



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Alba Regia Műszaki Kar

Geoinformatikai Intézet



SZAKDOLGOZAT

Aszálymonitoring rendszer vizsgálata

OE-AMK

Tatár Erzsébet

2023

T000528/FI12904/A-G



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Alba Regia Műszaki Kar
Geoinformatikai Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Tatár Erzsébet

Szaktervezési száma: [REDACTED]

Törzskönyvi száma: T000528/FI12904/A-G

Neptun kódja: [REDACTED]

Szak: földmérő és földrendező mérnök

Specializáció: Geoinformatika specializáció

A dolgozat címe: Aszálymonitoring rendszer vizsgálata

A dolgozat címe angolul: Drought monitoring using remote sensing and field measurements

A feladat részletezése:

1. Ismertesse az OVF által üzemeltetett aszálymonitoring rendszert!
2. Az aszálymonitoring állomások közelében készítsen mintaterületként használható tábla-adatbázist!
3. Egy kiválasztott évre készítsen SENTINEL-2 vegetációs index idősorokat a táblákra!
4. Kiválasztott időpontokra vizsgálja meg az aszályindex és a vegetációs index közötti összefüggést!

Intézményi konzulens neve: Molnár Gábor Péter

A kiadott téma elévülési határideje: 2026. 02. 10.

Beadási határidő: 2023. 12. 15.

A szaktervezési: Nem titkos.

Kiadva: Székesfehérvár, 2023. 10. 25.



[Signature]
Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom: 2023. 12. 15.

[Signature]
belső konzulens

[Signature]
külső konzulens



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Alba Regia Műszaki Kar
Geoinformatikai/Mérnöki/
Természettudományi és Szoftvertchnológiai Intézet

HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott hallgató kijelentem, hogy a szakdolgozat/diplomamunka saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem. Az elkészült szakdolgozat/diplomamunkában található eredményeket az egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Kelt: Székesfehérvár, 2023. 12. 10.


.....
hallgató aláírása

Tartalom

1.	Bevezetés	1
2.	Az aszályhoz vezető körülmények	2
2.1	Erózió	4
2.2	Aszály kialakulása.....	6
2.3	Aszály elleni védekezés	11
3.	Copernicus Program	13
4.	Aszály monitoring.....	16
4.1	Aszálymonitoring mérőállomás hálózat.....	16
4.1.1	A mérőállomások adatainak letöltése	18
4.1.2	Aszály mérőállomások eredményeinek vizsgálata	20
4.1.3	Diagramelemzés.....	23
4.1.4	Terméseredmények értékelése	28
5.	Adatbázis létrehozása	36
5.1	Az aszálymonitoring állomások téradatbázisa	36
5.2	A táblák téradatbázisa	38
5.2.1	Hibaszűrés.....	39
5.3	Távolságszámítás	42
5.3.1	A poligonok centroidjainak számítása.....	42
5.4	Adattáblák összekapcsolása	44
5.5	A tábla adatbázis	46
6.	NDVI számítás.....	49
7.	Összefoglaló.....	50
8.	Summary	52

9. Irodalomjegyzék	53
10. Ábrajegyzék	55

1. BEVEZETÉS

„Úgy tékoztunk bolygónk természeti kincseit, a levegőt és a vizet, mintha nem lenne holnap, s így már nem is lesz.”

-Kurt Vonnegut [1]

Magyarország legdrágább és legfontosabb erőforrása, egyben pótolhatatlan értéke az édesvize és a jó minőségű termőföldje, amit Európában mindenhol ismernek. A magyar mezőgazdaság különböző ágazatai nagy hírnek örvendenek külföldön is, számos termékek kifogástalan, jó minőségű. Nem biztos azonban, hogy ez a helyzet sokáig fennmarad.

Talajaink és élővizeink napról napra degradálódnak, károsodnak, minőségük mellett mennyiségük is csökken. A talajpusztulás még nem fordult kíméletlen romlásba, nem érzékelhető hatalmas kár, de ha folytatódik a jelenlegi tendencia, és nem lesz rá megoldás, akkor a termőtalajaink használhatatlanok, értéktelenek lesznek.

Hazánk területének majdnem 50%-a van mezőgazdasági művelés alá vonva. A területek nagyrészt szántók foglalják el, amiknek negyede, harmada már valamilyen szinten kimerült vagy elpusztult. A mezőink és erdőink csaknem 60%-át sújtja erózió, és emiatt nem csak a föld minősége mehet tönkre, hanem az ezekről a termőterületekről származó termékekre épülő iparágak szintén veszélybe kerülhetnek. A pusztulás mértéke évről évre egyre nagyobb. Ennek oka nem csak a klímaváltozás, hanem a túltermelés, a káros mezőgazdasági művelés, és a nagy mennyiségű vízkivétel okozta vízhiány. Ha a talaj a termőképességet elveszti, akkor az élelmiszerek mennyisége és minősége is csökkenni fog.

A termelésbe nem csak a jó minőségű talajok kerülnek bevonásra, hanem a gyengébb, alkalmatlanabb talajtípusok is. Ilyenkor mesterségesen is kezelni kell a termőföldet, hogy legyen termés, amit fel lehet dolgozni. A talajok kezeléséhez kapcsolódóan rendkívül fontos a következetes vízgazdálkodás. A víz az élet elengedhetetlen összetevője, a megfelelő mennyiségű és időbeli eloszlású csapadék elengedhetetlen a mezőgazdaság számára. Hazánkban egyre nagyobb gond a vízhiány, ami a termőföldek tönkremenete-

lét eredményezi. A termőföldek tönkremenetele magával hozza a mezőgazdaság visszaesését, az élelmiszerellátás akadozását és az árak emelkedését.

A szakdolgozatommal szeretnék hozzájárulni az Aszálymonitoring rendszer és a SENTINEL-2 műholdak távérzékelte adatainak összekapcsolásához, hogy vizsgálni lehessen, hogy hogyan változik hazánk területén a talajok vízháztartása, és hogy montírozni lehessen, hogy az embernek, a gazdálkodásnak mekkora hatása van a felszín megváltozására.

Szakdolgozatomban érintem az aszály kialakulásának okait és azok a kezelését.

Bemutatom az Aszálymonitoring mérőállomás hálózatot, néhány állomásra elemzek mért minta adatokat és idősorokat.

Dolgozatom legfőbb eredménye, hogy az aszálymonitoring állomások közelében kiválasztottam a digitalizáltam csaknem 1500 mintaterületet tartalmazó adatbázis. Az adatbázis kialakítás során törekedtem arra, hogy minden aszálymonitoring állomás közelében, minden jelentős felszíntípusból kijelöljek a távérzékeléses vizsgálatba bevonható poligonokat.

Az adatbázisban szereplő táblákat műholdfelvétel segítségével jelöltem ki, ügyelve, hogy homogén táblákat tartalmazzon. Az adatbázis *Attribútum* táblája tartalmazza a Corine adatbázisból származtatott felszínborítási kategória mellett, a poligonok centrálisaira számolva a legközelebbi aszálymonitoring állomás távolságát is.

Az adatbázis néhány táblájára a 2022-es évre számolt SENTINEL-2 vegetációs index idősort mutatok be, amit az aszályindex idősorral hasonlítok össze.

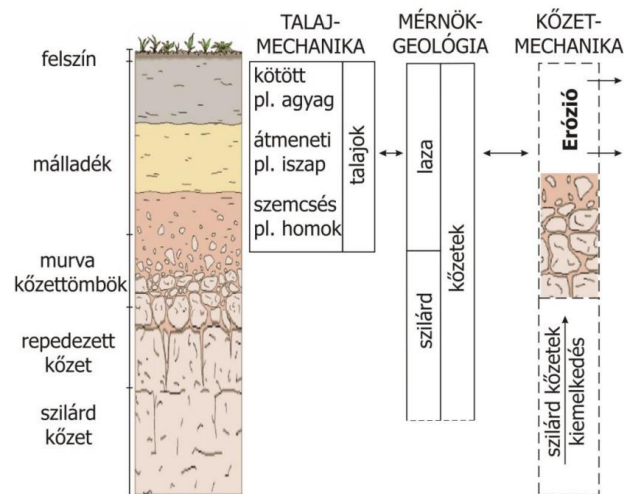
2. AZ ASZÁLYHOZ VEZETŐ KÖRÜLMÉNYEK

„A talaj a földkéreg legfelső termékeny rétege, ami tápanyaggal és ásványokkal, vízzel látja el a növényeket. A talajalkotó elemek 3 fázisú diszperz rendszert foglalnak magukban.

- Szilárd fázis: különféle szemcseméretekből áll, ezek az ásványi anyagok. A közetek elaprózódása által jön létre, keveredve szerves anyagokkal.

- Folyékony fázis: talajoldatot tartalmaz, nem pedig vizet, ezekből oldódik ki a növények számára a szerves sók.
- Légnemű fázis: talaj levegő tartalma” [2]

Ez a három elemnek összhangja alkotja a megfelelő termőtalajt. A talaj tehát egy keverék, az elemek különböző összetétele és keverési aránya hozza létre a különböző talajfajtákat.



1. ábra
A talaj felépítése. [3]

A felszín közelében levő rétegben (1. ábra) gyökereznek a növények, itt fejlődhetnek, ez a termőréteg. Itt a humusz mennyisége magas a növények fejlődése érdekében, de vizsgáljuk meg, hogy miből tevődhet össze a humusz. Tudjuk, hogy ásványi anyagban gazdag, az elbomlott szerves anyagok miatt.

Vizsgáljuk meg, hogy milyen térfogat arányokban vannak elosztva a talajban az elemek! A levegő 5-20%, mivel a földnek a jó légáramlás fontos, így nincs összetömörödve, a víz 30-45%-ban van jelen minden rétegben alkotóelemként. Az említett ásványok a talaj 43-45%, ilyenek a kálium, nátrium. A szervesanyagok részaránya 5-7%. A felsoroltak a fő alkotó elemek, ezeken belül tovább oszthatjuk a térfogatot kitöltő összetevőket. A szerves anyagot tovább oszthatjuk, ez tartalmazza a lebomlott növények gyökereit, elbomlott szerves anyagokat, a növényvilágot és állatvilágot. A növényvilágot és állatvilágot alkotó apróbb tényezők a talajban baktériumok, gombák és algák, gyűrűsférgek, mezofauna, mikro fauna és aktinomiceták. [3]

A felsoroltak hatására lesz talajunk termékeny és hasznosítható, ezek mellett a talaj fizikai és mechanikai összetétele is fontos: ha túl tömör nem fejlődnek ki benne a magok, a lazát a szél elhordja.

A talajokat a szemcseméret alapján is osztályozhatjuk, ahol agyag, por, homok és kavics osztályok vannak, ezeken belül lehet a talajokat még besorolni.

A talaj kémiai összetétele, fizikai és mechanikai jellemzői nagy befolyással vannak a művelésre, ezen keresztül a termésre. A jó minőségű talaj megfelelő kezeléssel hosszúéletű, termékeny marad, amíg a sanyargatott, túlhajszolt területek leépülnek, nem csak a természet munkája miatt, hanem az ember közbenjárására is. [3] [4]

2.1 Erózió

Az erózió egy latin eredetű szó: „erodare” azaz kirágni. Valóban, a talajerózió olyan folyamat, amely a talaj elpusztulását és a tápanyagvesztést eredményezi. A talajerózió során a talajanyag elmozdul, elmosódik vagy lemosódik a felszínről, ami idővel csökkenti a talaj termékenységét. Az erózió fő okozója a csapadék vagy az öntözés, amely hatására a talaj a vízelvezetés során lepusztul és lefolyik. Az erózió hatására a talaj tápanyagtartalma csökken, mivel a tápanyagok kimosódnak vagy elmozdulnak. Emellett a talajszerkezet is romlik, ami azt jelenti, hogy a talaj elveszti a stabil szerkezetét, amely fontos a növények gyökereinek megtapadásához és a víz tárolásához. A romló talajszerkezet tovább rontja a vízelvezetést és növeli a lemosódás kockázatát. A talajerózió főként a növényzet nélküli területeken, például erdőirtás vagy mezőgazdasági területek esetén jelent súlyos problémát. Különösen a meredek lejtőkön a víz sokkal gyorsabban folyik le, ami növeli az erózió mértékét. Az erózió eredményeként a termékeny talajréteg elpusztulhat, és csak a terméketlen alapkőzet marad hátra. Ezért nagyon fontos megfelelő talajvédelmi intézkedéseket alkalmazni, például a megfelelő növényzet telepítése, a talajtakaró alkalmazása és az öntözés szabályozása, hogy minimalizálni lehessen a talajerózió káros hatásait. Egy későbbi fejezetben ezeket bővebben is kifejtem. [5]

A fenntartható földhasználat és a megfelelő mezőgazdasági gyakorlatok alkalmazása elengedhetetlen a talajerózió megelőzésében és a talaj termékenységének megőrzésében. A talajpusztulásnak két fajtája van a fizikai és a kémiai.

Fizikai:

- **Erózió:** a víz általi pusztító munka a kőzetekben és más felszíni területeken. A természetes erózió során, egyensúly van a mállás és az anyag elhordásban. Az emberi tevékenység hozza létre a gyorsított eróziót. Ilyen tevékenység a túllegeltetés, mezőgazdaság, erdőirtás.
- **Defláció:** a szél eróziós munkája, a növényzettel nem fedett vagy hiányos területek, amiken a hőingás és mállás apró szemcséket hoz létre, amiket a szél elhordhat. A defláció kiváltó okai lehetnek a szélörvénylesek és a nagy szélsébségek. A deflációt befolyásoló tényező a talaj mechanikai összetétele és szerkezete, a talaj felszíne (menyire érdes), a nedvességtartalma és a növénytakaró mennyisége és sűrűsége.
- **Tömörödés:** főleg a nehéz munkagépek idézik elő. A talaj tömörödése csökkenti a szemcsék közötti réseket, ezzel a víz útját elzárják és a levegőáramlás is megszűnik. A tömörebb szerkezetben a növények gyökerei a fejlődés folyamán akadályba ütközhetnek. A nedves állapotban lévő föld tömörödik össze a legjobban.
- **Szerkezetromlás, porosodás:** a folyamatosan használt talajok minősége és szerkezete is romlik. Intenzív használatnál alacsony térfogattömegű, poros felső talajréteg alakul ki, ami nagyobb kitettséget kap a természeti elemeknek. [3] [5]

Kémiai:

- **Savanyodás:** ez a romló talaj, amely a növények számára nem megfelelő táptalaj, mivel tömörebb az összetétele, ezért nehezebb „áttörni”, így a víz és levegő mozgása is nehézkes. A felső talajrétegben van ez a jelenség, ahol a kalászos növények gyökérzete fejlődik, mivel a talaj felső rétege sérült ezért a tápanyag felvétellel gondok lehetnek.
- **Szikesedés:** a vízben oldódó sók feldúsulnak a talajban, mivel a vízben feloldódnak és együtt mozognak vele. A víz elpárolgása után, felhalmozódnak a földfelszínen és a talajban a kivált sókristályok, ebben az esetben is a felső réteget érinti a kár.
- **Talajszennyezés:** szennyezés sok módon kerülhet a talajba, például a szennyvíz nem megfelelő elvezetése miatt, vagy bányák meddőhányóiból, iszaptározókból, veszélyes hulladék tározókból. Ha ezek a talajjal kerülnek érintkezésbe a minőséget és a kör-

nyezet egészségét is károsítani fogják. Ezt a jelenséget az emberek hozzák létre főleg. [3] [5]

A talajerózió természetes folyamat, de az emberi tevékenység nagyban hozzájárulhat annak felgyorsulásához és súlyosbodásához. Az erős földművelés, erdőirtás a fő okok közé tartoznak. A mezőgazdasági tevékenységek során a talaj ki van téve a víz és a szél, hőmérséklet ingadozás hatásainak, és ennek következtében a talajtakaró réteg elmozdulhat, vagy elerodálódhat. Az erdőirtás pedig megszünteti a növényzet védelmét és a természetes talajvédelmi mechanizmusát. A talajerózió jelentős átfogó kérdés, amely súlyos következményekkel jár a környezetre és a társadalomra. Különösen aggasztó a forró égövi területeken, ahol az erdők egy jelentős része már kiirtásra került. Ezeken a területeken a talaj termékenységét biztosító rétegek eleve vékonyabbak, és a nagy mennyiségű csapadék miatt gyorsabban pusztulnak. A talajerózió megelőzésére és kezelésére számos megoldás létezik. Ilyen lehet az erdősávok telepítése, mivel az erdők a gyökérzetükkel stabilizálják a talajt és csökkentik az erózió feltételeit. Az erdőirtás visszaszorítása és a fenntartható földhasználat elősegítése fontos lépés a talajerózió kezelésében. Fontos felismernünk, tudatosítanunk a talaj védelmének és megfelelő kezelésének jelentőségét a hosszú távú fenntartható mezőgazdaság és környezetvédelem érdekében.

