

# **SZAKDOLGOZAT**

Annusné Benkóczy Klára  
Precíziós mezőgazdasági szakmérnök

MATE Gödöllő  
2023.



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

## **Döntéstámogatói rendszer az öntözésben**

**Belső konzulens: Dr. Szegi Tamás András,**  
Tanszékvezető helyettes

**Külső konzulens: Dr. Riczu Péter,**  
Digitális mezőgazdasági projektmenedzser

**Készítette: Annusné Benkóczy Klára**  
z4bdna  
Precíziós mezőgazdasági szakmérnök (levelező)

Intézet: Környezettudományi Intézet

Gödöllő

2023.

## Tartalomjegyzék:

<b>1. Bevezetés és célkitűzés</b> .....	4
<b>2. Szakirodalom</b> .....	5
2.1. Térinformatika (GIS).....	5
2.1.1. Térinformatika a mezőgazdaságban.....	6
2.2. Műhold felvételek a mezőgazdaságban.....	6
2.2.1. Landsat .....	6
2.2.2. Sentinel.....	7
2.3. Öntözés szántóföldi körülmények között.....	7
2.3.1. Öntözési technológiák .....	10
2.3.1.1. Felületi öntözési mód .....	11
2.3.1.2. Esőszerű öntözési mód .....	11
2.3.1.2.1. Öntöződob .....	12
2.3.1.2.2. Lineár és centrál pivot .....	12
2.3.1.3. Felszín alatti (altalaj) öntözési mód.....	13
2.3.1.3.1. Felszín alatti csepegtető.....	13
2.3.1.4. Mikroöntözési mód .....	14
2.4. Öntözés jogi követelményei.....	15
2.4.1. Környezetvédelmi szakhatósági követelmények az öntözésnél .....	15
2.4.2. 90/2008 fvm öntözési .....	16
2.5. Precíziós öntözés napjainkban .....	20
2.5.1. VRI a szántóföldön.....	20
2.6. Meteorológiai állomások a szántóföldön .....	22
<b>3. A vizsgálatok módszerei</b> .....	26
3.1. Tábla bemutatása.....	26
<b>4. Eredmények és értékelésük</b> .....	40
4.2. Tiszaszőlős csapadék mennyisége 2020-tól napjainkig .....	45
4.3. NDVI felvételek 2017-től a Köhér nevezetű tábláról .....	48
4.4. Öntözőberendezés .....	52
<b>5. Következtetések és javaslatok</b> .....	53
<b>6. Összefoglalás</b> .....	54
<b>7. Köszönetnyilvánítás</b> .....	56
<b>8. Irodalomjegyzék</b> .....	57

## 1. Bevezetés és célkitűzés

Magyarországon történő gazdálkodás 2022-es adatok szerint mezőgazdasági terület 5 811 000 hektár, amiből körülbelül kevesebb mint 200 000 hektáron történik jelenleg öntözés. Ez a kis százalékban történő megvalósulás azért is következett be, mert sok helyen nincs lehetőség rá vagy nincs kialakítva a vízkivételre alkalmas hely, túl nagy anyagi költséggel jár/járna a beruházás, esetlegesen nem tudnak eleget tenni a törvényi kitételeknek. Azon gazdaságok, ahol kialakításra kerültek a különböző öntözésre alkalmas eszközök, ott tapasztalat vagy szakmai irodalom ajánlásával juttatják ki a kívánt mennyiségű vizet. A talajok érdekében mikor az időjárási anomáliák ilyen gyakran következnek be és egyre magasabb az aszályos napok száma törekedni kell a vízmegtartó művelésre és a régi szemléleteket el kell felejteni. Ahol nincs lehetőség öntözésre, ott törekedni kell az olyan technológiák bevezetésére, ahol a talajainknak segítünk a vízmegtartó képességének növelésére. Ilyen lehet a szármaradvány borítás, ami segítségével rendkívül jó párolgáscsökkentő réteget lehet kialakítani. Törekedni kell a forgatás nélküli művelésre, hogy a talajélet újra megjelenjen a termőrétegekbe. Magyarország humusztartalma országos szinten 3-5% ami rendkívül alacsonynak számít. Ahhoz, hogy megfelelően tudjunk öntözni és az adott kultúra jól tudja hasznosítani a számára kijuttatott vízmennyiséget, először a táblák ismerete fontos, mivel egy táblán belül is nagyon változatos az aranykötöttségi szint és egyéb paraméterek is. Törekedni kell a talajok megfelelő tápanyag utánpótlására és nem pedig a kizsigerelésére különböző savanyító hatású műtrágyákkal. Egy aszályos évben nagyon gyorsan megmutatkozik, melyik gazda tudta megőrizni a talajban a vizet és melyik nem.

Az unió meghatározott egy víz-keretirányelvet, amely valamennyi felszín alatti víztest esetében célul tűzte ki, hogy a jó mennyiségi állapotot 2015-ig, illetve indokolt kivétel esetén legkésőbb 2027 ig kell elérni. Ez azt jelenti, hogy a vízkivételek nem csökkenthetik a felszín alatti víz szintjét olyan mértékben, hogy az a víz állapotának romlásához vagy jó állapotának el neméréséhez vezessen.

Szakedolgozatom témája a KITE Zrt. által kifejlesztett öntözésirányítási rendszer bemutatása. Ez a döntéstámogató rendszer többféle öntöző rendszerhez alkalmas. Jelenleg az Urbán és Urbán Mg. cégcsoport egy tábláján fogom levezetni az előkészületeket, majd egy demo táblán prezentálom a 2023. tavaszán debütált rendszert. Az említett gazdaságban idén kerül beállításra a platformon a Kőhér nevezetű táblájukon az öntözési szaktanácsadás.

## 2. Szakirodalom

### 2.1. Térinformatika (GIS)

Az első működőképes GIS szoftvert a 60-as évek végére Kanadában dolgozták ki (Canadian Georaphic Information System) azzal a céllal, hogy segítségével optimalizálják a fakitermelés és szállítás tervezését. ([http1](#))

A térinformatika a térbeli információk elméletével és feldolgozásuk gyakorlati kérdéseivel foglalkozó tudomány. ([http2](#)) A Földrajzi Információs Rendszer (FIR) angolul Geographical Information System (GIS) a térinformatikai döntéstámogatás igen hatékony eszköze mely térképi leíró adatbázisból, továbbá olyan technológiákból és eljárásokból áll melynek az adatok gyűjtésére, aktualizálására, megjelenítésére, keresésre, térbeli elrendezésekre és modellezésekre szolgál. Sok gazdaság és hozzá értő térinformatikusok kedvenc eszköze, mivel egyetlen rendszerbe tudják integrálni a térbeli és a leíró információkat is így alkalmas keretet biztosít a földrajzi adatok elemzésére. Segítséget nyújt a térképek és egyéb térbeli adatok bedigitalizálására és így lehetőség nyílik az adatokat új perspektívából való elemzésre és megértésre.

A térinformatikai rendszer segítségével négy különböző kérdésre tudunk választ kapni. Ezek pedig a:

- Helyzeti kérdések:

Hol van valami? Mi van valahol?

- Trend kérdések:

Mi változott egy bizonyos idő óta?

- Mintára vonatkozó kérdések:

Megkeresi azokat a helyeket, amelyek megfelelnek vagy nem egy bizonyos mintának vagy feltételnek

- Modellezés:

Mi van akkor, ha...?

### 2.1.1. Térinformatika a mezőgazdaságban

A mezőgazdaságban számtalan helyen jelenik meg a térinformatika szerepe, hisz talajtani szempontból és időben is változások sokaságát kívánja megjeleníteni a gazda, majd ezeknek az adatoknak a rendszerezése és azonos fájlformátumba hozása után tudja a gazdaságáról az információkat megjeleníteni. Mai világban mindenhol rengeteg adat keletkezik, amit csak gyűjt és gyűjt az ember, de sokan ezeket az adatokat nem tudják megfelelően úgy összedolgozni, hogy számára értékes és szemmel látható információt hozzon létre. A talajművelésben a térinformatika ott kap jelentős szerepet, amikor a meglévő talajtani és egyéb környezeti információkat, amiket felvételezéssel és/vagy távérzékelési módszerekkel gyűjtöttünk térbeli objektumra akarunk kiterjeszteni. Így a térinformatika segítségével úgynevezett gazdálkodási egységeket tudunk lehatárolni, azaz management zónákat. Közel homogénnek tekinthető talajművelés szempontjából, ami fontos, ahhoz, hogy megfelelően művelhessük talajunkat. (http3)

### 2.2. Műhold felvételek a mezőgazdaságban

A távérzékelés legfontosabb mezőgazdasági célú alkalmazásai a terménybecslésben és a precíziós gazdálkodásban vannak.

A precíziós mezőgazdaság lényege a területi változatossághoz igazodó növénytermesztés és növényvédelem. Például a talajok termőképessége, a gyomok és kártevők elterjedése kis területen belül is nagy változatosságot mutathat. Ezért nem célszerű a nagy táblákat egységesen kezelni, hanem olcsóbb és hatékonyabb a trágyázást, öntözést, permetezést célzottan a szükséges területre irányítani. Ebben és sok másban is segítséget nyújt a műholdas távérzékelés. A tápanyag hiány, a túltrágyázás és a gyomok, kártevők megjelenése a haszonnövény életlehetőségeit rontja, így az károsodik (vagy legalább is a fejlődésben elmarad), ami a spektrális tulajdonságainak (fényvisszaverő képességének) változásával jár együtt. Ez alapján pedig a károsodott növényzet (táblarészlet) az egészségestől műholdképen is elkülöníthető. (http4)

#### 2.2.1. Landsat

Az Amerikai Landsat műholdcsaládban 1972-ben állították pályára az első műholdat. A jelenlegi tudásom és utána járásom szerint a 9. műhold a legújabb és ezen kívül még 8 üzemel. A hagyományosan használt TM (Thematic Mapper), illetve ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus) szenzorokat, illetve a Landsat 8-as műholdon (Landsat Data Continuity Mission

– LDCM) működő OLI (Operational Land Imager) szenzort úgy tervezték, hogy kiemelten alkalmasak legyenek a növényzet felmérésére – pl. a mezőgazdasági és erdészeti alkalmazásokban –, illetve ehhez részben kapcsolódva a talajok, illetve a kőzetek megfigyelésére. A rögzített földfelszíni pályáknak köszönhetően az áthaladások jól tervezhetők. (László István et.al. 2014) A Landsat 9-et Kaliforniából lötték fel, ami azért hivatott, hogy biztosítsa a megfigyeléseket a klímaváltozás során.

### 2.2.2. Sentinel

A Sentinel műholdak az Európai Bizottság és az Európai Űrügynökség (European Space Agency – ESA) Copernicus programjának keretében működnek. A program az űrszegmensből, a földi szegmensből és a felhasználói szegmensből áll. Célja a környezet megfigyelése, a klímaváltozás hatásainak felmérése és a polgári biztonság fenntartása. A Sentinel műholdak adatai nyíltak, szabadon, költségtérítés nélkül hozzáférhetők. A Sentinel-1 sorozat radarszenzorokat hordoz. A Sentinel-2 sorozat nagy felbontású multispektrális optikai szenzorral (Multispectral Instrument – MSI) van felszerelve, első tagját 2015-ben, a másodikat 2017-ben állították pályára. A Sentinel-3 sorozat célja az óceánok és a szárazföldi, illetve jégfelszínek közepes felbontású, közel valós-idejű monitorozása. Térbeli felbontása 10m míg a területi lefedése 290 km széles sáv. (László István et.al. 2014)

### 2.3. Öntözés szántóföldi körülmények között

Az öntözés eddig a kukorica kultúrájánál volt a legelterjedtebb. Napjainkban már nem idegen se a kalászos se a napraforgó öntözése. Sok gazdálkodó a termésbiztonság érdekében öntözéssel segít rá az adott kultúrára így megalapozva a biztos termést.

Ennek a technológiának a kivitelezése egy összetett folyamat. Fontos egy előzetes egyeztetés a vízüggyel, hatástanulmány elvégzése és egyéb engedélyeztetések. Csak az a kultúra tudja meghálálni termés többlettel a megfelelő időben kapott vízmennyiséget, ha az a talaj szempontjából megfelelően elő van készítve. Ügyelni kell a talajaink tápanyag ellátottsági szintjére és a megfelelő művelésére, hogy a növény optimálisan tudja hasznosítani a mesterségesen odaadott vízmennyiséget. Az öntözési rend (irrigation scheduling) a víznorma és az öntözési forduló meghatározását jelenti, mely termőtájanként, növényenként, talajtípusonként, öntözőgépenként változik.

Kialakításának célja a vizet olyan gyakorisággal és mennyiségben kijuttatni, hogy a növények terméscsökkenése, minőségromlása megelőzhető legyen. Tervezése nem hagyatkozhat a termelő érzékszervi megállapításaira vagy több éves rutinra. Az öntözés időpontjának és a víz mennyiségének megállapításához mérések, számítások végzése szükséges.

A növénytermesztési tér vízforgalmát jellemző fogalmak:

- Az evaporáció a szabad talajfelszín párolgása, mely függ a hőmérséklettől, a levegő mozgásától és páratartalmától, fizikai folyamat.
  
- A transzspiráció a növény párologtatása mely szintén függ a fenti tényezőktől, de a változása azokkal nem lineáris, mivel a növény légzőnyílásai segítségével szabályozza saját vízleadását. Folyamatait nemcsak a légköri, hanem biológiai tényezők, valamint a talaj jellemzői is jelentősen befolyásolják. A transzspiráció mérése szántóföldi körülmények között igen nehézkes, ezért a növény vízleadását a hasonló körülmények közötti evaporáció megállapítása és növényenkénti módosító tényező alkalmazásával próbálják meghatározni.
  
- Az evapotranszspiráció (ET; mm/nap) a növényállomány párologtatása, egyenlő azzal a vízmennyiséggel, amely pára formájában hagyja el a növénytermesztési teret. Az ET értéke magában foglalja a teljes, legalább 1 ha nagyságú növényállomány vízfogyasztását, amennyiben a növények fejlődése, növekedése nem korlátozott a nem kielégítő vízellátás (többlet vagy hiány) miatt, az állomány egészséges és elegendő tápanyag áll rendelkezésre. Amennyiben a növények teljesen takarják a felszínt, úgy a talaj párolgása összevetve a növényzettel elhanyagolható, értéke 5% alatti. A kijuttatandó öntözővíz mennyisége az utóbbi esetben egyenlőnek vehető a transzspiráció, a növények párologtatási értékével.

Magyarország a kontinentális éghajlati zónába tartozik, melynek jellege az utóbbi időszakban erősödött. Ez a hőmérsékleti szélsőségekben, a „kis” esők számának, a csapadék mennyiségének tenyészidőszakon kívüli növekedésével jellemezhető.



A légköri szárazság - a levegő relatív nedvességtartalma 30 százalékra, vagy ez alá süllyed - leggyakrabban júliusban és augusztusban tapasztalható, évente átlagosan 10-15 alkalommal fordul elő, naponkénti tartama 3-5 óra és többnyire 2-5 napig tart.

A növénytermesztési tér vízpótlásához kapcsolódó öntözési szakkifejezések:

Öntözővíz szükséglet: a növény vízigénye az öntözési idényben a kívánt gazdasági cél eléréséhez a természetes csapadékon felül (mm, m<sup>3</sup>/ha).

Öntözővíz adag: a növény vízigénye az öntözési fordulóban a kívánt gazdasági cél eléréséhez a természetes csapadékon felül (mm, m<sup>3</sup>/ha).

Öntözési forduló: az adott szakasz öntözésének kezdetétől a következő öntözés kezdetéig számított, vagy eltelt időszak hossza (nap).

Számítása:

$$\text{Öntözési forduló} = \frac{\text{öntözővíz adag (mm)}}{\text{ET (mm/nap)}} \text{ (nap)}$$

*1. ábra Öntözési forduló*

Öntözési idő: az öntözési norma kijuttatásához szükséges időtartam (óra).

Számítása:

$$\text{Öntözési idő} = \frac{\text{öntözővíz adag (mm)}}{\text{intenzitás (mm/óra)}} \text{ (óra)}$$

*2. ábra Öntözési idő*

Intenzitás: adott területre időegység alatt kijuttatott víz mennyisége (mm/óra). Öntözési norma: az adott öntözési szakaszban egy alkalommal kijuttatott víz mennyisége, mely tartalmazza a veszteségeket (pl.: párolgás) is (mm, m<sup>3</sup>/ha).

Idény norma: a növény vízigényének kielégítéséhez szükséges vízmennyiség az öntözési idényben, mely tartalmazza a veszteségeket (mm, m<sup>3</sup>/ha).

Az öntözés időpontja az időjárási viszonyoktól (napsugárzás tartama, a levegő hőmérséklete, relatív páratartalma, a szél sebessége, csapadék mennyisége), a talajban rendelkezésre álló víz mennyiségétől és a növény igényétől függ. A szemiárid (félszáraz) és szubhumid (félnedves) klímán viszonylag gyakori a csapadék az öntözési idény során, melyet számításba kell vennünk. Az 5 mm alatti egyszeri csapadék érdemben nem befolyásolja a talaj víztartalmát.

