

DIPLOMADOLGOZAT

Kinyó Zsolt

2024.



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Georgikon Campus

Mesterképzés

**Környezeti hatások vizsgálata különböző vizsgálati
módszerekkel az Aggteleki Karszton
(Retek-ág néhány vízgyűjtőjén)**

Belső konzulens: **Dr. Busznyák János**

egyetemi docens

Belső konzulens
intézete/tanszéke:

Műszaki Intézet
Mérnökinformatikai tanszék

Külső konzulens:

Készítette:

Kinyó Zsolt

Készthely

2024.

Tartalomjegyzék:

1.Bevezetés	4
2.Szakirodalmi áttekintés a karsztról	4
3.Célkitűzés	5
4.Az Aggteleki-karszt.....	5
4.1 Az Aggteleki-karszt általános jellemzése	5
4.2 Az Aggteleki-karszt fennsíkjai, vagy fennsík jellegű részei	6
4.3 Baradla-Domica-barlang	9
4.4 Az Aggteleki-karszton előforduló talaj típusok	10
5.Módszerek.....	11
6.UAV.....	12
6.1 Csoportosításuk.....	12
6.2 Kritériumok.....	13
6.2.1 Nyílt Kategória.....	13
6.3 Vizsgák	14
6.4 Drónok melyeket leginkább használunk	16
7.3D modell készítése és multispektrál	18
7.1 Időjárás.....	19
7.2 Repülés.....	19
7.3 PIX4D catsh.....	20
7.4 Kiértékelés	21
8.Retek-ág vízgyűjtő területének morfológiája	23
8.1 Zombor-lyuk vízgyűjtője	25
9.Talajszelvény vizsgálat.....	27
10. Területhasznosítás	32
11. Eredmény	36
12. Összefoglalás.....	37

13. Irodalomjegyzék.....	38
14. Ábrajegyzék	42
15. Nyilatkozat	44
16. Mellékletek.....	46

1. Bevezetés

A karsztok összetett rendszereket képeznek (VERESS et al. 1999) A karszt egy-egy alkotó elemében fellépő emberi hatás tovább terjed és megjelenik annak más részeiben is. E dolgozatban a Retek-ág vízgyűjtőjén végbemenő emberi tevékenységet vizsgáljuk a tekintetben, hogy milyen folyamatok érhetők tetten a különböző módszerekkel.

A módszer több szinten fog megtörténni.

Vizsgálom: -Autocad és kontra Drón képalkotás segítségével

-multispektral analízissel és talajszelvény vizsgálattal,

-talajtani képek a valóságban valamint a PIX4D segítségével

-különböző 3D modellek összehasonlításával

2. Szakirodalmi áttekintés

Az emberi tevékenységnek a karsztra gyakorolt hatását több kutatási irány is vizsgálja. Így az egyik kutatási irány elemzi, és minősíti a karsztokat sérülékenységi (VRBA-ZAPOROZEC 1994) szempontból (ALBINET-MARGAT 1970). A másik irányt azok a vizsgálatok képezik, amelyek a karsztot, mint ökológia rendszert vizsgálják (KEVEINÉ BÁRÁNY 2003, 2006, 2007, 2011). Egy harmadik irányt képviselnek azok a kutatások, amelyek egy-egy karsztos tájon bekövetkezett hatások következményeit vizsgálják. Ilyen vizsgálatok említhetők az Aggteleki-karsztról (KASZALA - KEVEINÉ BÁRÁNY 2004), a Bakonyból (MÓGA et al. 2014), a Budai hegységből, ahol a barlangok vízminőségre gyakorolt emberi tevékenységet vizsgálták (VIRÁG et al. 2011). De említhetők azok a vizsgálatok is, amelyek a karsztos tájak hasznosításának, kezelésével foglalkoznak (WALTHAM et al 1988, FORD - WILLIAMS. 2007).

E munkában bemutatjuk, hogy egy barlang vízgyűjtőjén folytatott emberi tevékenységnek milyen következményei vannak egy karsztos rendszerben. Vizsgáljuk, a talajfeltárások adatainak a felhasználásával, hogy a Retek-ág vízgyűjtőjén folytatott mezőgazdasági tevékenység tovaterjedő hatását.

3. Célkitűzések

A Retek-ág vízgyűjtőjén az emberi tevékenység hatására bekövetkező lepusztulás vizsgálata, valamint az antropogén hatások értelmezése a felszíni vízgyűjtő területen. Ezek tettenérése a különböző vizsgálati módszerekkel.

Hipotézisünk szerint:

- ❖ Az emberi tevékenység hatással van a talajlepusztulás mértékére
- ❖ Összefüggést találunk a különböző vizsgálati módszerek eredményei között
- ❖ Drónnal történő felmérés pontosabb képet ad a vizsgált felszínről mint az geodézia felmérés

4. Az Aggteleki-karszt

4.1 Az Aggteleki-karszt általános jellemzése

A terület lehatárolás több szempontból is lehetséges. Földtani értelemben vett Aggteleki-hegység alatt az Aggteleki karsztot, az Esztramost, a Rudabányai-hegység alatt Rudabányai-hegységet, a Szalonnai-karszt a bódvalenkei-rögöket és a hídvégardói-rögöket értjük (LESS et al.2006). Az Aggteleki-karszt a történelmi nevezéktanban Gömör-Tornai-karszt magyarországi része. A Gömör-Tornai-karszt Magyarország ÉK-i részén, a szlovák határ mentén a Sajó, a Bódva és a Tarna vízfolyások között helyezkedik el. A karszt szerkezetileg a Szilicei takaró része, amely törések, vetők mentén blokkokra különült a krétában (LESS 1998). A Baradla-Domica-barlang az Aggtelek-Rudabányai-hegyvidéken, ennek Aggteleki-karszt kistájcsoportján, ezen belül az Aggteleki-hegység kistáján található (MAROSI-SOMOGYI 1990).

A karszt különböző felépítő kőzetei az idősebbtől a fiatalabb felé haladva: Perkupai Evaporit Formáció, Szini Márga Formáció, Színperti Mészke, Gutensteini Formáció, Steinalmi Formáció, Reiflingi Mészke Formáció, Wettersteini Formáció, Hallstatti Mészke Formáció,

Zlambachi Márga Formáció, Borsodi Kavics Formáció, Vörösmarty (LESS 1998) A fentiek közül a Retek-ág Wettersteini Formáció és Steinalmi Formáció közeteiben alakult ki.

Az aggteleki-karszton különböző szinteket lehet elkülöníteni amelyek az alábbiak (ZÁMBÓ 1998b):

- Sasbérc szerűen kiemelkedett fennsík mint például az Aggteleki-fennsík.
- Kis területű exhumálódott magaslatok melyeket völgyek tagolnak, és nem platós jellegűek(Nagy-Jene-tető, Szár-hegy).
- A borsodi dombság területei, melyek Pannónia üledékkel fedettek.
- Medence helyzetű, vagy megsüllyedt karsztplatók, melyeken előfordulnak. karsztos formákkal, vízelvezető völgyekkel. Ilyen pl. a Jósfaői fennsík.
- Az erózió bázisig mélyült eróziós völgyek : Ménes-,Kecső-,Jósvavölgy.

4.2 Az Aggteleki-karszt fennsíkjai, vagy fennsík jellegű részei, és azok morfológiája

A pliocén-pleisztocén határán az Aggteleki-karszt megbillent. A billenés következtében felszíne DDK-i irányú dőlésű lett (SÁSDI 1990), miáltal kavicsanyag (Borsodi Kavics Formáció) szállítódott a Gömör-Szepesi-Érchegységből (MÓGA 2002) a fedetlen térszínre, de a pannon felszínre is (SÁSDI 1990). A pleisztocénben és a holocénben a hegység blokkokra (rögökre) különülve eltérő mértékben emelkedett, ill. a rögök megbillentek és/vagy oldaleltolódásokat szenvedtek el. Ezek az eltérő mértékű emelkedést és billenést elszenvedett rögök képezik ma a karsztterület fennsíkjait. A fennsíkok a következők: Aggteleki-fennsík, Haragistya, Nagyoldal, Szinpert-fennsík, a Jósfaői-fennsík, Alsó-hegy, Galyaság és az Esztramos. A fennsíkon gyakoriak a nagyméretű töbrök, uvalák és az átöröklött, töbörösoros völgyek (JAKUCS 1977). Az uvalákban az oldási maradványokkal borított felszíneken utánsüllyedéses töbrök (VERESS 2014), míg azok pereménél víznyelők is kialakulhatnak (ZÁMBÓ 1998). A billenéses emelkedés az Aggteleki-fennsíknek a Ny-i és D-i részén volt a legnagyobb. Ezáltal az Aggteleki-fennsík felszíne (de a D-ről határoló nem karsztos térszín is) ma már ellentétesen É-i, ill. K-i irányba dől (SÁSDI 1990, ZÁMBÓ 1998).

Karsztos fennsíkjai az alábbiak:

Az **Aggteleki-fennsík** a Kecő-Jósza-völgyek és az Aggtelek Jósza-fő országút között húzódik. E fennsík közettömege hordozza a Baradlát. Keleti oldalán a Hideg-völgy választja el a Galyaságtól. A fennsík észak-déli irányú töbörös völgyei a Baradla-völgy, a Mész- völgy, az Almás-völgy és a Sortöbör-völgy. E völgyek talpa oldásos töbrökkel, valamint uvalákkal tagolt. Felépítő kőzete Wettersteini mészkő.

A **Haragistya-fennsík** a Szilicei-fennsík magyarországi nyúlványa. Átlagosan 500 méter magas, melyet a Király-kút völgye, a Kecő- és a Lófej-völgy és a Borzovai-pölje fog közre. A fennsík alig tagolt karsztos terület, mely mészkőből, dolomitból, és dolomitos mészkőből épül fel. Területén gyakoriak a különböző méretű töbrök és uvalák. Legmagasabb pontjai a Lófej tető (567 m) és a Káposztás-bért (539 m). Felépítő kőzete Wettersteini mészkő és Hallstatti mészkő.

A **Nagyoldal** a Gömör-Tornai-karszt magasabb tagja, melyet meredek, karos, sziklagyepes lejtők jellemeznek.