2.2 Aszály kialakulása

Az aszály a katasztrófa egyik típusa. Nagy hőség idején jelentkező tartós csapadékhiány az aszály kialakulásának az oka. A növényzet egészséges fejlődési ütemét gátolja, így azok, satnyák, gyengék lesznek, esetlegesen ki is pusztulnak. Az aszály más ágazatokat is érinthet, ezek a hidrológiai aszály, meteorológiai aszály, társadalmi-gazdasági aszály és mezőgazdasági aszály.

Az aszály, mint természeti katasztrófa véletlen jelenségek közé sorolható, nem lehet megmondani mekkora, lesz az érintett területeken a kiterjedése, milyen károkat fog okozni, mennyire lesz súlyos a pusztítása. Az aszály egyik kialakulásának az oka, hogy nagy hőmérséklet mellett huzamosabb ideig nem hullik megfelelő mennyiségű csapadék vagy a megszokott mennyiségű csapadék hullik, de a magas hőmérséklet miatt a talajnak a víztartó képessége romlik, és így nagyobb a kipárologtatás. A kár akkor nőhet

igazán, ha olyan tél után jön aszály, ahol nem volt hó, sem másmilyen csapadék, így a tavaszi esőzések nem pótolhatják a télen felhalmozódott csapadékhiányt. A talajvíz lecsökkenése miatt az őszi vetések hiányosak lesznek, nagymértékben kárt szenvednek, a tavaszi vetés se lesz jobb, nem tudnak majd a magok kicsírázni. Bizonyos esetben ez még az őszi gabonánál nem jelenthet gondot, mert még nincs végleges hatással következő évi termés mennyiségre, de ez csak abban az esetben áll ez fent, ha a talajmenti légréteg lehűlése, vagyis a talajmenti fagyok nem károsítják. Ha a fagy megcsípi az őszi gabona vetést, akkor a következő évi termésátlag kritikusan visszaesik, de ezzel együtt a talaj természetes növénytakaró nélkül marad, így a földfelszín az időjárás elemeinek és az erózió hatásainak nagyban kiszolgáltatott.

Az állattartásra is nagy hatással van az aszály indirekt és direkt módon is. Az állatok, akár csak az emberek, nem bírják a hosszú ideig tartó nagy hőséget és a vízhiányt, ezzel a tenyésztés és a vadállományok száma is visszaeshet. A tartós aszály és vízhiány miatt a takarmánynövények is hiánycikknek számítanak, így az állattenyésztés nehézkessé válik, kisebb állományokat fognak fenttartani. Hazánk híres édesvízi halaikról és azokból készült ételekről, de a vízhiány a tavaknál jelentős visszaesést okoz a halászatban és a horgászatban. [6] [7]

Aszályt az emberek mesterségesen is létrehozhatnak, belenyúlva a természet rendjébe. A földművelés, az időjárás manipulálása által vagy gátak építésével, öntözéssel, folyó szabályzással is létre jöhet aszály, amikor ezek miatt nem tud a víz körforgása működni, hogy pára jöhessen létre, amiből esőfelhő képződik. Más esetben elmaradnak az áradások, amik termékeny iszapot raknak le, ezzel is a talaj minőségét javítva. Ez az eset történt meg Egyiptomban, amikor megépítették az Asszuáni-gátat, és feltöltötték a Nasszer tavat. A Nílus minden évben bőséges és termékeny iszapot rakott le az áradások által Alsó-Egyiptom területén. Ezekre az áradásokra épült Egyiptom mezőgazdasága, mivel sivatagos ország, ezért a földműveléshez itt elengedhetetlen az öntözés, de a túlöntözéssel megjelenik a szikesedés. A szikesedés ellen volt jó az iszap hordalék, pótolta a talaj felső rétegében a kimosódás és növénytermesztés miatti ásvány és szervesanyag hiányt.

Az Egyiptomi gazdaság addig működött jól, amíg a kukorica és a gyapottermesztésre nem lett nagyobb igény. Ezeknek a növényeknek több öntözésre és szabályozott áradásokra volt szüksége, egyenletes vízjárásra. Már az 1860-as években, tervben voltak a

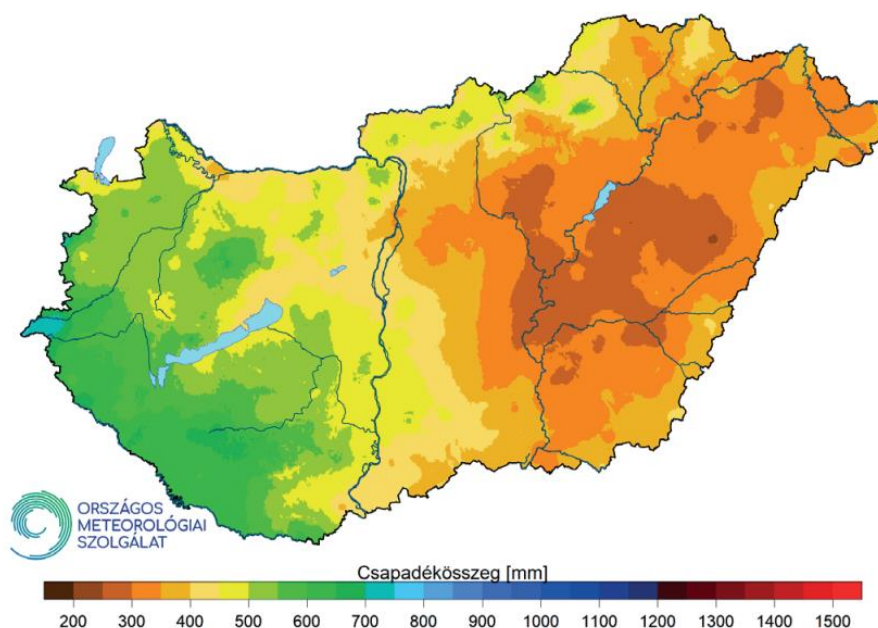
gátak, de a nehézségek miatt a gátrendszer két szakaszan épült ki. Egyiptom a britek fennhatósága alatt állt, ők kezdték építeni egy gátat az Etióp-magasföldön, mivel ott a hőmérséklet alacsonyabb, így a felületi párolgás is csekély. Ez a gát a Nílus víz hozamának egyötöd részét át engedte és a termékeny iszapot is, de ezt a gátat kétszer kellett megemelni, így egy új gátat terveztek. Később Egyiptom kivívta függetlenségét és az új vezetőség nem akart olyan gátat használni, ami már nincs az ország területén. Így elkezdtek az új gáttal együtt a Nasszer-tó kialakítását, az Szovjetunió segítségével. Az állam vezetősége szovjet mintára olcsó áram fejlesztésére akarta a gátat használni, és arra, hogy Alsó-Egyiptomban el tudják kezdeni a kukorica és gyapottermesztést. A gát megépítése után vették csak észre a gondokat. Egyiptomban van az egyik legnagyobb párolgási tényező a világon, a Nasszer tó évente a víztartalmának a tizedét elpárologtatja. Emellett rengeteg más gond ütötte fel a fejét: a termékeny iszap több mint 90%-a gát mögött marad, így a növények alá műtrágyát használnak szervesanyagpótlásra, ennek hatására a szikesedés súlyossá vált. A hordalék nélkül a Nílus-delta erodálódig, a partjai lepusztulnak. A Nílus a Földközi-tenger só tartalmát hígította a nagyhozamú édesvizével, de mivel az áradat elmarad, a víz só tartalma is emelkedett. Ennek hatására bizonyos tengeri fajok egyedszáma visszaesett, így ez kihatással volt a halászatra is. Egy jól működő, már az ókortól virágzó kultúrát, országot milyen könnyen tönkre tenni, egy rosszul végig gondolt cselekedettel. Ez az egyik példa arra, hogy az ember mennyire nagy kárt tud tenni a környezetében és nem számol az utóhatásokkal. [8]

A szárazságot a légáramlások is létrehozhatják, és ezt emberek mesterségesen is előidézhetik. Itt nem a már említett Asszuáni-gátra szeretnék utalni, mert nem csak a folyók szabályzásával lehet befolyásolni a környezetet, a 21. században az ember manipulálhatja a felhők létrejöttét vagy „lebontását”. 1946. november 16-án sikerült létrehozni az első mesterséges havat, a felhőkbe száraz jeget oszlattak szét, és azok szemcséire a felhőben lévő pára vízcseppjei kiültek, majd hó formájában hullani kezdtek. Ennek a módszernek a segítségével tudnak esőt is előállítani, vagy magát a felhőt feloszlatni, és ezt a technikát egyes országok fegyvernek akarták használni. Az időjárás egy bonyolult összetett rendszer, amit nem érdemes megzavarni, így ezeket a kutatásokat nem finanszírozták tovább, így 1976-ban létrehoztak egy ENSZ egyezményt, ami a 1978. évi 29. törvényerejű rendelet azaz „Egyezmény A környezetmódosító eljárások katonai vagy

bármely más ellenséges szándékú alkalmazásának eltiltásáról” [9]. A szerződés tiltja a környezetet degradáló, módosító eszközöket, melyeket esetleg ellenséges műveletekben alkalmaznának. A szerződést Genfben írták alá 1977. május 18.-án és 1978. október 5.-én lépett hatályba. Az egyezmény tiltja az időjárás, az élővilág, vízőkoszisztéma vagy föld egyéb fizikai módosítását a hadviselésben. Ezzel az egyezménnyel valamennyire az időjárás befolyásolását is korlátozza, de még mindig használják ezt a lehetőséget. A felhőbontást, abban az esetben vethetik be, ha jégeső várható, hogy a termést ne verje el, ne károsítsa, de így a csapadék sem érkezik meg. Az iparban -- vagy pontosabban az autó iparban -- is előszeretettel használják a felhőoszlatást ugyanebből a célból, hogy a jég ne tegyen kárt a késztermékben. Így a környező földekre nem jut el a csapadék, vagy szélsőséges időjárás lehet a vége. [9] [10]

A szárazságot elősegíthetik még a magas hőmérséklet és a kevés csapadék mellett az erős légáramlatok, amik szárítják és erodálják a földfelszínt. Aszályos időben a növényzet nem fejlődik, kipusztul, nem hoz termést, így nincs mit betakarítani, ezzel az állatok és az emberek is súlyos hiányokat szenvedhetnek [6]. A termés hiány éhínséget okozhat, milliók halálához vezethet, igaz ez még nincs így hazánkban, de itt is lehet észlelni az előjeleket. A zöldség, gyümölcs, tejtermék, a hús ára is emelkedik, mert sokba kerül az előállítása és nincs belőlük elegendő mennyiség és a minőség is alacsony. A szárazságok idején nem csak a mezőgazdasági termelés van veszélyben, ilyenkor homok viharok lehetnek és erdőtüzek.

Hazánkban a területek 90% aszály veszélyeztetett, ilyen például az Alföld területe és annak is a középső tájai.



2. ábra
Csapadékösszeg 2021.szeptember-2022. augusztus [11]

A 2. ábra mutatja, hogy az Alföldön, a Nagykunság, Hortobágy, Jászság, és Nyírség területén az egyik legalacsonyabb a csapadékhóhozam. Az aszály sújtotta területek egyre nagyobb kiterjedésben jönnek létre és haladnak nyugat felé.

1992-ben Rio de Janeiroban környezetvédelmi konferenciát tartott az ENSZ, ahol létrehozták a Sivatagosodás Elleni Küzdelem egyezményét. Hazánk a 2003. évi CVII. törvény kihirdetésénél csatlakozott az egyezményhez. Az Egyezményben megállapítja, hogy a „sivatagosodás a különböző tényezők, köztük az éghajlat-ingadozások és az emberi tevékenység okozta földterület degradációt jelenti az arid, a szemi-arid és a száraz szub-humid területeken...” [12], ebbe a megfogalmazásba hazánk is bele tartozik. A belépő országoknak egy hosszútávon célravezető tervezetet kell kidolgozniuk az aszály és sivatagosodás ellen. Emellett az intézkedések élettani, társadalmi, gazdasági hatását is tanulmányozni kell, és figyelembe venni a döntéshozatalnál. [12]

Az Egyezmény szerint meg kell találni a sivatagosodás kiváltó okait és azok kezelését, ebben változó klíma is közrejátszik, mivel új víz és földgazdálkodási módszereket igényelnek.

Magyarország éghajlati tényezőit a Kárpát-medence befolyásolja, hiába van egy övezetben, de az ország három nagy éghajlat találkozásánál helyezkedik el, ezek a kontinentális, az óceáni és a mediterrán. Ez a három nagy éghajlat és a körülöttünk elhelyezkedő hegységek szabják meg az időjárás jellemzőit, ezeknek a hatásoknak az erőssége változó, ezérsaját övezetükkel ellentétben nem tisztán, hanem kevert formában jelentkeznek.

2.3 Aszály elleni védekezés

Igaz magát az aszályt nehéz megelőzni, mivel az aszály gyakoribbá válása főleg a klímaváltozásnak köszönhető, amit nem tudunk bizonyos mértékig befolyásolni, de vannak olyan tényezők, amivel csökkenteni, lehet a károk hatását. Egyre több talaj és vízgazdálkodási tervet, lehetőséget dolgoztak ki hazánkban és az Európai Unióban is, és ezeket a terveket egyre gyakrabban alkalmazzák a siker érdekében. Az, hogy az aszály szempontjából mi lesz egy adott területtel, ez egy átfogó kérdés és nem csak hazánkban, hanem világon mindenütt.

Mint a bevezetésben is említettem Magyarország egyik legfontosabb erőforrása termőföldje és édesvizei, amik folytonos pusztulásával hazánk esetleges visszafordíthatatlan károkat szenvedhet gazdaságilag és társadalmilag. Így közös kollektív megoldásokhoz kell fordulni, amik közül az egyik ilyen lehetőség a melioráció. A melioráció olyan eljárások összefoglaló neve, amik különböző módon javítják a talaj termőképességét, beleértve a vízgazdálkodással kapcsolatos tulajdonságokat. Elsősorban mesterségesen javítják fel a talajok minőségét, helyreállítják, regenerálják őket, miközben a vízgazdálkodással is foglalkoznak. Időtálló növekedést lehet létrehozni a talajok termékenységében a rendelkezésre álló víz teljeskörű kihasználásával. Sok területet művelnek, aminek a minősége kicsi, vagy nem is alkalmas, ezért azokat mesterségesen kell javítani és megszüntetni a termőképességet akadályozó tényezőket. Néha a mesterséges befolyással túlzásba is eshetnek a gazdálkodók, például a túlöntözéssel a szikesedés jelentkezik, a műtrágya, különböző kémiai anyagok használatával a termésátlag megugorhat, ez viszont csak rövidtávon lehet folyamodni. Az intenzív mezőgazdasági munkák során sérül jelentősen a talaj szerkezete és termőképessége, a túltermelés és a nem megfelelő kezelések pedig tovább csökkentetik a terület adottságait. A meliorációval maradandó eredményeket lehet elérni a talaj termékenységének helyre állításában, de közben a vízhiányra is nagy figyelmet kell fordítani. [3] [13]

Az aszály elleni védekezésben több szektor munkájának is szerepe van, a talaj, mint víz megtartó közeg, központi eleme a vízmegtartásnak és felhasználásnak. A talaj eróziónál a víz mennyiséget nem tudjuk szabályozni, de a lejtés irányát, hosszát és szélességét igen, ezzel a kimosódások csökkenése megy végbe, így a termékeny réteg nem mosódik le.

Mezőgazdasági és vízvédelmi, talajvédelmi lehetőségek:

- Sánc: a magaslatról (vízszintes vagy lejtős) lefolyó víz megtartására és elvezetésére hozzák létre. A víz munkája a felületeken csökken, a sánc által felhalmozott vizek visszaszivárognak a rétegekbe, sőt a végek lerekesztésével a víz visszatartást koordinálni lehet.
- Terasz: a lejtők hajlásszögét csökkenti, azzal, hogy lépcsőzetes terepet alakít ki. A teraszok tartós falait kőből vagy betonból készült támfalak alkotják vagy rézsűk. Öt geometriai típusú terasz van: folytonos, megszakításos, víztartó, vizet át eresztő, vizet elvezető.
- Övárók: a területén lefolyó csapadékot vezeti el.
- Művelési ágváltozás: egy jól megválasztott művelési ággal a föld minőségét is meg lehet őrizni, védeni a pusztulástól és az aszály okozta gondokat meg lehet előzni. Például, ha 25% feletti a terület lejtése akkor szőlő vagy gyümölcsös telepítése a legkézenfekvőbb.
- Táblásítás: a parcellákat a lejtőre merőlegesen hozzák létre
- Talaj és mezővédő fasorok és erdősávok
- Talajművelési módok: kontúrszántás, szalagos vetés (két féle növény felváltva van ültetve), talajvédő növényrend. Az aszály elkerülésére lehet alkalmazni víz megtartó technikákat, elegendő ásványianyag pótlással, plusz jó minőségű (fémzárolt) vetőmagokkal és az időben elkezdett munkálatokkal.
- Növénytakaró: a növényzet a legjobb eljárás a talaj védelmében, nem csak a felszínt védi, hanem a felszín alatti talajrétegeket is. A növénytakaró lassítja a víz lefolyását és növeli a talaj víztartó képességét, plusz alacsonyabb lesz a csepperózió munkája. Előállhat olyan eset, hogy a gyomnövényeket vissza kell szorítani a gazdaságban vegyszeres vagy más mezőgazdasági kezelésekkel, hogy a talajban lévő víz fogyása kevesebb legyen.