A szántóföldi kísérletek azt mutatják, hogy a különböző növények nedvességoptimuma eltérő. Ez azt jelenti, hogy a maximális szárazanyagot eltérő víztartalom esetén tudják termelni. Amennyiben ismert ez a pont (nedvességigény; NI), akkor ez alá nem szabad a víztartalomnak csökkennie. A legtöbb esetben a DV 50%-ban adják meg ezt az értéket. (http5)

Kukorica esetében az öntözés nem csak növeli a termést, hanem lehetőséget biztosít a termésszint tartására is. A kukorica elég gazdaságosan használja fel a talajok vízkészletét, mégis a vízigényes növényekhez tartozik, mivel átlagos körülmények között 1 kg szárazanyag előállításához 300-400 kg vizet párologtat el. Ezért az öntözést mindig a talaj nedvességtartalmához és a növény fejlődéséhez kell igazítanunk. Általában háromszor öntözzük a kukoricát: először a címerhányás előtt, június végén-július elején; másodszor a nővirág megjelenésekor, július közepén-második felén; harmadszor a szemképződés kezdetén, augusztus elején. Az öntözővíz mennyiség, az alkalmazandó víznorma a talajok víztartalmától és az öntözési módtól függ. Általános irányelv a talajok 35-40 cm mélységig való beáztatása. Ez esőszerű öntözésnél 40-70 mm körüli öntözővíz. (Borsos János et al. 1994)

### 2.3.1. Öntözési technológiák

A szükséges vízmennyiséget az öntözés módja, a talaj nedvességtartalma és a növényzet vízigénye határozza meg. Öntözéssel egyéb feladatok is megoldhatók, mint a fagyvédelem, a kelesztés, a minőségjavítás és a tápanyagpótlás. Többféle öntözési módot különböztethetünk meg (öntözési módon azt értjük, hogy a vizet az öntözőtáblán milyen eljárással osztjuk szét, hogyan juttatjuk a talajra, illetve 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
- mikroöntözési mód

Az öntözési módok bármelyikénél a következő feladatokat kell megoldani: az öntözővíz beszerzése (ásott és fúrt kutakból, folyóvizekből, nagyobb öntözőrendszerek csatornáiból, különböző víztározókból), az öntözővíz szállítása (szivattyúkkal vagy a terület lejtését kihasználva csatornák segítségével), a víz szétosztása (állandó és ideiglenes csatokkal, beépített és hordozható csővezetékekkel, tömlőkkel), a víz adagolása (különböző méretű kalitkák, öntözőbarázdák és a szórófejek). (http6)

#### 2.3.1.1. Felületi öntözési mód

A felületi öntözési módszerekkel a vizet a talaj felületén vezetve juttatjuk el a növényekhez. A víz mozgása alapján megkülönböztetünk összefüggő vízrétegben történő elosztást, mikor a víz a talajban függőlegesen mozog, és barázdában történő elosztást, mikor a víz a potenciálkülönbségtől mozogva főként oldalirányba mozog. Az első esetben árasztásról és csörgedeztetésről, a másodikban barázdás öntözésről beszélünk.

Az öntözést úgy kell végrehajtani, hogy a víz ne folyjék el a tábláról és ne szivároгjon a talaj mélyebb rétegeibe. A felületi öntözés alkalmazásában elsődleges a talaj felülete. Árasztó öntözés esetén a talaj legyen vízszintes, csörgedeztető és barázdás kijuttatásnál egyenletes esésű. Ahol a talajfelszín nem felel meg, ott tereprendezést kell végrehajtani, ennek során a felszín vízszintessé vagy esésben alakítják ki, az esés lehet egy- vagy kétirányú. Csörgedeztető öntözés esetén a mikrodomborzati szintkülönbséget talajgyengetéssel szüntessük meg.

A talaj jellemzői fontos szerepet játszanak a felületi öntözés folyamatában. Befolyásolják az adagolás intenzitását, az alkalmazható víz mennyiségét, az öntözés során benedvesedett mélységet.

A kiöntözendő vízmennyiség a felületi öntözés esetén meglehetősen kötött. A kiadható alsó érték meghatározott, mely függ:

- a felszín alakulásától,
- a talaj tulajdonságaitól,
- a talajmunka minőségétől.

(http7)

#### 2.3.1.2. Esőszerű öntözési mód

Ez az öntözési mód széleskörűen elterjedt műszaki megoldás, a víz kijuttatása hasonló a természetes eső hullásához. Népszerűsége következtében rendkívül változatosak a kijuttató elemek, az öntözőtelep műszaki megoldásai.

Az 1800-as évek végén fejlesztették ki az első szórófejet és az erőgépek terjedésével fokozatosan teret hódított a felületi öntözéstől. Napjainkban további bővülését a csepegtető öntözési mód terjedése korlátozza. Az esőszerű öntözés a zárt csővezetékben, nyomás alatt vezetett vizet szórófejekkel porlasztja szét és azt a növény lombozata alá, vagy fölé juttatja. Az öntözőtelep nyomásközpontból, fő- és osztóvezetékéből, elzáró és egyéb szelepekből, szórófejekből áll. A szórófej lehet állandó telepítésű, vagy öntözés közben mozgó. Az öntözött szántóföldek nagyobb részén ezt az öntözési megoldást alkalmazzák. (http8)

#### 2.3.1.2.1. Öntöződob

A csévélhető dobos (tömlős) öntözőberendezéseknek azokat a gépeket nevezzük, amelyek az öntözést a szórófej folyamatos mozgása (vontatás, csévélés) közben végzik. Ezek a berendezések egyaránt alkalmasak az alacsony és magas növényi kultúrák esőztető öntözésére a jó minőségű, egyenletes, szabályozható vízborításra. A csévélhető tömlős öntözőberendezések népszerűséget azzal lehet magyarázni, hogy azokat bárhol lehet alkalmazni, ahol öntözni lehet, áttelepítésük könnyen, gyorsan megvalósítható, üzemeltetésük egyszerű, az üzembe helyezés és a szükséges gépbeállítások után – az üzemeltetés során – csak felügyeletet igényelnek, csoportos üzemeltetés esetén egy kezelő több berendezés felügyeletét is elláthatja, és nem utolsósorban beruházási igényük – más lineár berendezésekhez képest – jelentősen kisebb. (http9)

#### 2.3.1.2.2. Lineár és centrál pivot

A lineár és center pivot öntözőberendezések, mint járva üzemelő, illetve körben járó (körforgó) rendszerek a korszerű nagyüzemi öntözés vezérgépei is eső szerű (néhány esetben barázdás felületi) öntözést végeznek. A center pivot rendszer kötőtpályás berendezés, mint rögzített középpont körül körbejárva végzi az öntözést. A lineár öntözőberendezések állandó helyre telepítve, csőre merőleges irányban juttatják ki az öntözővizet. Hajtásuk (mozgatásuk) központi áramfejlesztőről táplált villamos motorokkal történik.

A különböző berendezések rendeltetésszerű alkalmazására az adott tábláknak megfelelően, öntözésre berendezett területeken kerülhet sor. A berendezések telepítéséhez sík, felszíni akadályoktól mentes táblák szükségesek. Az öntözőrendszerek nagy választéka, több hosszúsági és csőátmérőbeli változatot kínál, igazodva azok telepítési lehetőségeihez. A berendezések hidrásokról, illetve csatornából végzik az öntöző víz kiemelését. Az öntözőberendezések járótagokkal alátámasztott csővezetékéből állnak, végükön konzolokkal kiegészítve. A támaszközökön belüli csőszakaszok önálló szerkezeti egységnek tekinthetők. A

központban merev csatlakozással hídszerűen kialakított támaszközhöz – a további – flexibilis csatlakozású támaszközhöz igazodnak. A gépegységek központi járótagján található meg a hajtó dízelmotor, a szivattyú, a tápfeszültséget szolgáltatató áramfejlesztő és az automatikus rendszer központi vezérlő elemei. A korszerű, fejlett műszaki színvonalat képviselő öntözőberendezések, az öntözési minőségi növénytermesztésben eredményesen alkalmazhatók, a gazdálkodás termelékenységét és biztonságát fokozzák. (Füzy József, 2004)

#### 2.3.1.3. Felszín alatti (altalaj) öntözési mód

A felszín alatti öntözés (altalajöntözés) esetében az öntözővíz a talaj felszíne alatt, a művelés által nem érintett talajrétegben, az ott elhelyezett csövekben mozog és oszlik szét, s alulról áztatja a termőréteget. Előnye, hogy nem akadályozza a felszíni művelést és párolgási vesztesége minimális, azonban beépítési költsége magas és a víz útja nehezen követhető. (Csomor Zsolt, 2018)

##### 2.3.1.3.1. Felszín alatti csepegtető

Földfelszín alatti csepegtető öntözés egyre gyakoribb hazánkban, ami így biztosítja a tenyészidőben a kultúra számára a megfelelő mennyiségű vízhozáférhetőséget. Ez a rendszer a gyökérzónához juttatja a vizet és akár ezzel együtt hozzá tudja adni a megfelelő tápanyagot is. A párolgási veszteség elhanyagolható, a leszivárgás is minimális veszteséget jelent, a kijuttatott vízmennyiség teljes egészében a növény igényeinek kielégítésére fordítódik. A rendszert a talajfelszín alá, jellemzően 30-35 cm mélységbe telepítjük, az egyes sorok egymáshoz mért távolsága 1,5 m (kukorica esetén – két kukoricacsorv), úgy elhelyezve, hogy a cső sorközbe essen. A csepegtetőelemek minden esetben nyomás kompenzáltak, azaz egy jól megtervezett rendszerrel a teljes sorhosszon közel azonos vízmennyiség jut ki méterenként. A központ talán legfontosabb eleme a szűrőrendszer, e nélkül a mikroöntözés nem üzemeltethető! Ezek is jellemzően automata működésű eszközök. Vízforrás függvényében alkalmazunk kőzet- vagy lamellás szűrőket, hálós szűrőket, esetleg homokleválasztókat az öntözőrendszer igényeihez méretezve. A szűrőrendszer mindig a tápoldatozó után található, hogy az esetleges kicsapódásokat melyek a tápoldat bekeverésekor keletkezhetnek, megsűrje. Ha az öntözővíz oldott sótartalma vagy vastartalma magas, ezek kicsapódására, oxidálására átmeneti tározó létesítése is indokolt lehet, ez elsősorban fűt kútból történő vízellátásnál szokott jelentkezni. (http10)

#### 2.3.1.4. Mikroöntözési mód

A mikroöntözési mód gyűjtőfogalom, a fogalomkörbe tartozó módszerek közös jellemzője, hogy az öntözővíz kis nyomáson (maximum 2–3 bar), a kiadagoló elemek kis térfogatárama (maximum 500 liter/óra) mellett jut a célfelületre, a növények légterébe és/vagy a talajba. A mikroöntöző berendezések egyszeri öntözésre kis vízádaggal dolgoznak, ezért általában gyakori, akár naponta többszöri öntözés is szükséges lehet. Ez az elvárás akkor teljesíthető, ha a mikroöntöző rendszer stabil kialakítású, áttelepítése a vegetációs időn belül nem lehetséges, illetve nem célszerű. A mikroöntözést megvalósító eljárások két nagy csoportba sorolhatók: a csepegtető és a mikroszórófejes öntözési eljárások csoportjába. Mindkét kategórián belül számos változat alakult ki az eltérő öntözési igényeknek megfelelően. A csepegtető öntözés azt jelenti, hogy az öntözővíz kis adagban, cseppenként jut a talajra, majd onnan beszivároghat a növényzónába. (Patay István, 2018)

## 2.4. Öntözés jogi követelményei

147/2010. (IV. 29.) Korm. rendelet a vizek hasznosítását, védelmét és kártételeinek elhárítását szolgáló tevékenységekre és létesítményekre vonatkozó általános szabályokról. A rendelet hatálya 1. § E rendelet hatálya kiterjed

a) a vizek hasznosítását, védelmét és kártételeinek elhárítását szolgáló munkák, művek és létesítmények műszaki tervezésére, rendeltetésszerű és biztonságos kialakítására, használatára, fenntartására és üzemeltetésére,

b) a vízgazdálkodási és vízrajzi észlelési célokat szolgáló technológiai berendezések műszaki tervezésére, kivitelezésére és üzemeltetésére, és

c) a vízgazdálkodási tárgyú, valamint vízilétesítmények megvalósítását magukban foglaló beruházások döntési eljárására.

2. § Értelmező rendelkezések 24. öntözés: a természetes csapadék mesterséges pótlása érdekében, a vízügyi hatóság által engedélyezett mező- vagy erdőgazdasági művelés alatt álló területen történő vagy a jogszabály alapján öntözhető gyepterület fenntartását biztosító vízhasználat. ([http11](http://11))

### 2.4.1. Környezetvédelmi szakhatósági követelmények az öntözésnél

Környezeti hatás feltételezése vagy küszöbértéket meghaladó tevékenység esetén előzetes vizsgálati dokumentációt kell benyújtani az illetékes környezetvédelmi és természetvédelmi hatóság felé, ha pedig megállapítást nyer a jelentős hatás, abban az esetben környezeti hatásvizsgálati dokumentációt kell külön eljárásban benyújtani és lefolytatni.

Az öntözés megvalósítása vízjogi engedélyköteles tevékenység, amelyben számos hatóság, különböző követelményrendszernek való megfeleltetéssel vesz részt. Ilyen a megyei kormányhivatalok alatt osztályként működő környezetvédelmi és természetvédelmi hatóság. Az öntözés esetében a 314/2005. (XII. 25.) Korm. rendelet mellékletében lévő adatlap szerint kell megvizsgálni a feltételezett környezeti hatások jelentőségét. Környezeti hatás feltételezése vagy küszöbértéket meghaladó tevékenység esetén előzetes vizsgálati dokumentációt (EVD) kell benyújtani az illetékes környezetvédelmi és természetvédelmi hatóság felé, ha pedig megállapítást nyer a jelentős hatás, abban az esetben környezeti hatásvizsgálati dokumentációt (KHV) kell külön eljárásban benyújtani és lefolytatni. ([http12](http://12))

#### 2.4.2. 90/2008 fvm öntözés

Az öntözőtelep létesítésekor a vízhasználónak - a vízhasználat adatain, a vízilétesítmény műszaki paraméterein, a helyszínrajzok rendelkezésre állásán túl - mellékelnie kell a talajvédelmi terveket az engedélyezési dokumentációhoz. Az egynyári öntözésre szóló vízjogi üzemeltetési engedélyezési eljáráshoz elegendő az egyszerűsített talajvédelmi terv.

A termőföld igénybevételével járó vagy arra hatást gyakorló beruházásokkal és tevékenységekkel kapcsolatos talajvédelmi követelmények meghatározásához talajvédelmi terv készítése szükséges, amelybe az öntözés is beletartozik. Fontos, hogy valamennyi tervtípus készítésénél betartandó követelmény, hogy a talaj állapotától függően javaslatot kell tenni mélylazításra. A mélylazítás különösen indokolt tömődött, kötött, rossz vízgazdálkodású talajokon, a talajok mélyebb szintjeiben a vízáteresztést, növényfejlődést gátló rétegek (mészköpad, glej, összecementált kavics stb.) előfordulása esetén, a termőföldön végzett földmunkákat és többéves öntözést követően, lágyszárú évelő kultúrák felszámolása vagy felújítása során, továbbá a talaj erózió elleni védelme érdekében. Az öntözés talajra és talajvízre gyakorolt hatását 5 évenként kell ellenőrizni, vízjogi üzemeltetési engedély azonban akár 20 évre is kiadható a talajvédelmi hatóság által előírt felülvizsgálatok mellett. (http13)

Helyszíni talajmintavétel szabályai:

Eltérő talajfoltonként, de legalább 10 hektáronként talajszelvényt kell feltárni. A talajszelvény genetikai szintjeiből, vagy rétegeiből mintát kell venni. 2 méter mélységen belül, a külön jogszabály szerinti nitrátérzékeny területen 5 méteren belül meg kell határozni a talajvíz mélységét és az elérhető talajvízből mintát kell venni. Csepegtető öntözés kivételével az eltérő fizikai, vízgazdálkodási tulajdonságokkal rendelkező talajfoltokon kijelölt úgynevezett „jellemző talajszelvényből” (legfeljebb 50 hektáronként, de legalább 1 szelvényből) bolygatatlan talajmintát kell gyűjteni.

Helyszíni vizsgálatok:

- csepegtető öntözés kivételével a talaj víznyelő és vízvezető képességének meghatározása,
- a talajvízszint átlagos mélységének meghatározása,
- vízrendezettségi állapot felmérése,
- talajellenállás mérése indokolt esetben.

Laboratóriumi vizsgálatok:



a) talajminták laboratóriumi vizsgálata:

aa) minden esetben vizsgálandó az összes mintából:

- kémhatás pH(H<sub>2</sub>O),
- kötöttségi szám (KA),
- humusztartalom (%),
- összes karbonát-tartalom (CaCO<sub>3</sub> %) vagy hidrolitos aciditás (y<sub>1</sub>),
- vízben oldott összes só,

ab) jellemző szelvényekből vizsgálandó paraméterek:

- mechanikai összetétel,
- térfogattömeg,
- pF sor

ac) szakmailag indokolt esetben vizsgálandó

- vizes kivonat,
- báziscsere-vizsgálat,
- talajvízvizsgálat,
- morzsa-vízállékonyság a szántott rétegből,

ad) számítással meghatározott paraméterek (kivéve csepegtető öntözés esetén):

- összporozitás,
  - differenciált porozitás,
  - levegő kapacitás,
  - relatív levegő tartalom,
  - víz-levegő arány,
  - sómaximum mélysége (indokolt esetben),
- vízháztartási mérleg,

- kritikus talajvízszint meghatározása (indokolt esetben),

- sóforgalmi számítások (indokolt esetben);

b) öntözővíz, talajvíz laboratóriumi vizsgálata:

az öntözővíz minőségét az alábbi jellemzők és paraméterek alapján kell meghatározni:

ba) fizikai jellemzők:

- hőmérséklet, szín, szag, hordalékosság,

- vezetőképesség,

bb) kémiai paraméterek:

- kationok:  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ;

- anionok:  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ , Bór,

bc) számított paraméterek:

- nátriumadszorpciós arány (SAR érték),

- szikesedési hányados,

- magnézium százalék,

- anion szerinti víztípus,

- kation szerinti víztípus.