A **Jósza-fői-fennsík** a Kecő-, Tohonya-, Lófej-völgy és a Szelcepuszta felé vezető völgy határolja. Kiemelkedése kisebb mértékű, ezért a törésvonalakhoz kapcsolódó peremén a jégkorban, a magasabb tetőket megcsapoló források fakadtak. A fennsík korábban egységes volt, de a lassú emelkedését kísérő fokozatos völgybevágódás részekre tagolta. A töbrök egy része dolomiton alakult ki. Jellegzetesek az oldási maradékkal keletkezett töbrökfeltöltések amelyekben utánsüllyedéses töbrök is kifejlődtek. Felépítő kőzete Wettersteini mészkő.

A **Galyaság** az Aggteleki-karszt déli részén helyezkedik el, kelet-nyugati irányban húzódó Jósza-völgy – Bódva-völgy – Éger-völgy – Égerszög – Szinpetri közötti terület. Ezt a tájegységet – bár geológiai-geomorfológiai jellegek alapján viszonylag jól lehatárolható – a hazai kistáj-kataszterben (MAROSI–SOMOGYI 1990) önálló kistájként nem szerepeltetik. Földtani felépítésében középső-triász mészkő, valamint alsó-triász mészkő és márga dominál (LESS 1998). Területén több, fennsík jellegű rész is elkülöníthető. Így a Pitics-hegy körüli Karszt-fennsík, vagy a Teresztényi-fennsík.

A Galyaságnak a területén egyaránt előfordulnak fedett és fedetlen karsztos foltok is. Előzőek magukba foglalnak eltemetett és rejtett karsztos foltokat is. Az eltemetett fedett karszton víznyelők, vakvölgyek (MÓGA 2002) rejtett karsztos foltjain utánsüllyedéses töbrök fordulnak elő (VERESS 2014). A Galyaság fedetlen karsztos foltjain oldódásos töbrök terjedtek el. A Teresztényi-fennsík 350-370 méter magasságával a Galyaság utolsó

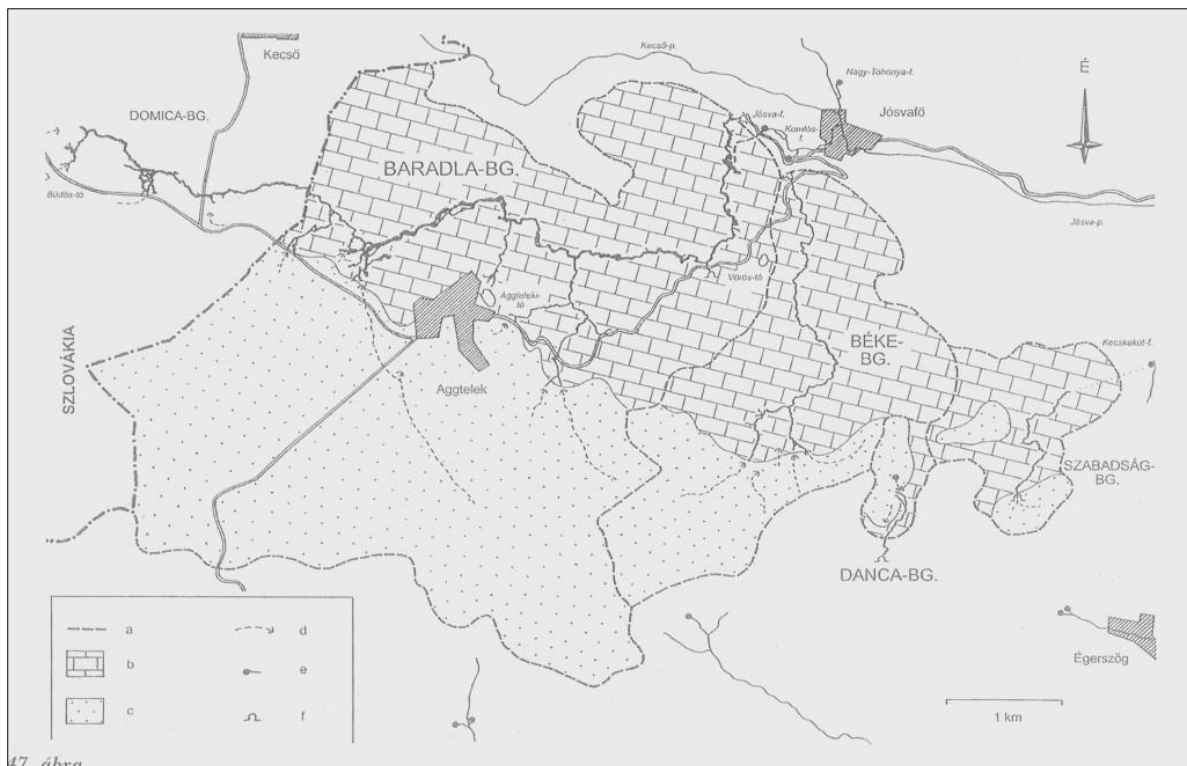
karsztos foltja, ahol helyenként pannon üledékek borítja a palás mészkövet és márgát. Tetőszintjében nagyméretű töbrök fordulnak elő, némelyik fedőüledékkel kibélelt. Ezek fedőüledékében utánsüllyedékes töbrök is előfordulhatnak.

Az **Alsó-hegy** a Mész-hegynél kapcsolódik a Szilicei-fennsíkhoz. Átlagos magassága 450-550 méter. Karsztformákban igen gazdag terület. Legjellegzetesebb felszínformái a zsombolyok. Az Alsó-hegyen több mint száz zsomboly ismert. A völgyek több részre osztják, ezek a Derenki-fennsík, a Szilasi- és a Dusa-fennsíkja. A Derenki-fennsík magasabb tetőin karsztos mélyedések (töbrök) csoportosulnak, keleti része a pikkelyképződés miatt és az alsó triász homokkövek felszínébe vágódott völgyek révén sokkal tagoltabb, mint nyugati része. A fennsík magasabb tetőit mészkőből álló (Wettersteini mészkő) pikkelyek képezik, a köztük lévő vízzáró közetsávok felszínén pedig zárt, felszín alatti megcsapolás medencék, eróziós völgyek és víznyelők alakultak ki (MÓGA 2002). A Szilasi-fennsík magasan a környezete fölé emelkedik. Hullámos, alig tagolt felszínébe a törésvonalak kereszteződésében töbrök és uvalák fordulnak elő, melyek akár 40-50 méterre mélységük is lehetnek. Különösen nagy számban fordulnak elő itt az aknabarlangok (MÓGA 2002). A törésvonalak mentén a beszivárgó víz korróziós tevékenységének hatására jelentős a talaj alatti oldódás (karrosszás). Az oldódási maradék lepusztulása miatt a talaj alól 60-80 cm magas karrgerincek emelkednek ki. A Dusa tömbje a Derenk-Bódvászilasi övtől délre található. Átlagosan 400 méter magas fennsík völgyekkel tagolt márgás mészkőből épül fel. Központi, mészkőből felépülő részén a töbrök is gyakoriak (MÓGA 2002). A terület barlangokban szegény, legjelentősebb barlangja a Rejtek-zsomboly.

A külszíni bányászat hatására átalakult az **Esztramos**, amely a Rudabányai- és Szalonnai-hegységtől elkülönülve emelkedik ki. Alapterülete a többi fennsíkhoz képest csekély, eredeti magassága 380 méter, mely a bányászat következtében 320 méterre csökkent. Felszíni karsztformákban szegény. A lépcsőzetesen művelt bányájában több barlang is található, melyek egymás fölött helyezkednek el. A barlangok mellett üledékekkel kitöltött üregek és hasadékok is jellemzik, melyekben talált ősmaradványok nagymértékben hozzájárultak a térség ösföldrajzi viszonyainak, klímájának ismeretéhez (GRÜBER 2013).

4.3 Baradla-Domicai-barlang

Magyarország leghosszabb patakos barlangja. A barlanggal kutatók sora foglalkozott. Közülük csak néhányat említünk: így Vas (1831), Dudich (1930), Kessler (1933), Cholnoky (1935), Jakucs (1952, 1956, 1971), Sente (1970), Kovács (1970), Lauritzen-Leél-Őssy (1994), Bosák et al. (2004), Berényi et al. (2006), Veress (2012). A barlang középső triász (wettersteini, steinalmi, egy rövidebb szakasz guttensteini) mészkőben alakult ki. Vízugyűjtő területe 40 km², amely részben fedetlen, részben fedett (eltemetett) nem karsztos térszín. A víz előszöről szivárgással, utóbbiról víznyelőkön keresztül jut a



1. ábra: Aggtelek – Égerszög térségének patakos barlangjai és vízgyűjtő területük (TAKÁCSNÉ BOLNER K. 1998) Jelmagyarázat: a. az egyes barlangok vízgyűjtő területének határa, b. karsztos vízgyűjtő terület, c. nem karsztos vízgyűjtő terület, d. időszakos vízfolyás és víznyelő, e. forrás, f. barlangbejárat

barlangba.

Nem karsztos vízgyűjtő területe az Aggteleki-fennsíkról D-re elhelyezkedő terület. Az Aggteleki-fennsíkot délről határoló nem karsztos térszín időszakos vízfolyásainak a vizeit a nem karsztos térszín pereménél (közethatár) létrejött víznyelőkön keresztül jutnak be a Baradla mellékágaiba (1. ábra 1. kép).



1. kép: Nyílt és fedett karszt határa

forrás: Képjegyzék

A Baradla egy négyszintes patakos, eróziós barlangrendszer. A középső szint tágas trapéz keresztmetszetű főágból (TAKÁCSNÉ 1998) és szűkebb mellékágakból áll. Baradla hossza 20.500 m hosszú, mely átmenő barlang. Átlagos folyosószélessége 10,5 méter, magassága pedig 7-8 méter. A mellékágak többnyire szűkebb folyosók. Baradla-Domica-barlangrendszer leghosszabb mellékága a Retek-ág.

A Retek-ág a Baradla-barlang 3250 m hosszú mellékága (KINYÓ 2014), melynek további négy mellékága van. Így a Vörös-ág, a Kúszó-ág, a Kis-Ravasz-lyuk-ág, a Nagy-Ravasz-lyuk-ág. Minden ágnak van egy aktív és egy inaktív ága, kivételével Kúszó-ág (agyagelzáródásban végződik) Ennek megfelelően az aktív ágakhoz egy aktív víznyelő, inaktív ághoz egy inaktív (lecsonkolódott) víznyelő csatlakozik.

