartalom helyspecifikus javítása későbbiekben további vizsgálatok tárgyát képezheti.

A talaj megismeréséhez szükséges zóna kialakítások esetében – amennyiben nem rendelkezünk hozam térképpel – a műholdas NDVI térképek, a magassági térképek képezhetik az alap adatokat. Kiemelném, hogy a saját megfigyelések rögzítése nélkül nem kaphatunk valid adatokat, ahogy dolgozatomban is látható a durum búza NDVI indexének hirtelen változását egy szélvihar okozta, nem talajtani tényező. Tapasztalatom szerint a zóna lehatárolási módok rendkívül változatosak a különféle szolgáltatók esetében, amelyből egyértelmű, hogy sok esetben nem megfelelő módon történik a zóna lehatárolás.

Öntözéses termesztés esetén az évjárat hatása másként érvényesül, mint hagyományos szántóföldi kultúrák esetében. Aszályos évjárat esetén a légköri aszály mértéke és növény párologtatási kapcsolatrendszer, csapadékos évjárat esetén a lehulló napi csapadék mennyisége, intenzitása és a talaj vízháztartási jellemzői dominálnak.

A talaj megismerése és a megfelelő mennyiségű öntözővíz kijuttatása környezeti és gazdasági szempontból egyaránt fontos. A heterogén talajok esetében fontos, hogy a zóna kialakítások jellemezzék a terület heterogenitását, hiszen csak így készíthető el a talajszondák telepítési helyét meghatározó térképi fedvény.

7. Összefoglalás

Precíziós gazdálkodás egyik alappillére a talajunk ismerte. Ez mi esetünkben sem történt másképp, a Kite Zrt jóvoltából készült a táblánkról egy átfogó talajvizsgálat. A talajvizsgálathoz készített zónatérkép, hozamtérképek és domborzati térképek hiányában, csak a 2018 óta készült NDVI felvételek, úgynevezett termőképességi felvételek alapján készült el. A mintavételezés ez alapján történt. Az eredményeket elemeztük, a konklúziókat levontuk.

A hosszútávú célunk a helyspecifikus öntözés kialakítása, ehhez további ismeretekre volt szükségünk a táblánkról. Készítettem egy új, menedzsment zóna térképet, ahol már nem csak a termőképességi felvételeket használtam fel. Domborzati térképet csináltam a traktorunk helyszög adatainak felhasználásával. A domborzati térkép, az NDVI felvételek, a google műholdképek és a több éves személyes tábla ismeretek (lineár közös terület, laposban időnként vízállás) alapján elkészült egy új zónatérkép a táblánkról.

Ezekután készült egy történelmi vizsgálat is a táblánkról, georeferálással egy 1960-as műholdképet illesztettem a jelen térképére. A vizsgálat eredménye, hogy területünk már akkor is termőterületként funkcionált, nem volt rajta semmilyen építmény, erdő stb.

Időjárás alakulása szempontjából is megvizsgáltam a területet és az trend látszik, hogy az átlaghőmérséklet nő, a csapadék mennyiség csökken.

A fentebb említett vizsgálatok mind arra mutatnak, hogy az öntözésnek nagy szerepe lesz, illetve már van a szántóföldi növénytermesztésben, ezért megvizsgáltam a meglévő center pivot lineárunk jövőbeli fejlesztési lehetőségeit. A műhold felvételeken jól látszik a tábla sarkainak, minden évben a vízhiánya, ezért berendezéseinket, Corner karos megoldással kell bővíteni.

Ezenkívül a táblánk heterogenitását figyelembe véve, a helyspecifikus, változtatható dózisu fejlesztések irányába is el kell indulni. Ennek első lépéseként már a 2023-as szezonban kihelyezésre került egyöntözésvezérlő berendezés, de a heterogén terület miatt további szenzorokra lesz szükségünk. Munkám során a rendelkezésre álló adatokat gyűjtöttem össze, talajvizsgálati eredmények, műholdas NDVI adatok, régi térképek, magassági adatok, saját megfigyelések formájában és elemeztem azokat, valamint a köztük lévő kapcsolatokat. Eredményeim alapján határoztam meg a talajszondák optimális telepítési helyét. Ezeknek a szenzoroknak az eredményeit kell, majd figyelembe vennünk a további beruházásokhoz. Ugyan a beruházás költséges és a megvalósítása sem egy egyszerű dolog, de a végeredmény egy gazdaságosabb és hatékonyabb öntözés lesz.