Tartalmi követelmények:

A tervnek tartalmazni kell:

- a talajvíz viszonyok jellemzését, szükség esetén a kritikus talajvízszint megállapítását,

- az öntözővíz minősítését, szükség esetén az öntözővíz minőségének javítására vonatkozó javaslatot,

- javaslatot az egyszerre kiadható öntözővíz mennyiségére, intenzitására, gyakoriságára,

- javaslatot az öntözés hatékonyságát javító beavatkozásokra.

Mellékletként csatolni kell:

- 1:10 000 méretarányú talajterképet,

- az öntözés lehetőségét, feltételeit tartalmazó kartogramot,
- szemeloszlási görbét (indokolt esetben),
- az öntözővíz minőségére vonatkozó, akkreditált laboratórium által kiállított vizsgálati jegyzőkönyvet.

Csepegtető öntözés kivételével mellékelni kell még:

- vízgazdálkodási kartogramot,
- kritikus talajvíz kartogramot (indokolt esetben),
- talajvíz kartogramot (indokolt esetben),
- pF görbét, vízháztartási mérleget számítással.

(http14)

## 2.5. Precíziós öntözés napjainkban

A tapasztalatok szerint a precíziós víz-, műtrágya- és peszticidgazdálkodás lehetséges önjáró öntözőrendszer használatával, azonban a vezérlőelemek vagy a területméretek különbözhetnek. A vezérlőelem mérete az alkalmazás és a helyszín függvényében változik, és leginkább a térbeli különbségek típusától és terjedelmétől, valamint a változó arányú alkalmazások gazdasági és környezeti előnyeitől függ. A területen viszonylag kevés elérhető információ ellenére megállapítható, hogy nagyon gyors perspektivikus fejlesztések várhatóak a területen. Erre az is reményt ad, hogy az önjáró lineár öntözőberendezések területén jelentős beruházások születtek, és a nagy értékű eszközállomány viszonylag kis ráfordítás mellett sokkal hatékonyabban lesz üzemeltethető az átalakítások révén.

A vízkijuttatását végző utolsó elemek – legyen az bármilyen kivitelezésű – meghatározó szerepe van a talajszelvény egyenletes nedvesítésében. (Tamás János 2014)

### 2.5.1. VRI a szántóföldön

A változtatható adagú öntözés ma már a szántóföldön is megvalósítható. A műszaki és informatikai fejlesztések eredményeként a center pivot (körben járó) és lineár berendezések kiegészítő elemekkel alkalmassá tehetők a helyspecifikus, precíziós öntözésre. A VRI öntözés megvalósításának van néhány alapvető feltétele.

Műszaki oldalról feltétel az öntözőberendezés alkalmassága a VIR technológiai elemeinek befogadására, működtetésére. Erre általában a korábban gyártott gépek is alkalmasak, így csak az adaptáció jelent többletköltségeket. Informatótechnológiai oldalról két alapvető feltételnek kell teljesülnie. Mindenekelőtt szükséges egy pontos táblatérkép (FieldMap) az öntözéses gazdálkodás szempontjából fontos alapvető adatokkal. A táblatérkép alapjául a talajra vonatkozó információkat tartalmazó talajtérkép szolgál. Ez tartalmazza a talajtípusra, a szervesanyag-tartalomra, a mikrodomborzatra, az esetleges vízállásos területekre és a nem öntözendő táblarészekre vonatkozó adatokat. A talajtérképet kiegészítve a növényre vonatkozó rétegtérképekkel (növénytérkép, hozamtérkép stb.) elkészíthető az öntözéstervezéshez szükséges alaptérkép. Alkalmas tervezőszoftver segítségével a térképen megjeleníthetők azok a területrészek, amelyek egységesen kezelendők az öntözés során. A szabálytalan alakú mezők alapján a tapasztalatokat és igényeket is figyelembe véve jelölhetők ki a táblán belüli öntözési zónák. A zónavezérlés alkalmazásakor a körcikkeket tovább osztva kisebb homogén területek (zónák) jelölhetők ki. Ezzel a sugárirányú felbontással a területfelbontás részletesebb lesz, és

pontosabb vízadagolás valósítható meg. A zónavezérlés esetében az öntözőberendezéshez speciális információs és operációs rendszert kell rendelni. Ez azt jelenti, hogy a szórófejeket vagy azok egy csoportját külön-külön kell vezérelni. Ahhoz, hogy az öntözésvezérlés megfelelő alapokon nyugodjon, a működtetéshez valós idejű adatok is szükségesek a növénytermesztési térről és a növényállapotról. Alapadat ebben az esetben a talajnedvesség, ezért az aktuális vízpotenciál-mérés fontos része az információs rendszernek. A talajnedvesség-mérő szenzor(ok) a kritikus helyen telepítve folyamatos információkat szolgáltatnak a központi egységnek vagy perifériáknak (pl. okos telefon) rádió- vagy internetalapú összeköttetéssel. Fontos adat lehet az öntözés szempontjából a talajhőmérséklet is, ezért a nedvességmérők mellett célszerű hőmérséklet-távadókat is telepíteni. A talajállapot követése mellett fejlett rendszereknél szükség van a klimatikus viszonyok pontos ismeretére is. Az öntözési stratégia és döntés feltételezi a legfontosabb meteorológiai adatok gyűjtését, mint például a levegő hőmérséklete, a relatív páratartalom, a napsugárzás intenzitása, a csapadék, a szélirány és szélsébség stb. Ezek az adatok vagy beszerezhetők közeli meteorológiai szolgáltatótól, vagy saját kis meteorológiai állomással oldhatók meg. (Patay István 2016)

## 2.6. Meteorológiai állomások a szántóföldön

Az időjárásközpontnak is nevezett meteorológiai állomás egy olyan eszköz, amely különféle típusú érzékelőkre támaszkodik az időjárással és a környezettel kapcsolatos információk gyűjtésére. Más-más használati forgatókönyvek szerint különféle típusú meteorológiai állomásokat különböztethetünk meg. Többek között például vannak mezőgazdasági, ipari, repülőtéri és otthoni meteorológiai állomások. A mérhető adatok közül a legtöbb gazda a hőmérsékletre, a légnyomásra, a csapadékmennyiségre és a páratartalomra kíváncsi. Ezekhez az információkhoz ma már számos forrásból (pl. internet, televízió, rádió) hozzájuthatunk. Aki pontosabb időjárás-előrejelzést szeretne a saját gazdaságába, annak lehetősége van egy meteorológiai állomás megvásárlására. Ez lehetővé teszi a szűkebb régióban történő időjárás-megfigyelést, visszajelzést kapva többek között a légnyomásról, a páratartalomról vagy a hőmérsékletről, tehát a legfontosabb adatokról. Az időjárási adatok szoros figyelemmel kísérése rendkívül értékes például az ültetési, vetési idők, a kezelési tervek, az öntözési ütemtervek és egyéb meghatározásokkor. Mezőgazdasági meteorológiai állomások általában farmokon, legelőkön és más, ritkán lakott helyeken találhatóak. Egy időjárás-állomás különféle érzékelőkből gyűjtött információit a gazdák a tevékenységük során számos területen fel tudják használni, beleértve a vetést-ültetést, a betakarítást, a növényvédelmet és az öntözést.

### *Vetés/ültetés*

A talaj hőmérséklete és nedvességtartalma kulcsfontosságú tényező, amely befolyásolja a magok csírázását. A túl korai vetés-ültetés súlyos következményekkel járhat egy késő tavaszi fagy esetén. A légköri és talajhőmérséklet-érzékelők hasznosak a vetés/ültetés megfelelő időpontjának meghatározásában. Így a gazdák a növények számára a legjobb esélyt tudják biztosítani. A digitális meteorológiai állomások valós időben küldik a gazdának az aktuális hőmérsékleti adatokat, aki így a lehető legjobb időben végezheti el a vetést/ültetést. A talajnedvesség-érzékelők jelzik, hogy hol túl nedves vagy száraz a talaj az ültetéshez vagy a vetéshez. A talaj nedvességtartalma nagyon eltérő lehet még egy táblán belül is így, ha több helyen végez tesztet a gazda, akkor pontosabb képet kaphat arról, hogy hol milyen a termőföld nedvességtartalma.

## *Növényvédelem*

A szél sebessége és iránya két nyilvánvaló tényező, amely befolyásolja a peszticidok vagy vegyszerek permetezését. A „permetsodródás” vagy „gyomirtószer-sodródás” kétféleképpen fordulhat elő: részecskesodródás és gőzsodródás formájában. Általában az 5-10 km/óra szélsébséget szokták optimumként megemlíteni.

## *Öntözés*

A farmon működő meteorológiai állomások hozzájárulhatnak az öntözővíz megtakarításához, aminek a környezet és a gazda pénztárcája is az előnyét látja. Az esőmérőkkel, talajnedvesség-érzékelőkkel és az evapotranspirációt mérő érzékelőkkel felszerelt meteorológiai állomások egyaránt felhasználhatók a növények öntözési szükségleteinek a felmérésére, valamint a túlzott vízhasználat elkerülésére. (Czékus Mihály 2022)

PrecMet.:

A központi elektronika úgy lett megtervezve, hogy bővíthető legyen az alap állomás különböző szenzorokkal vezetéseken, vagy akár rádiós hálózaton keresztül is. Maga az elektronika és a szerver oldali rendszer dinamikusan bővíthető újabb adatforrásokkal. Akár ugyan olyan szenzorból több illeszthető rá, vagy új típusú szenzorok csatlakoztatására is van lehetőség a kiegészítő elektronikákkal. Jelenleg a bázis állomás az alábbi adatokat méri:

- talajnedvesség (legalább 3 mélységben)
- talajhőmérséklet
- levegő relatív páratartalom
- léghőmérséklet
- kozmikus besugárzás
- szélereősség és- irány
- csapadékmennyiség
- levélnedvesség

A meteorológiai állomás rendelkezik egy szabványosított vezeték nélküli bővített interface modullal, melyen keresztül önálló tápellátással rendelkezik további adatgyűjtő modulok úgynevezett NODE-ok illeszthetők az állomáshoz. Egy állomáshoz akár több is. Ezeket az adatkonvertereket is képesek a fentebb felsorolt szenzorok közül bármelyiket lekezelni és továbbítani az adatait is. A NODE-ok nagy előnye, hogy könnyen és gyorsan telepíthetők közvetlenül az állományba, így a helyi mikroklíma is vizsgálható. Egy adatkommunikációs

csatorna felhasználásával egy bázisból és több alegységből (NODE) álló hálózat is kialakítható. Ezzel a módszerrel például gazdaságosan megoldható, hogy egy öntözött területen a precíziós öntözés megvalósításához egy bázisállomás telepítésével mérjük a teljes területünkre vonatkozó adatokat (például: sugárzás, csapadék, talajhőmérséklet stb.) és NODE-ok telepítésével a terület különböző talajtani tulajdonságokkal bíró részein közvetlenül az állományban mérjük a talajnedvességet és ezen adatok felhasználásával alakítjuk ki a differenciált öntözésünket.

Mivel a rendszer kimondottan a precíziós gazdálkodás igényeit figyelembe véve kerül fejlesztésre, így egyedi igények szerinti konfiguráció lefejleszthető, illetve kialakítható.

A nagy értékre való tekintettel a mérőállomás a lopás elleni védelemmel is el van látva. Az állomás GPS nyomkövetőt tartalmaz, valamint elmozdulás- és döntésérzékelőt.

Folyamatos szervizinformációk kerülnek küldésre a szervernek. Az üzemeltetés szempontjából igen jelentős, hogy a mérnökök azonnal le tudják reagálni a műszaki hibákat, vagy még azok bekövetkezése előtt értesüljenek a várható hibákról. Például öregedő akkumulátor, szennyeződött napelem, szakadt kábel.

Rendszerüzemeltetési riasztások küldésének okai:

- bármely szenzor meghibásodása esetén,
- akkumulátor hiba,
- a napelem-teljesítmény rendellenes, tartósabb csökkenése,
- mozgásban van,
- egyéb riasztások egyedi kérések alapján.

Minden föld alá vezetett kábel, alumínium merev csőben fut teljesen a föld felszíne alatt, így védve a kábeleket külső behatásoktól.



*Bázisállomás:*

- *1 db SENTEK Drill & Drop Probe, 60 cm talajnedvesség és talajhőmérséklet szonda, amely 6 mélységben mér (5-15-25-35-45-55 centiméterenként)*
- *1 db levegő relatív páratartalom-, hőmérséklet- és légnyomásmérő*
- *1 db kozmikus besugárzásmérő*
- *1 db szél- erősség és iránymérő*
- *1 db csapadékmérő*
- *1 db levélnedvesség mérő*
- *1 db fagy szenzor és rúdtoldal 330cm magasságig*

*NODE:*

- *1 db SENTEK Drill & Drop Probe, 60 cm talajnedvesség és talajhőmérséklet szonda, amely 6 mélységben mér (5-15-25-35-45-55 centiméterenként)*
- *1 db levegő relatív páratartalom-, hőmérséklet- és légnyomásmérő*
- *1 db kozmikus besugárzásmérő*
- *1 db szél- erősség és iránymérő*
- *1 db csapadékmérő*
- *1 db levélnedvesség mérő*

*Vízvesztésmérő:*

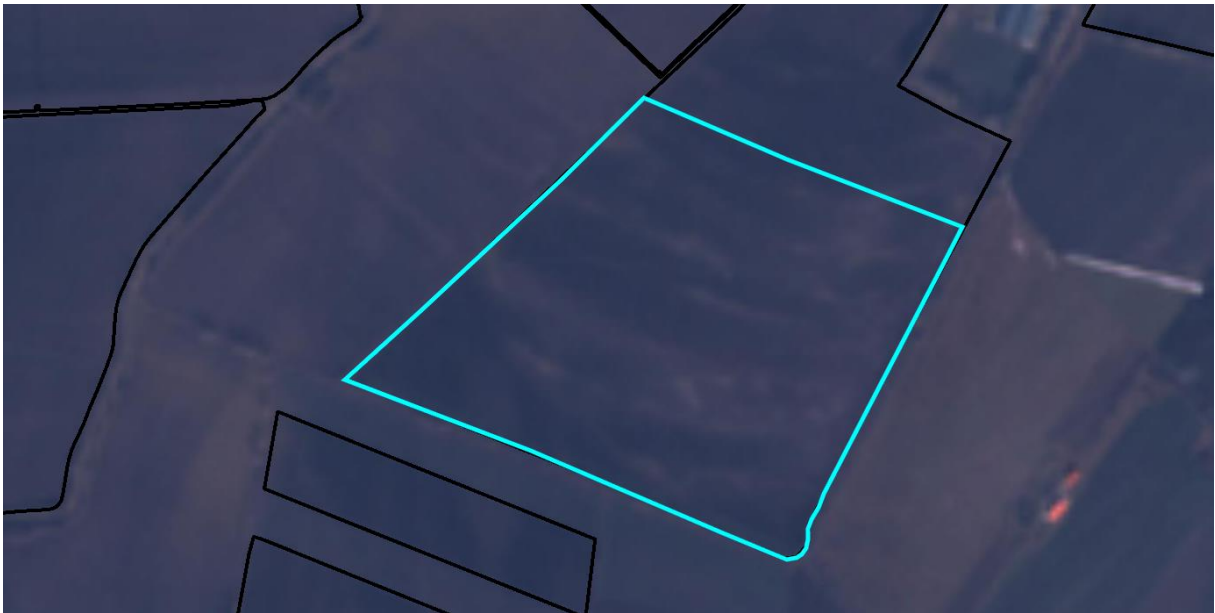
- *1 db SENTEK Drill & Drop Probe, 60 cm talajnedvesség és talajhőmérséklet szonda, amely 6 mélységben mér (5-15-25-35-45-55 centiméterenként)*
- *1 db levegő relatív páratartalom-, hőmérséklet- és légnyomásmérő*
- *1 db csapadékmérő.*

Ezen állomások eszközeinek felszereltsége variálható. NODE esetében maximum 4 darab szenzor választható.