4.4 Aggteleki-karszton előforduló talajfajták

- Vörösföldek: Közepes földrajzi szélességek meleg éghajlatú, kontinensperemi területein, ahol száraz-meleg és nedves-hűvös évszakok váltakoznak, a tömör mészkövek felszínén keletkezett talajtípus. A talajok vastagsága általában nem haladja meg az 1 m-t. A kilúgozott talajtípus amely gyakran nem folyamatos takaróként, hanem mélyedések, üregek kitöltéseként jön létre. A talajfoltokat karsztosodó mészkő oldásos formái veszik körül. A vörös talajok kevés humuszt tartalmaznak.
- Rendzina talajok: mészkövön kialakult, erőteljes humuszosodást mutató talajtípus. A rendzina talajok tipizálásuk során e talajnak több alfaját határozták meg az

aggteleki-karszton: vörösföldes, barna és fekete típusújukat (BARTA et al. 2009).

- Barna erdőtalajok: A területen igazi kifejlődésben nem jellemzőek.
- Köves, sziklás váztalajok: Az erdőirtások után megindult gyorsabb talajerózió következtében a karbonátos kőzetfelszín számos helyen talajtakaróját elvesztette. A terület jelentős részén megtalálhatók. Főleg a sziklaszirteken, falakon, meredek lejtőszakaszokon, a maradvány tetőkön, a töbrök, uvalák oldalfalán fordul elő.
- Kavicsos váztalajok: Az Aggteleki kavicsháton található talajforma.
- Öntéstalajok: A jelentősebb vízhozamú kis folyók völgyében és árterületein található talajtípus.

5. Módszerek

- A felszíni terepbejárás a Retek-ág vízgyűjtőjén a morfológia tanulmányozása, morfológia térkép elkészítése.
- Kutatógödrök kialakítása a Zombor-lyuk vakvölgyével párhuzamosan, és erre merőlegesen. A kutató gödrökből mintákat vettünk, valamint rögzítettük a különböző talajszelvények adatait.
- Drónnal történő adatgyűjtés (RGB kamera)
- Multispektrál és talajelemzés ezen felvételek alapján
- Autocad általi 3D térképek összehasonlítása a PIX4D 3D képeivel, amely a Phantom és egy Yuneec drón segítségével készítünk.

6. UAV

6.1 Csoportosításuk

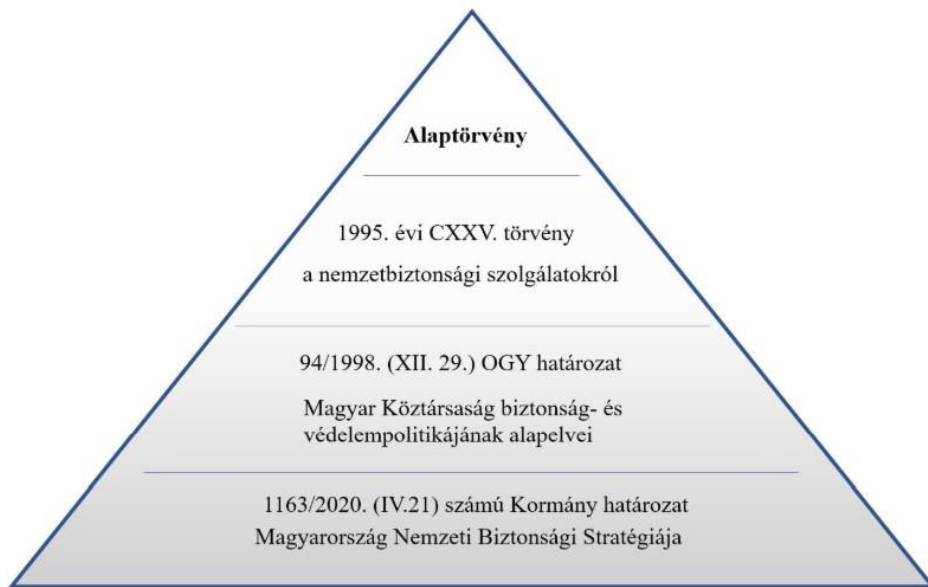
A hétköznapi életben a pilóta nélküli légitárműveket „drónoknak” hívjuk. A régebbi megnevezése UAV. Angolul: Unmanned Aerial Vehicle (BAKÓ 2015), valamint a másik hivatalosan használt rövidítése az UAS ami pedig Unmanned Aircraft System jelenti (Sonnewend 2018).

Csoportosítani igen sokféle képpen lehetséges őket: -felépítésük szerint

- tömegük szerint
- rendeltetésük szerint
- programozható nem programozható
- egyszeri, vagy többszöri felhasználásúak
- munkájuk szerint
- katonai vagy polgári felhasználásúak
- ipari vagy egyéb célokra használt UAV
- GPS használó és nem használó
- forgószárnyak száma szerint
- vizuális kapcsolat, vagy anélküli vezetés
- meghajtás módja szerint
- repülési jellemzőjük szerint(PALIK 2013)

6.2 Kritériumok

Ma Magyarországon meghatározott törvények (2.ábra) és engedélyek birtokában van lehetőség a drónok üzemeltetésére.



2.ábra: Légiközlekedéssel kapcsolatos jogforrási hierarchia Forrás: ábrajegyzék

Három fő kategória van: nyílt
 speciális
 engedélyköteles

6.2.1 A nyílt kategória

A nyílt kategóriában alapvetően több kritériumnak is meg kell felelni:

- Repülési magasság maximum 120 m,
- a megengedett együttes tömeg nem lehet több mint 25 kg,
- emberek fölé nem lehet repülni,
- végig látni kell a drónt,
- nem lehetséges semminemű anyag kiszórása sem szilárd sem folyékony (légtér.hu)

A nyílt kategóriában szintén három csoport található: A1, A2, A3 (légtér.hu)

A1: itt találhatóak a nagyon könnyű UAV-ok javarészt a 250 gramm alattiak

A2: ide a 4kg-nál kisebb C2 besorolású drónok tartoznak az év kezdetétől

A3: 25 kg alatti drónok

Természetesen sok egyéb paramétert is be kell tartani a drónozás közben kategóriánként.

A műveletbe be nem vont személyektől való távolság, vagy tömeg, vagy 1:1 szabály, vagy repülési magasság (légtér.hu)

6.3 Vizsgák

Ezeknek a vizsgáknak a megszerzésének két módja lehetséges.

- osztrák oldalon megszerezhető az A1 és A3 (online)
- vagy KTI-nél elektronikus vizsgára van lehetőség (jelenléti)

Az A2 esetén egy helyen van erre lehetőségünk a KAV-nál Budapesten, ahol szintén elektronikus vizsga van, mely igen sok területre kiterjedő tudásra kíváncsi. Ennek teljesítése után kapjuk meg a tanúsítványt, melynek mindig nálunk kell lennie (2 kép).



2 kép: A1-A2-A3 kompetencia tanúsítvány forrás: képjegyzék

Mindezek csupán belépők, hiszen ezután meg kell csinálni a pilóta nélküli légitármű vezetői engedélyt. Magyarországon pl. az ABZ drónnál van erre lehetőség, hogy fel tudjunk kellően készülni az elméleti és a gyakorlati vizsgára (3. kép)



3 kép: pilóta nélküli légitármű igazolvány forrás: képjegyzék

Ha valaki ezek után is kedvet érez van lehetősége szakosodásra, a drónozás különböző régióira.

Igy van lehetőség az integrált növényvédelem egyik jövőjét jelentő növényvédelmi drónpilóta képzés elvégzésére (4. kép).



4 kép: növényvédelmi drónpilóta

forrás: képjegyzék

Mindezek a vizsgák már a részemről teljesítve vannak, ám van még egy vizsga ami szükséges.

Pilóta nélküli légijármű irányítói igazolvány, melynél már csak a gyakorlati vizsga hiányzik. Komoly felelősség egy drón használata, nem játék!

Ezek mellett a drónt:

Regisztráció (lajtstromba kell vetetni)

Biztosítást kell kötni rá

Megfelelő engedélyeket be kell szerezni az adott művelethez

Emberi tényezőnek maximálisan meg kell felelni

Megfelelő szoftverek használata (mydronspace, stb.)

Időjárás és a környezet figyelése folyamatosan (légtér.hu)

6.4 Drónok melyek leginkább használnak

A drónok elterjedésével egyre sokrétűbb a felhasználásuk is. Egyre specifikusabb drónok jelennek meg a különböző felhasználási területeken.

Sok esetben a drónokra felszerelhető kamerák már elegendőek a vizsgálati területek változtatására, de az üzemidő is komoly befolyásoló tényező.

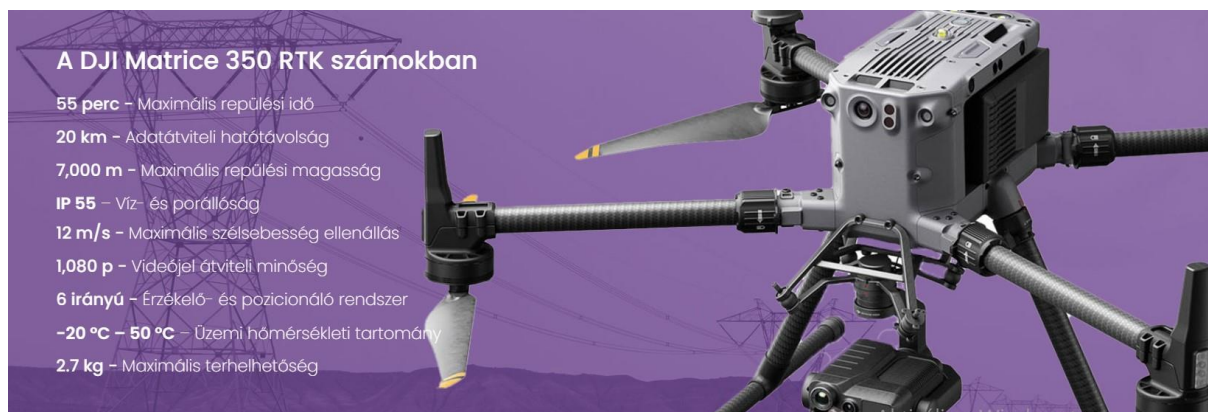
A leginkább elterjed LiPo akkumulátorok vannak melyeknek az üzemideje is egyre nagyobb. Ezek áttekintését az ABZ Drone oldal segítségével teszem meg, annál is inkább mivel náluk végeztem el minden erre vonatkozó képzést.

Sok különböző drón van a piacon, de sok szegmenst lefedő kevés. A DJI egy ilyen dróncsalád.