8. Köszönetnyilvánítás

Szakdolgozatom készítésében köszönetet szeretnék nyilvánítani belső konzulensemnek Dr. Ambrus Andreának, aki támogatott a dolgozatom elkészítése alatt, jobbnál-jobb ötletekkel látott el, és nem engedte el a kezem és segített a szakdolgozatom befejezésében. Köszönet a Kite Zrt kollégáinak, akik hozzájárultak a dolgozatomhoz. Nem utolsó sorban pedig a Családomnak szeretném megköszönni a rengeteg türelmet és annál több támogatást.

9. Irodalomjegyzék

- BLACKMORE, B. S. 1994: Precision Farming; An Introduction. Outlook on Agriculture,
- Csomor Zsolt: Öntözési módszerek hazánkban, <https://agraragazat.hu/hir/ontozesi-modszerek-hazankban/> Agrárágazat (2018. július)
- Daniel L. (1978): A csemege- és a pattogatni való kukorica termesztése. Mezőgazdasági kiadó, Budapest
- Dr. Fúzy József: Öntözőgépek és berendezések a gyakorlatban, agronapló. <https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2004/4/gepesites/ontozogepek-es-berendezesek-a-gyakorlatban> (2004. március)
- Dr. Patay István, Öntözés precíziósan, agrárium7, <https://agrarium7.hu/cikkek/644-ontozes-preciziosan> (2016. június)
- Dr. Patay István: Öntözéstechnika és öntözésminőség, <https://agrarium7.hu/cikkek/1272-csepegteto-es-mikroontozes> Agrárium (2015. június-július)
- HODOSSI S. (2004): Csemegekukorica. In: HODOSSI S., KOVÁCS A., TERBE I. (Szerk.) Zöldségtermesztés szabadföldön. Budapest, Mezőgazda Kiadó.
- JUHÁSZ, J. 2011. A mezőgazdaság jövőbeni vízhasználata. Hidrológiai Közlöny 91(5)
- László István, Csornai Gábor, Fekete István, Giachetta Roberto (2014): Távérzékelte felvételek elemzése, Eötvös Loránd Tudományegyetem Informatikai jegyzet, Budapest
- MENYHÉRT Z. (Szerk.) (1985): A kukoricatermesztés kézikönyve. Budapest, Mezőgazdasági Kiadó.
- Milics G., Péter I. V. (2017): A talajvizsgálatok szerepe a precíziós gazdálkodásban, agroforum <https://agroforum.hu/szakcikkek/talajmuveles/a-talajvizsgalatok-szerepe-a-precizios-gazdalkodasban/> (2017.dec)
- NAGY J. (2007): Kukoricatermesztés. Budapest, Akadémiai Kiadó.
- Orosz F. (2009): Termesztéstechnológiai elemek hatása a csemege kukorica koraiságára. Budapesti Corvinus Egyetem
- Szakál P., Schmidt R., Kalocsai R., Giczi Zs. (2006): A talajvizsgálati eredmények értelmezése, agronapló <https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2006/09/szantofold/a-talajvizsgalati-eredmenyek-ertelmezese> (2014.ápr)
- TAKÁCS, S., HELYES, L., BÍRÓ, T. & PÉK, Z. (2018a). Irrigation water saving method using precision technology. Budapest. PREGA Science 2018
- Tamás J. 2001: Precíziós mezőgazdaság. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó. Budapest

Internetes forrás:

http1 Ökológiai gazdálkodás <https://www.biokontroll.hu/>

http2 [1. Az öntözés és a talaj \(moe.hu\)](#)

http3 [VIZEK \(gov.hu\)](#)

http4 http://www.moe.hu/kepzes2017/6_felleti_ntzsi_md.html

http5 <https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2002/6/gepesites/az-ontozes-gepei-berendezesei>

http6 <https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2003/4/gepesites/a-gyakorlat-korszeru-ontozesi-modjai-gepei-es-berendezesei>

http7 <https://www.kite.hu/tudastar/szantofoldi-es-kerteszeti-kulturak-ontozese-talajfelszin-alatti-csepegteto-ontozes-sdi/194>

http8 <https://agrarium7.hu/cikkek/409-ontozesteknika-es-minoseg>

http9 <https://agrarium7.hu/cikkek/644-ontozes-preciziosan>

http10 <https://www.agrarunio.hu/hirek/gepesites/8012-ontozes-a-szantofoldon-a-fejlesztési-lehetosegei-es-hatasa-a-termesre-es-termesbiztonsagra>

http11 <https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2019/03/gepesites/terinformatika-es-a-taverzekeles-a-mezogazdasagban>

http12 <https://www.copernicus.eu/hu/kopernikus-program/infrastruktura/ismerje-meg-muholdjainkat>