### 3. A vizsgálatok módszerei

#### 3.1. Tábla bemutatása

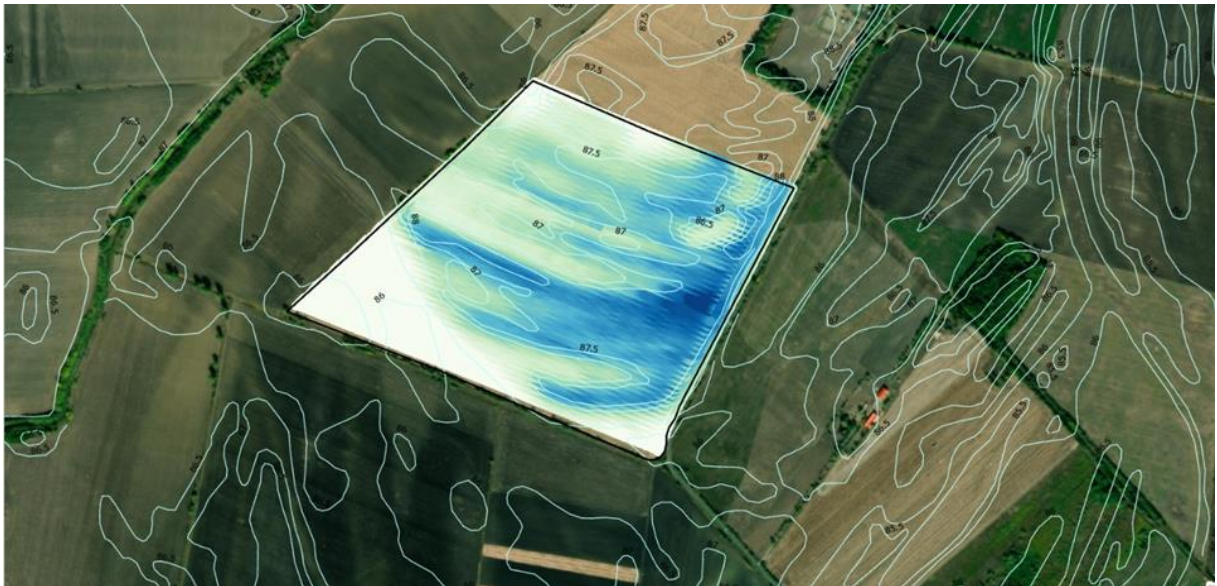
A Tiszafüred- Kunhegyi Sík táj 87,3 és 98,1 m tszf-i magasságú fluviálisan átmozgatott lösziszapos üledékekkel fedett egykori hordalékkúpsíkság. A felszín legnagyobb része alacsonyártéri és ármentes síkság. A felszínbe némi változatosság észlelhető löszös homokkal fedett buckák vannak. A Tisza holocénkori többszöri mederváltozásának elemei a különböző feltöltöttségi állapotban lévő morotvák. A felszín alatt körülbelül 2 km-rel a közép-kréta kori flis vastag sorozata található. Erre késő-miocén és főleg késő- pannonüledékek települtek. Déli részén a mélyben miocén riolitos-dácitos sorozat települt. A kistájon csak pleisztocén végi és holocén üledékek vannak a felszínen. A legidősebb képződmény a felső- pelisztocén futóhomok, amit, amelyet 0,5 – 2,0 m vastagon homokos lösz fed. ÉNY-on az újholocén öntésképződmények (iszap, iszapos homok, agyag) jellemzőek, a buckaközi mélyedéseket lápi anyagok töltik ki. A legnagyobb területet az egykori hordalékkúpra települt lösziszapos képződmények foglalják el. A holocén folyamán a Tisza jórészt az egész kistájat bekalandozta, a homokbuckákat letarolta, s a löszös képződményeket sok helyen átépítette. Ez a táblán belüli sokszínűség is jól mutatkozik a műhold felvételeken, mint például az 1. ábrán.



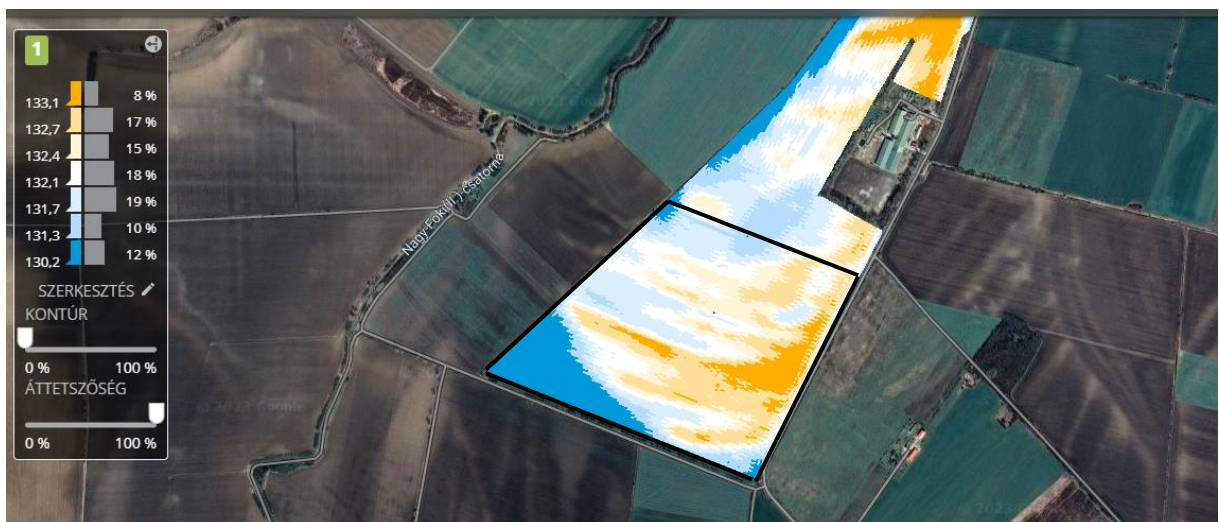
1. ábra Táblán belüli sokszínűség.

Ezen az 50 hektáron a táblán belüli heterogenitás nem csak szemmel látható, hanem megmutatkozik a táblán belüli szintkülönbségeken is. Jól látszódnak a táblán belüli különbségek és az, hogy egy alföldi táblán is, ami síkságnak látszódik mégis mekkora szintbeli

eltérések vannak. Ezeket az adatokat a ArcgisPro nevű térinformatikai programban raktam össze. (2. ábra)



2. ábra Szintvonalak és a mikrodomborzat alakulása táblán belül.



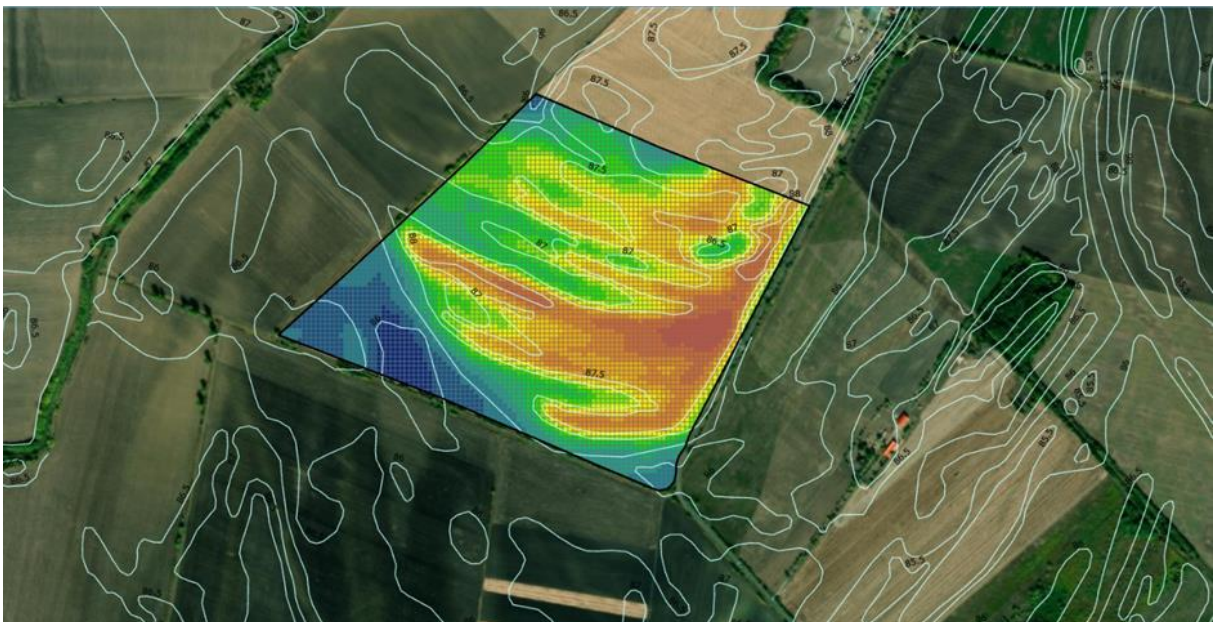
3. ábra Magassági adatok.

A 2. és 3. ábrán jól kirajzolódik, hogy vannak magasabban fekvő területek, ami akár elérheti a 133,1 métert is majd, a táblán belül a legalacsonyabb pontja a táblának 130,2 méter. Ez egy alföldi táblán belül 3 méter szintkülönbséget jelent. Ez szemmel kevésbé látható, de különböző adatok segítségével könnyen észrevehető, hogy akár több méter különbség is lehet egy táblán belül.

### 3.2. Multipolygonos zónázás

Ebben a modellben a legfontosabb a jó domborzati adat, amit kinyerhetünk a gazdaságból, felvehetünk erőgépeinkkel vagy a KITE Zrt. is tud feltérképezést végezni. Azért javasolnak jobban, mert esetek nagy részében nincsenek jól beállítva a traktorok és nem dokumentálnak helyesen, ami a tervezés rovására megy. A tervezés nem végezhető el rossz adattal. Fontos még a határvonal és hogy ezek mind digitálisan álljanak a gazda rendelkezésére. Minél több jó adat van a gazda kezében annál részletgazdagabb és pontosabb információval tud szolgálni a szaktanácsadója a táblájáról. A modell lefuttatásához nem feltétlenül szükséges hozam adat, anélkül is lefuttatható. Hozam adatokat is mindig a tanácsadó dolga felülbírálni és tudatosítani a gazdálkodóban, hogy az aratás előtti hozam kalibráció elengedhetetlen a jó adathoz. Jó adat sosem születik, ha a gazdaságban egy intelligens kombájn van és azzal karöltve dolgozik még másik hozammérésre képtelen eszköz. A modell több információt is szolgáltat a tábla gazdájának. Ilyen a vízösszefolyási térkép, domborzat, lejtés, termőképességi térkép, felszintagoltsági mutató.

A modell lefuttatásához elődlegesen kell a táblahatár, magassági adatok (2.ábra) és a termőképességi térkép (3.ábra). Ezekből az tényezőkből fogja a modell kiszámítani a zónákat és elkészíteni a vízösszefolyási térképet is.

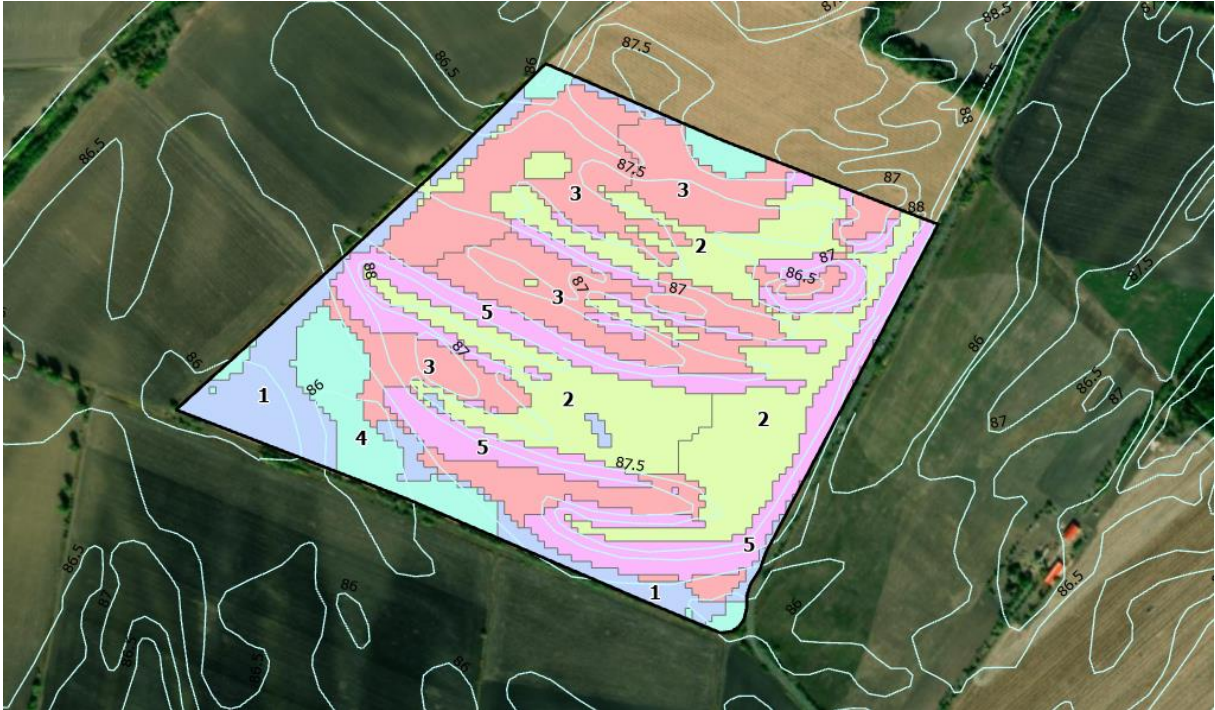


4. ábra Termőképességi térkép.

4.ábrán észrevehető a hasonlóság magassági térképpel, hisz a kettő szorosan összefügg egymással, mivel a magasabb részekről az alacsonyabb részekbe mosódik le jobban akár a

tápanyag, akár a nedvesség így ott magasabb terméspotenciál figyelhető meg. Ezeknek az összefüggését is figyelembe kell venni egy öntözőrendszer kiépítésénél.

A kapott eredmény egy 5 zónára tagolt terület lesz. (5.ábra)



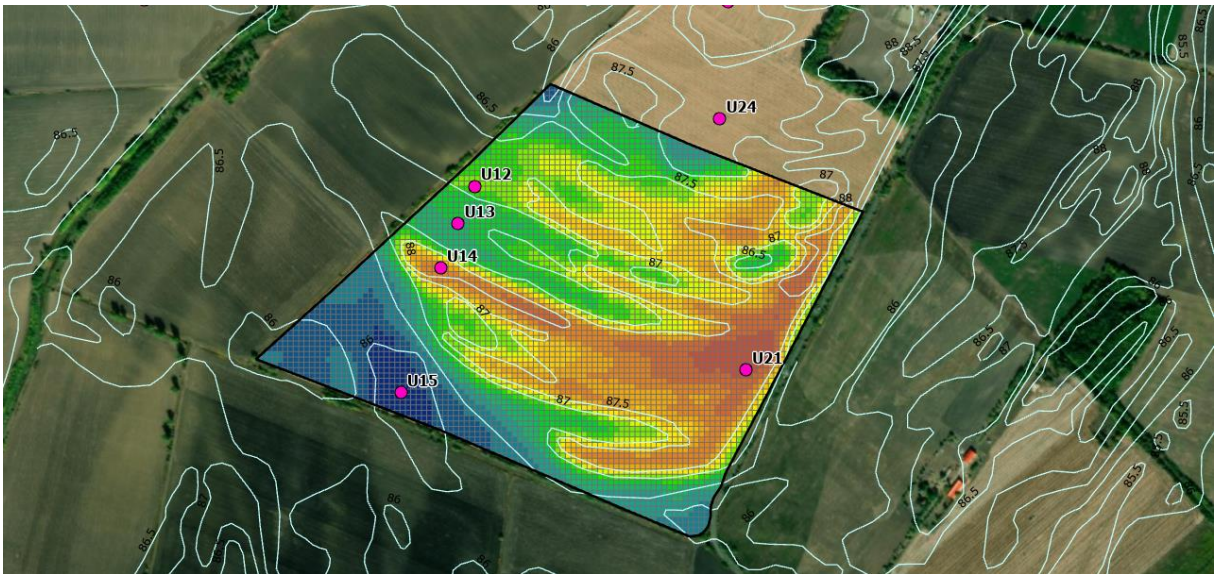
5. ábra Multipolygon zónák.

Az 5.ábrán megfigyelhető, hogy ahol azonos magassági pontban vannak a szintvonalak azokat a területeket külön kezeli, mint például a 3-as zóna magassági adata tengerszint felett 87méter. Ebből az öt zónából készítettük a Miskolci Egyetem Talajtani Tanszék munkatársaival és hallgatóival a talajszelvényezést.

### 3.3. Talajszelvény kijelölése táblán belül

Az egyetemen 5 pontban végeztük el az említett szelvények feltárását. Mivel törvényileg le van írva, hogy talajszelvényt kell feltárni eltérő talajfoltonként, de 10 hektáronként mindenképpen. A talajszelvény genetikai szintjeiből vagy rétegeiből mintát kell venni. Az eltérő fizikai, vízgazdálkodási tulajdonságokkal rendelkező talajfoltokon kijelölt úgynevezett „jellemző talajszelvényből” (legfeljebb 50 hektáronként, de legalább 1 szelvényből) bolygatatlan talajmintát kell gyűjteni.

A vizsgált tábla 50 hektáros, így 5 pontban történt meg a feltárás. (6.ábra)



6. ábra Talajszelvényezés pontjai.

### 3.4. Meteorológiai állomások az öntözött kultúrában

A KITE Zrt. által forgalmazott állomásokból egy bázis állomást mindenképpen kijánlunk, hogy a NODE vagy vízvesztésmérő megfelelően tudjon kommunikálni és az adatokat továbbítani a [www.pgr.hu](http://www.pgr.hu) platformra. Ezen említett eszközök önálló kommunikációra nem képesek csak továbbítani tudják a mért adatokat. NODE esetében maximum 4 darab szenzor csatlakoztatható, míg a vízvesztés mérőhöz maximum 3 darab. 7.ábrán láthatóka a választható szenzorok. Mivel a tábla elég nagy heterogenitással bír így 3-4 állomás kihelyezése javasolt.