A felhasználási területek számának csak a kreativitás szab határt:

- Távvezetékek vizsgálata (5. kép)
- permetező drónok (7.kép)
- felmérést segítő speciális drónok (6. kép)
- vad és erdészeti felmérések
- szállítmányozás stb. (8. kép)
- életmentés (ABZDRONE)

A felhasználási területet mindig törvényekkel szabályozzák, sajnos sokszor erősen késve



5.kép: Távvezeték vizsgálat

Forrás: képjegyzék

A DJI Mavic 3 Multispectral számokban

- 4 db 5 MP** – Multispektrális kamera
- 20 MP** – RGB-kamera
- 1/2000 s** – Zársebesség
- 0.7 s** – Nagy sebességű sorozatfelvétel RGB-kamerával
- 15 km** – Rendkívül nagy hatótávolság
- 43 perc** – Repülési idő
- 200 hektár** – Felmérése egyetlen repüléssel
– a megfelelő körülmények között*
- 88 W** – Gyorstöltés

*20 méteres magasságtól



6. ábra: Felmérést segítő drónok

forrás: képjegyzék



7.kép: DJI Agras T30

forrás: képjegyzék

A DJI FLYCART 30 számokban

- 30/40 kg** terhelhetőség
- Akár 20 m/s-es sebesség** teljes terhelés mellett
- 16 km-es** repülési hatótáv
- 6,000 m-es** maximális repülési magasság
- 12 m/s-os** szélűtés
- 20 km-es** O3 kommunikációs jelátviteli hatótávolság
- 4G alapú** videójel adatközlési lehetőséggel



8.kép: szállítmányozás

forrás: képjegyzék

Természetesen ez egy ige kis szelete a drónoknak, a szabadidős drónok áttekintését meg sem kísérlém.

7. 3D modell készítése és a multispektrál felvétel

Célunk nem volt más, mint Aggteleken a Zombor-lyuki víznyelő vízgyűjtő területének a vizsgálata drón segítségével.

A terület választása több okból is erre a helyszínre esett. Egyrészt a térségben régóta folytatott kutató munkát, és ettől északabbra eső Haragistván is barlangi feltáró munkában veszek részt. Itt szó szerint kiássuk az eltömődött víznyelőt, hogy lejuthassunk az aktív patakos ágba.

Másrészt egy régebbi munkám során már igyekeztem a terepbejárás után egy felmérést a Retek-ág vízgyűjtő területén

Most a területre 2 db drónnal érkeztünk.

- I. Phantom drónnal és 6 db akkumulátorral (9. kép)
- II. Yuneec 520 Rtk és 8 db akkumulátorral (10. kép)



9. kép: Phantom forrás: képjegyzék



10. kép: Yunic 520 RTK forrás: ábrajegyzék

7.1 Időjárás

Sokszor kellett halasztani a változékony időjárás miatt a felmérést. Ezen a napon is változékony időt jósolt minden platform, de úgy tűnt lesz egy ablak amit ki tudunk használni. Az időjárás mellett sürgetett az is, hogy sokkal hamarabb ébredt a természet. A felmérést nagyon befolyásolja a növényborítottság.

Miskolcon még esett, de a területen kiváló időjárási körülmények voltak.

Szélcsend, és nagyon gyenge felhőzet. Ez azért is fontos mert a multispektrális felmérésnél állandó fényviszonyok a kedvezőek. Megérkezésünkör szemrevételeztük a területet a növényzet nem takarta jelentős mértékben a talajt, valamint még rügyekben volt a fák tavaszi ébredése.

7.2 Repülés

A repülés és a kamera beállításánál az akkumulátor mennyisége behatárolta a pixel nagyságát, valamint az, hogy mekkora területet tudunk megrepülni.

Lakott területtől megfelelő távolságban repültünk, de így felkeltette az érdeklődését pár madárnak a drónunk. Ezt fokozott figyelemmel kísértük. A repülés a 17. képen látható füves területről történt.

A repülési magasságot a gép szoftvere automatikus ajánlásával küldte a controlleren. Ebben az esetben ez 49 m volt a Phantom esetében.

A multispektrális felvétel viszonylag gyors, ám a 3D már sokkal nehezebb és több beállítást valamint több időt igénylő precíziós munka.

A felmérés után a Yuneec indult a felmérésre, de sajnos ezen gép hiányos, (már így utólag látva) beállítása miatt nem lett értékelhető a sok munka. A problémát az okozta, hogy teljesen más a menürendszere, és a metszéspontoknál mindig megállt stabilizálta a drónt és úgy készítette a felvételt. Ez sokkal több menetidővel járt, viszont a várható időnél és akkumulátor felhasználásnál ezt nem mutatta a controller.

Tudni kell, hogy a DJI és a Yuneec rendszere a nagykönyvek szerint teljesen átjárható a valóságban azonban nem.

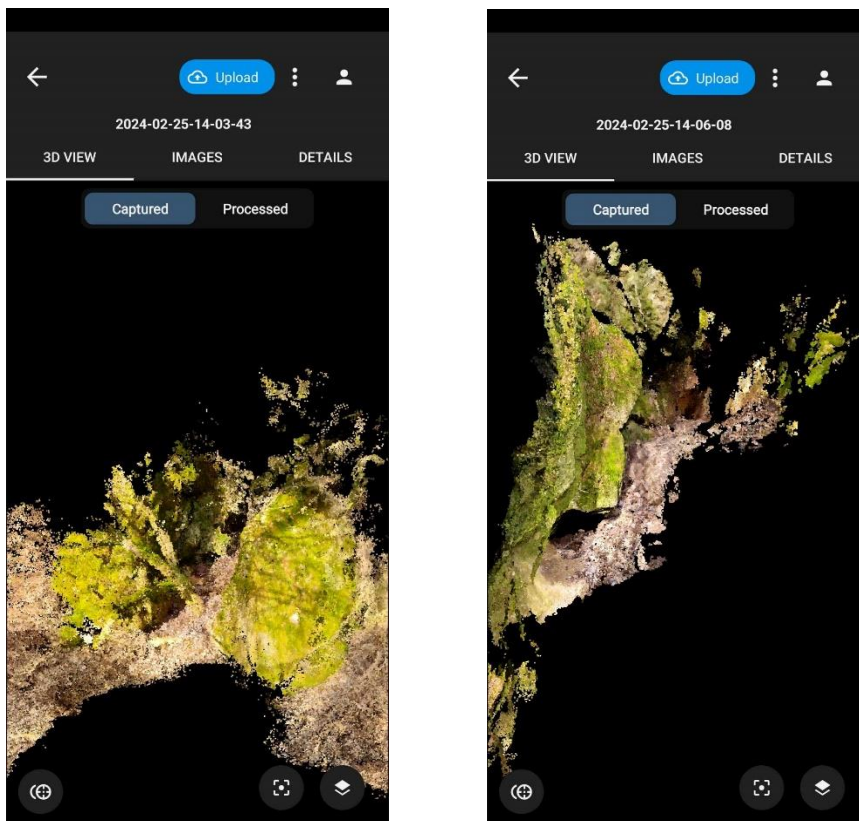
Tapasztalati tényezővel biztosan okosabbak lettünk.

A repülés végére körülbelül 10 percre az időjárás is erősen szelesre, és sok felhőzettel megváltozott.

7.3 PIX4D catch

A Zombor-lyuki víznyelőről egy teljesen más felvételi módszerrel készült felmérés. Telefon segítségével, melyben van lidar (Light Detection And Ranging) rendszer is ezzel a szoftverrel lehetséges egy pontfelhő készítése (TELBISZ et al.).

Ennek a pontfelhőnek minden pontja rögzített és hozzá képeket készít a szoftver. Ezt a pontfelhő rendszerére rá lehet illeszteni amivel igen pontos és precíz 3D modell készíthető el. már önmagában a képnélküli 3D modell is igen látványos (11-12. kép)



11-12. kép: Zombor-lyuk közvetlenül a víznyelőnél Forrás: képjegyzék

A mai legmodernebb Lidar kamerák már képesek a talajréteg mélyebb vizsgálatára is. Természetesen a talajvizsgálat esetén továbbra is komoly feladat a terület talajborításának kiszűrése (TELBISZ et al.).

A PIX4D catch a play áruházból letölthető szabad felhasználású szoftver. A pont felhőt precízen elkészíti a megfelelő kamera (Telefon NOTE 20 Ultra és Apple 14 pro max) segítségével. Az ezutáni feldolgozás kétirányú lehet. Saját gép, vagy felhő használata. A megfelelő szoftver előfizetése a PIX4D oldalán (Mapper, Fields).

7.4 Kiértékelés

A képek kiértékelése szintén egy külön tudáshalmaz.

Mi a PIX4D szoftvert használtuk. A multispektrális felmérés a Fields programjukban került kiértékelésre (1 sz. melléklet).

A 3D modell esetén pedig a PIX4D Mapper lett használva. Ezek a szoftverek igen precízek de velük kapcsolatba kerülni még rövid idejű licence díj fizetése mellett is igen költséges.

Itt szeretném megköszönni mind a szakmai mind a kidolgozásban kapott segítséget, valamint abban, hogy rendelkezésemre bocsájtották idejüket és tudásukat, segítve engem a fejlődésben.

Nem utolsó sorban pedig a 2 db drón munkája is fontos.