- Öntözés gazdaságos kialakítása: igaz ez az egyik legdrágább, de egyben a legeredményesebb eljárás mód. Az éghajlat változás fényében ennek a módszernek az időjárástól függetlenül kényszerűen működnie, viszont a vízhiány miatt ez nehezen kivitelezhető.
- Szárazságot tűrő növények telepítése
- Vetésforgó: már a középkor előtt is alkalmaztak vetésforgót, ami napjainkban is hatalmas szerepet játszhat a gazdálkodásban. A jól megválasztott növények javíthatják a talaj szerkezetét és tápanyagtartalmát, és a vízmegtartásban is segíthetnek. Például a napraforgó olyan növény, ami sok tápanyagot igényel, ezzel kimerítheti a következő évre a föld ásványianyag készletét. A következő évben talajjavító növényt kell vetni, ilyen a here, lucerna, mivel ezeknek nitrogént juttatnak a földbe a gyökereiken keresztül, ezzel javítva a talaj összetételét. Egy vetésforgónál arra is ügyelni kell, hogy a növényeknek milyen tulajdonságaik vannak, ha az egyik gyökere mélyre nő, akkor a következő évben olyan növényt kell vetni, aminek a gyökere felszín közeli. Az egymást követő növények betegségei ne egyeznek, mivel akkor a betegség az előző évi maradványokból nem tudja befertőzni a friss vetést. [3] [6]

A talajjavítási módszerek az aszály és a vízhiány leküzdése nem érnek el teljes sikert, mivel ezeknek a technikáknak az ötvözésével, gyakoribb használatával lehetne hatásosabb eredményt elérni. A felsorolt lehetőségek használata visszaszoríthatja az elsivatagosodás feltételeit, enyhítheti a földek kimerülését, de ezeket nem minden gazdálkodó veszi figyelembe és nem hasznosítja.

3. COPERNICUS PROGRAM

A Copernicus Program (magyarul Kopernikusz Program) az Európai Unió Űrprogramjának a Földmegfigyeléssel foglalkozó kutatási feladatait fogja egybe. Különböző forrásokból szolgáltat adatot: a műholdas adatok mellett, *in situ*, azaz nem űrbéli technikákkal, ilyen a földi, vízi és levegőben lévő szondák, állomások. Az egészet az Európai Bizottság felügyeli, továbbá más szervezetek is közreműködnek, mint a Meteorológiai Műholdak Felhasználásának Európai Szervezete (EUMETSAT), az Európai Űrügynök-

ség (ESA), a Középtávú Időjárás-előrejelzések Európai Központja (ECMWF), és a Mercator Ocean szervezet. A program segítségével, a műholdakkal és más mérési rendszerek felhasználásával egy globális hálózat jön létre, ahol az adatokhoz felhasználástól függően bárki hozzáférhet, ezzel fejlődhetnek a szolgáltatások, az életminőség, a gazdaság és a kereskedelem, valamint az infrastruktúra. A Program Nicolaus Kopernikusz lengyel csillagászról kapta a nevét, aki a heliocentrikus, azaz a napközpontú elméletet vallotta, ezzel megcáfolta Ptolemaiosz geocentrikus elméletét, hogy a Nap forog a Föld körül. Kopernikusz mondta ki, hogy a Föld csak egy bolygó a többi égitest közül, ami egy adott pályán kering a Nap körül. Ezzel a felfedezéssel indult a modern tudomány. A Copernicus Program elérési felületeit felhasználóbarát módon egyszerű tervezték, az *in situ* és a műholdak segítségével kapott információk közel valós időben elérhetőek.

A program eredményei a politikai döntéshozatalban is szerepet játszanak, alkalmazzák tervek gyors és hatékony kidolgozásában, például természeti katasztrófák idején krízis helyzetben. Az adatokat főleg SENTINEL műholdak és kereskedelmi, nyilvános műholdak állítják elő. A SENTINEL műholdak a felhasználók elvárásai szerint működik. SENTINEL-1A-t 2014-ben állították pályára az Európai Unió kezdeményezésére, melynek célja, hogy 2030-ig egy majdnem 20 műholdból alakított konstellációt hozzon létre. A műholdak által előállított információt átdolgozzák, elemzik, majd késztermékként szolgáltatják az felhasználóknak, akik a kapott eredményeket összehasonlíthatják, különböző feldolgozásai módszereket alkalmazhatnak, és előrejelzéseket állíthatnak össze. A Kopernikusz hat témakör szerint csoportosítja a szolgáltatásokat [14].

Légkör: Copernicus Atmosphere Monitoring Service a légkör összetételéről gyűjti be folyamatosan a mért eredményeket. Kimutatja a pillanatnyi helyzetet és napokkal előre is jelez, plusz az elmúlt évek statisztikáit és adatgyűjteményét is le lehet kérni. Az Atmoszféra monitoringnak számos felhasználási lehetősége van az egészségügyön belül, meteorológiai, környezet és éghajlat változás megfigyelésénél. A levegő minőségének az összetételét is figyeli, főleg a Föld légkörének széndioxid mennyiséget. Öt területre koncentrálódik a munkája:

- „A levegő minősége és a légkör összetétele
- Ózonréteg és ultraibolya sugárzás

- Kibocsátások és felületi fluxusok
- Napsugárzás
- Klímakényszer” [14]

Tengeri: Copernicus Marine Service, ez a tengeri monitoring rendszer, ami a Földmegfigyelő rendszer egyik eleme. Ingyenesen le lehet tölteni az óceánok fizikai, tengeri jég és biokémiai állapotát tartalmazó adatokat. A politikai döntések támogatása mellett a tengerrel kapcsolatos ágazatok és gazdaság vizsgálatára, állapotfelmérésére is alkalmazható.

Föld: Copernicus Land Monitoring Service térinformatikai rendszerbe rendezett észleléseket nyújt a földfelszínről és módosulásairól, a növénytakaró helyzetéről és a vízkörforgásáról. Hasznosítják a mezőgazdaságban, vízgazdálkodásban, környezetvédelemben, megújuló energetikai beruházások előkészítésében, klímaváltozás monitorozásában, vidék-, és városfejlesztéseknél. Öt alappillére van: a földfelszín és a földhasználat-térképezése, biofizikai paraméterek rendszerezett monitoringja, tematikus hot spot feltérképezés, képi és a referenciaadatok, talajmozgás.

Biztonság: ennek a szolgáltatásnak az a célja, hogy az Európai Unió politikáját és az EU biztonságáért felelős szerveket támogassa. Négy területen vállal szerepet:

- „Határvédelem
- Tengeri felügyelet
- Az EU külső és biztonsági fellépéseinek támogatása.
- K+F az EO Security számára” [14]

Klímaváltozás: Copernicus Climate Change Service célja a társadalom fejlesztése, az EU-nak ad tájékoztatást az éghajlat változásáról és rendellenességeiről világszerte. Ezeket az adatokat bárki használhatja, de főleg tervezők, tudósok használják, mivel a szolgáltatások segítségével az iparban, élelmiszeriparban, és a vízgazdálkodásban felvetődő kérdésekre is választ lehet adni.

Vészhelyzet: Copernicus Emergency Management Service, ennek az a célja, hogy nyomon követhesse a természeti katasztrófákat, és az emberi tevékenységet a megfelelő

időben és helyen. Két összetevője van: egy képalkotási szolgáltatás és a korai figyelmeztető szolgáltatás. Ezzel a rendszerrel fel lehet, készülni az esetleges katasztrófára például a folyók vízjárásáról készülő képek alapján ki lehet következtetni várható-e árvíz. Cél a katasztrófa bekövetkeztének elkerülése, úgy, hogy a katasztrófahelyzet létre se jöjjön.

A Kopernikusz programnak számos hatása van Európára, nem csak az űrben beszerzett adatokat hasznosítja, hanem a földi méréseket is, amik befolyással lehetnek a politikai döntésekre, gazdaságra, kutatásokra. A program folyamatos fejlesztése zajlik, a SENTINEL műholdak mellett egyéb monitoring rendszerek bevonásával, és a mindenki számára ingyenes adatok és szolgáltatások bővítésével. [14]

4. ASZÁLY MONITORING

4.1 Aszálymonitoring mérőállomás hálózat

Az aszály monitoring létrehozásának a háttérében az aszály megelőzése és a megfelelő vízgazdálkodása kialakítása volt a cél. Az Európai Unió által létrehozott klímakutatás projekt (ECAD) rendszerének a tájékoztatásai nyújtottak alapot a napi hőmérséklet ingadozás és csapadék mennyiség megfigyeléséhez országszerte. Az aszály monitoring rendszer kiépítéséhez megalkották Magyarországra az „egy napi időlépéssel működő új aszályindex (HDI)” változót. [15]. A HDI megalkotásához szükség volt a monitoring állomásokra, mivel a bemenő adatok nélkül, az adatbázisban az információkat nem frissítették. A meteorológia adatok mellett, a talajnedvesség tartalmáról sem voltak mért adatok, így a kapott indexek, eredmények kétesek lettek. Ezért szükség van a mérési adatokra, amikből kinyert ismeretek által tudnak megalapozni jogi döntéseket, esetleges beavatkozásokat, fejlesztési terveket a jövőben előforduló esetleges katasztrófák megelőzésére. Az új aszály indexhez az adatokat a 2016-2018-ban kialakított Magyarországi állomás rendszer nyújtott alapot, ami akkor 47 állomással indult, de 150 darabra akarják bővíteni, amiből jelenleg 116 állomás működik. Az állomások több talaj mélységben mérnek talajnedvességet, azaz a felső három és alsó három rétegben. Ezekkel a mérésekkel és előrejelzésekkel a vízgazdálkodást, öntözésfejlesztést, sőt a vízhiányt is job-

ban fel tudják mérni és megelőző lépéseket tenni, hogy fejleszteni lehessen ezeket a szektorokat. A rendszer megalkotásának lényege, egy olyan monitoring kialakítása, ami kezelni tudja a különböző méréseket, számításokat több ágazat részére. A monitoring szolgáltatásokat ingyen fel lehet használni az interneten keresztül elérhetőek az adatok, hogy segítse a tudósok, szakértők és mezőgazdászok munkáját. [15]

Az állomások telepítésénél számos fontos dolgot figyelembe kellett venni, nem lehetett a műszereket tetszés szerint kihelyezni. A terület kiválasztásának szempontjaiban az szerepelt, hogy magát a monitoring rendszert az agrikultúrák vízigényének a felmérésére, vízgazdálkodási munkálatokra, öntözési tervek kidolgozására hozzák létre. Ennek fényében a legjobb telepítési hely a szántó lenne, mivel ezek a területek vannak a mezőgazdaságban legjobban kitéve a túlművelésnek, és ezekről kellenének a pontos mért talajnedvesség adatok.

Az állomások pontos elhelyezését egy térinformatikai programmal támogatott optimalizálás hozta létre, a különböző környezeti kikötések összesítésével megalkotott eredmények alapján rangsorolva lett hazánk területe, aminek eredményeként egy súlytérkép készült. A telepítési faktorok között szerepelt, hogy az állomás mezőgazdasági művelés alatt álló területen legyen, azaz inkább szántón helyezkedjen el. A talaj fajtája képviselje a környező területek jellemző talajtípusát, például szikes vagy homokos. Ha öntözőrendszeres területre kerül, ahol lehetőség van öntözni, de ne olyan földrészletre kerüljön, ahol az öntözés állandó jellegű. Az állomást többletvízhatás ne érje a területén, sőt a közelben időjárás állomás se legyen. A monitoring állomás olyan felszínre kell telepíteni, ahol nincsen a felszínhez képest alacsonyan, mélyedésben vagy túlságosan nagy magaslaton, mivel a megváltozott felszínformák miatt más eredmények jöhetnek létre. Az optimalizálás nem teljesen tökéletes, nem látja, ha a földben törmelék van, vagy beton, esetleg az állomás közelében zavaró tárgyak, vagy közlekedhetetlen utak vannak. A felsorolt tényezők fényében lehet csak telepíteni az állomást, de ha ezek közül az egyik is fennáll, akkor új helyet kellett keresni.

A hálózat kitelepítése 2016 őszén indult el, akkor 16 darab állomást helyeztek ki, majd 2017-ben újabb 16 darabot, 2018-ban pedig 32 állomást üzemeltettek be a Dél-Alföldi régióban és dombvidékeken is. Az Országos Vízügyi Főigazgatóság megbízásából telepítették az aszály mérőállomás rendszert, de engedélyezték a gazdálkodóknak és magán

személyeknek, hogy a saját területeiken létesítsenek kisebb állomásokat, amik becsatlakozhatnak a mérésekbe. Igaz ezek csak kiegészítő állomások, sokkal egyszerűbb a kialakításuk, de ugyanolyan hasznosak, mint az eredeti hálózat.

Az állomásokat napelemmel látták el, hogy a működés folyamatos legyen, ne kelljen külső energia-betáplálás. A monitoring rendszerek GPRS technológiával tartják a kapcsolatot az Országos Vízügyi Főigazgatósággal, a kapott információk pedig a Magyar Hidrológiai Adatbázisba kerülnek feltöltésre. A központ és az állomások közötti kommunikációt a mobiltelefonos hálózaton keresztül zajlik, az adatokat a távjelző a téli időszakban 6 óránként küldi, míg nyáron 2 óránként kerül erre sor. A hálózatott központiilag irányítják interneten keresztül, így a terepi munkát minimalizálni lehet. [15]

Szeretnék néhány mérést is bemutatni és azokat elemezni, az akkori helyzetek szerint és a mostani rálátással. Az összehasonlításhoz a Vízügy által létre hozott aszály térképnek az adatbázisát használtam, ami ESRI rendszerben lehet elérni. Az ESRI egy amerikai fejlesztésű földrajzi információs adatbázis, általában az ArcGIS rendszerekhez használják, de más térinformatikai programok is előszeretettel tudják alkalmazni. Ebben az esetben a kapott adatok QGIS-ben kerülnek feldolgozásra, ami ugyanúgy beolvassa a SHAPE File-t és .CSV állományokat is, az online térképeket ugyan olyan minőséggel jeleníti meg.

4.1.1 A mérőállomások adatainak letöltése

A Vízügy oldalán különböző állományok állnak rendelkezésre egy mérőállomás által mért eredményekről. Első lépésben a weboldalon kiválasztottam az adott monitoring állomást, ahol beállítottam az időpontokat (2022.01.01-2022.12.31.). Itt egy idő intervallumot adtam meg, egy kezdő és végpontot. Másik lehetőségként azt is be lehet állítani, hogy az utolsó hetet, utolsó egy hónapot, 3 hónapot vagy fél évet jelenítse meg (ezt a funkciót kikapcsoltam, mivel nekem egy egész évre terjedő időszak kellett). Természetesen nem lehet túl régi időpontot beállítani, ami megelőzi az adott mérőállomás telepítési idejét. Előfordul, hogy a régebben telepített állomásoknál is hiányoznak adatok, a diagram szépen halad, de a közepén szakadás van, akkor az állomás valami ok miatt nem rögzített adatot. Így a használatuk előtt érdemes ellenőrizni, hogy mikor telepítették az adott állomást és az adatok mennyire teljeseek. Ennek fényében a 2020-as adato-

kat exportáltam, de később észrevettem, hogy a táblázatban rengeteg a nulla érték, így a 2022-es méréseket használtam a feldolgozás során, mivel azokból nem hiányzik lényeges információ. Az általam megadott paraméterek szerint hónapokon belül napokra bontja le a mérések eredményeit, amiket a diagramok jelenítenek meg.

A dátum és az állomás kiválasztása után, be kell állítani milyen fajta adatokra van szükség. Szükséges adatok: a csapadék mennyisége, a léghőmérséklet, a talajnedvesség a felső és az alsó három rétegben, ugyanígy a talajhőmérséklet a felső és alsó három rétegben, HDI, a víztöbblet és a vízhiány adatai is kellettek, valamint a számolt evapotranspiráció. (Az evaporáció a felszíni vizek vízfelületének párolgása, ami a növényi test felületi (abiotikus) és a talajfelszín alatti és feletti víz kipárolgása. A növények munkája miatt aktív párologtatásnak nevezzük a transpirációt. Az evapotranspiráció a kétféle párolgásmódon keresztül felhasznált vízmennyiség összege. [16])

A HDI-n belül megjelenik még HDI_0 és a HDI_s . A HDI a meteorológiai vízhiány indexéből (HDI_0) és a vízhiány stressz indexéből (HDI_s) jön létre, mellékesen a HDI_s figyelembe veszi a csapadék és a hőmérsékleti adatok mellett a növényekre gyakorolt szélsőséges hőmérsékletet és csapadék hiányt. HDI_0 meteorológiai aszály indexe:

A csapadék mennyiséget egy OTT Pluvio 2 súlymérő eszközzel méri, ami 0,1 miniméteres precizitással mér, a csapadék halmazállapota ebbe nem zavar bele. A súlymérőt 2 évente tartják karban, télen fagyálló folyadékkal látják el, nyáron pedig mérőedény környékét tisztítják meg. Ez az edény 1500 millilitert képes összegyűjteni. Az edényben lévő folyadékot az eszköz percenként többször is újra méri, hogy minél pontosabb számok kerüljenek az adatbázisba. Jelenleg ez az eszköz a napi csapadék mennyiség meghatározásához szükséges idő intervallumon működik.