<p>A PrecMET állomás saját fejlesztés</p>		<p>Csapadék szenzor: DAVIS 6465M</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- felbontás: 0,2mm</li> </ul>	
<p>Talajhőmérő: saját fejlesztés</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- felbontás: 0,0625°C</li> <li>- mérési tartomány: -55°C - +125°C</li> </ul>		<p>Levél szenzor: saját fejlesztés</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- felbontás: 0,1%</li> <li>- mérési tartomány: 0% -100%</li> </ul>	
<p>Piranométer: APOGEE SP110</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- látószög: 180°</li> <li>- felbontás: 0,1mV/ Wm2</li> <li>- teljes mérési tartomány: 0 - 350mV</li> </ul>		<p>Hőmérő és páratartalom mérő: saját fejlesztés</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- relatív páratartalom: +/-2%RH pontosság,</li> <li>- relatív páratartalom mérési tartomány: 0-100%RH</li> <li>- hőmérő felbontása: 0,01°C</li> <li>- hőmérő mérési tartomány: -40°C - +125°C</li> </ul>	
<p>Talajnedvesség szenzor: SENTEK Drill &amp; Drop Probe, 60 cm (6 Soil Moisture and 6 Soil Temperature sensors)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- felbontás talajnedvesség (VWC): 1: 10000</li> <li>- talajnedvesség pontosság: ± 0,03 térfogat%</li> <li>- felbontás hőmérséklet: 0,3 ° C</li> <li>- hőmérséklet pontosság: ± 2 ° C 25 ° C-on</li> </ul>		<p>Anemometer-szél szenzor: DAVIS 6410</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- szélirány felbontás: 0,25°</li> <li>- szélsébség mérési tartomány: 3-90 m/s</li> <li>- szélsébség felbontása: 0,1m/s</li> </ul>	

7. ábra Állomás választható szenzorai.

### 3.5. Döntéstámogató rendszer az öntözésben

Ezeket a szelvények és a többi adat jól konstatálják azt mennyire eltérő talajok találhatóak meg egy adott táblán belül is és mennyire fontos, hogy ezeknek a talajféleségeknek a következtében mennyi vízmennyiséget juttatunk ki a különböző kultúráknál. A KITE Zrt. a talaj féleségeit figyelembe véve azért hozta létre az öntözésirányítási rendszert, hogy minél jobban központban legyen a növény vízigénye. Megfelelő időben és mennyiségben kapja meg a számára szükséges vízmennyiséget. Jelenleg a bemutatott táblán még nem történt meg a meteorológiai állomások lehelyezése, mert nem volt még publikálva az applikáció és így nem tudtuk kihelyezni a gazdaságba ezért egy demo táblán mutatnám be a rendszert. Első körben fontos, hogy betöltsük a táblát, ahol kiválasztjuk az öntözni kívánt kultúrát, illetve a gazdaságban megtalálható öntözésre alkalmas eszközünket.

Az adatbetöltők segítségével (8. ábra, 9. ábra) feltöltjük az öntözni kívánt területünk táblahatárát, öntözésre vonatkozó adatainkat tábla szinten.



8. ábra Tábla adatok betöltése.



#### Öntözési adatbetöltő

Az öntözési adatbetöltőben adhatja meg az öntözési szaktanácsadás készítéséhez szükséges adatokat. Itt állíthatók be az táblák öntözési adatai, az öntözött növények és az öntözőgép információi és kiválaszthatók a szükséges meteorológiai állomások és talajszenzorok.

Tovább >

9. ábra Öntözési adatok betöltése.



A 10. ábrán megjelent adatbetöltőben értelemszerűen kitöltjük az adatokat. Szükség esetén létrehozunk cégcsoportot és gazdaságot. Megadjuk a gazdálkodási évet, ami az adott év januárjától kezdődik és az adott év decemberéig tart. Kitöltjük a feltölteni kívánt tábla nevezékét és ha volt a táblán talajvizsgálat, akkor a fizikai féleségnél megjelenik a talajvizsgálati eredményeknek megfelelő kategória. A gazda dönthet úgy, hogy felülbírálja a rendszer által ajánlott kategóriát így változtathatja a talajféleség besorolását.

10. ábra Öntözési adatbetöltő felület.

Miután megadtuk a tábla adatait felvisszük a növényre vonatkozó adatokat. Legördülő lista segítségével kiválasztjuk a kultúrát, amit öntözni szeretnénk. (11.ábra) Értelemszerűen a csillagozott részt kötelező kitölteni a többi rész fakultatív jellegű. Célszerű minden adatot felvinni, ami az öntözött növényre vonatkozik. Amint ez megvan elmentjük és vagy a legördülő sávból kiválasztjuk (12.ábra) a megfelelő öntözőberendezést vagy ha ez nem áll rendelkezésünkre akkor felvisszük ennek az adatait is. (13.ábra)

Új növény felvétele
✕

**Tervezett növény\***

Őszi búza
▼

**Vetésidő!**

📅
2022. 10. 20.

**Fajta/Hibrid**

Balerina
▼

**Fajta/Hibrid területe (ha)**

55,78
▼

Másodvetés

Aktuálisan öntözött

Mentés

Mégsem

11. ábra Növényre vonatkozó adatok megadása.

## Öntözőberendezés

### Öntözőberendezés hozzárendelése

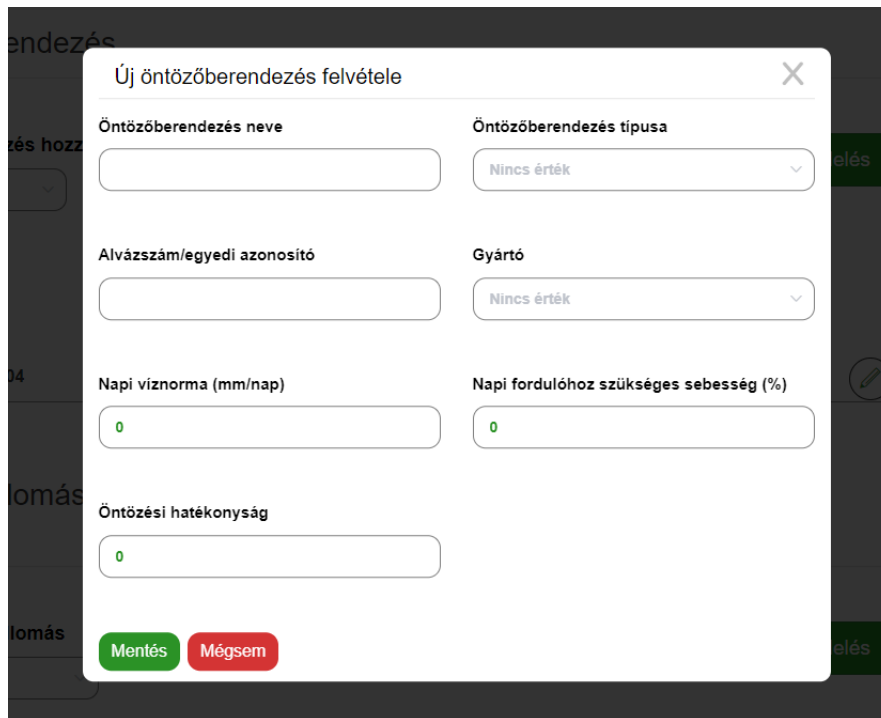
+ Táblához rendelés

Nincs érték ✎ + 🗑️

121111			
Felszín alatti csepegtető	Típus	Alvázsorszám	
Felszín alatti csepegtető (deficit)			
Felszín alatti és feletti csepegtető	<b>Körforgó</b>	<b>VHU190104</b>	✎ -
Felszín feletti csepegtető			
Teszt_baja			
VHU190104			

Öntözőberendezés megadása - légköri  
adatokhoz

12. ábra Öntözőberendezés kiválasztása.



Új öntözőberendezés felvétele

Öntözőberendezés neve

Öntözőberendezés típusa

Nincs érték

Alvázsám/egyedi azonosító

Gyártó

Nincs érték

Napi víznorma (mm/nap)

Napi fordulóhoz szükséges sebesség (%)

Öntözési hatékonyság

Mentés Mégsem

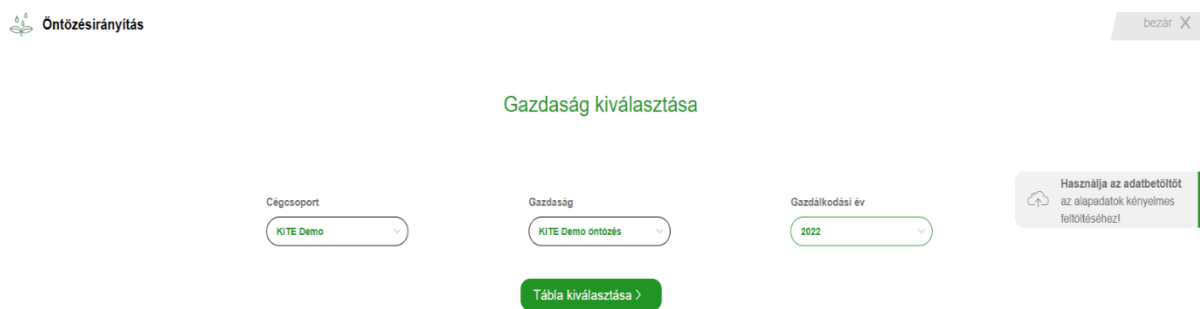
13. ábra Új öntözőberendezés felvétele.

Az öntöző berendezés kiválasztásánál egy berendezést akár több táblához is tudunk rendelni, így táblánként történik az adatszolgáltatás és javaslatként nem öntözőberendezésekként. Az adatok kiválasztását és az öntöző típusát is fel lehet vinni. Ezt később tudjuk szerkeszteni, törölni vagy akár újat megadni. Új öntözőberendezés megadását a 13. ábrán szemléltetem. Fontos minden paramétert megadni, ami csak a birtokunkban van, hogy minél pontosabb információval lásson el minket az applikáció. Ezen adatok megadása kötelező és ha valami hiányzik a rendszer nem is engedi elmenteni azt. Alvázsám van hozzárendelve a különböző öntözőkhöz így lehet egyedileg azonosítani.

Miután ez megvan elmentem és hozzárendelem a rendelem a megfelelő meteorológiai állomást, ami úgy jelenik meg a listában, hogy a legközelebbit hozza fel legelsőnek ezzel is segítve mérések pontosságát, hitelességét. Először a légköri adatokhoz rendelek hozzá állomást, majd a talaj adatokhoz állítom be a megfelelőt. Amennyiben több szenzor is a birtokunkban van az adott táblán belül úgy azokat a szenzorokat mind hozzá tudom rendelni a táblához. A talaj adatokhoz ki kell választani vagy a meglévő öntözőberendezést vagy az újonnan hozzárendeltet.

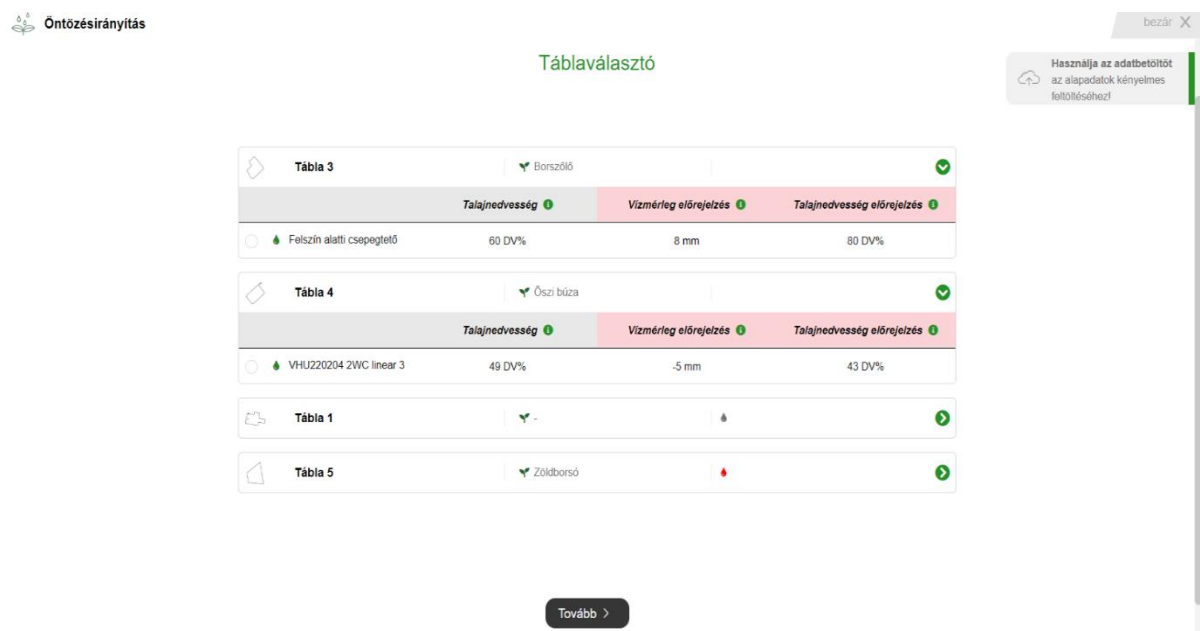
Amint ezekkel megvagyunk, kitöltöttünk minden adatot és felvittük az öntözni kívánt táblát és a hozzá tartozó berendezéseket megnyitom magát az applikációt. Mivel jelenleg bemutatott táblán csak 2023. nyarán lesz aktív ez a rendszer így egy demo tábla segítségével mutatom be.

Elindítva az applikációt kiválasztom az általam öntözni kívánt cégcsoportot, gazdaságot és gazdálkodási évet. Egy cégcsoporton belül több gazdaság is felvihető, ha valaki külön szeretné kezelni és gazdaságokra lebontva nyomon követni az öntözött tábláit. (14.ábra)



14. ábra Gazdaság, gazdasági év kiválasztás.

Miután ezeket beállítottam tovább megyek a táblakiválasztóra és meg is jelennek a teszt táblák, ahol látható egy felszín alatti öntözés és egy lineár is. Ez a kettő van élesítve jelenleg így a másik kettőről nem ejtenék szót a továbbiakban. (15. ábra)

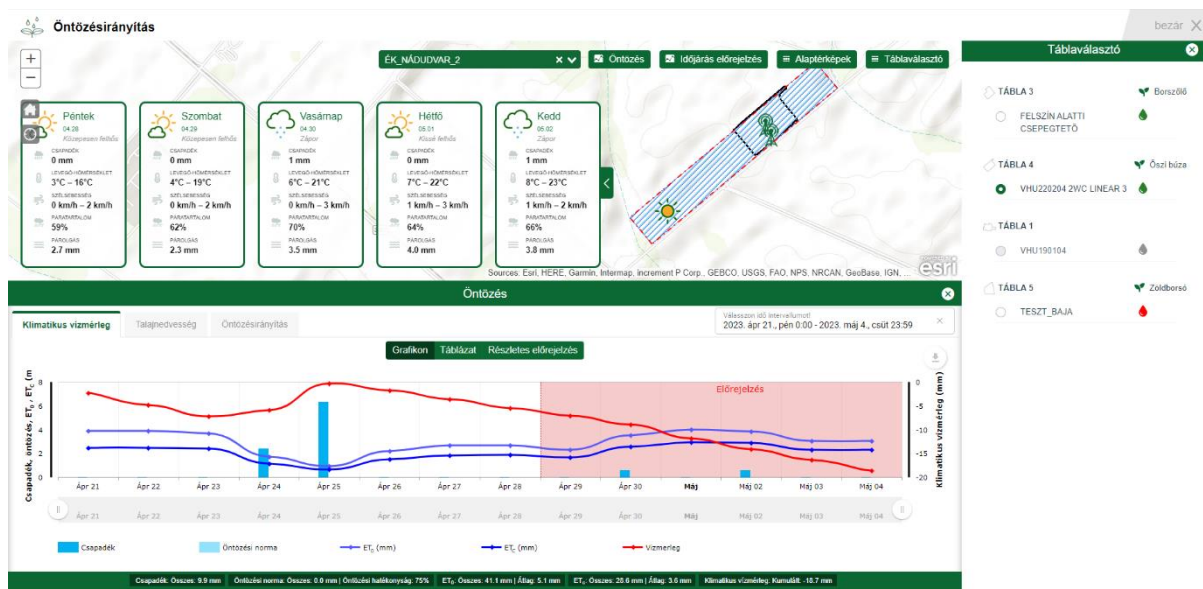


15. ábra Tábla kiválasztása.

A 15. ábrán láthatunk különböző piktogramokat. A csepp ikon, ami azt mutatja mennyire várható vízstressz. Amennyiben zöld úgy azt jelzi, hogy jelenleg nincs baj és 3 napon belül se

lesz semmi negatív hatása a fejlődésre, ha nem öntöznek. Amennyiben sárga akkor három napon belül vízstressz várható, ha pedig piros akkor már most vízstressz van. A különböző kifejezések infó gombokkal vannak ellátva, hogy mindenki számára érthető legyen a kifejezés.