Ezen az ábrán a multispektrál elemzés elkészülte után (3.ábra)



3. ábra: Multispektrális felmérés a Zombor-lyuknál

forrás: ábrajegyzék

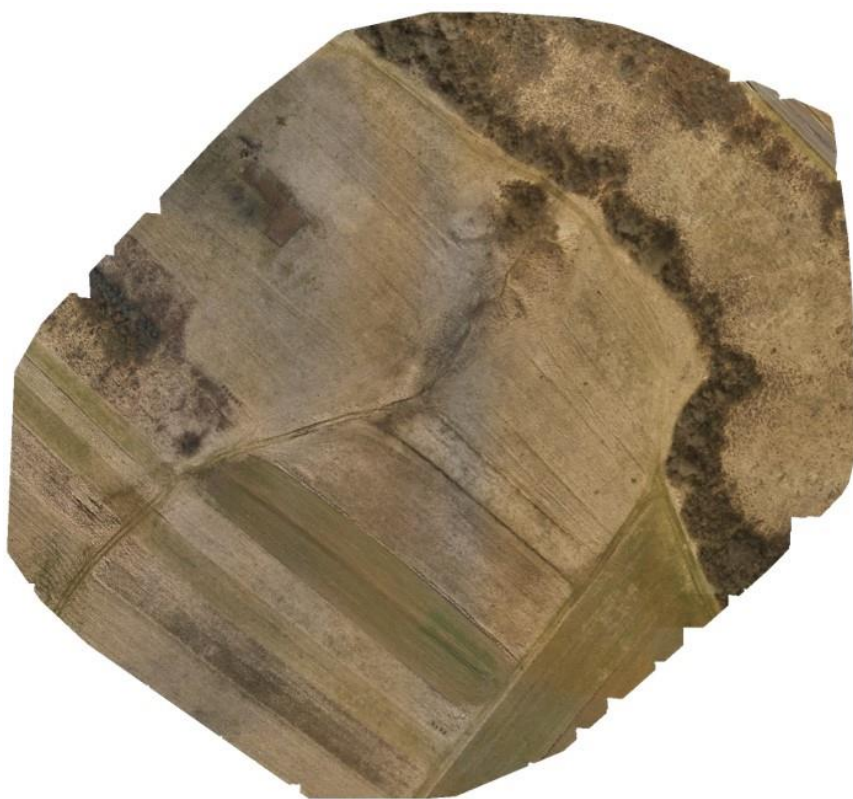
A következő kiértékelés a 3D modellezés eredményeit vetettük össze a Autocad elemzés eredményeivel. A 2.sz. mellékletben van csatolva

Nagyon sok mindenben múlhat az eredmény vagy az eredménytelenség. Egy nem megfelelően beállított felmérési paraméter sokkal több energiát fog felhasználni.

Sajnos mi is így jártunk a Yuneec esetében, javításra nem volt lehetőség.

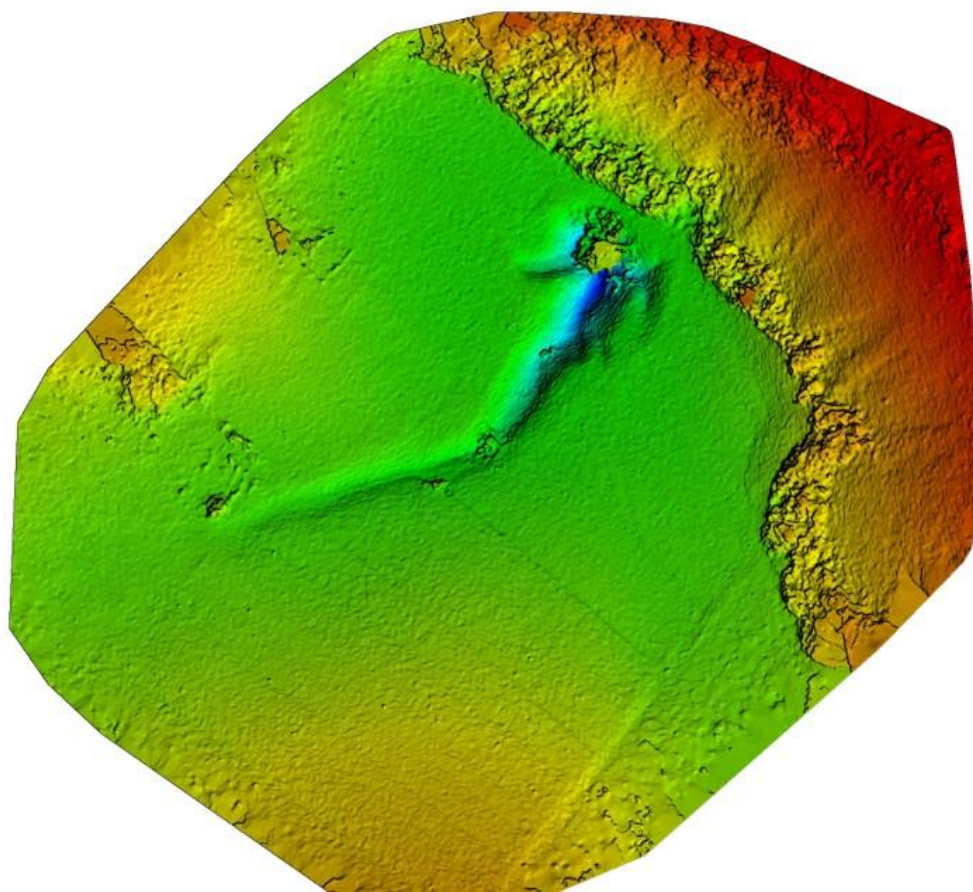
Az első ábrán egy ortomozaikot látunk (4. ábra). Itt a készült képekből egy összefűzés történik az azonosságok alapján, mivel minden kép az előre beállított átfedéssel készül (BARNA 2020).

A 5. ábrán látható a kész 3D model amely PIX4D mapperben készült el.



4.ábra: Ortomozaik (UAV)

forrás: ábrajegyzék



5. ábra: 3D elemzés PIX4D Mapper segítségével (UAV) forrás: ábrajegyzék



6.ábra: 3D modell Autocad segítségével

forrás: ábrajegyzék

A 6. ábrán látható modell egy geodéziai GPS-t és mérőállomás (Topcon GPT 7500) használatával készült. A területen a zavartalan vételi lehetőség miatt volt erre lehetőség. A közel 4000 pont felvétele nagy adatállományt eredményezett.

A pontok feldolgozása AutoCAD MAP 2011 szoftverrel történt (KINYO 2015)

8. Retek-ág felszíni vízgyűjtő területének morfológiája

A Retek-ág fedett karsztos vízgyűjtő területe mostanra a fedő részleges lepusztulása miatt, illetve mert a fekűn oldódásos töbrök és uvalák vannak, részvízgyűjtőkre különült. A fekű mélyedéseiben megmaradhatott a fedő foltos kifejlődés formájában. A víznyelők vízgyűjtőjét amelyek a Retek-ág rész vízgyűjtőjét alkotják e fedőüledékes felszínek képezik. A víznyelők vízgyűjtői medenceszerű formákat alkotnak. Ezeket Láng (1971) víznyelő jellegű medencéknek, Veress (2014) fedőüledékes depresszióknak nevezte. Ilyen medencéket alkotó jól elkülöníthető vízgyűjtői vannak a fedett karszton a Zombor-lyuknak, a Nagy-és Kis- Ravasz-lyuknak (13.kép). A Retek-ág korábbi egységes vízgyűjtőjének létezését a ma már nem aktív víznyelők (HAVIAROVÁ-GRÚBER 2015, VERESS 2008, KINYO 2014) bizonyítják amelyekhez tartozó hajdani felszín a mainál magasabb és egységes kifejlődésű volt (14. kép)



13.kép A Kis-Ravasz-lyuk és a Nagy-Ravasz-lyuk és vízgyűjtője forrás: képjegyzék

Kutatási területünk a Retek-ág, és annak a vízgyűjtője. A vízgyűjtő terület az alábbi

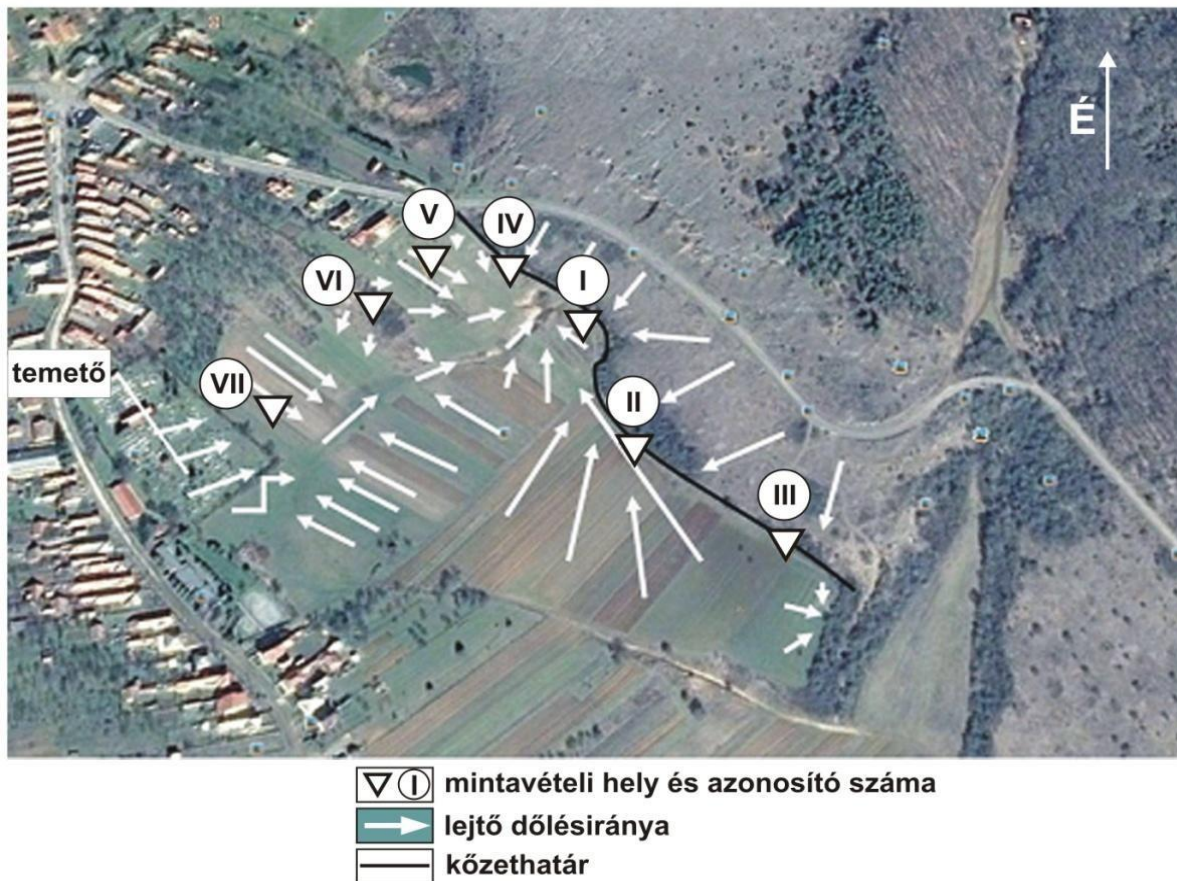


részvízgyűjtő területeket foglalja magába: Aggteleki tó (fedetlen karszt), Zombor-lyuk, Kis – és Nagy-Ravasz-lyuk (fedett karszt) Szt. Ferenc Kápolnától DNY eső töbör sor (többsége fedetlen karszt). Itt említjük meg, hogy a fedett karsztnak két változatát különítik el (VERESS 2004): az eltemetett karsztot ahol a fedő vízzáró, és rejtett karsztot ahol a fedő vízáteresztő. Eltérő a két féle fedett

14. kép Zomborlyuknál inaktív víznyelő pereme karszt formakincse. Eltemetett karszton allogenetikus jellege miatt közzethatáron víznyelők alakulnak ki, míg rejtett karszton után süllyedékes töbrök (VERESS 2004).