A levegő hőmérsékletét és a levegő nedvességet egy Adcon TR1 szenzor végzi, 2 méter magasan van az állomás mellett elhelyezett rúdon. A szenzor -40 és $+60$ °C közötti tartományban méri a hőmérsékletet, óránként, mivel a HDI előállításához ez kell. Egyes állomások árboján levélfelület nedvesség figyelő szenzor is elhelyezkedik.

Talajnedvességet a talaj 6 szintjén (felső talajszintek 10 cm, 20 cm, 30 cm, az alsó talajrétegek 45 cm, 60 cm, 75 cm) mér az állomás, amit a szenzor úgy érzékel, hogy a talajok elektromos vezetőképességét méri. A vízgazdálkodáshoz elengedhetetlen tudni a

talajnedvesség tartalmát, talaj típusát, befogadóképességét. A talajhőt is méri a szenzor, ezzel a fagyást lehet nyomon követni. [15]

4.1.2 Aszály mérőállomások eredményeinek vizsgálata

A Vízügy weboldalon kiválasztottam a számomra szükséges adatokat, így különböző értékek diagramjai jelennek meg egymás alatt besorolva, de a rajtuk lévő mérési eredményeket nem illesztette össze egy koordináta-rendszerbe a weblap. Az állomások mérési állományait letöltöttem, ékezetek és különleges karakterek nélkül állománynéven neveztem el őket, hogy a későbbiekben a könnyebb legyen a kezelésük. Az állományok .CSV formátumban kerültek tárolásra, ahol figyelembe kellett venni, maga az Excel beállítását is. Az Excel egyes adatokat képes dátumnak tekinteni, így átalakítja azokat, ezzel elbonyolítja a fájlok kezelését. A várt eredmények érdekében és hogy ne vesszenek el a beállításaim Excel Munkafüzetként mentettem az állományokat. A cellák beállítását után, a kapott monitoring méréseket szerettem volna megjeleníteni diagramon. A talajnedvesség tartalmát a felső és alsó három rétegben tartalmazó adatokat mutatom meg összehasonlítóképpen a lehullott csapadék mennyiséggel és hőmérsékletváltozással együttesen.

Az Izsák település határában levő aszálymonitoring állomás adatain keresztül mutatom be az eredményeket és azok elemzését. Azért ezt az aszálymonitoring állomást választottam, mert a családom birtokai a közelében vannak és a környező területek ismeretében nagyobb a rálátásom nem csak a mért, de a valós eredményekre és háttérfolyamatokra is. Az adatbázis kiépítésében, ebben az esetben ismert területeket választottam a poligon adatbázis számára, amikről tudom, hogy milyen típusú a talaja, milyen mezőgazdasági folyamatok mennek végbe az adott táblán. A mérőállomás a Gedeon dűlőben helyezkedik el, Ágasegyháza közigazgatási területéhez tartozik a dűlőút.



3. ábra

Izsáki aszály monitoring mérőállomás helye az OVF Aszálytérképén és a valóságban fellelhető helye [17]

A képen látható a Vízügy Aszály térképe ESRI térinformatikai rendszerében, amihez, mint háttár távérzékelési réteget behívtam a Google SATELLITE réteget, hogy szemléltetni tudjam a mérőállomás helyzetét. A karikával jelölt terület van fent az aszály mérőállomások térképen a koordináták is oda vezetnek, de amikor terepre mentem, hogy személyesen is megnézhessem nem találtam a helyén az állomást. A terület tulajdonosa árulta el, hogy nem ide telepítették, hanem a bekötő út mellé, az egyik borászat területére, ahol meg is találtam magát az állomást, azt jelöltem csillaggal (3. ábra). A térképen jelölt helyétől légvonalban 1,21 kilométerre van a tényleges helyén, az úton 1,65 kilométerre helyezkedik el.



4. ábra

Izsáki aszálymonitoring állomás helyszíni képe 1.



5. ábra

Izsáki aszálymonitoring állomás helyszíni képe 2.

A telepítési helye egy földes és lebetonozott út mellett van, kimondottan védett helyen (4. ábra). Térképen jelölt eredeti helyen, ahova a koordináták is vezetnek egy lefedett kút helyezkedik el, körülötte pedig szőlő ültetvény. Az új helyén az állomás egy udvarban található, napelemekkel körülvéve, nincsen háborgatva maga az állomás, az útról látható (5. ábra). Ennek az állomásnak a méréseit fogom megvizsgálni.

Az állomás adatai:

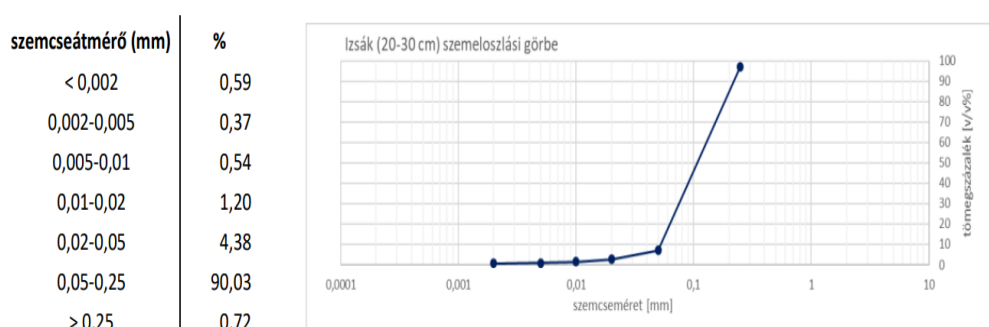
Törzsszáma: 6990

EOV koordinátái: EOV X: 165760, EOV Y: 677591

Magasság: 104,5 m Balti magasságban értendő.

Az adatlapon meg lehet tekinteni, hogy 2019. 05.17.-én telepítették, futóhomokos talaj-típusra. A talaj mechanikai összetétele, fizikai és kémiai összetétele, vízgazdálkodási paramétere is szerepel az adatlapon. Ezekre az adatokra is szükség lesz a mérési adatok feldolgozásához és megértéséhez.

Mechanikai összetétel (20-30 cm)



6. ábra

Az Izsáki aszálymonitoring állomás körül lévő talaj mechanikai összetétele [17]

Fizikai és kémiai jellemzők

minta mélysége	K _A és fizikai féleség	pH (H ₂ O)	összes só (m/m%)	CaCO ₃ (m/m%)	humusztartalom (m/m%)
20-30 cm	28 homok	8,13	<0,02	7,9	0,54
90-100 cm	23 durva homok	8,63	<0,02	16,7	0,33

7. ábra

Az Izsáki aszálymonitoring állomás körül lévő talaj fizikai és kémiai jellemzője [17]

Vízgazdálkodási paraméterek

	pF = 0,0 összporozítás	pF = 1,5	pF = 2,0	pF = 2,5 szántóföldi vízkapacitás	pF = 4,2 holtvíz- tartalom	pF = 6,2 higroszkópos víztartalom
10 cm	46,5	41,4	36,3	35,5	4,5	2,0
20 cm	43,4	38,1	35,8	35,0	3,2	0,5
30 cm	41,6	37,2	32,9	32,1	3,2	0,8
45 cm	37,9	30,4	26,1	16,7	3,7	0,9
60 cm	38,5	31,6	20,5	19,7	3,5	0,6
75 cm	37,8	32,2	24,0	23,4	4,1	0,2

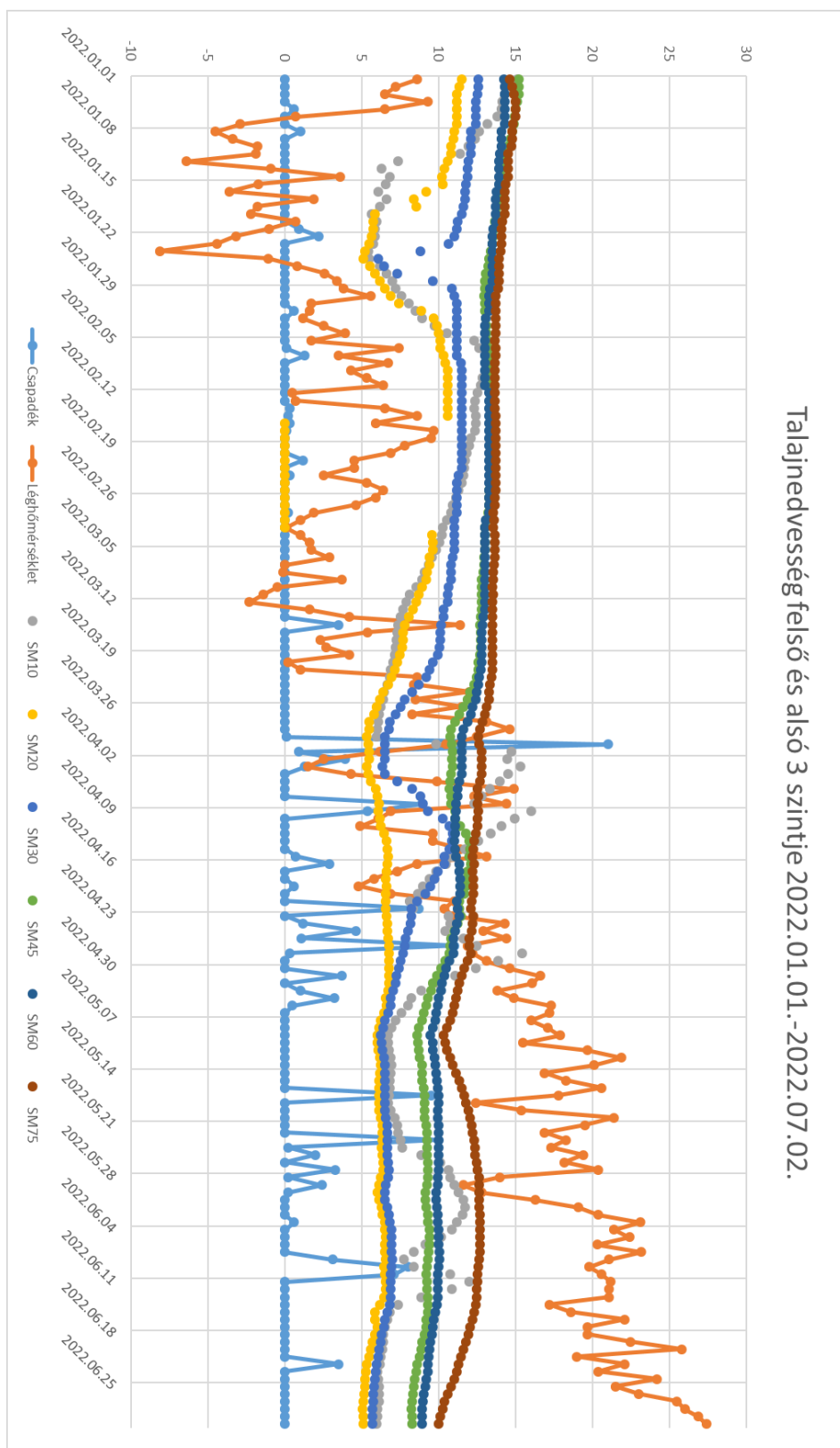
8. ábra

Az Izsáki aszálymonitoring állomás körül lévő talaj vízgazdálkodási paraméterei [17]

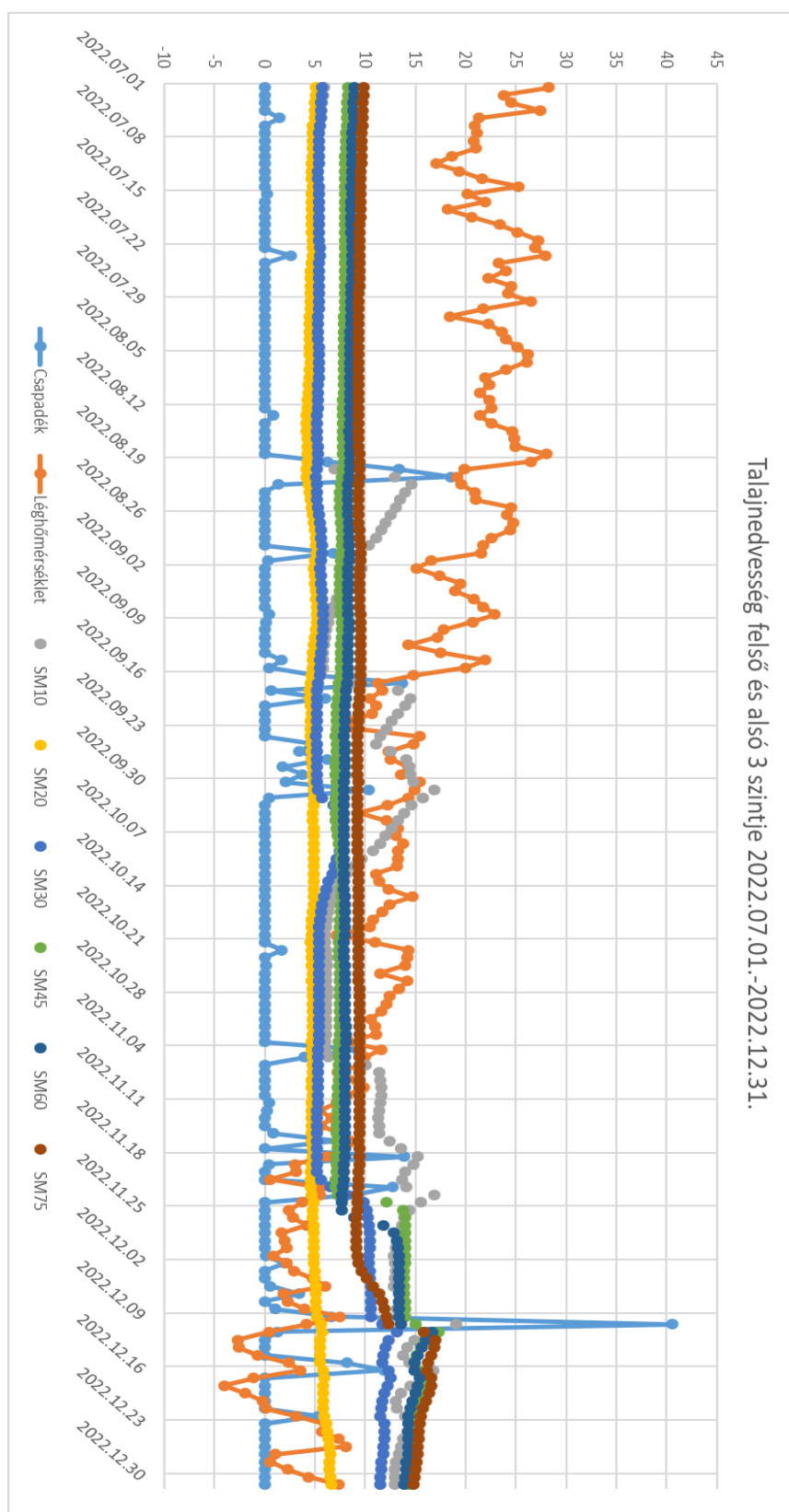
4.1.3 Diagramelemzés

Az ábrán lehet látni a talajnedvességet a három felső rétegben, 10 centiméternél (SM10), 20 centiméternél (SM20) és 30 centiméternél (SM30), mind ezek mellett a diagramon megjelenik a csapadék mennyiség is (9. ábra). A középhőmérsékletet is ráhelyeztem a kimutatásokra, mert az is közrejátszik az eredményben. A második diagramon a talajnedvesség 3 alsó rétege 45 centiméternél (SM45), 60 centiméternél (SM60) és 75 centiméternél (SM75) van feltüntetve, a csapadék és a középhőmérséklettel együtt (10. ábra).

A két réteg adatai azért nincsenek egy rendszerben megjelenítve, mert a sok mérés miatt a diagramhoz használt értékmegjelenítő pontok elfedték egymást. A kényelmesebb átláthatóság érdekében szedtem kettő részbe az alsó és felső talajrétegek méréseit így lettek Excel programban diagramként megjelenítve.



9. ábra
Talajnedvesség felső és alsó 3 szintje 2022.01.01.-2022.07.02. [17]



10. ábra
Talajnedvesség felső és alsó 3 szintje 2022.07.01.-2022.12.31. [17]

A diagramokon az adatok 2022.01.01.-től indulnak és 2022.12.31.-ig tartanak, ezen az időtartamon biztos, hogy a mérőállomás mért. Először a talajfelszín 10 cm-es rétegét néztem meg, ahol látszik, hogy január környékén nem voltak esőzések, így a nedvesség tartalom is nagyon alacsony, vetekedik a nyári értékekkel. A kevés nedvesség látszik a többi talajrétegen is, mindeközben fagy jelentkezett a területen.