http13 https://hu.wikipedia.org/wiki/Landsat_8

http14 https://www.meteoblue.com/hu/id%C5%91j%C3%A1r%C3%A1s/h%C3%A9tj%C3%A1szber%C3%A9ny_magyarorsz%C3%A1g_3050907

http15 <https://agrarium7.hu/cikkek/1446-ontozes-vri-technologiaval>

10. Táblázatok és ábrák jegyzéke

1. táblázat Talajmintavételi eredmények a vizsgált területen (Forrás: KITE Zrt.)	19
2. táblázat Fizikai talajféleség (Forrás: KITE Zrt.)	20
3. táblázat Általános kapcsolat a térfogattömeg és a gyökernövekedés között a talaj fizikai félesége alapján	20
4. táblázat Sótartalom növényre gyakorolt hatása	21
5. táblázat CaCO_3 %	21
6. táblázat Humusz %	22
7. táblázat Karbonátosság CaCO_3 %	22
8. táblázat Arany-féle kötöttség	22
9. táblázat kötöttség (K_A)	23
10. táblázat Tápanyag terv alapjául szolgáló minták	25
11. táblázat Tápanyag ellátottság és szükséglet (Forrás: saját)	26

1. ábra csemegekukorica	7
2. ábra csemegekukorica N,P,K felvétele	8
3. ábra Mintavételi zónák és bejárési útvonal (Forrás: KITE Zrt.)	17
4. ábra Mintavételi zónák (Forrás: KITE Zrt.)	17
5. ábra Leszúrási pontok (Forrás: KITE Zrt.)	18
6. ábra Talajvizsgálati eredmények zónabontás szerint (Forrás: KITE Zrt.)	25
7. ábra Vodár Lineár (forrás: saját)	28
8. ábra My John Deere magasságtérkép (forrás: My John Deere)	29
9. ábra Táblahatár (forrás: google satellite)	30
10. ábra Domborzati térkép (piros=alacsony. kék=magas) (forrás: QGIS, saját)	30
11. ábra Menedzsment Zóna térkép talajféleség és domborzat szerint (forrás: QGIS, saját)	31
12. ábra NDVI(2019) + zóna térkép	32
13. ábra NDVI(2020) + zóna térkép	32
14. ábra NDVI(2021) + zóna térkép	32
15. ábra NDVI(2022) + zóna térkép	32
16. ábra NDVI(2023) + zóna térkép (forrás: QGIS, saját)	32
17. ábra tábla georeferálása (forrás: Arcanum maps)	33
18. ábra Tábla georeferálása nagyítva (forrás: Arcanum maps)	33
19. ábra NDVI(2019. július 24) (forrás: QGIS, Sentinel)	34
20. ábra NDVI(2020. július 28) (forrás: QGIS, Sentinel)	34
21. ábra NDVI (2021. június 18) (forrás: QGIS, Sentinel)	35
22. ábra NDVI(2021. június 28.) (forrás: QGIS, Sentinel)	35
23. ábra NDVI(2022 július 23.) (forrás: QGIS, Sentinel)	36
24. ábra NDVI(2023) (forrás: QGIS, Sentinel)	36
25. ábra Éves hőmérséklet változás (forrás: meteoblue)	37
26. ábra Éves csapadékváltozás (forrás: meteoblue)	38
27. ábra A hőmérséklet és csapadék anomáliák (forrás: meteoblue)	38
28. ábra Corner karos lineár (forrás: saját)	39
29. ábra Tesztsonda pozíciója (forrás: saját)	41
30. ábra Csapadék alakulása a talajban (forrás: talajszonda, saját)	41
31. ábra Lehullott csapadék mennyisége (forrás: talajszonda, saját)	42
32. ábra Öntözött víz mennyisége (forrás: talajszonda, saját)	42
33. ábra Talajszonda elhelyezés tervezet (QGIS, saját)	43
34. ábra PrecMet időjárás állomás (forrás: KITE Zrt.)	44

11.Nyilatkozatok

NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió¹ nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: KOCCZA NORBERT
A Hallgató Neptun kódja: YLTAX4
A dolgozat címe: BIO Csemegekukorica termesztése precíziós módszerekkel
A megjelenés éve: 2023
A konzulens intézetének neve: Növénytermesztési -tudományok Intézete
A konzulens tanszékének a neve: Precíziós Gazdálkodási és Agrárgazdálkodási Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió² 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 mindenkori szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitóri rendszerébe. 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 könyvtári repozitóri rendszerében.

Kelt: 2023 év 11 hó 13 nap

Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

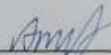
NYILATKOZAT

Koczka Norbert (Neptun azonosítója: YLTAX4) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*3}

Kelt: 2023. 11. 13.



belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.