8.1 Zombor-lyuk vízgyűjtője

A Zombor-lyuki víznyelő területén a fekvő morfológiája változatos a fekvő egy nagyobb mélyedés van, amelyet több kisebb tagol (VERESS 2014). A vízgyűjtő mint említettük medencét alkot, amelynek a belsejében vakvölgyes víznyelő és félmedencék (3db) alakultak ki (5.ábra). A víznyelő aljzata feltöltött de elvezető járata nyitott.

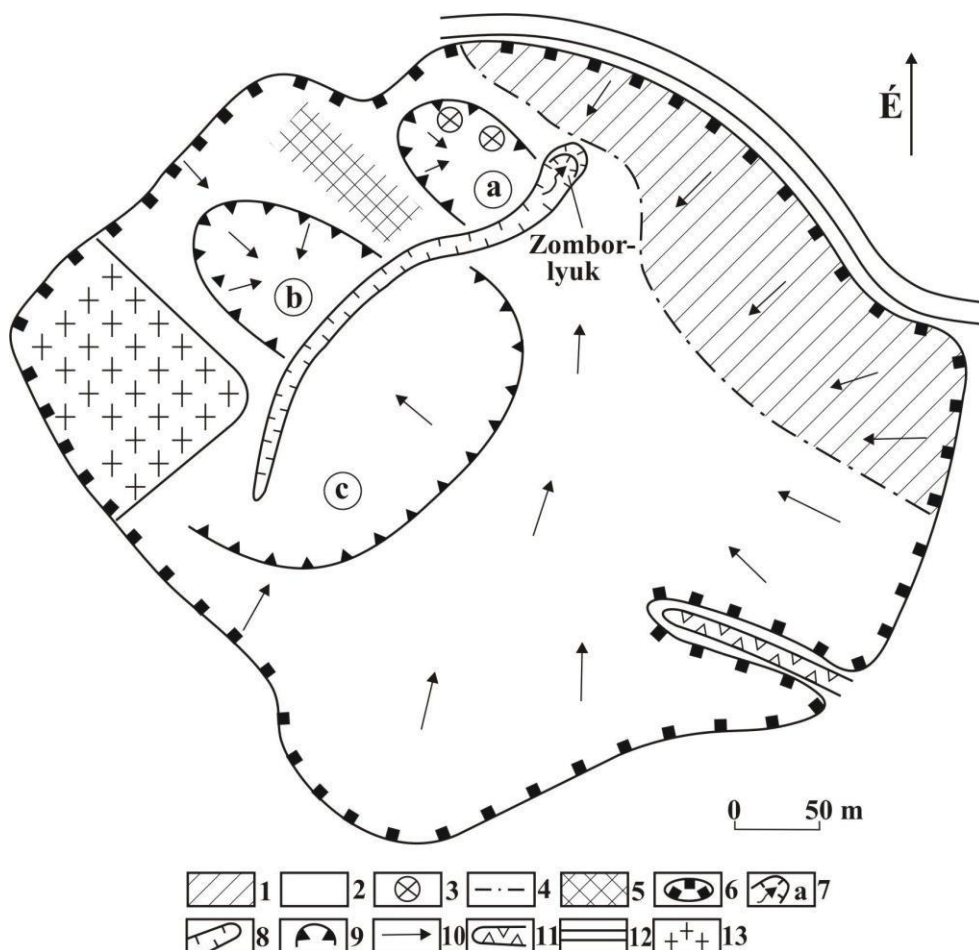


7.ábra: Zombor-lyuk vízgyűjtője és mintavételi helyek.

Az „a” jelű fél medencében (2 ábra) több helyen előbukkan a mészkő amit Aggteleken „élőkövek” . Ezek tövében jól látható a jelenlegi erózió mértéke, miután felismerhető az egykori talajelborítás szintje (14.kép).

-Töbör-sor

A töbör sor a Nagy-Ravasz-lyuktól nyugatra helyezkedik el és nagy méretű oldódásos töbrök alkotják. A töbröket keskeny töbör menti küszöbök különítik el egymástól (6.ábra).



8.ábra Zombor-lyuk vízgyűjtőjének morfológiai térképe.

Jelmagyarázat: 1. fedetlen karszt, 2. fedett karszt, 3. kőzetkibúvás, 4. kőzethatár, 5. Borsodi Kavics Formáció a felszínen, 6. a víznyelő vízgyűjtő medencéjének a pereme, 7. víznyelő, 8. vakvölgy, 9. fél medence, 10. medence aljzatának dőlés iránya, 11. mélyút, 12. út, 13. temető

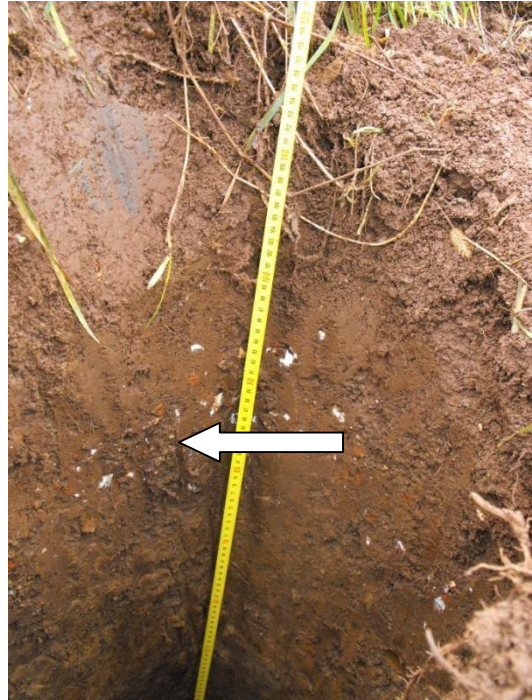
Talajokra hat az éghajlat, aktív és passzív földtani tényezők, domborzat, csapadék. A talajfejlődés függ az idő tényezőtől, de a talajfejlődésre és átalakulásra hatással van az emberi tényező is.

9. Talajszelvény vizsgálat

Az I. talajszelvény a Zombor-lyuk víznyelőtől keletre található (7.ábra)



15.kép: Az I. talajszelvény Forrás: saját k.



16. kép: Az I. talajszelvényben előforduló antropogén eredetű törmelék



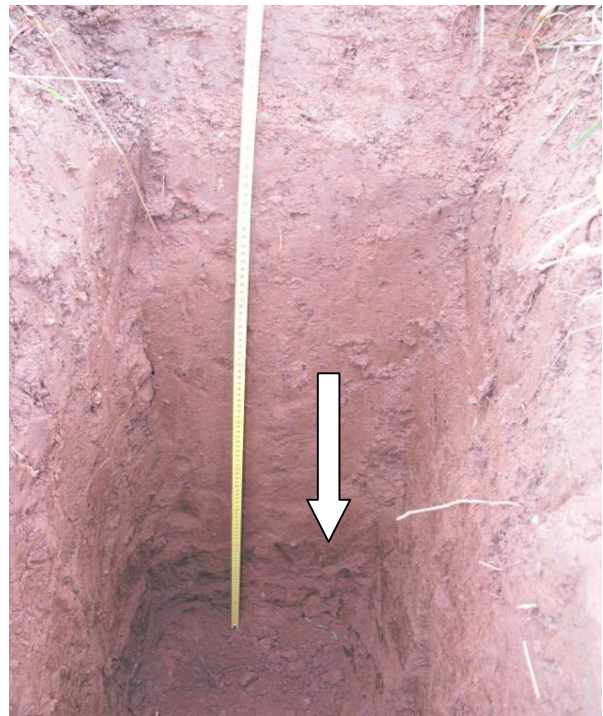
17. kép: A rendzina talajjal borított gerincen a vízgyűjtő szélén antropogén törmelék (cserép)

-II. Talajszelvény

Víznyelő keleti oldalán (7. ábra) található II. talajszelvény. A 10. képen jól látható, hogy a rendzina talajt alatt a terra rossa van, majd lejjebb a sárga színű talajrétegű rész. Ezért választottuk ki talajszelvény kialakítására ezt a helyet (18-19. kép).



18.kép: A II. talajszelvény Forrás: saját k.



19.kép: A II. talajszelvény: a nyíl a B2

III. Talajszelvény

A víznyelőtől DK irányban található III. talajszelvény a víznyelő vízgyűjtőjének vízvásztóján van (7. ábra). Innen már az Almás-völgy felé történik a vízlefolyás. A terület ezen részén rendzina talaj fedi a térszínt, ami vízgyűjtő területen foltokban jelenik meg. Itt a „B” szint hiányzik. Az „A” szinten gyakori a „C” szintből származó törmelék. E talajtípusnál a B szint hiányzik (SIMON-JUHÁSZ 1986).

A III. talajszelvélynél az A és a C szint közé beékelődik egy vörös agyagos kifejlődésű összlet. A vörös agyag rétegzett ami áthalmozódására utal. Élesen elkülönül az „A” szintől a „C” szinttel viszont nem (20. kép).

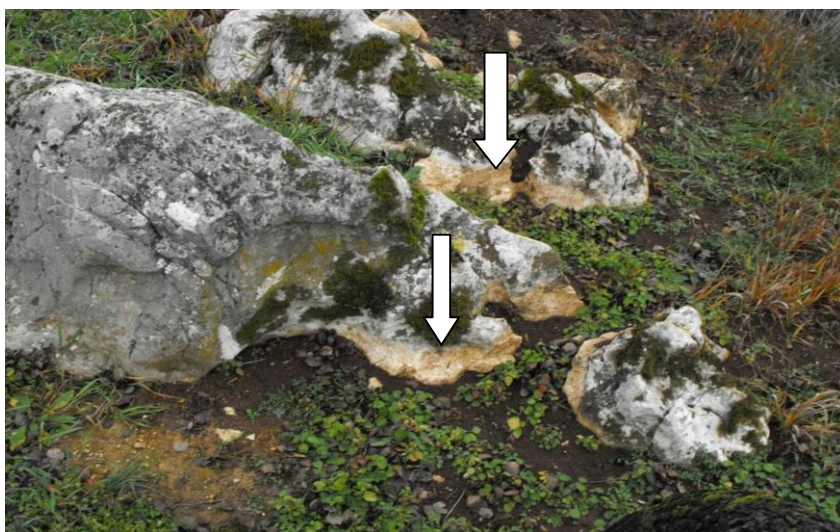


20. kép: A III. talajszelvény

Forrás: saját készítés

-IV. Talajszelvény

A víznyelőtől ÉNY található az „a” jelű fél medencében (21. kép, 7. ábra) a IV. talajszelvény. A fél medence aljzatának jelentős mértékű pusztulására utalnak a területén lévő mészkőkibúvások. A hirtelen mélyülő fél medencében lévő élőkövek szélein jól látható az elszállítódás mértéke (21.kép, nyíllal jelzett helyeken).