Január végén és február elején a fagyok megszűnése után, az SM10 emelkedik, akár csak az SM20 és SM30, a mélyebb rétegek enyhe folyamatos csökkenést mutatnak, a csapadék nem jutott le. Februárban több kisebb csapadékhullás volt, de nem elegendő az SM10 emlékesedet, az SM30 stagnált, viszont az SM20 a nulla értékig esett. A nulla érték nagyon drasztikus esésnek tűnik, nem illik a mérésbe, hiszen a többi réteg később se mutat ehhez hasonló eredményt. Valószínű az állomás nem mért jól abban az időszakban.

Februárban a hőmérséklet nem ment nulla fok alá a $+10^{\circ}\text{C}$ körüli értékeken mozgott. Március hőmérsékletzuhanással kezdte, még mínuszba is mentek az értékek, majd ismételt emelkedés következett. A kevés csapadék miatt a felső rétegek értékei alacsonyak, az alsó rétegek pedig tartják eddigi értékeiket. A hónap eleji kisebb fagy a virágzás előtti időben jelentkezett. Az éghajlat változás miatt a növények vegetációs ideje eltolódik, hazánkban a tavaszi utolsó fagy áprilisra szokott esni, de ez eltolódott márciusra.

Az Országos Vízügyi Főigazgatóság közepesen aszályosnak osztotta be Izsák környékét a tavaszi mérések alapján. Március végén nagyobb csapadékmennyiség érkezett, így az SM10 értékei nagyot ugrottak, a többi réteg értéke szintén emelkedett, de nem számottevő mértékben. A felső 3 szinten lehet inkább változásokat látni, az alsó szintek értékei aprókat hullámoznak, de inkább csökkennek. Az április és május, esős volt $12-21^{\circ}\text{C}$ között alakult a hőmérséklet, egy kimondottan meleg tavaszi időjárás látható a diagramon. Júniusban SM10-nek és az SM75-nek vannak kiugróbb eredményei, csapadék van, de nem elegendő a tavaszi vetések fejlődéséhez, ezzel ellentétben a hőmérséklet $17-27^{\circ}\text{C}$ közötti értéket mutatott.

A diagramon jól látható, hogy júliusban nem esett eső, ha igen nem változtatott az eredményeken, a talajok nedvesség értéke első ránézésre stagnálást mutat, de jobban megnézve süllyed az értékük. Augusztusban 20.-22.-e között közelítőleg 40 miniméter

eső esett, egyedül az SM10-re volt hatással ott változtak az értékek láthatóan, a többi réteg alig észrevehetően emelkedett.

Szeptember elején nem érkezett nagy csapadék, hogy átáztassa a rétegeket, 14-22°C között ingadozott a napihőmérséklet. A hónap végén lehet a diagramon egész egyenletes csapadék jöttét látni, egyedül az SM10 emelkedett, majd látványosan süllyedt, a többi egyenletesen tartotta magát. Az esőzés idejében a hőmérséklet is csökkent. Az októberi hónap a szeptember végéhez viszonyítva száraz hónap volt, csapadék nem esett és a hőmérséklet is egész magasnak tekinthető. November hónap esőzéssel kezdte, hőmérsékleteséssel karöltve, ami a 0°C-ot is megközelítette. A hónap elején nagyjából 16 milliméter csapadék esett, a hónap vége felé pedig 45 milliméter környékén hullott csapadék, a kettő között 0.4-0.9 milliméter között mozgott a napi csapadék. A decemberi hónap elég csapadékos lett a talajnedvesség adatok szerint. Az esőzés után az összes talajnedvesség érték ugrásszerűen emelkedett, az októberi mérésekhez képest a rétegek 50%-kal nagyobb talajnedvességgel rendelkeztek. Közben a hőmérséklet tartósan a mínusz pontokat érte el, a hónap végén lehet melegedést érzékelni. Ennek ellenére nem elegendő a téli csapadék mennyiség, hogy a föld raktározni tudjon.

A diagrammon a szintek között azt lehet megfigyelni, hogy az SM20 nem emelkedik, mint az összes többi szint, bár a felső 3 réteghez tartozik. Felső réteggént, ha az SM10 nagy értéket emelkedik az SM20-nak szintén emelkednie kellene. Az alsó 3 szint is emelkedett, nagy valószínűséggel ebben az esetben mérési hiba fordult elő.

4.1.4 Terméseredmények értékelése

- Szántóföldi növények

A 2022-es évben olyan nagy szárazság volt, hogy a kukoricatermések több mint 50%-a tönkrement, a búza és más takarmánynövények termésátlaga is visszaesett (11. ábra).

Év	Búza	Kukorica	Árpa összesen	Rozs	Zab
2007	3 590	3 730	3 170	2 040	2 090
2008	4 980	7 470	4 450	2 580	2 970
2009	3 850	6 390	3 320	1 810	2 130
2010	3 710	6 470	3 360	2 110	2 320
2011	4 200	6 500	3 780	2 300	2 410
2012	3 750	4 000	3 620	2 240	2 590
2013	4 640	5 440	4 050	3 070	2 570
2014	4 730	7 820	4 420	2 860	2 670
2015	5 180	5 790	4 760	2 760	2 830
2016	5 370	8 630	5 090	3 090	2 850
2017	5 430	6 820	5 280	3 290	2 540
2018	5 120	8 490	4 690	3 370	2 620
2019	5 290	8 060	5 590	3 490	3 230
2020	5 470	8 580	5 680	3 200	2 990
2021	5 930	6 130	6 370	3 310	3 060
2022	4 450	3 410	4 810	2 940	2 270
2023	5 630	..	5 460	3 340	2 850

11. ábra

KSH adatok a takarmánynövények termés mennyisége hogyan alakult a 2022-es és 2023-as évben [18]

A tavaszi vetések még kikelhettek és a fagyok hiányában nem is sérültek, de az eső hiányában hiányosan fejlődtek ki. A kisebb esőzések megkönnyíthették a szántást, viszont nem elegendő mennyiségű víz jutott a talajba, így a búza nem tudott kalászt növelni, kis szemek lettek a fejben. A nagy szárazság és csapadék hiány a kukoricát tarolta le, az ültetés satnya, gyenge lett nem nőtt magasra, a fejlettsége visszamaradott volt. Emiatt a kukorica nem tudott a csövön egészséges szemeket növesztetni, vagy üres csövek maradtak. A legtöbb lágyszárú takarmánynövényt a forróság kiégette, ahol erre lehetőség volt ott öntöztek és árasztottak.

A 11. ábrán látható, hogy a takarmánynövényeknél már szerepel a 2023-as év termésátalaga, ahol látszik, hogy az idei év sokkal csapadékosabb volt, így több lett a termés, de még mindig elmarad a 2021-es évhez hasonlítva.

- Gyümölcsösök

A gyümölcsök terén viszont változó lett a terméshozam a KSH (Központi Statisztikai Hivatal) kimutatásai szerint. A barack félék, meggy, cseresznye és szilva a 2021-es évhez képest nagyobb termést hozott (12. ábra). A szőlő se maradt el az előző évi teljesítményéhez képest, de vannak olyan gyümölcs félék, amik az előző évekhez képest alul teljesítettek.

Év	Alma	Körte	Cseresznye	Meggy	Szilva és ringlószilva	Kajszi	Őszibarack	Málna	Szamóca	Szőlő ^a
2003	..	..	..	..	..	..	..	..	..	6 230
2004	16 198	5 663	6 136	4 841	7 592	6 063	10 215	4 962	5 629	8 460
2005	12 140	6 120	2 950	2 880	3 990	4 410	5 870	3 910	5 890	5 540
2006	13 730	15 190	7 130	5 790	10 690	7 930	10 140	8 480	13 650	6 910
2007	4 220	4 930	3 840	3 750	4 620	4 100	6 060	4 540	9 210	7 180
2008	15 290	8 550	4 310	5 210	8 430	5 470	7 320	5 630	11 160	7 530
2009	15 700	12 200	4 210	5 820	8 050	6 910	9 450	4 650	11 590	7 240
2010	14 600	8 840	2 390	3 830	9 780	6 310	9 440	4 740	7 280	3 990
2011	8 850	6 350	3 400	4 610	4 950	5 750	7 550	3 650	6 820	5 960
2012	20 310	5 230	2 090	4 030	5 690	2 490	2 960	3 070	6 300	4 930
2013	17 740	9 240	4 220	5 030	6 270	4 840	8 170	2 620	8 070	6 510
2014	23 450	7 210	3 790	6 770	6 130	5 060	7 120	2 960	7 640	5 740
2015	15 590	12 780	4 390	5 880	6 370	4 220	6 910	2 860	7 160	6 540
2016	15 300	8 040	4 390	5 630	5 960	4 790	7 300	2 090	7 620	7 000
2017	14 730	8 060	4 300	5 290	5 450	4 850	6 940	2 260	6 080	7 900
2018	21 320	9 130	4 630	6 290	5 900	2 840	4 650	2 200	7 360	8 070
2019	16 090	7 970	4 010	4 710	5 690	5 110	5 870	2 130	7 190	7 040
2020	15 350	7 770	2 720	4 570	3 830	1 790	3 040	1 940	6 140	7 300
2021	20 560	7 940	2 800	4 440	4 750	1 950	2 770	1 940	6 540	7 410
2022	14 700	5 600	3 770	5 170	5 000	4 150	5 850	2 850	5 830	7 150

12. ábra

KSH adatok a szőlő és gyümölcs félék termés mennyisége hogyan alakult a 2022-es és 2023-as évben [18]

Az ábrán több év termés átlagai vannak feltüntetve, a mi esetünkben a 2021-es, 2022-es évek vannak a figyelem előterében. A 2023-ast is szerettem volna használni, de az idei átlagot még nem közölte le a KSH.

Az enyhe tavasz miatt, mint írtam a termésátlag nőtt a fagy hiánya miatt, viszont a csapadékhiány jelei is észrevehetők az átlagban (12. ábra). Az eper az egyik olyan növény, aminek nagy a vízigénye, az adatok szerint 2022-ben 10% kevesebb lett a termés, mint a 2021-es évben. A másik két gyümölcsféle az alma és a körte, ezeknek is visszaesett a termésátlaga az előző évhez képest. Az alma és a körte virágzása van a legkésőbb áprilisban és májusban, addigra a legtöbb fa elvirágzik. A késői virágzás miatt a gyümölcs kifejlődése a nyári hónapokra marad, ami 2022-ben csapadék mentes lett, magas hőmérséklettel társulva. Az alma és körte igen érzékeny gyümölcsök nem tűrik a szárazságot és a meleget, ezek a termések megéghetnek, foltosak lesznek. Az esőzés hiánya okán nem lesznek nagyok a gyümölcsök, amik nagyrésze vízből áll, főleg az alma leves húsa, ezért is alapja mindenféle üdítőknek, ivóléknak, lekvároknak, baba ételnek. A fagysegregény tél nem csak a virágzásnak kedvezett, a fagyhiányában a kártevők is jobban átvészeli a telet, ilyen az almamoly. Ez a kártevő a fák fellazult kérgében szokott elbújni, ezzel védve magát. Ha az idő fagyos nem tudnak áttelelni, anélkül, hogy egyrészt elpusztulna.

Nézünk egy másik esetet is, miért nőhetett a termésátlag 2022-ben. A már többször említett száraz és meleg tavasz miatt, a virágzás idején nem fagytak el a terméskezdemények, akadály nélkül ki tudtak fejlődni. Viszont vízre is szükségük van, ami április, május környékén megérkezett, ebben az évben ezek voltak a legcsapadékosabb hónapok. A gyümölcsféléknek, szőlőnek jól jött a szárazabb tavasz és nyár, mert ha sok a csapadék és hirtelen fagy éri a terméseket, akkor azok megbetegedhetnek. Ilyen a gombabetegség például a monília.

A monília egy penészgomba betegség ez megtámadja a fákat, terméseket. Erősebb fagyoknál a fák, vesszők védekező képessége csekély, a monília szereti a nyírkos, nedves, párás környezetet, ilyen feltételek mellett tud a legjobban terjeszkedni, a virágzás idején az egyik legjellemzőbb betegség. Ez a betegség évről évre kiújulhat, a beteg részek lemetésével és rézgáliccal való kezelése a virágzás környékén, a gombafertőzést vissza lehet szorítani. A fagymentes tavasznak köszönhetően nem fagytak meg a virágok, így a gyümölcsstermelés átlaga megugrott. Viszont a csapadéktalan, magas hőmérsékletű nyár megviselte azokat a területeket, amik nem voltak ellátva csöpögtető rendszerrel vagy nem volt öntözés. A gyümölcsösöket egyes területeken áraszottak, vagy állandó kiépített vízutánpótló rendszer működött.

A felvázolt tények mellett a 2022-es almatermés 29%, a körte 30%-kal lett kevesebb, mint a 2021-es termésátlag. A többi gyümölcs között a termés mennyiség nőtt, a leglátványosabb az őszi és sárgabarack. Az őszi barack kétszeresét, a sárgabarack pedig majdnem háromszorosát teljesítette a 2021-es évhez képest. A meggy, szilva, cseresznye és málna jellemzően nyári gyümölcsök, amik a nagy forróság előtt már leérnek, ezzel elkerülve az aszályos nyarat, igaz a szilva fajtájától is függ mikor ér be. [18] [19]

- Szőlő

Sajnálatos módon, a KSH oldalán még nincsenek fent a 2023-as gyümölcs és szőlő termésmennyiség átlagok, így termés mennyiség mintának más adatokat mutatok be, egy Izsák mérőállomás közelében lévő területet, amin szőlő ültetvény van.

Három fajta szőlő termésátlagát mutatom meg a 2021, 2022, és a 2023-as évre, lebontva. A szőlők az Izsáki aszálymérőállomásnak a légvonalának 2 kilométeres körzetébe tartoznak. Mindegyik területnek ugyanazok a tulajdonosai, így a művelés, kezelések, termelés egyformának tekinthetők, csak a fajta jellege szerint változnak.



13. ábra

A szőlő ültetvények elhelyezkedése az aszálymérőállomáshoz képest

Térképen megmutatom az ültetvények elhelyezkedését és a fontosabb tudnivalókat az áttekinthetőség érdekében. Egy szőlőfajta kétszer szerepel a felsorolásban, mivel külön táblán találhatóak, és nem csak a táblaméretük eltérő, de a talaj típusa sem azonos. A képen (13. ábra) látható színes téglalapok jelölik a szőlő ültetvényeket, a mellettük lévő szám a beazonosításukhoz kell. A piros csillag az aszálymérőállomás valós helyét mutatja meg.

1. Cserszegi Fűszeres Borszőlő II.:

- területe: 0,2826 ha
- helyrajzszáma: 0159/15
- ültetés éve: 2017.

- távolság az aszálymérőállomástól: 1,5 km

2. Cabernet Sauvignon Borszőlő:

- területe: 0,1700 ha
- helyrajziszáma: 0169/2
- ültetés éve: 2000.
- távolság az aszálymérőállomástól: 0,86 km

3. Zweigelt Borszőlő:

- területe: 0,3700 ha
- helyrajziszáma: 0169/48
- ültetés éve: 2003.
- megszűnés éve: 2023
- távolság az aszálymérőállomástól: 0.86 km

4. Cserszegi Fűszeres Borszőlő I.:

- területe: 1,1785 ha
- helyrajziszáma: 0168/44
- ültetés éve: 2012.
- távolság az aszálymérőállomástól: 0,66 km

5. Bianca Bor-szőlő:

- területe: 1,1784 ha
- helyrajziszáma: 0168/44
- ültetés éve: 2012.
- távolság az aszálymérőállomástól: 0,66 km

A szőlők termésmennyiség adatait egy táblázatba foglaltam össze viszonyítási alapként, hogy a 2022-es év milyen hatással volt a termésre, az előző és a következő évhez képest. A fejlécben a szőlő fajták nevei vannak beírva az első három fajta fehér borszőlő, az utolsó kettő pedig vörös borszőlő. A második sorban a terület szerepel hektárban, majd az év és az akkori termés mennyiség mázsában. A termésátlagot (mázsa osztva a területtel) más termőterületek adataival is össze lehet hasonlítani.

	Cserszegi Fűszeres Borszőlő I.	Cserszegi Fűszeres Borszőlő II.	Bianca Bor- szőlő	Cabernet Sauvignon Borszőlő	Zweigelt Borszőlő
Terület (ha)	1,1785	0,2826	1,1784	0,1700	0,3700
2021	39,00 q	1,20 q	72,40 q	6,00 q	24,80 q
Termésátlag (q/ha)	33,0929	4,2478	61,4392	34,2857	66,4701
2022	20,00 q	7,80 q	126,20 q	8,00 q	18,00 q
Termésátlag (q/ha)	16,9707	27,6106	107,0944	47,0588	4,8648
2023	37,60 q	9,00 q	105,20 q	8,00 q	-
Termésátlag (q/ha)	31,9050	31,8584	89,2735	47,0588	-

A szőlő mennyiség egy adott évben sok mindentől függ, például attól, hogy milyen talajban van, mikor ültették, mennyire öreg, fiatalon túlterhelték-e? A szőlőt az első 5 évében nem hagyják fürtöt nevelni, hanem maga a vesszők és a tőke erősödjön, a gyökerek mélyebbre nőjenek, hogy kibírja a későbbiekben az időjárás ellen tudjanak állni, plusz csak erős tőke tud egészséges termést hozni. Ha szőlőt fiatalon hagyjuk fürtöt növesztetni, akkor ezzel elvonja, saját magától a tápanyagot ezért nem fejlődik, de hatalmas terméseket lehet elérni, főleg, ha műtrágyával vagy más szerves anyagokkal növelik a tápanyagutánpótlást. Ez a művelés maximum 3-5 évig működhet, utána a szőlő kimerül, ezt hívják úgy, hogy „megszakadt”.