Amennyiben kiválasztottuk a táblát rákattintunk a tovább gombra és átirányít az öntözésirányítási rendszer felületére. (16. ábra)

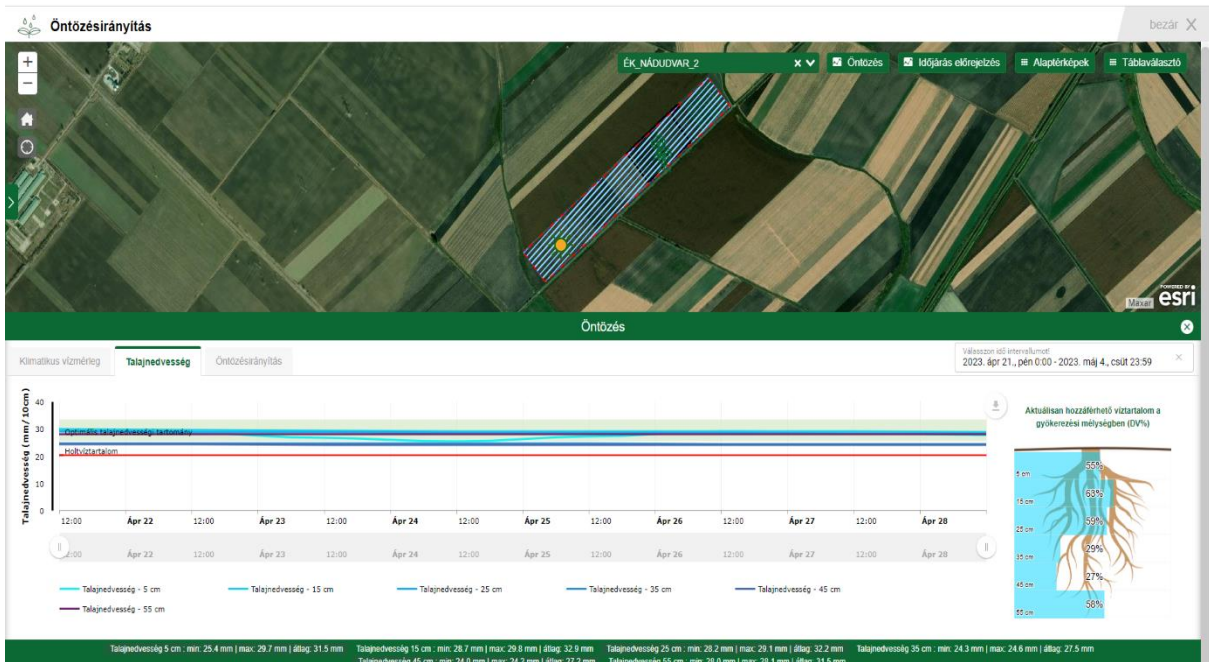


16. ábra Öntözésirányítási rendszer táblára kivetített felülete.

Itt több adat is leolvasható, ami segítséget ad ahhoz, hogy megfelelő időben indítsuk el öntözőnket. Megjelenik a tábla kiválasztó jobb oldalt, ahol tudok táblák között is váltogatni, és látom vizuálisan a táblámat. Láthatóak a lehelyezett NODE-ok vagy akár a bázisállomások, vízvesztésmérők. Ezek a felületek interaktívak. Bezárható, újra előhívható annak függvényében mit szeretnék éppen látni. Felül tudok állomást választani, így meg tudom nézni a messzebb lévő állomásoknál mennyi csapadék esett esetleg várható-e ott csapadék. Állomás választó mellett jobb oldalt található a grafikon, ahol különböző grafikonokat tudok lehívni és készíteni akár csapadék, hőmérséklet, talajnedvesség, talajhőmérséklet annak függvényében, hogy az állomás milyen adapterekkel vannak ellátva. Időintervallumra meghatározva is le tudom hívni az adatokat és tudok akár napi lebontásban is méréseket lehívni, megjeleníteni. (16.ábra)

Bal felül egy öt napos előrejelzést láthatunk, ami az aktuális mai napot is mutatja. Ezekről is több információ gyűjthető és látható. Mindig az aktuális utolsó mért adattól indul az 5 napos előrejelzés. Ebben mindig benne van az adott nap is. Az öntözésnél, ahol megjelenítődik a

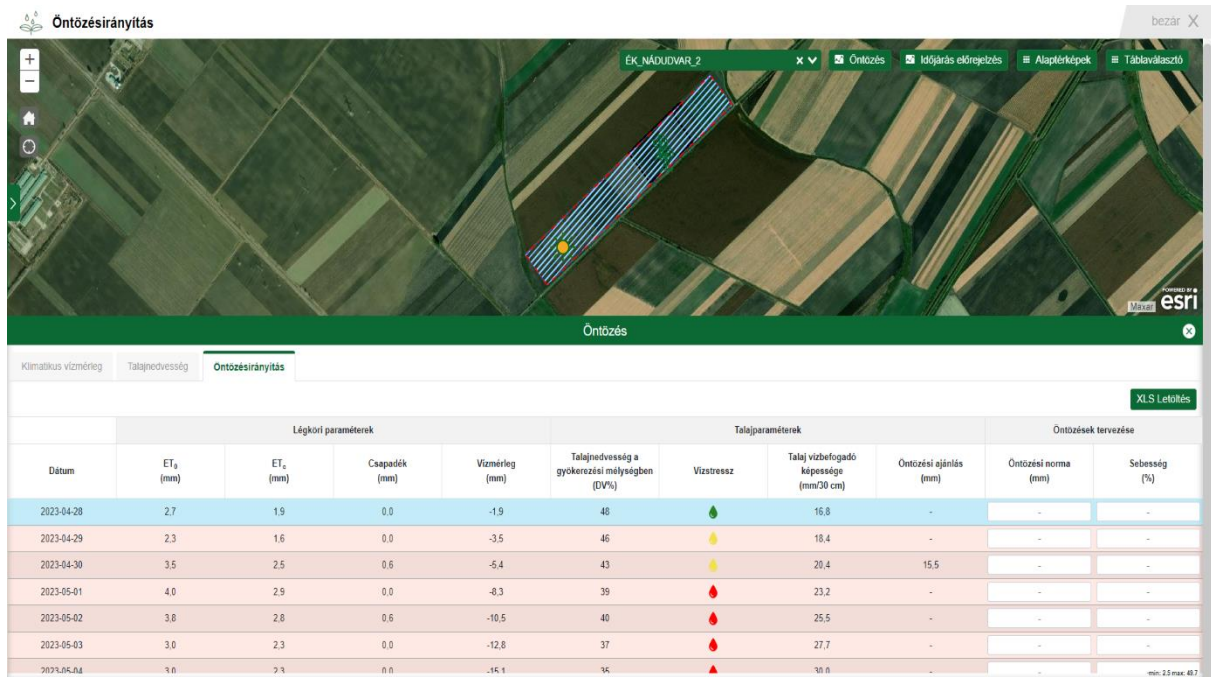
grafikon több adat is látható, illetve ki-, be kapcsolható annak függvényében mit szeretnék látni és mit nem. Piros részben az előrejelzést látjuk a töle bal oldalra látható részt pedig az intervallumnak megfelelő napokat, heteket, hónapokat alul pedig az intervallumnak megfelelő összegzést a zöld mezőben. Az első fülecskén a klimatikus vízmérleg látható míg a másodikon a talajnedvesség adatait mutatja. (17.ábra)



17. ábra Talajnedvesség szemléltetése.

A talajnedvesség grafikonon megjelenik a különböző mélységben letett talajnedvességi szenzorok ezek ki-, be kapcsolhatók a mélységeknek megfelelően. Jobb oldalt egy vizuális ábra látható annak függvényében, hogy a talajszenzorok mennyi nedvességet mérnek a különböző gyökér zónákban, azaz az aktuálisan hozzáférhető víztartalom a gyökérszéli zónában DV%-ban. Legalul a zöld csíkban megint csak megjelenítődik az adott fülön található/látható adatok összegzése.

A következő fülön található az öntözésirányítás amire, ha rákattintunk táblázatos formában adja meg az adatokat (18.ábra).



18. ábra Öntözésirányítás fül adatai.

Jól látható, hogy jelenleg nem éri a kultúrát víz stressz, de az elkövetkezendő időben számítani kell arra, hogy az öntöző berendezést el kell indítani, hacsak nem fog esni annyi csapadék, amivel ezt az vízigényt kielégíti. Szépen és könnyen megérthető táblázatban össze vannak foglalva a légköri paraméterek, talajparaméterek és az öntözés tervezése. Öntözési ajánlást is ad a rendszer, de a felület használója is meg tudja adni azokat az adatokat, amikkel lekarja vagy letervezi fedni a növény vízigényét majd akkor azzal számolva ad, vagy nem ad ajánlást. Ezek az adatok letölthetők XLS formában így, ha szeretné a felület használója külön is tudja vezetni az adatokat és nem csak a felületen látja. Talajvizsgálatok azért elengedhetetlenek abban az esetben, ha VRI-s öntözőről beszélünk mert akkor az adott talajfélésekbe külön lehelyezett mérőeszközökkel tudjuk ténylegesen mekkora az adott zónában található talaj vízbefogadó képessége így tudok azzal kalkulálni, hogy hol többet hol pedig kevesebb mennyiségű vizet juttassak ki. (18.ábra)

## 4. Eredmények és értékelésük

### 4.1. Talajszelvények

A táblán elvégzett szelvények eredményei jól tükrözik, hogy egy 50 hektáros táblában is milyen sokféle is tud lenni a talaj szerkezete, összetétele, minősége.

- U12: Ebben a pontban történt szelvényezésnek a domborzata egy övzátony, enyhe magaslat. Talajgenetikai szintje A szint 0-45cm szinten; 45-55 cm AB szint figyelhető meg, aminek a fizikai félesége vályog az A szinttel együtt. 55-90+ cm mélységben pedig egy C szint figyelhető meg ami homokos vályog fizikai féleséggel rendelkezik. Itt megfigyelhető az aktív kalciumkarbonát jelenléte, illetve centiméteres kavicsok és vas szeplők. (19. ábra)



19. ábra U12 szelvény. - Dr. Dobos Endre 2022.



- U13: Ez a pont domborzatilag egy övzátony ároknak felel meg amin megfigyelhető 3 talajszint. 0-35 cm-en Asz (szántás, eketalp) látható. Szerkezete szétiszapolt. 35-45 cm en agyagos vályog fizikai féleséggel találkozhatunk ugyan csak Asz talajgenetikai szinten. 45-70cm egy AB szintet takar, amely az A szint után következik, ami egy felhalmozódási vagy átmeneti szint. 20. ábrán megfigyelhető az agyaghártya jelenség, illetve különböző kiválások, mint a vas mangán fél centiméteres borsók. Sárgás barna kiválások jeleit mutatja a B szint. 70-105 cm-en homokos vályog fizikai féleségre lehetünk figyelmesek, durva csillogós homok jelenik meg. 105-115 cm-en homok fizikai féleséggel találkozhatunk, ahol a kalciumkarbonát jelenléte igen intenzív. (20.ábra)



20. ábra U13 szelvény. - Dr. Dobos Endre 2022.

- U14: Ebben a szelvénypontban a domborzat kategóriája maradványgerinc, különböző szinteken 0-30 cm-ig agyagos vályog található, ahol enyhe kalciumkarbonát van jelen. Az agyagos homokos erősen töredezett felszín figyelhető meg. 30-45cm-ig B szint van jelen, ami iszapos vályog fizikai féleséggel rendelkezik. 45-80 cm-en agyagos réteg található, ahol enyhe agyaghártya jelenik meg a repedések mellett. Itt erős kalciumkarbonát jelenik meg ahol mészsó és mangán borsó kiválások mutatkoznak meg. (21. ábra)



21. ábra U14 szelvény. - Dr. Dobos Endre 2022.

- U15: Domborzata övzátany árok peremére kategorizálható. 0-45cm-ig iszapos vályog fizikai féleséggel találkozhatunk, aminek az alján vas borsós/szeplős kiválások jelennek meg. 45-75 cm-ig agyag jelenik meg. 75-95cm en szintén agyag féleség fedezhető fel ahol összeállt, kemény vas csúszási tükrök találhatók meg. 95-120 cm-es szinten kemény agyag található, aminek a szerkezete hasábos poliédres és 120-ban az agyagban sok vas kiválás látható. (22. ábra)



22. ábra U15 szelvény. - Dr. Dobos Endre 2022.

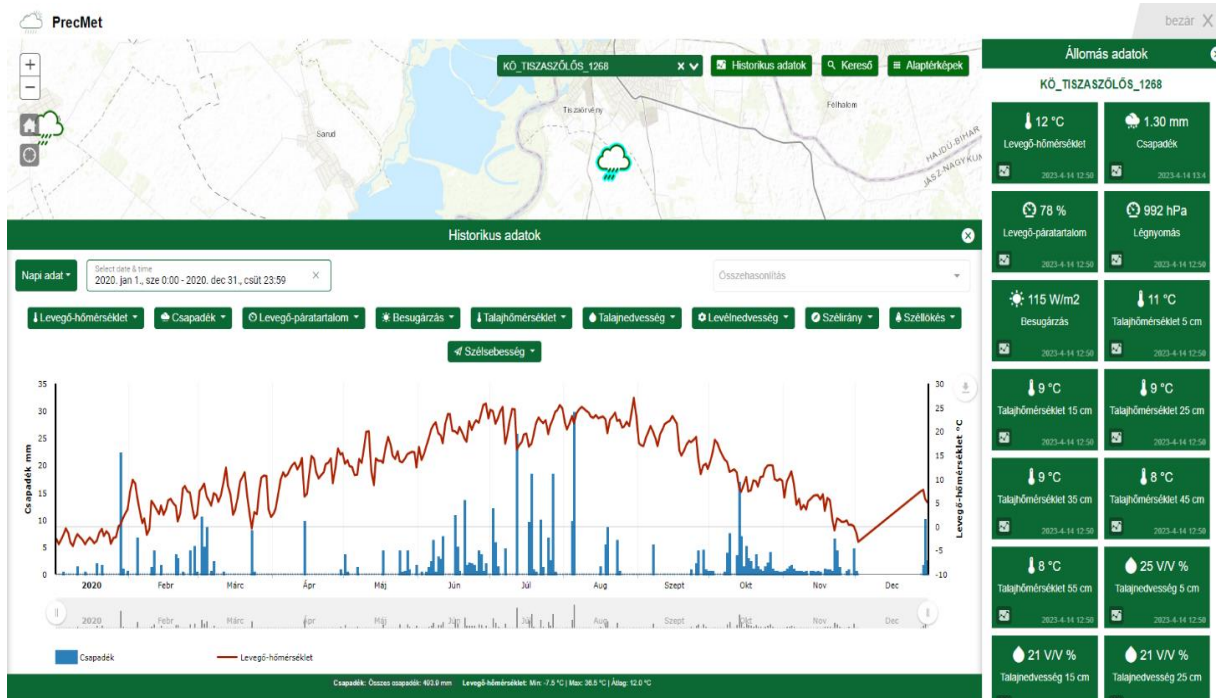
- U21: 0-35 cm- en vályogos homok fizikai féleséggel találkozhatunk, ahol nincs kimondott eketalp. 35-50 cm-en agyagos vályog jelenik meg ahol éles átmenettel találkozhatunk. 50-60 cm szintén agyagos vályog, aminek a szerkezete eredeti szemcsés-diós és erős agyaghártya jelenik meg. 60-70cm erős kalciumkarbonát van jelen a talajban. Kőkemény mészpad található meg ebben a rétegben. 70-110+ cm-en homok található, ahol agyaghártyák vannak jelen és sok apró mészkonkréció a homokban.



23. ábra U21 szelvény. - Dr. Dobos Endre 2022.

## 4.2. Tiszaszőlős csapadék mennyisége 2020-tól napjainkig

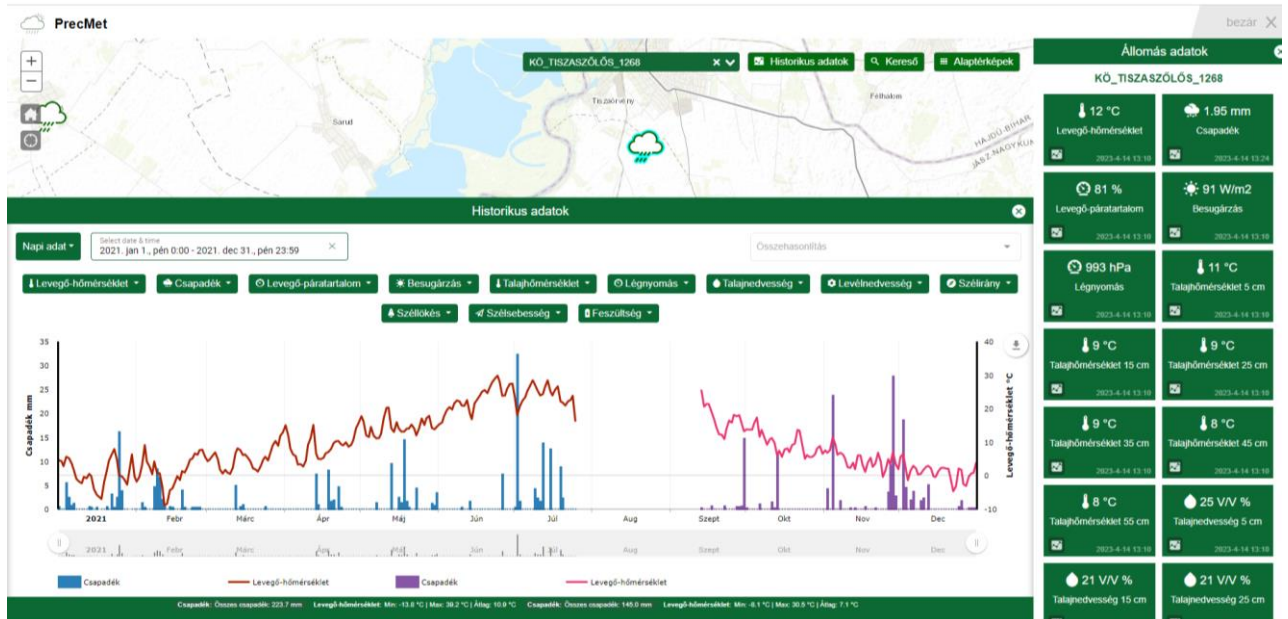
Olyan szerencsés helyzetben vagyok ezzel a gazdasággal kapcsolatban, hogy a közelben van egy állomás, ami már 2020-tól üzemel, erre az állomásra hivatkozva tudom bemutatni az elmúlt pár év csapadék mennyiségét és ezzel párhuzamosan a levegő hőmérsékletét. Az állomás megmutatja, hogy miért indokolt és célszerű az öntözés ezen a sokszínű talajon. Először tekintsük meg a 2020-as évet. Jól látható a 24. ábrán, hogy a csapadék mennyisége ebben az évben összesen 493,9mm volt míg a hőmérséklet minimum értéke  $-7,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , maximuma:  $36,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  így az egész éves átlag hőmérséklet  $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Magyarországon a 2020-as évi középhőmérséklet országos átlagban  $11,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  -ot haladta meg. Ez a Tiszaszőlősi állomáson mért értékhez képest  $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  al kevesebb. Országos csapadék mennyiség átlagosan 615 mm, ami igencsak magasabb mint 493,9 mm. Tehát jól következtethető, hogy  $-121,1\text{ mm}$  csapadék mennyiséggel kellett az ottani gazdáknak abszolválni azt az évet.