21.kép: „Élőkövek” az a jelű fél medencében Forrás: saját készítés

V. Talajszelvény

Víznyelő nyugati oldalán (6. ábra) az „a” jelű belső kis medence középső részén (7. ábra), mely a szántó gyümölcsös terület határolja.

Az V. talajszelvény mintái arról tanúskodnak, hogy minden szinten megnő a durvább szemcséjű anyagok mennyisége. Ez arra vezethető vissza, hogy e talajszelvény felett magasabb helyzetben található Borsodi Kavics Formáció egy foltja (22. kép).



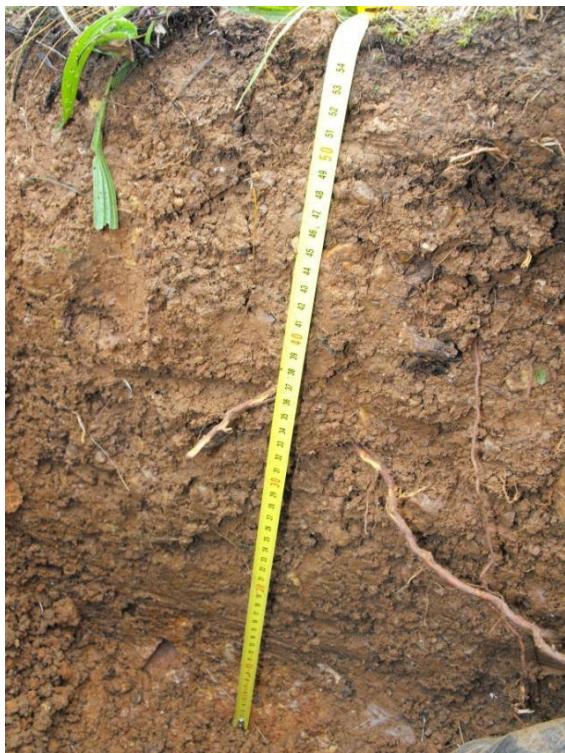
22.kép: az a jelű fél medence középső része Forrás: saját készítés

A felszín színe jelzi a vörös agyag jelenlétét, láthatók a Borsodi Kavics Formáció anyagának áthalmozott kavicsai.

Ennek a foltnak a lepusztult anyaga halmozódott át a V. talajszelvény területére és környékére. A lepusztulást erősítette a lejtésirányú szántásos földművelés.

-VI. Talajszelvény

A VI. talajszelvény a víznyelőtől DNY található a Zombor-lyuk vízgyűjtő medencéjének DNY oldalán található az „a” és a „b” fél medencéket elválasztó gerinc felső részén (7. ábra). A mintavételi helyénél a talaj 2 cm vastag. Alatta a vörös agyaggal keveredett Borsodi Kavics Formáció anyaga található. Az emberi művelésre teljesen alkalmatlan.



23.kép:A VI. talajszelvény Forrás: saját k.



24. kép:A VI- talajszelvény B₁ szintjének egy kiemelt darabja

Az „A” talajszint 2 cm, a B₁ 23 cm vastagságú, amely fokozatosan átmegy B₂ szintbe (22. kép). A B₁ a vörös agyag és a Borsodi Kavics Formáció kevert összlette (24. kép)

-VII. Talajszelvény

A víznyelő vízgyűjtőjének NY-i oldalán(7. ábra) „b” jelű fél medencéjének középső részén található (8.ábra).

A VII. talajszelvélynél vizenyős terület van, vagy azért mert a hely viszonylag mélyebb helyzetű, vagy mert itt a fedő vízzáró (25. kép). A vízinövényekből látható, hogy szinte állandó a hely vízelborítása. A talajművelés iránya itt is megegyezik a felszín dőlésirányával. Ettől még délnyugatabbra található hely füves területen valószínűleg kisebb a lepusztulás mértéke. Ami e helyen akkumulációra utal. Ez növelheti a talaj vízzáró képességét a talajban.



25.kép: dagonyázó Forrás: saját készítés

A talajszelvények „A” szintjeinek vastagságát tekintve az tapasztalható, hogy a magasabb helyzetűeké vékonyabb mint az alacsonyabban lévőké. Így III. talajszelvényénél ennek a vastagsága 15 cm. Bár az I. talajszelvényénél az A szint csak 22 cm ez alatt a kevert A₂ 18cm és B₁ 44 cm-es áthalmozott szint. A III: talajszelvénynek a kisebb talajvastagsága jelzi, hogy a talajlepusztulás során nem csak a finomabb frakciója szállítódott el hanem, lepusztult a talaj felső része.

Összességében megállapítható, hogy a talaj lepusztulás a vízgyűjtő lejtőinek meredekebb, felső részén két formában történt a szántóföldi művelés során a Zombor-lyuk vízgyűjtőjén a talajok „A” szintjében. Az egyik pusztulási mód a finomabb szemcseméret kimosódása az „A” szintből, másik a talaj felső részének lepusztulása, lecsonkolódása.

10. Területhasznosítás Aggtelek környékén

A Retek-ág vízgyűjtőjén a területhasznosítás mai szerkezete a katonai felmérések térképeinek adatai szerint már a XVIII. sz. végére kialakult, így az intenzív talajlepusztulást okozó szántóföldi művelés már több száz éve jelen van.

Nagy (2008) adatai szerint fedetlen karszt területén az erdőirtások következtében az erdőhatár északabbra helyeződött. Így Aggtelekről ÉK-re nőtt az erdőnélküli területek kiterjedése 1784-87-től-1884-87-ig, majd ezt követően napjainkig az erdő kiterjedése viszont kismértékben nőtt. Az erdők helyét főként legelők foglalták el, csak az 1784-87 térkép szerint van néhány kisebb szőlő folt Aggtelek közelében, az 1884-87-es térkép szerint azonban már egységes a területhasznosítás (26. ábra).

Az Aggteleki-tó környezetében a csupasz karszt erdőtlen részén a talaj teljesen lepusztult. Ez arra utal, hogy a talaj lepusztulása a legelős területeken is számottevő. Bár nem ismert

a talaj eredeti vastagsága de 10-15 cm közöttire becsüljük. Ez esetben a fedetlen karszton kb. 150- 200 évnél kevesebb idő alatt akár 10-15 cm vastag talaj is lepusztulhat.

Az erdő területe a fedett karszton is lecsökkent, úgy hogy az erdőborítás határa D-re tolódott 1784-87-től-1884-87-ig. A kiirtott erdők helyén inkább legelőket mint szántókat hoztak létre. Napjainkban azonban az erdőhatár É-ra terjeszkedett és megközelítette az 1784-1787-es években tapasztalt elterjedést.

Ha figyelembe vesszük, hogy a csupasz karszt legelő területéről 10-15 cm-es vastagságú talaj lepusztulhatott akkor a szántásos területekről 150-200 év alatt ennél vastagabb talaj is lehordódhatott. A fedett karszt valószínűleg azért nem válhatott talaj nélkülivé, mert a talaj a talajképződési folyamatok során pótlódott.

10.1 Területhasznosítás változásának következményei

Az erdőirtások más és más következményekkel jártak a fedett karszton és a fedetlen karszton. A fedetlen karszt meredek lejtőről a talaj teljes egészében lepusztult, legfeljebb a karros mélyedésekben maradt meg. A talaj nélküli karszton a gyökérkarrok fejlődése elhalt, illetve módosult. A beszivárgó csapadékvíz oldóképessége a talajhiányában lecsökkent. Valószínűleg a beszivárgó vizek kisebb oldott anyag tartalma miatt a Retek-ágban a cseppkőképződés intenzitása lecsökkent.

A lepusztult talaj két irányba szállíthatott. Egyrészt a Retek-ág víznyelőihez, másrészt az Aggteleki-tóhoz (SAMU et al.). Elkezdődött ezek feltöltődése. Ez különösen a nyitott elvezető járattal már nem rendelkező Aggteleki-tónál volt számottevő. A tó feltöltődése miatt a tóból a vízátadás mostanra teljesen megszűnt. A túlfolyó víz kialakított a tó pereménél egy víznyelőként működő mélyedést. Tehát az erdőirtások hatására közvetve formaképződés történt a Retek-ág csupasz karsztos vízgyűjtőjén.