Ha megnézzük a táblázatott a 2022-es évi aszály idején a szőlők termésátlaga megemelkedett. A Bianca Borszőlőn lehet a legnagyobb mennyiséget látni, erről a szőlő fajtáról azt jó tudni, hogy azért szeretik a termelők, mert igénytelen fajta. Nincs sok igénye, kevés betegség támadja meg, a gyökere mélyre kúszik a víz után. Ha a térképet (14. ábra) megnézzük, hol helyezkedik el a szőlő, akkor láthatjuk, hogy egy csatorna húzó-

dik előtte, így az a környék agyagosabb, jobb a víztartó képessége, ezért vizenyősebb. A sorok elején gyepes a sötét fekete talaj, kötöttebb, a szőlő vegetációja aktív, nagy a levél, vessző hozatala, a tőkék erősek. A fürtök nagyok, nehezek és egészségesek, nem betegek. A sorok vége felé haladva látni, amit egy nyíl jelöl, hogy egyre gyéresebb a növényzet, nincs „lombja” a szőlőnek, szakaszosan tőke hiányokat is lehet látni, ami azért van, mert az a terület már homokos. A Bianca Borszőlő mellett a Cserszegi Fűszeres Borszőlő I. lett telepítve, ez a szőlő sokkal kevesebbet termett a 2022-es évben, mint 2021-ben. Ez a fajta rosszabbul viseli a vízhiányt, nem nevel olyan erős kart, de ebben az esetben a szőlő területe jobban beleér a homokos övezetbe. A nagy homokos felület miatt a vesszők sérültek, a csapadék hiánya és a homok perzselő hatása miatt, nem volt erejük vesszőt hozni, hanem tartalékolnak. Ha termést is hoztak, az elszáradt vagy kiszikkadt, a fürtök kicsik maradtak. A 2023-as évben visszatért a nagyobb terméshez a Cserszegi Fűszeres Borszőlő I., viszont a Bianca Borszőlő termésében visszaesés van. Igaz a visszaesés nem nagy, de egyértelműen azonosítható, oka a túl sok csapadék, ami nem tesz jót a szőlőnek.



14. ábra

Szőlőültetvény műholdas képe, ahol látszik, hogy nyugat felé egyre homokosabb a talaj, így a tőkék nem tudnak zöld lombot növeszteni a vízhiány és forróság miatt

A Cserszegi Fűszeres Borszőlő II. eredménye azért ilyen kicsi, mivel fiatal, 2017-es ültetésű szőlő, így 4 éves volt az első szüretnél. A következő évben meghatszorozta a termésmennyiségét. Az elhelyezkedése jó, a talaj nem homokos, de mélyebben agyagos réteg van (14. ábra). A 2023-as évben is emelkedett a termésátlag és ez emelkedhet az elkövetkezőkben, a területhez mérten arányosak a mennyiségek.

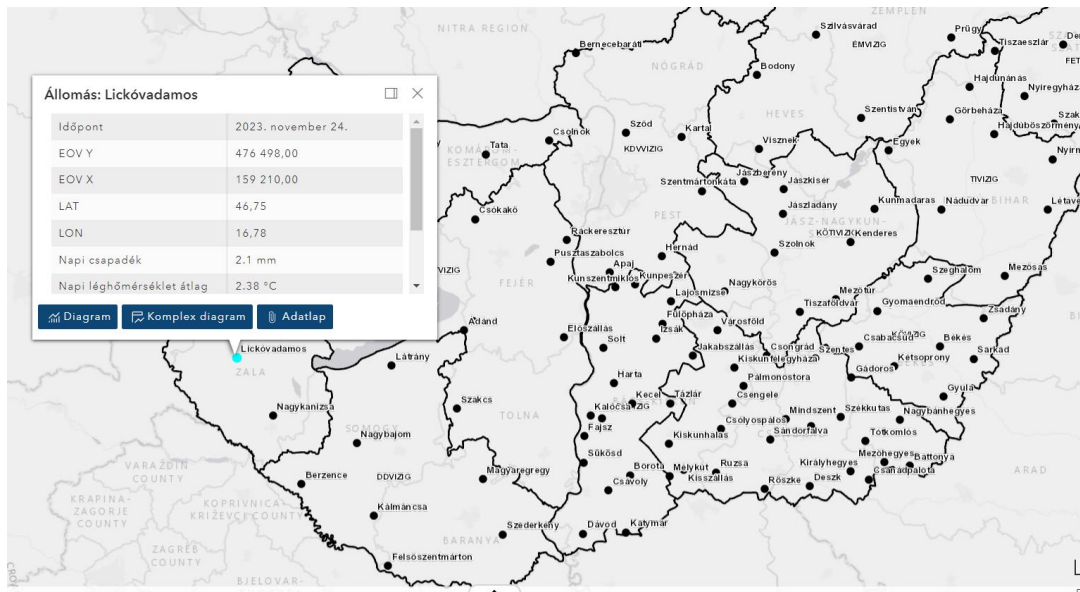
Cabernet Sauvignon Borszőlő és Zweigelt Borszőlő egymás mellett helyezkednek el, mindkettő kis területen. Cabernet Sauvignon Borszőlő termésmennyisége stagnáló, ez a fajta szőlő nem viseli jól a csapadékhiányt és kényesebb a betegségekre, és az ültetvény már nem fiatal. Zweigelt Borszőlő nagyon rosszul teljesített, a vegetációja szépen indult 2022 tavaszán, de később a tőkék elkezdtek kiszáradni vagy ki se rügyeztek. Ez is egy öregebb szőlő, ami elkapta a monília betegséget, így a 2023-as év elején kivágták az ültetvényt. Jelenleg a helyén Bianca Borszőlő van telepítve.

A termésátlagokat elemezve látható, hogy két egyforma szőlőfajta esetében a terület elhelyezkedése milyen erősen befolyásolja a termésátlagot.

5. ADATBÁZIS LÉTREHOZÁSA

5.1 Az aszálymonitoring állomások téradatbázisa

Kezdsnek az interneten a <https://vizhiany.vizugy.hu/> oldaláról azokat a településeket gyűjtöttem ki, ahol aszály monitoring állomások lettek telepítve [17]. Összesen 114 darab állomás van az országon belül, amik el vannak látva EOVS koordinátákkal, de az állomások száma 2023-ra még kettővel bővült, viszont ezek még nem rendelkeznek elegendő adattal. A mérőállomások az aszályosabb területekre vannak sűrűbben kihe-lyezve, ilyen a Kis és Nagy Kunság, Körös-Maros Köze, Nyírség és a Jászság, és a Dél-Alföld.



15. ábra

Aszálymérőállomások Magyarország területén, adatlap megjelenítéssel [17]

A weboldal mérőállomásonként jeleníti meg a hozzájuk tartozó adatokat (15. ábra). Az ismertető lap az utolsó mérést, azaz adatszolgáltatást mutatja, az EOY Y és X koordinátákat, a LAT és LON adatokat is megjeleníti, a végén pedig a napi csapadékot és a napi léghőmérsékleti átlagot mutatja be.

Az egyes állomásokhoz különböző diagrammokat is meg lehet megnyitni, amik szemléltetik az idő elteltével a csapadék mennyiségét, a hőmérsékletet és egyéb mért mennyiségeket. Az adatlap azt is megmutatja, hogy az adott mérő állomás a Balti magassághoz képest hol helyezkedik el. Az ismertetőn a közigazgatási körzet és az állomás telepítésének időpontja is fel van tüntetve. Szerepel a mérőállomás környéke talajának típusa és minősége, elemezve van a talaj szemcseméret eloszlás, a fizikai, kémiai állapot és a talaj vízmegtartó képességére, tehát minden fontosabb adatot megkaphatunk az adott mérőállomásról és annak környezeti elhelyezkedéséről.

Az EOY koordináták a monitoring állomásismertető lapjáról lettek kigyűjtve egy Excel fájlba, követve azt a sémát, hogy semmilyen különleges karakter nem szerepelhet a táblázat celláiban. A táblázatban sorszámozva lettek az aszály monitoring állomások a könnyebb azonosítás végett, a települések nevei is begépelésre kerültek ékezetek nélkül, hogy azok ne zavarják meg a későbbi lekérdezéseket, majd az adatbázisban. Az elkészített Excel fájlt CSV állományban kellett kimenteni, mivel a QGIS Desktop 3.20.3 prog-

ram, így tudja beolvasni a koordinátákat. A programon belül meg kellett adni a milyen rendszerben akarok dolgozni, ami az EOVS vetületi rendszer lett (EPSG:23700).

5.2 A táblák téradatbázisa

Minden aszálymonitoring állomáshoz, az állomás közelében 15 homogénnek tűnő táblát digitalizáltam, ezzel hoztam létre a tábla-adatbázist.

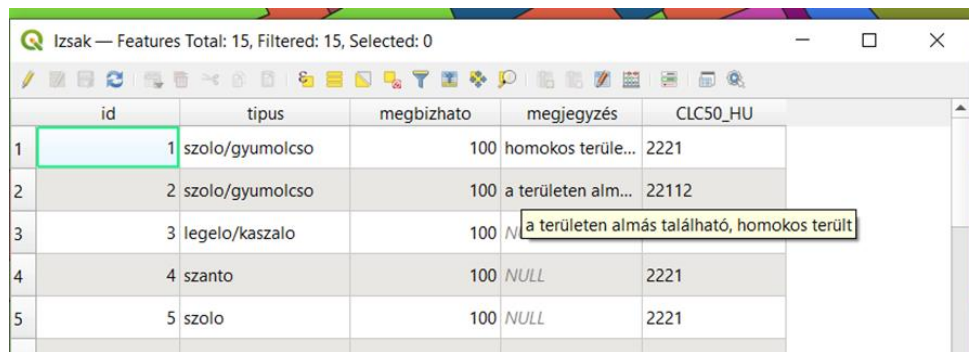
A táblák kiválasztásához szükséges műholdképet úgy állítottam be, hogy a QGIS Bőngésző (Browser) ablakában megnyitottam az XYZ Tiles fület, amire rákattintva Új kapcsolat (New Connection) lehetőséget kiválasztva megjelenik egy ablak az XYZ Kapcsolat (XYZ Connection). A felnyíló ablakba meg tudtam adni, azoknak a térképeknek az internetes kódját, amiket alapnak használtam. Kettő féle műholdas felvételt használtam, amik a Google Maps fajtái különböző adattartalommal, a SATELLITE és a Hybrid. A Satellite megegyezik a Google Earth nyújtotta minőséggel, de nem jelölte a települések határát, az utak vonalát, de ezzel szemben a Hybrid megjelenítette ezeket az eredetileg vektoros adatokat. [20]

A kész térképi alapra hívtam rá a mérőállomásokat. Új réteggént, tagolt szöveggént jelenítettem meg, majd az X és Y koordinátákat is beállítottam, mivel a rendszer nem fordítja meg őket, így a bevitelnél figyelni kell a helyes beírást és később a megjelenítésnél is.

Az aszály monitoring állomások mellé állomásonként 15 poligont jelöltem ki, mint teszt területek, amiken az elemzéseket és összehasonlításokat el lehet végezni (16. ábra). A teszt területeket próbáltam különböző művelési ágakból kijelölni, azaz típusokat adni. Az általam megadott művelési ágak voltak:

- fás legelő,
- legelő,
- kaszáló,
- vizes nádas,
- erdő,
- szántó,
- öntözött terület.

A műholdképek alapján választottam ki, hogy az adott területet hova sorolom be. Bizonyos esetekben el lehetett dönteni a terület hovatartozását, de volt olyan eset is, hogy nem volt teljesen biztos az adott besorolás, amit poligononként egy megbízhatósági számmal adtam meg.



id	típus	megbizható	megjegyzés	CLC50_HU
1	1 szolo/gyumolcso	100	homokos terüle...	2221
2	2 szolo/gyumolcso	100	a területen alm...	22112
3	3 legelo/kaszalo	100	a területen almás található, homokos terület	
4	4 szanto	100	NULL	2221
5	5 szolo	100	NULL	2221

16. ábra
Adatbázis Attribútum táblának a felépítése

Saját magamnak egy megjegyzés oszlopot is létrehoztam, hogy feljegyezhessem, ha valami rendkívülit láttam a területen, ami befolyásolhatja a későbbi besorolását. Ilyen például szántóföldeken nagyobb kiterjedésű vízfoltok, erdőknél fahiány, esetleg száraz folt, vagy ha az adott terület vízfelszín mellett helyezkedik-e el.

Az adattábla ötödik mezőjébe a Corine felszínborítási adatbázisból kivett felszíntípus azonosító (CLC50_HU adatbázis szerinti besorolás) került. Ebbe a mezőbe olyan számok lettek beírva, amik az általam kijelölt poligonok alatt elhelyezkedő CLC50_HU-s réteg tartalmazott. Egyes esetekben a műholdkép alapján kijelölt poligonba a Corine rétegből több felszíntípus is beletartozott. Ez azért van, mert egyetlen műholdfelvételen nem látható teljes mértékben, ha különböző típusú talajok vagy növényzet borítja az egyébként homogénnek látszó területet vagy táblát.

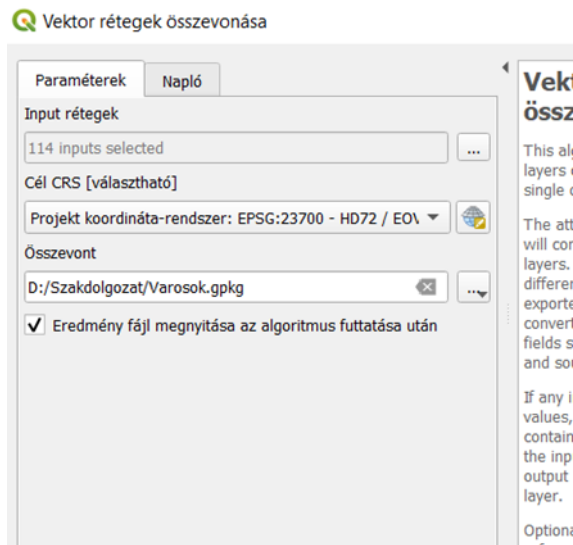
5.2.1 Hibaszűrés

Minden adatbázist terhelhetnek hibák a készítési folyamat alatt, ebben az esetben sincs másként, mivel sok alpműveletet kézzel hajtottam végre, így akadnak elütések, hibás beállítások vagy téves terület kijelölések, nem kitöltött táblázatok, hibás rétegek. A hibák megzavarhatják a későbbi lekérdezéseket, összehasonlításokat, a nem egységes adathalmazokban elvesznek az értékek, ami miatt az adatbázis használata nehézkes lesz és az eredmények hamisak.

A hibák miatt az utolsó lépéseknél a műhold képeket se tudom majd ráhívni, mert a rendszerben a belső egység hiánya miatt nem futhat le a teszt. Főleg ezekért is kell a hibaszűrés, hogy egy letisztult, könnyen kezelhető felületet kaphassunk a végén, amiben csak a lényeges szabatos információ jelenik meg.

A hibaszűrést először a SHAPE File-ok vizsgálatával kezdtem, ezek a rétegek tartalmazzák azokat az Attribútum táblákat, amikben a főbb hibák mutatkozhatnak. A poligonokat tartalmazó településenkénti rétegeket egy új SHAPE File-ba egyesítettem a Vektor összevonása művelettel (17. ábra), ennek a rétegnek a neve Varosok.shp lett. Erre a lépésre azért volt szükség, mivel a száztizennégy állomáshoz összesen 1710 poligon lett létrehozva, amiket nem lehet együttesen kezelni, csak egyéenként, azaz városonként tizenötösével.

Az összevonás előtt ki kellett választanom azokat a városokat, amelyeknek az Attribútum tábláját használni szeretném a későbbiekben. Viszont figyelmesen jelöltem ki, mivel a CLC50_HU, Google térkép és az Aszály mérőállomások réteg is belekerült volna az összevont állományba, azokra viszont nincs szükség az új SHAPE File-ba. A rétegek kiválasztása után megadtam a vetületi rendszert, ami a Projekt koordináta-rendszer: EPSG23700-HD72/EOV lett, mivel eleve a mérőállomások koordinátái EOVBenn kerültek felhasználásra. A kiválasztott vetületi rendszer mellett szerepelt az IGNF: WGS84GUADEO-RRAF geographiques (dms), de ez nem megfelelően jelenítette volna meg a friss rétegeket elforgatta és kilométerekkel odébb eltolta a poligonokat. Végül megadtam a kimeneteli állomány nevét.