24. ábra Csapadék és hőmérséklet 2020-ban.

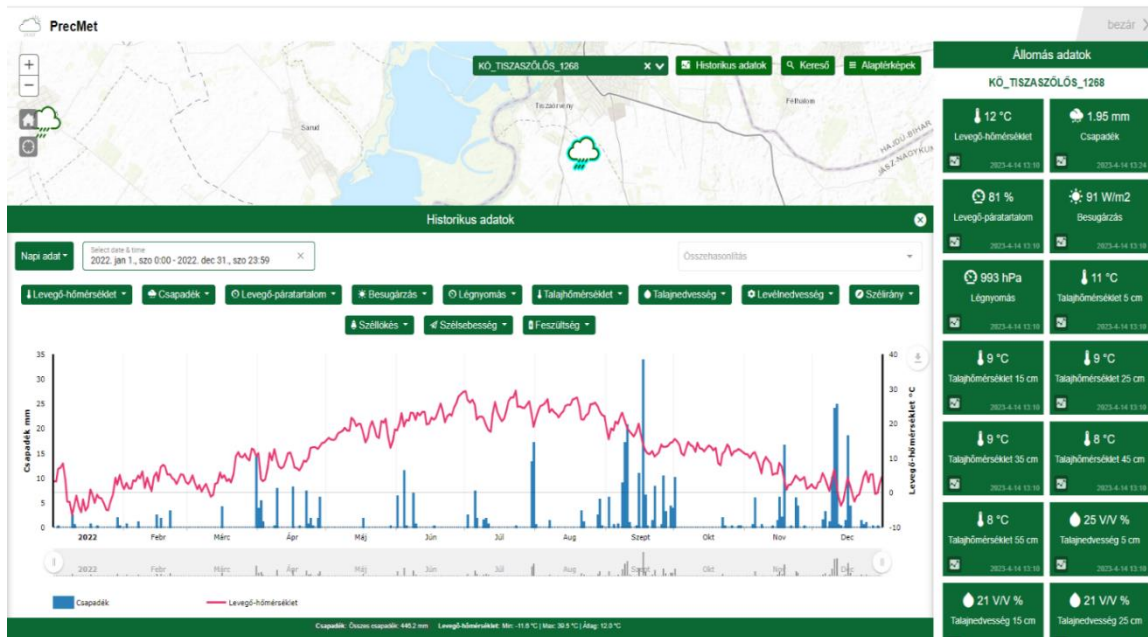
2021-ben a 25. ábrán látható, hogy július végétől szeptember elejéig nem működött az állomás, mert minőség javítást hajtottak végre. Adat veszteség elkerülése végett a 2020-as évet hozzá fűzték az új állomás adataihoz. A mérési eredmények kihagyása végett a 2021-es év nem hiteles információkat tartalmaz. Amit látunk az 2. ábrán az az, hogy amíg az állomás aktív volt leestett abban az évben 368,7 mm csapadék az éves mennyiség 2021-ben pedig országosan 573 mm.

Hőmérséklet átlagosan 9°C ot láthatunk nyilván a legmelegebb hónap kimaradásával alacsonyabb, mint az éves átlag középhőmérséklet, ami 10,81 °C lett.



25. ábra Csapadék és hőmérséklet 2021-ben.

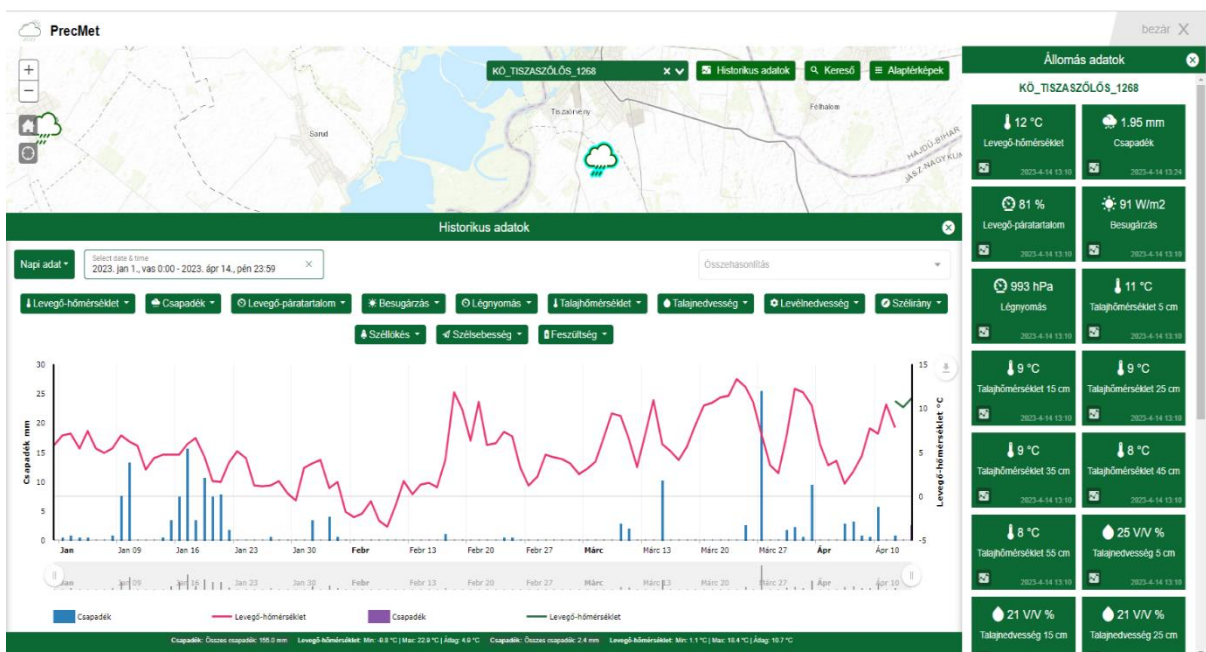
2022-t az elmúlt időszak egyik legmelegebb és legcsapadékmentesebb időszakának tekintjük. Gazdák számára iszonyatos nagy kárt okozott, főleg azoknak, akik nem tudtak öntözni. Éves csapadék mennyiség 446,2 mm volt Tiszaszőlősen, ami igen kevés az éves 510 mm-hez képest. Míg a Dunántúlon a gazdák földjei az országos csapadékmennyiséghez képest jól áztak az Alföld szikes talaja porzott. Ahogy jól látható a tavasz és a nyár is egyaránt



26. ábra Csapadék és hőmérséklet 2022-ben.

csapadékszegény volt így egyik kultúra se tudott megfelelő mennyiségű termést adni. Alföldi átlag kalászosban 1-2 t/ha volt, de a kapásnövények is hasonló termés mennyiséget voltak képesek produkálni. Hőmérséklet maximuma 39,5 °C volt, ami igencsak szét égette a kapásokat. Öntöző alatt is elég nagy stressznek voltak kitéve a növények, hisz a légköri aszályt az se tudta enyhíteni. Minimum hőmérséklet ebben az évben -11,6 °C míg az átlag 12°C lett. Ezeket az adatokat jól lehet látni a 26. ábrámon.

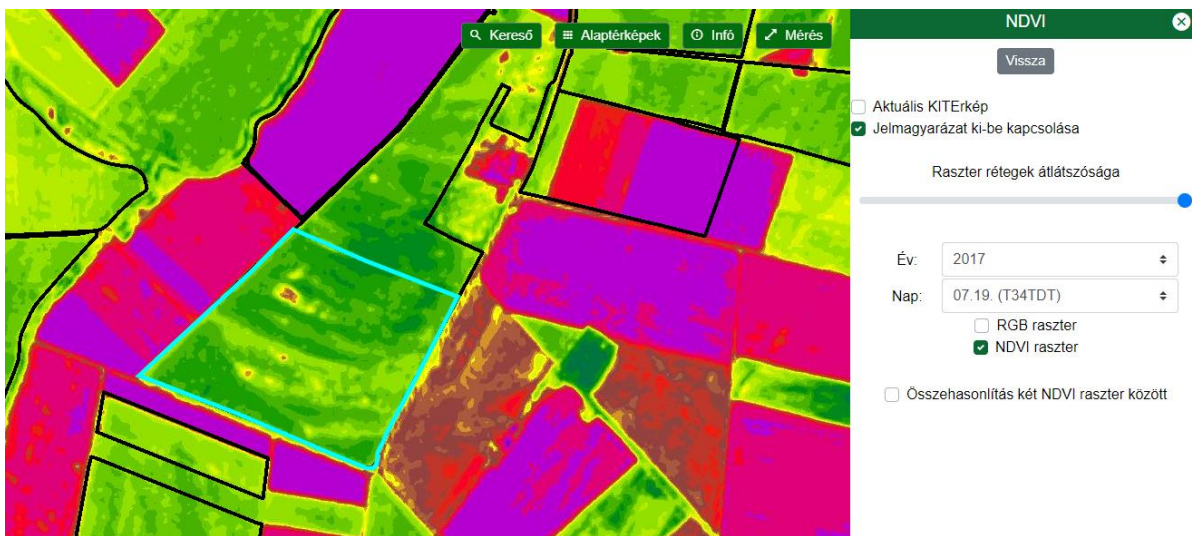
2023-as adatokban megfigyelhető, hogy a napi lebontásnál a januári év már csapadékosabb volt mint 2022-ben. Csapadék áprilisig lebontva 109 mm esett. Eddig jó csapadékban gazdag időjárásunk van, ami sokat segít a kalászos kultúráknak a megfelelő fejlődésben és a talaj mélyebb rétegeinek, hogy valamennyire töltekezni tudjanak. Enyhe télről beszélhetünk, ahol a minimum hőmérséklet is csak -9,8 °C volt. A legtöbb gazda csak remél, hogy idén nem 0-2tonnáig fog kalászosat aratni és a kapásnövények is megfelelő csapadékot fognak kapni ahhoz, hogy jól kifejlődjenek és elérhessék a 4-6 t/ha-os termésátlagot.



27. ábra Csapadék és hőmérséklet 2023-ban.

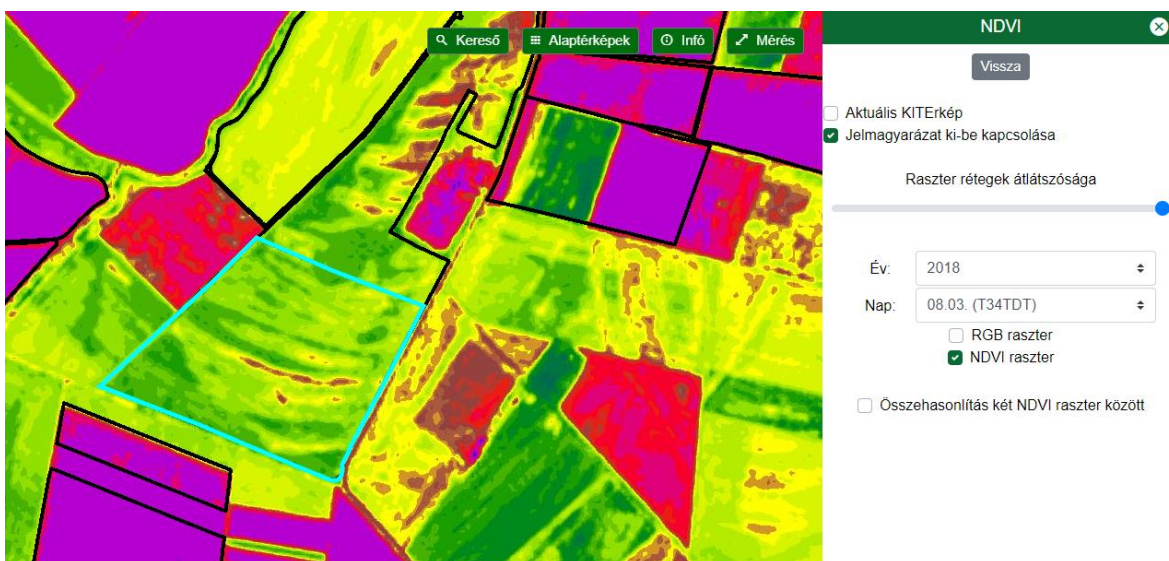
### 4.3. NDVI felvételek 2017-től a Köhér nevezetű tábláról

A [www.pgr.hu](http://www.pgr.hu) platform segítségével több NDVI felvételt is vissza tudtam nézni a tábláról így 2017-től már vannak adataim. A 28. ábrán egy júliusi felvétel látható, amin látszódnak a jobb és rosszabb vegetációs indexek. Ahol a zöld halványabb árnyalata figyelhető vagy akár barnás folt, ott gyengébb terméshozamra lehet számítani. Barnás folt megjelenhet a táblán belvíz, szikfolt, vadkár, betegség előjeleként is. Ilyenkor érdekes céltalan a táblát megnézni és felülvizsgálni a gyengébb folt okát.



28. ábra 2017. 07.19. NDVI felvétel.

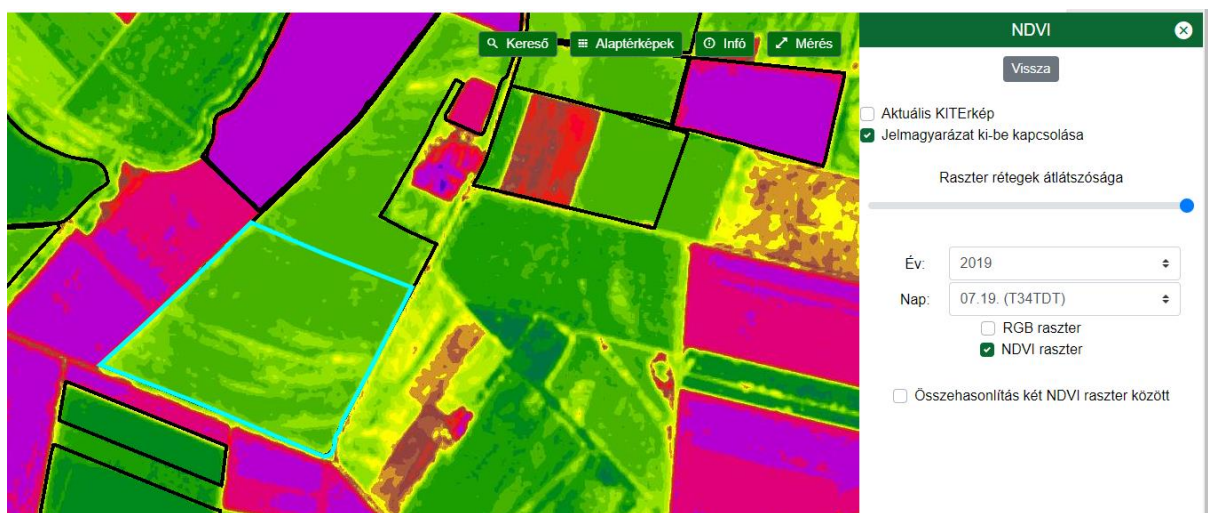
2018-as felvételen látszódik, hogy ismét lehet látni a táblán valami történt, mert megjelent a barnás folt. (29.ábra)



29. ábra 2018.08.03. NDVI felvétel.



2019-es NDVI képen látszódik, hogy az állomány nagyon szépen fejlődött és ez egy jó potenciállal bíró tábla még ha eddig voltak foltok is, ahol valami külső tényező végett a tábla egyes részein barna foltok jelentek meg. (30. ábra)



30. ábra 2019. 07.19. NDVI felvétel.

2020-ban kalászos kultúra következethető az állomány NDVI felvételéből, hisz áprilisban készült a felvétel. Szép mély zölddel látszódik az állomány, így ez egy ígéretes évnek ígérkezett az aratás szempontjából. (31. ábra)



31. ábra 2020.04.24. NDVI felvétel.

2021-es júniusi felvételen megfigyelhető a domborzat mintájának megfelelő vegetációs index. Az elmúlt években látható, hogy nem történt semmiféle mesterséges vízkijuttatás.



32. ábra 2021.06.10. NDVI felvétel.

2021-es őszi felvételen látszódik, hogy kukoricát vetettek bele és kirajzolódik az öntözött területnek a körvonala látható, hogy egy centrál pivot segítségével látják el az adott kultúrát megfelelő mennyiségű csapadékkal. (33.ábra)



33. ábra 2021.09.06. NDVI felvétel.