17. ábra
Vektor rétegek összevonása művelet lépései

Az újréteg megjelent a többi SHAPE File között, de az új poligonok fedték a régieket ezért nem nagyon lehetett őket megkülönböztetni, így a többi város rétegét kikapcsoltam, hogy csak az egyesített réteg maradjon. A réteg összevonás után indulhat el az igazi hibaszűrés, hibakeresés.

Az összevonásra azért volt szükség, hogy egyben lehessen kezelni, az összesített Attribútum táblát, ahol az új rétegben már az első megnyitásánál látszottak a hibák. Az általam megadott oszlopok neveiben voltak elütések, vagy ékezetek, helytelenül leírt címek, amik miatt nem csak öt oszlop jelent meg, hanem sokkal több. A QGIS-nek van egy kereső funkciója, ahol megjeleníti azt a réteget, amiben a hiba van, így először az oszlopok neveit tisztáztam le.

Az egyesített rétegben nem dolgozhattam, mert attól, hogy ott megváltoztatom, a beállításokat vagy át írok egy két adatot, az eredeti SHAPE File-ban nem modulusul. Ezért kellett a keresés alapján a rétegeket azonosítani, amiket javítani kell az összevonás előtti állapotukban. Miután meg voltam az oszlopok címének javításával, jöhetett az attribútum tábla tartalmának szűrése, itt is elírásokat-hiányokat kerestem. Ehhez a QGIS-ben lekérdezéseket alkalmaztam, ahol megjelenített minden olyan találatot, ami hasonlított a keresett kifejezésre és ábécé sorrendbe rendezte a találatokat. A hibák főleg figyelmen kívül hagyás miatt keletkeztek, vagy rosszul megadott karakter számok miatt, így az beírt szöveges kifejezések vagy megjegyzések nem fértek bele a mező intervallumába.

Az ellenőrzést a típus nevű oszloppal kezdtem. Itt is az eredeti rétegben az összevonás előtti rétegbe kell dolgozni, mivel az egyesített állomány nem tudja önmagát frissíteni és a kijavított hibákat nem korrigálja. A helyesírás, elírások javítása után a kitöltöttséget ellenőriztem.

A programnak van egy olyan hiányossága, ha éppen poligont jelölök ki és beírom a hozzá tartozó adatokat a táblázatba, de a kurzor benne marad a cellában és a mentésre nyomok, akkor annak a cellának a tartalmát kitöröli. A mentés előtt a cellákból mindig ki kell kattintani, hogy lezárja magát és ne vesszenek el a beírások. Az attribútum tábla szűrését követően a rétegeket újra összevontam, hogy láthassam a javítások eredményét.

5.3 Távolságszámítás

A következőkben azt akartam meghatározni, hogy az egyes tábla poligonok milyen távol esnek a mérőállomásoktól.

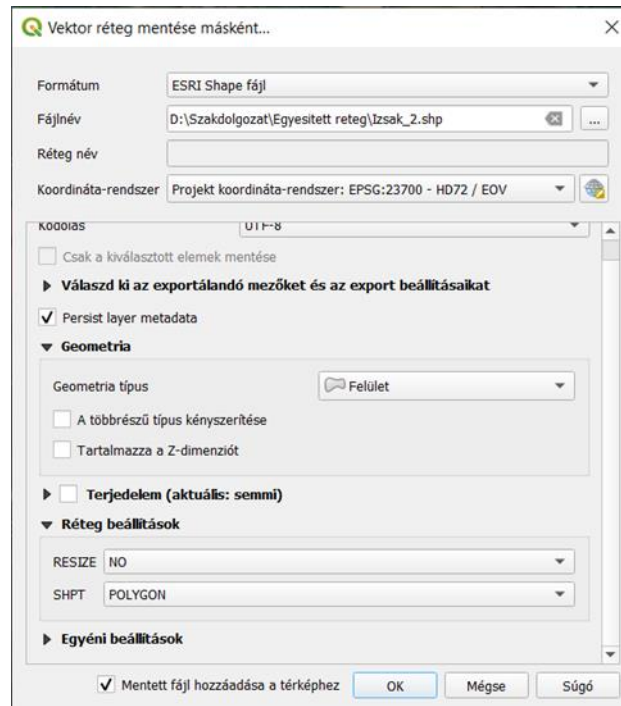
5.3.1 A poligonok centroidjainak számítása

A mérőállomásokhoz több poligon is tartozik, amik teszt területként funkcionálnak, de ezek nincsenek mind az állomás közvetlen közelében. Néhány területet kilométerekkel odébb jelöltem ki, hogy egyenletes legyen a mintavételezés abból a szempontból, hogy minden felszíntípus megjelenjen az adatbázisban. Például, ha a vizes/nádas felszín nem volt az állomás közvetlen közelében akkor az állomástól távolabbi terület lett kiválasztva.

Ehhez tudnom kellett az állomás és a poligonok közötti távolságot. Ehhez felhasználtam a QGIS program vektorokat kezelő modulját, aminek van egy olyan lehetősége, hogy Centroid of Polygons, azaz a poligonoknak megkeresi geometriai közepét és ráhelyez egy pontot a közepére.

Az összes táblapoligont tartalmazó Varosok.shp egyesített fájlban, akartam a centroid számoló műveletet alkalmazni, de ez nem volt lehetséges, mivel hibaüzenetben jelezte, hogy geometriai hibák vannak a réteg bizonyos poligonjaiban. Ezek, mint kiderült azért jöhettek létre, mert az adatszűrésnél az attribútum táblákban a mezőket átszerkesztettem, kijavítottam az elírásokat. Az átírásoknál az oszlopok, adatait átsoroltam új mezőkbe, így az újra mentésnél a poligonokat átértelmezte a rendszer, így megváltoztatta a geometria típusát poligonról 3D-poligonra, ezzel létrehozva egy Z-dimenziót, ami miatt

a centroid számítás nem tudott lefutni. Itt a réteget exportáltam új néven (18. ábra), ahol átállítottam a geometriai típusát felületre (poligonokra), de nem jelöltem ki, hogy tartalmazzon Z-dimenziót, így minden poligon kétdimenziós maradt.



18. ábra

Új vektor réteg elmentése másként, hogy a Z-dimenzió ne csatlakozzon a poligonokhoz

A réteg beállításoknál is a SHPT fülön a POLYGON lehetőséget választottam, hogy ezzel is megerősítsem a réteg geometriáját. Az újra mentett rétegeknél úgy tudtam ellenőrizni, hogy sikeres volt a geometriai beállítás, hogy a centroidot kiszámoltam újra, ha ez sikerült megjelentek a centroidot jelképező pontok. A régi réteget ekkor kitöröltem, hogy ne zavarjon bele a további munkába. Az összes centroid kiszámolása után a SHAPEfile-at egyesítettem Varosok_2.shp néven.

A kész centroidi pontokkal csak egy gond van, hogy nincsen saját koordinátájuk, így nem lehet velük távolságot számolni. Ezért következőnek a Toolbox-ban megkerestem a Geometriai attribútumok hozzáadása lehetőséget, ahol a kiválasztott rétegnek megadjuk a vetületi rendszerét, hogy a koordinátákat miben számolja ki, ez a Projekt koordináta rendszere lett. A beállítások után futtatam a parancsot, és megjelent az új rétegem, ami-ben minden eddigi szöveges adat szerepel, plusz a centroidok koordinátái, de a réteg csak pontokat kezel, ezt később át kell formázni. Az új rétegeket állandó réteggé

hagytam meg, nem pedig ideiglenes fájlak, mint a centroid eredményeit, mivel a program bezárása után az ideiglenes rétegek törlődnek. Már korábban is írtam, hogy a QGIS rendszere felcseréli az Y és X koordinátákat X és Y sorrendre, így a kapott eredmények a táblázatban nem megfelelően vannak feltüntetve, ennek a fényében kell számolni. A pontok koordináta meghatározása után, kikértem azokat egy Excel .CSV állományba, hogy kiszámolhassam a mérőállomás és a poligonok geometriai középpontjának a távolságát, ezt ellenőrzésként használom. A számolásban a második geodéziai fő feladatot alkalmaztam.

A második geodéziai fő feladat, amelynek csak a felső képletét használtam, a távolságok számolására:

$$t_{AB} = \sqrt{(y_B - y_A)^2 + (x_B - x_A)^2} = \sqrt{\Delta y_{AB}^2 + \Delta x_{AB}^2}$$

$$\tan \alpha = \left| \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} \right| = \left| \frac{\Delta y_{AB}}{\Delta x_{AB}} \right|$$

Az Excel csak ellenőrzés lett, ott a mérőállomásokat és centroidokat nekem kellett kiírni, de a QGIS ki tudja számolni a két pont közötti távolságot.

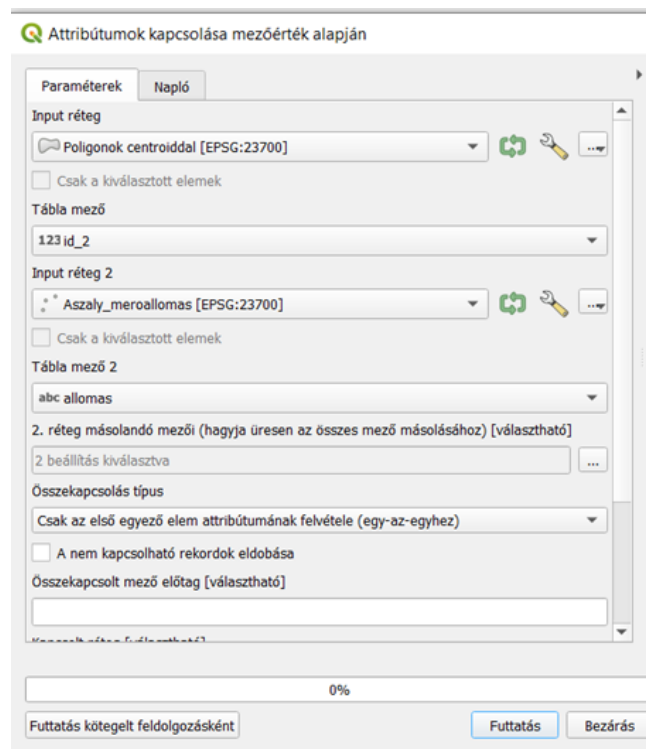
5.4 Adattáblák összekapcsolása

Ennek a műveletnek a végrehajtásához szükség van arra, hogy a mérőállomásokat társítsuk az összesített réteggel és azon belül a poligonok a megfelelő, azaz a saját városukhoz kapcsolódjanak.

A mérőállomások koordinátái egy pont típusú rétegben vannak megjelenítve a projektben, ezeket kell a poligonokhoz kötni, mint például Izsáknak mind a tizenöt poligonjához Izsák mérőállomás koordinátái kapcsolódjanak. Erre akartam alkalmazni az *Attribútumok kapcsolása hely alapján* utasítást, de ezzel a lépéssel nem csatlakoztak a megfelelő rétegek össze, hanem minden réteget minden réteggel társított így 3062500 variációt hozott létre. Ez a megoldás nem volt jó, mivel nem hely alapján kell összekötni az attribútum táblákat, hanem mezőérték alapján. Ehhez viszont minden elemnek saját azonosítót kell adni, ezzel létre hozva a kapcsoló mezőnket, 1-től indult a számozás id_2 néven.

Az Aszaly_meroallomas rétegben egy allomas nevű mező létrehozására is sor került, mivel ez lesz a kapcsoló mező az új táblázathoz. Viszont az összekapcsolásoknál hiba lépett fel, egyes városok mezői üresek maradtak, ez azért történt, mert néhány mezőben és SHAPE File-ban ékezetek maradtak, így ezek javítása után folytatódhatott a munka.

Most már minden kapcsoló mező létre lett hozva mindkét összekapcsolandó attribútum táblában, hogy kialakíthassuk az új réteget. Az Attribútumok kapcsolása mezőérték alapján alapján funkciót használtam (19. ábra), ahol megadtam az Input rétegeket, ami a Poligonok centroidtal és az Aszaly_meroallomas.



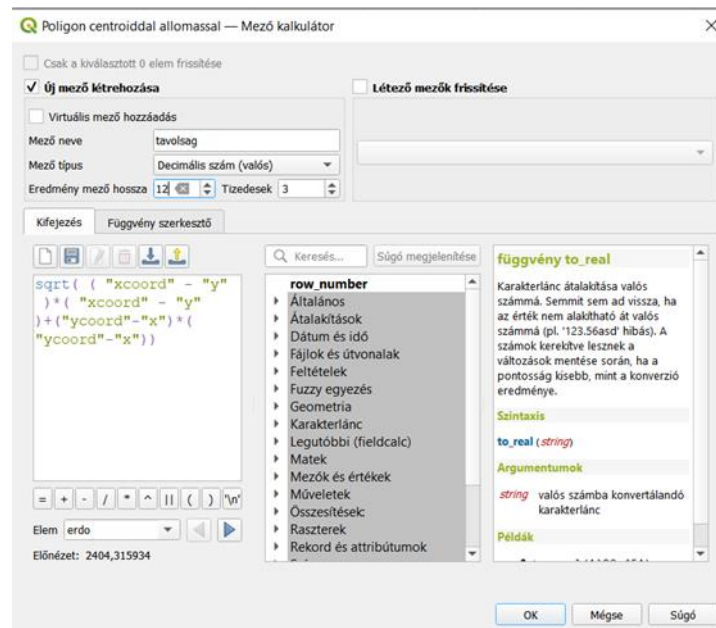
19. ábra

A poligonok és a centroidjaik összekapcsolása az Aszálymérőállomások koordinátáinak attribútum táblájával

A Poligonok centroidtal rétegben a Tábla mező fülön kiválasztottam az id_2-t, ami majd összekapcsolja a Tábla mező 2 allomas-sal az attribútum táblákat. A parancs futtatása után megjelenik az új réteg *Poligonok centroidtal allomasal*, amiben minden eddigi adatunk szerepel és egységesen kezeli a rétegeket.

Az összekapcsolt rétegekkel most már végre lehet hajtani a távolság számolást a monitoring állomások és a poligonok centroidjai között. Az attribútum táblák menüsorában van a táblázat kezelőben egy kalkulátor, ahol a mezők tartalmát lehet formázni, bővíte-

ni. Itt új mezőt hoztam létre decimális szám (valós) beállítással, a tizedeseket pedig 3-ra a vesző után. A row_number függvényt használtam, hol a második geodéziai fő feladatnak megfelelően leírtam a szintaxist. A Mező kalkulátor elindítása után minden poligonnak kiszámolta a centroid és az poligonhoz tartozó állomás közti távolságot méterben értendően (20. ábra).



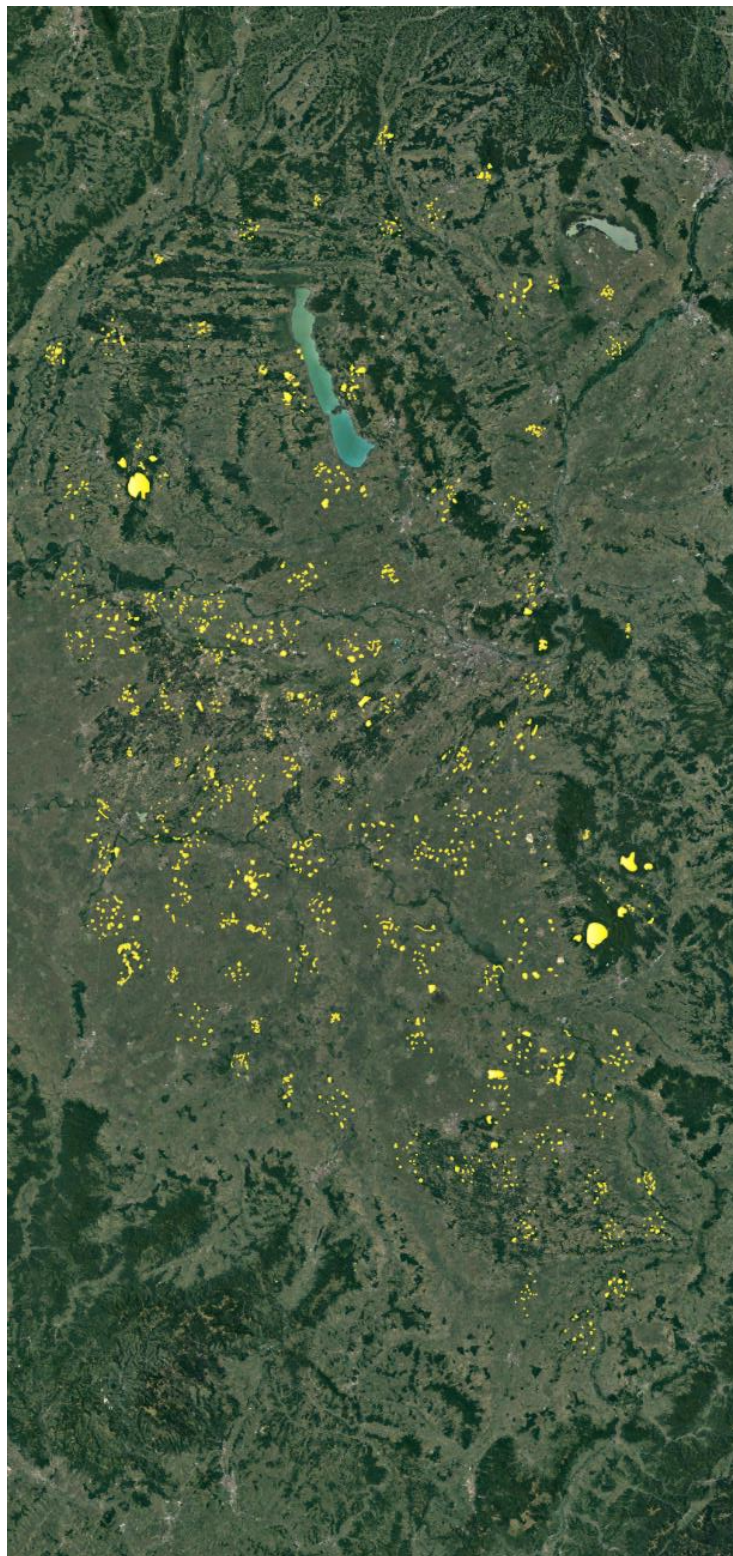
20. ábra
A második geodéziai fő feladat alkalmazása

Az parancs lefuttatása után az attribútum táblában új oszlopban megjelennek az új eredmények, a mérőállomások és a poligonok centroidjai közötti távolságok. A távolság értékét méterben adja meg a rendszer. Ellenőrzésképpen az Excelben számolt távolságokat szűrőpróbaszerűen összehasonlítottam az attribútum tábla néhány sorával. Ezt azért végeztem el, hogy biztosra menjek a QGIS jó adatokat párosított a számolás során. A program és a saját számolás megegyezett, nincsen hiba a távolságokban.

5.5 A tábla adatbázis

A kész adatbázis befejeztével az elkészült attribútum tábla értékeit kimentettem GEOJ fájl formátumban, amit a Google Earth Engine online oldalon fogok felhasználni. Összesítve az *Attribútum* állomány tartalmazza a mérőállomások neveit, azokon belül poligonok vannak városonként 15 darab, mindegyik kettő saját azonosítóval rendelkezik. Az id a poligonok számát takarja az adott város rétegén belül hányadik a kijelölés mun-

kafolyamatában. Az id_2 pedig egyéni sorszám, abból nem fordul elő kettő egyforma, ezzel lehet később a poligonokat és azok adatait beazonosítani. Ezek után szerepel a táblázatban a poligon vagy másnéven a teszt terület művelési ága, általam elnevezve típusa (vizes/nádas, szántó, legelő. fáslegelő, öntözött terület, legelő/kaszáló, erdő). A poligonok kaptak egy megbízhatósági számot. amit nekem kellett megadni szemre vételezés alapján, hogy mennyire egyezik a terület az általam adott típusnak. Szerepel még a CLC50_HU által megadott osztályozások számai, melyik folt milyen talaj vagy művelési ágban van. Végül a poligonok centroidjai azaz a geometriai középpontjainak a koordinátái szerepelnek a táblázatban, a mérőállomás koordinátái és a centroid, mérőállomás távolsága az utolsó adat (21. ábra).



21. ábra

*Az adatbázis poligonjai a Google SATELITE háttér előtt megjelenítve.
Látszik, hogy a poligonok az aszálymonitoring állomások közelében csoportosulnak.*

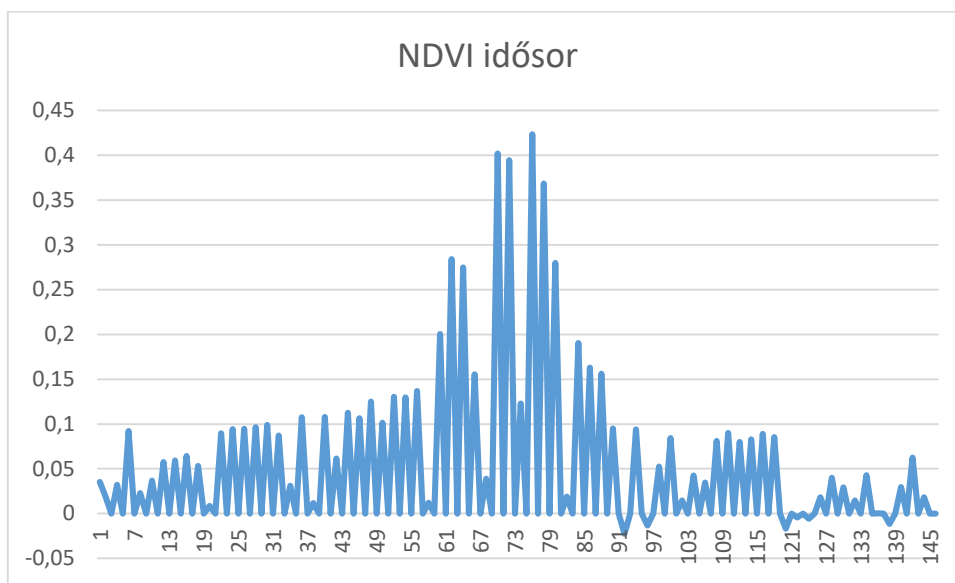
6. NDVI SZÁMÍTÁS

Az előző fejezetben bemutatott tábla adatbázis létrehozásának az volt a célja, hogy segítségével a tábla poligonokhoz vegetációs index (NDVI) idősort állítsunk elő a SENTINEL-2 műholdak adataiból, és a vegetációs indexet a későbbiekben össze lehessen kapcsolni az aszályindexszel.

A nagy számú poligonra a 2022 évre az aszályindex számítása nagyon munkaigényes folyamat. A folyamatot leegyszerűsíti a Google Earth Engine (GEE) program használata. A GEE egy webböngészőben elérhető alkalmazás, ami a Google felhőszolgáltatásában tárolt műholdképekhez biztosít hozzáférést, és a képeken térinformatikai műveletek leprogramozását is lehetővé teszi.

Példaként sikerült létrehozni az adatbázis id_2 mezőjében 977-es egyedi azonosítójú poligon területére, az NDVI idősort, amit egy grafikonon is sikerült megjeleníteni (22. ábra). A település, ahol elhelyezkedik a mintaterület az Mélykút, a terület pedig szántó. Az állomás és a poligon között 1856 méter távolság van.

A GEE program futásának az eredményei egy Excel fájlba kerültek kigyűjtésre, hogy majd diagramként megjeleníthetőké váljanak. Az idősor grafikonját vizsgálva feltűnhet, hogy az idősorban beugrások vannak, ennek az az oka, hogy a felhasznált felvételek gyűjteményéből nem sikerült eltávolítani azokat a felvételeket, amelyeken az adott tábla felhős volt. A felhős pixelek esetén az NDVI érték nem a felszín valódi NDVI értékét mutatja, hanem a felhős képpontok intenzitásértékeiből számolódik az index. Emiatt az NDVI adatsor igazából a grafikon burkolója lenne.



22. ábra

A 977 számú poligon (Mélykút település melletti szántó) NDVI idősora 2022-ben. A vízszintes tengely az év napjai, a függőleges tengely a vegetációs index. A függvény burkolója mutatja a valós NDVI index értékeket, az alacsonyabb értékek a felhő hatása.

7. ÖSSZEFOGLALÓ

Az emberiség népessége átlépte a 8 milliárd főt, vagyis ennyi ember számára kell elegendő és megfelelő minőségű élelmiszert előállítani. A mezőgazdasági művelésre alkalmas területek nagy részét már műveljük, ezért fontos a termelés feltételeinek biztosítása. A mezőgazdasági műveléshez megfelelő klíma, talaj és víz szükséges. A változó klíma hatására hazánkban is fel kell készülni a csökkenő csapadékmennyiség következtében arra, hogy az aszály egyre jelentősebb problémát jelent.

Az Országos Vízügyi Főigazgatóság egy aszálymonitoring rendszert működtet, ami terepi állomások hálózatának méréseit dolgozza fel. Az állomáshálózat mérései szabadon hozzáférhetők.

Szakdolgozatomban bemutatom az állomáshálózatot, ismertetem az adatok fajtáit, és példaként bemutatom az Izsák település határában levő monitoring állomás 2022-ben mért adatait. Részletesen elemzem az idősoron látható jelenségeknek a környék szántóföldi, szőlő és gyümölcsültetvények terméseredményeire gyakorolt hatását.

Az aszálymonitoring állomáshálózat állomásainak elhelyezkedését figyelembe véve, egy 1700 poligont tartalmazó tábla-adatbázist készítettem, ami a főbb felszínborítási osztályokat megfelelően reprezentálja az állomások közelében. A tábla-adatbázist térinformatikai műveletekkel összekapcsoltam az állomás adatbázissal, és kiszámoltam a poligonok centroidjainak távolságát a legközelebbi aszálymonitoring állomástól.

A tábla-adatbázis egy poligonjára elkészítettem 2022-re a SENTINEL műholdak adataiból számolt vegetációs index éves adatsort.

A munkám során elkészült tábla-adatbázis jó alapot teremt a műholdfelvételek bevonására az aszály monitorozására.

8. SUMMARY

With the human population now over 8 billion people, there is a need to produce enough food of sufficient quality for that many people. Most of the land available for agriculture is already under cultivation, so it is important to ensure the conditions for production. Agriculture requires a suitable climate, soil and water. In our country the changing climate means that drought is becoming an increasingly serious problem as rainfall decreases.

The National Water Directorate operates a drought monitoring system that processes measurements from a network of field stations. The measurement data of the network are freely available.

In my work I will show a description of the network of stations, describe the types of data and give an example of the monitoring station data measured in 2022 at the border of the municipality of Izsák. I will analyze in detail the relations between the development of the drought and the yields of the fields, vineyards and orchards in the area.

Taking into account the location of the stations in the drought monitoring station network, I have constructed a geodatabase of 1,700 polygons, which adequately represents the main land cover types in the vicinity of the stations. The geodatabase was linked to the station database by means of spatial information operations, and the distance of the centroids of the polygons to the nearest drought monitoring station was calculated.

For a polygon of the geodatabase, I created an annual vegetation index (NDVI) dataset for 2022 calculated from SENTINEL SATELLITE data.

The geodatabase created in my work provides a good basis for the use of SATELLITE imagery for drought monitoring.

9. IRODALOMJEGYZÉK

- [1] K. Vonnegut, *A hazátlan ember*, Budapest: Nyitott Könyvműhely Kiadó, 2006.
- [2] I. Kocsis, *Talajtan és agrokémia*, Eger: Eszterházy Károly Főiskola, 2012.
- [3] Z. Papp, *A Talaj és Védelme*, Győr: Széchenyi István Főiskola Környezetmérnöki Tanszék, 1997.
- [4] G. Tóth, T. Hengl, T. Hermann, M. Kocsis, B. Tóth, A. Makó és J. Berényi Üveges, „Magyarország mezőgazdasági területeinek talajtulajdonság-térképei (Soil property maps of the agricultural land of Hungary),” EUR 27539, European Union, 2015.
- [5] L. Boros, „Talajerózió különböző talajadottságú, eltérő lejtésviszonyú és növényi borítottságú területeken,” in *Talajpusztulás térben és időben*, Budapest, MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, 2013. december 12., pp. 4-8.
- [6] P. Biacs Dr., C. Kocsondi Dr. és G. Dobos, „A magyar mező- és erdőgazdaság feladatai a klímaváltozás tükrében,” *Gazdálkodás*, %1. kötetXLVII., %1. szám6., pp. 6-14, 2003.
- [7] VIZITERV Environ Kft., „A víz keretirányelv előírásai szerinti állapot értékelések, elemzések, vizsgálatok,” Országos Vízügyi Főigazgatóság, 2019.
- [8] Z. Hetesi és T. Kiss, *Ember és Természet Kiút a zsákutcából*, Budapest: © NKE, 2018, pp. 10,11.
- [9] *1978. évi 29. törvényerejű rendelet*, 1990.
- [10] L. A. Rampasek, „ClimeNews-Hírportál,” 10. 12. 2021.. [Online]. Available: <https://climenews.com/a-termeszetes-folyamatok-szandekos-manipulalasanak-tiltasa>. [Hozzáférés dátuma: 10. 09. 2022.].
- [11] O. Szentés, „Szárazság Magyarországon 2022-ben és a múltban,” *LÉGKÖR*, %1.

- kötet68., %1. szám1., 2023. január.
- [12] K. Ligetvári-Takács, „Magyarország vízbiztonsági problémái a világ- és Európai Unió tendenciák tükrében,” *Hadtudomány*, %1. kötetXXIII., %1. szám1., pp. 4-12, 2013..
- [13] I. Szabolcs, „A talajmelioráció szerepe a termékenység növelésében és fenntartásában,” in *Agrokémia és talajtan*, Budapest, Magyar Tudományos Akadémia Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézete, 1981, pp. 129-136.
- [14] Copernicus Europe's Eyes on Earth, „Copernicus Europe's Eyes on Earth,” Programme Of The European Union, [Online]. Available: <https://www.copernicus.eu/en/about-copernicus>. [Hozzáférés dátuma: 11. 10. 2023.].
- [15] K. Fiala , K. Barta , B. Benyhe , I. Fehérvári István, J. Lábdy , G. Sipos és L. Györffy , „Operatív aszály- és vízhiánykezelő monitoring rendszer,” *Hidrológiai Közlöny*, %1. kötet98, %1. szám3, pp. 14-22, 2018.
- [16] D. Szentes, „Agroforum,” 18. 01. 2023.. [Online]. Available: <https://agroforum.hu/szakcikkek/talajelet/talaj-parolgasa-evaporacio-es-evapotranspiracio/>. [Hozzáférés dátuma: 10. 09. 2022.].
- [17] Országos Vízügyi Főigazgatóság, „Aszálytérkép,” Országos Vízügyi Főigazgatóság, GDi Magyarország Kft., [Online]. Available: <https://vizhiany.vizugy.hu/>. [Hozzáférés dátuma: 13. 10. 2022.].
- [18] Központi Statisztikai Hivatal, „Központi Statisztikai Hivatal,” Központi Statisztikai Hivatal, 27. 09. 2023.. [Online]. Available: https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0018.html. [Hozzáférés dátuma: 12. 11. 2023.].
- [19] Központi Statisztikai Hivatal, „Központi Statisztikai Hivatal,” Központi Statisztikai Hivatal, 12. 03. 2023.. [Online]. Available: https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0020.html. [Hozzáférés dátuma: 02.

11. 2023.].

[20] S. Montoya, „hatarilabs,” Saul Montoya, 19. 03. 2018.. [Online]. Available: <https://hatarilabs.com/ih-en/how-to-add-a-google-map-in-qgis-3-tutorial>.
[Hozzáférés dátuma: 12. 10. 2022.].

[21] J. Horváth és L. Komarek , A világ mezőgazdaságának fejlődési tendenciái, Hódmezővásárhely: Horváth József, Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar, 2016.

10.ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra A talaj felépítése. [3].....	3
2. ábra Csapadékösszeg 2021.szeptember-2022. augusztus [11]	10
3. ábra Izsáki aszály monitoring mérőállomás helye az OVF Aszálytérképén és a valóságban fellelhető helye [17]	21
4. ábra Izsáki aszálymonitoring állomás helyszíni képe 1.....	22
5. ábra Izsáki aszálymonitoring állomás helyszíni képe 2.....	22
6. ábra Az Izsáki aszálymonitoring állomás körül lévő talaj mechanikai összetétele [17]	23
7. ábra Az Izsáki aszálymonitoring állomás körül lévő talaj fizikai és kémiai jellemzője [17].....	23
8. ábra Az Izsáki aszálymonitoring állomás körül lévő talaj vízgazdálkodási paraméterei [17].....	23
9. ábra Talajnedvesség felső és alsó 3 szintje 2022.01.01.-2022.07.02. [17].....	25
10. ábra Talajnedvesség felső és alsó 3 szintje 2022.07.01.-2022.12.31. [17].....	26
11. ábra KSH adatok a takarmánynövények termés mennyisége hogyan alakult a 2022-es és 2023-as évben [18]	29

12. ábra KSH adatok a szőlő és gyümölcs félék termés mennyisége hogyan alakult a 2022-es és 2023-as évben [18].....	30
13. ábra A szőlő ültetvények elhelyezkedése az aszálymérőállomáshoz képest	32
14. ábra Szőlőültetvény műholdas képe, ahol látszik, hogy nyugat felé egyre homokosabb a talaj, így a tőkék nem tudnak zöld lombot növeszteni a vízhiány és forróság miatt.....	35
15. ábra Aszálymérőállomások Magyarország területén, adatlap megjelenítéssel [17].	37
16. ábra Adatbázis Attribútum táblának a felépítése	39
17. ábra Vektor rétegek összevonása művelet lépései.....	41
18. ábra Új vektor réteg elmentése másként, hogy a Z-dimenzió ne csatlakozzon a poligonokhoz	43
19. ábra A poligonok és a centroidjaik összekapcsolása az Aszálymérőállomások koordinátáinak attribútum táblájával	45
20. ábra A második geodéziai fő feladat alkalmazása	46
21. ábra Az adatbázis poligonjai a Google SATELITE háttér előtt megjelenítve. Látszik, hogy a poligonok az aszálymonitoring állomások közelében csoportosulnak.	48