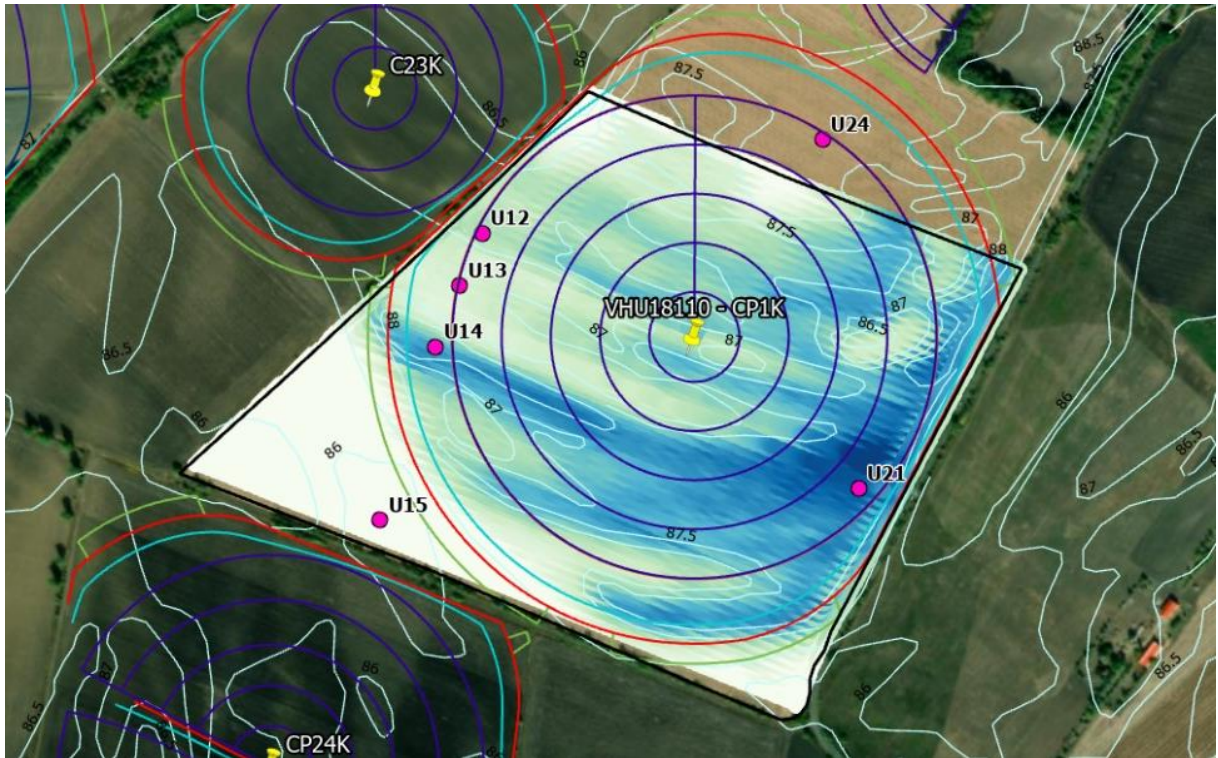
2022-es rendkívül aszályos évben már gyönyörűen látszódik a pivot által lefedett terület és, hogy ott mennyivel jobban tudott fejlődni a kultúra nem úgy mint azokon a területeken ahova az öntöző már nem ért el. (34.ábra)



34. ábra 2022.07.23. NDVI felvétel.

#### 4.4. Öntözőberendezés

Mivel jelenleg nincs kihelyezve a Köhér alsó nevezetű táblára ez a rendszer a mérőállomásokkal, így azt mutatnám, be, hogy jelenleg a centrálpivotok (35. ábrán látható) milyen területet fednek le a táblán és milyen módon valósul meg az öntözés.



35. ábra Centrálpivot Köhér felső táblán.

## 5. Következtetések és javaslatok

A tábla adataiból domborzati megjelenítéséből jól látszódik, hogy ezek a szintkülönbségek milyen nagy hatással vannak a táblán belüli termésátlagra, vegetáció növekedésére. Az NDVI felvételek jól megmutatják, hogy sok hasonlóság figyelhető meg a domborzati térképpel és hogy ugyan ott meg is jelenik ez az egyezés a táblán belül. A 2017-től nézett felvételeken látszódik az is mikor helyezték üzembe az öntöző berendezést és az milyen utat járt be.

A talajszelvények feltárásának köszönhetően még pontosabb jellemzést kapunk a táblákról. Ezeket a talajgenetikai vizsgálatokat sok gazdálkodónál érdemes lenne elvégezni, hogy jobban megértsék a saját termőföldjeiket. Ezek a feltárások azt is indokolják, hogy jó anyagi helyzetben lévő beruházást tervező gazdálkodóknak szükségszerű lenne a VRI-s öntöző beruházására, hisz jól megmutatkozik a táblán belüli heterogenitás, különböző talaj fizikai féleségek. Így indokolt sok helyen a változó mennyiségű csapadék kijuttatása.

A döntéstámogatói rendszer azért előnyös minden gazdálkodó számára, mert öntözött területeit nyomon tudja követni, az állomások segítségével láthatja, hogy a különböző gyökérszónákban mekkora az elérhető vízkapacitás. Ezeket vizuálisan is meg tudja jeleníteni és a kijuttatott víz mennyiséget is rögzíteni tudja, majd ez alapján és a mért adatokkal megkapja az adott kultúrára való öntözési ajánlást, amit felül tud bírálni, avagy meg tudja fogadni. Minden esetben 3 napos intervallumba kapja meg a vízstressz jelzést így tud időben reagálni a növény vízmennyiség igényére. A rendszer felületén több tábla is megtekinthető egy kezelőbarát felületen, ahol táblánként tudja váltogatni a mért és javasolt információkat. A megvizsgált táblán 35. ábrán látható, hogy náluk egy certrál két táblát is lefed, így ezeket a táblákat külön- külön meg tudják majd jeleníteni és látják, hova mennyi vizet szükséges kijuttatni.

Javaslatom a táblán a 3-4 állomás kihelyezését, ami segítségével mérni tudják a táblán belüli különbségeket. Mivel rendelkezésre áll a változó mennyiségű víz kijuttatása be tudják állítani, hogy hova mennyit adjon meg a vízáteresztő képesség és a talajféleég tekintetében. A döntéstámogatói rendszer fejlesztése folyamatban van, hogy a felhasználói később mobil készülékükön applikáció formájában is elérjék és az állomásukat akár widge -ként is hozzá tudják adni a főképernyőjükhöz. Ennek segítségével látják a csapadékot, hogy egy esőzés után hány mm esett. Az applikációt megnyitva látják, hogy a kultúrának szükséges -e az öntözés vagy a leesett víz mennyiségnek köszönhetően befog-e következni vízstressz a növény számára három napon belül, avagy sem.

## 6. Összefoglalás

Magyarországon az öntözött területek része igen elenyésző, amit pályázatok és különböző rendeletekkel szeretnének növelni, segíteni. Erre vannak öntözési közösségeknek és nagyobb gazdálkodóknak is lehetőségük, amivel akár 80% os intenzitású pályázat segítségével tudják kiépíteni az öntöző rendszerüket. Egy öntöző beruházásánál sokszor át kell gondolni a talajtechnológiák és a régi megszokott tápanyagutánpótlást.

Ezek a berendezések rendkívül hasznosak és segítségükkel egy biztos termésátlagot tudnak beállítani. Ez az előny felértékelődik egy rendkívül aszályos, száraz évben. A pályázatoknak és támogatásoknak a célja az kell, hogy legyen, minél több gazdálkodó térjen át az öntözéses gazdálkodásra, így növelhető legyen az öntözött területek nagysága, illetve, korszerűsítsék az elavult öntözőrendszereket. Ma már sem energetikai, sem víztakarékossági szempontból nem felel meg a klasszikus végszórófejjel, úgynevezett vízágyúval történő öntözés, viszont a hatékonyság javítására rengeteg új technológia létezik. Ilyen például a víz kimagasló hasznosulását biztosító talaj és növény kímélő öntözőkonzol, a lineáris öntözőrendszerek vagy a mikroöntözési technológia. Ez utóbbi szántóföldi bevezetésével a felhasznált vízmennyiség 45-50 százalékra csökken, és az energia megtakarítás elérheti a 60-70 százalékot.

A tábla adatainak összeszedésével és a vizsgálatok feltárásával sok információt kapunk a művelt területünkről. Ezeket az információkat adattá kell feldolgoznunk a gazdák számára, hogy lássák az összefüggéseket, a termésátlagokat, ok okozati irányait. Jelenleg még nagyon sok gazdálkodó a régi agrotechnológiával műveli földterületeit. Ezeket a lehetőségeket fülül kell bíráltni az időjárásí anomáliák végett. A sok csapadékmentes időszak miatt a talajborítottságra jobban hangsúlyt kell fektetni. A vízmegtartó művelési technológiákra jobban oda kell figyelni, főleg az olyan gazdaságok számára, ahol a vízkivétel és az öntözés nem tud megvalósulni semmilyen formában.

Azon gazdaságok, akiknél pályázattal vagy pályázat nélkül sikerült/sikerül kiépíteni az öntözési rendszert egy biztosabb termésátlagot tud produkálni minden évben és rengeteg előnyt jelent a száraz, aszályos években. Ez a rendszer, amit az öntözött területekre fejlesztett ki a KITE Zrt. azon gazdákat segíti, akiknek fontos az, hogy a növény a megfelelő vegetációjú stádiumában kapja meg a kellő mennyiségű vizet ahhoz, hogy a legnagyobb termés potenciállal tudja meghálálni a törődést. Ez a döntéstámogatás abban is segít, hogy jobban lássuk talajaink nedvességtartalmát külön rétegekben és okszerű öntözést tudjanak végrehajtani. Amennyiben a gazda kiseretné próbálni ezt a rendszert, demó vagy kísérlet keretein belül is ki tudja

próbálni, majd, ha látja a saját gazdaságán, hogy ez neki tetszik és bevált úgy később szolgáltatás formájában igényt is tud rá tartani.

Minden tényező azt sugallja a gazdáknak, hogy ha tehetik és módjukban áll kezdjenek el gondolkodni a talajnedvesség megtartásában, öntözőrendszerek kiépítésében. Az eddigi időjárás az elmúlt években megfigyelhető, hogy körülbelül 10 évente van egy nagyon aszályos év bár a 2022-es év rekordot döntött. Ekkora mértékű vízhiányt az idősebb gazdák csak 1993-ban említettek. A mostani mikroklíma és légköri aszály megmutatta mekkora „biztonságban” vannak azon gazdák, akik mesterségesen tudják az adott kultúrának pótolni a szükséges víz mennyiséget.

Azon gazdák, akiknek számít az, hogy mikor mennyiségű vizet juttassanak ki azoknak szükségük van egy megfelelően zónázott táblára ahhoz, hogy a VIR öntöző alátámasztott eredmények alapján meg tudja adni, hogy hova mekkora dózisú vizet juttasson ki. Másik nagy előnye ennek a változó dózisú öntözési rendszernek, hogy akár különböző vizsgálatokkal tudja figyelni a növény nitrogén igényét és akár öntözéssel egy menetben zónánként tudja pótolni a növény számára szükséges elemeket.

Az ismertetett döntéstámogatói rendszer hatalmas segítség lehet azon öntözéssel rendelkező gazdáknak, akik pontosabban és megfelelő időben szeretnének vizet kijuttatni. Talán hátránya lehet ennek a rendszernek, hogy jelenleg még csak számítógépen figyelhetők ezek az eredmények és csak platformon tud ajánlást tenni vízkitételre. Mivel jelenleg is folyik az applikáció fejlesztése így amint debütálják az innovatívabb és fiatalabb gazdák körében biztos vagyok benne, hogy hamar el fog terjedni és hamar megkedvelik ezt a felületbarát döntéstámogatói rendszert.

## **7. Köszönetnyilvánítás**

Szakedolgozatom készítésében köszönetet szeretnék nyilvánítani az Urbán és Urbán Mg. Zrt részére, akiknek a tábláján végezhettem a vizsgálatokat, következtetéseket. A KITE Zrt-nek, hogy biztosította számomra ezt a képzést és innovatívan gondolkodásával a gazdák segítségét szemelőtt tartva fejleszt különböző döntéstámogató rendszereket, hogy ezzel segítse őket a megfelelő döntések meghozatalában. Belső konzulensemnek és tanáromnak Dr. Szegi Tamás Andrásnak, hogy nem engedte el a kezem és segített a szakdolgozatom elkészítésének befejezésében, Dr. Riczu Péter külső konzulensemnek, aki segítette szakmai tudásával munkámat. Nem utolsó sorban pedig köszönettel tartozom családomnak a sok támogatásért.



## 8. Irodalomjegyzék

Könyv:

Tamás János (2014): Gazdálkodás belvizes és aszályos területen. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, 152p

Jegyzet:

Borsos János, Pusztai Péter, Radics László, Szemán László, Tomposné L. Veneta (1994): Szántóföldi növénytermesztéstan, Budapest

László István, Csornai Gábor, Fekete István, Giachetta Roberto (2014): Távérzékelte felvételek elemzése, Eötvös Loránd Tudományegyetem Informatikai jegyzet, Budapest, 130p

Internetes forrás nevesített szerző:

Dr. Fűzy 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: Öntözéstechnika és öntözésminőség, <https://agrarium7.hu/cikkek/1272-csepegteto-es-mikroontozes> Agrárium (2015. június-július)

Dr. Patay István, Öntözés precíziósan, agrarium7, <https://agrarium7.hu/cikkek/644-ontozes-preciziosan> (2016. június)

Csomor Zsolt: Öntözési módszerek hazánkban, <https://agraragazat.hu/hir/ontozesi-modszerek-hazankban/> Agrárágazat (2018. július)

Czékus Mihály, Telepített meteorológiai állomások a gazdák szolgálatában, <https://mezohir.hu/2022/05/19/agrar-idojaras-meteorologia-szel-csapadek-talaj-mezogazdasag/> Mezőhír (2022.május)

Internetes forrás:

http 1 Térinformatika: [http://www.agt.bme.hu/tutor\\_h/terinfor/t13.htm](http://www.agt.bme.hu/tutor_h/terinfor/t13.htm) (2023.május)

http 2 Geoinformatikai rendszerek: <https://adoc.pub/geoinformatikai-rendszerek.html> (2023.május)

http 3 Kiemelt jelentőségű a precíziós gazdálkodás az agráriumban: <https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2019/03/gepesites/terinformatika-es-a-taverzekeles-a-mezogazdasagban> (2023. május)

http 4 Műhold felvételek a mezőgazdaságban: <https://docplayer.hu/2338288-Alkalmazott-terinformatika-muholdkepek-elemzese.html> (2023.május)

http 5 Öntözés szántóföldi körülmények között: [http://www.moe.hu/kepzes2017/3\\_az\\_ntzs\\_idejnek\\_meghatrozsa.html](http://www.moe.hu/kepzes2017/3_az_ntzs_idejnek_meghatrozsa.html) (2023.május)

http 6 Öntözési technológiák: <https://vizek.gov.hu/agazati-informaciok> (2023. május)

http 7 Felületi öntözési mód: [http://www.moe.hu/kepzes2017/6\\_felleti\\_ntzsi\\_md.html](http://www.moe.hu/kepzes2017/6_felleti_ntzsi_md.html) (2023. május)

http 8 Esőszerű öntözési mód: [http://www.moe.hu/kepzes2017/7\\_az\\_esszer\\_ntzs.html](http://www.moe.hu/kepzes2017/7_az_esszer_ntzs.html) (2023. május)

http 9 öntöződob: <https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2004/4/gepesites/ontozogepek-es-berendezesek-a-gyakorlatban> (2023. május)

http 10 Szántóföldi és kertészeti kultúrák öntözése – Talajfelszín alatti csepegtető öntözés: <https://www.kite.hu/tudastar/szantofoldi-es-kerteszeti-kulturak-ontozese-talajfelszin-alatti-csepegteto-ontozes-sdi/194> (2023. május)

http 11 147/2010. (IV. 29.) Korm. rendelet:  
<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A1000147.KOR&celpara=&dbnum=1> (2023. május)

http 12 Környezetvédelmi szakhatósági követelmények az öntözésnél : <https://www.nak.hu/tajekoztatasi-szolgalatas/kornyeztgazdalkodas/99253-kornyeztvedelmi-szakhatosagi-kovetelmenyek-az-ontozesnel> (2023. május)

http 13 Öntözési gazdálkodáshoz szükséges talajvédelmi terv : <https://www.nak.hu/en/tajekoztatasi-szolgalatas/kornyeztgazdalkodas/98605-ontozesi-gazdalkodashoz-szukseges-a-talajvedelmi-terv> (2023. május)

http 14 90/2008. (VII. 18.) FVM rendelet: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0800090.fvm> (2023. május)

4. sz. függelék – Hallgatói és konzulensi nyilatkozat minta

**NYILATKOZAT**

Alulírott ANNUSNÉ BENKŐLY KLAIRA, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, SZENT ISTVÁN Campus, PRECÍZIÓS MEZŐGAZDASÁGI GYAKMÉRŐK 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: 2023. év 05. hó 02. nap

  
Hallgató

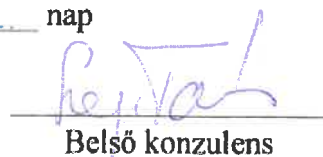
**NYILATKOZAT**

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozom arról, hogy a Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom áttekinttem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom\*.

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

Kelt: 2023. év 05. hó 02. nap

  
Belső konzulens

\*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!

## NYILATKOZAT

### a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió<sup>1</sup> nyilvános hozzáféréseről és eredetiségéről

A hallgató neve: ANNUSNÉ BENKÓCZ KLARA  
A Hallgató Neptun kódja: Z4BDNA  
A dolgozat címe: DÖNTÉSTÁMOGATÓI RENDSZER AZ ÖNTÖZÉSSEN  
A megjelenés éve: 2023.  
A konzulens tanszék neve: TALAJTANI TANSZÉK

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió<sup>2</sup> egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s 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 szellemitulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

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

Kelt: 2023. év 05. hó 02. nap

  
Hallgató aláírása

<sup>1</sup> A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

<sup>2</sup> A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.