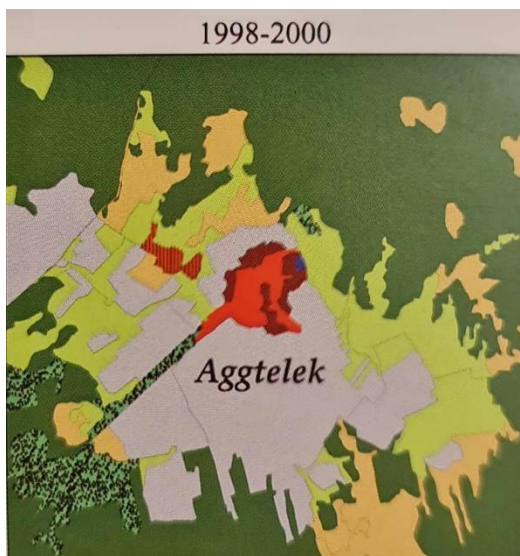
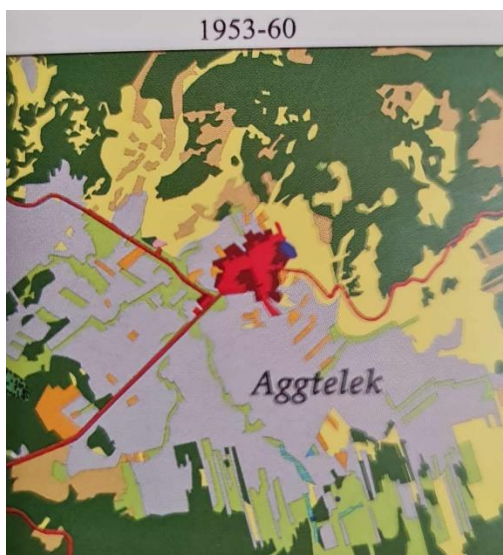
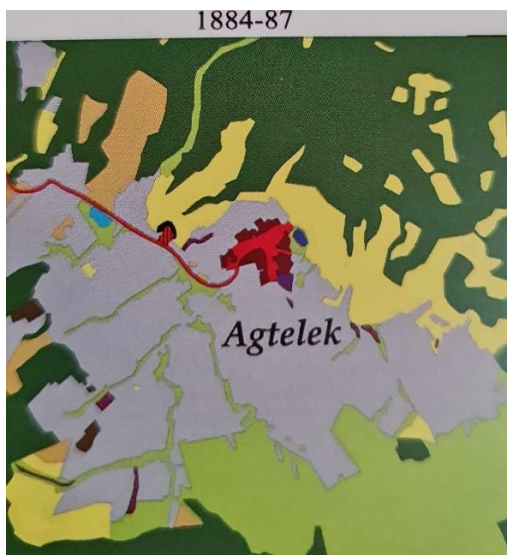
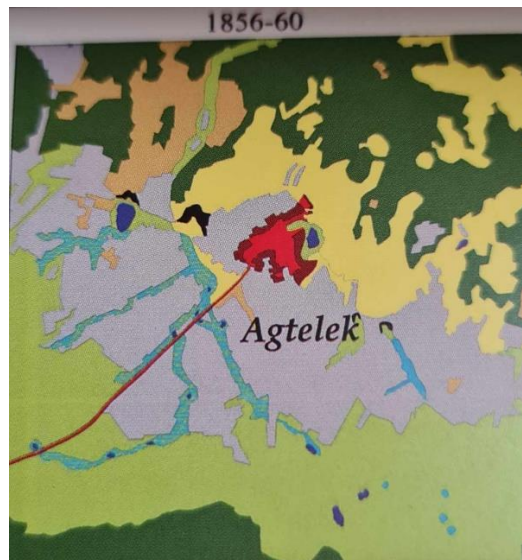
A fedett karszton a szántóföldi és gyepek területeket alakítottak ki az egykori erdő helyén. Vannak napjainkban parlagon hagyott területek is. A fedett karszt egykori erdője részben megtartotta a csapadékvizet. A vízgyűjtőkről nem csak kevesebb víz folyhatott le hanem ritkábban alakulhattak ki árvizek is. A növényzet vízmegtartása miatt, valamint a kiegyenlítettebb vízfolyás miatt a talaj az erdő alatt kevésbé pusztult le. Az erdő növényzet hiányában a víznyelők vízgyűjtőinek lejtőiről több víz folyhatott le, a lefolyás gyorsabban történt, gyakoribbak és nagyobbak lettek az árvizek. Emiatt a vízgyűjtőn megnövekedett a talaj lepusztulás intenzitása. E folyamatok különösen a vegetáció nélküli

időszakban jelentkeztek. a lejtőn lefolyó csapadékvíz esőbarázdákat alakított ki, elsősorban ott ahol a szántás iránya a lejtő dőlésirányával megegyezett (ez a művelési mód a vízgyűjtőn ma is tapasztalható).

A lepusztulás mértékére, kiterjedésére hatással van a megművelt (szántóföld) parcella kiterjedésére is (NAGY 2008). Ez minél nagyobb annál nagyobb vízhozamú és annál hosszabb vízágak alakulnak ki, ami a lepusztult anyag növekedését eredményezi.

Jelenleg mind a nagyüzemi mind a nadrágszij parcellás művelés is előfordul a vízgyűjtőn. az utóbbi a Zombor-lyuk víznyelő vízgyűjtőjén.

A lepusztulás szelektíven történt és történik. Ahol a Borsodi Kavics Formáció anyaga a felszínen van (LESS et al), vagy felette nagyon vékony a talaj a lepusztulás kisebb mint ott ahol hiányzik. Valószínűleg a legelő területeken a lepusztulás kisebb mértékű lehetett és főleg ott mehetett végbe, ahol a gyeptakaró megsérült. Ilyen helyek a legelő állatok által kialakított „ösvények”. A lepusztulást azonban az emberi tevékenység fékezhetette is. Ilyen csökkent lepusztulású hely a község temetője (sőt a falu egy része is) amely a Zombor-lyuk vízgyűjtőjén helyezkedik el. A lepusztuló anyag szállítható oldatban, lebegtetve és ugráltatva. A szállítás történhet vízág, lepelvíz és vízfolyás által. A medence jellegű vízgyűjtők lejtőiről lepusztuló anyag felhalmozódhat a medencék aljzatán különösen ott ahol a vakvölgy kis szélességű, vagy a völgyekbe kerül. A völgyek időszakos vízfolyásai a lebegtetett üledéket a víznyelők elvezető járatain keresztül a barlangba szállítják. A lebegtetett üledékanyag a víznyelők mélyedéseiben is lerakódhat. A lebegtetett anyagból csak az rakódik le amelynek a süllyedési sebessége kisebb mint az árvízi tó süllyedési sebessége (VERESS et al. 2015). Ezért a víznyelők mélyedéseiben kialakuló árvízi tavakból a lebegtetett anyag csak részben szállítódik közvetlenül a barlangban. Ugyancsak lerakódik a víznyelő mélyedésében az ugráltatva szállított üledék is. A felhalmozódott üledék aztán később másodlagosan halmozódik a barlangba. A víznyelőkben napjainkban végbemenő felhalmozódás és üledék tovább szállítás jelei a kitöltésben létrejött járatok és kisebb-nagyobb mélyedések.



26. kép: Felszínborítás változása Aggtelek környékén (1784-2000) forrás: NAGY 2008

11.Eredmények

Az előzetes célkitűzéseket elértem, meg tudtam csinálni a területen a felméréseket. Volt ahol tudtunk szignifikáns eltérést kimutatni, és volt ahol nem. Ezek értékelését az összefoglalásban fogjuk megtenni.

Az elért célok, eredmények a következők:

- terület bejárása
 - morfológia elemzés
 - drón használatra való alkalmasság végig gondolása
 - talajszelvény vizsgálatok helyeinek kijelölése
- Talajszelvény vizsgálatok
- UAV-val történő megrepülése a területnek,
- PIX4D catch használata a területen
- A készült felvételek elemzése, feldolgozása Phantom esetén,
- A készült felvételek nem lettek használhatóak a Yuneec esetén
- Összehasonlítás, és következtetések levonása
- Teljes szakirodalmi áttekintés
- Drón esetében szűkebb szegmens

12.Összefoglalás

A szántóföldi művelés megjelenése és kiterjedésének növekedése a vízgyűjtőn a talaj fokozódó lepusztulását eredményezte. A talajlepusztulás során egyes helyeken a talaj teljesen lepusztult, más helyeken annak felső része, illetve finomabb összetevői szállítódottak el. A talaj de főleg a finomabb szemcseátmérőjű részeinek megnövekedett mennyisége nem okozta a víznyelők eltömődését, miután a lepusztult anyag lebegtetve a barlangba szállítódott. A lebegtetett üledék valószínűleg a barlang teljes hosszában leülepedett, illetve a koloidos része a barlang falakon és a képződményeken bevonatokat hozott létre. Ezáltal főleg a Retek-ágban az oldási helyek módosulhattak.

Az összehasonlítás során megállapítható, hogy a drónnal sok esetben tökéletes 3D modelleket lehet alkotni az általuk készített képekből, de a növény borítottság nagyban befolyásolja annak pontosságát. A geodézia mérőműszerrel ahol van lehetőség pontosabb felmérés lehetséges.

A másik két szempont az idő és a feldolgozás ami egy vizsgálatra szükséges.

Itt a drónos felmérés sokkal gyorsabb, megfelelő kamerával akár a talajszerkezetben is komolyabb felmérés lehetséges.

A szoftverek precizitása kiegyenlített, bár a PIX4D egyre jobban úttörő szerepet vállal ezen platformon.

A kiértékelés során nem tudtam a helyszíni talajszelvényekben tapasztalt és a multispektrális felmérések között párhuzamot húzni. Mint fentebb írtam valószínű, hogy ezt egy újabb vizsgálattal lehet csak megtudni (lidar kamerával mely mélyre tud hatolni a talajban).

Anyagi ráfordítás és gépigény szempontjából a speciális drónhasználat és kamerák összege igen magas. Persze ez elmondható egy precíz mérőállomásra is amit egy lombokkal teli erdős terület felmérésénél kell használni.

13.Irodalomjegyzék:

- Albinet, M. – MARGAT, J.1970:Cartographie de la vulnérabilité a la pollution des nappes d'eau souterraine. — Bulletin BRGM. 2me series 3 (4). pp 13-22
- Bakó G. 2015: UAV és RPAS technológia a légi távérzékelésben Budapest Magyar Földtani és Geofizikai Intézet megbízásából p. 81
- Barna Z. 2020: Térinformatika Általános elméleti alapismeretek – Kaposvár. Kaposvári Egyetem Gazdaságtudományi Kar p 178
- Barta K. – Tanács E. – Samu A.- Keveiné Bárány I. 2009: Hazai rendzinák megfeleltetése a WRB nemzetközi talajosztályozási rendszerben — Agrokémia és talajtan pp.7-18
- Berecki L. 2008: Talajművelési alapgondolatok — Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet, Budapest pp.20
- Berényi Üveges I., Berényi Üveges J. & Vid G., 2006: Adalékok a Baradla-barlang fejlődésének elméletéhez üledékvizsgálatok alapján – Karszt és Barlang I-II, pp.33-40.
- Bosák, P.-Herman, H.-Kadlec J.-Móga J.-Pruner, P. 2004: Paleomagnetic and U series dating of cave sediments in the Baradla Cave, Hungary – Acta Carsologica, 33 (2) pp. 219-238.
- Cholnoky J., 1935: *Az Aggteleki Baradla-cseppkőbarlang története* 113-125. – Égen, földön (Földrajzi Értekezések), pp.197, Budapest
- Dudich E., 1930: Az Aggteleki barlang vizeiről– Hidr. Közl., 1-33
- Ford, D. C.—Williams, P. W. 2007: Karst Geomorphology and Hidrology— John Wiley and sons, Chichester. 561 p.
- Haviarova D. – Grúber P. 2015: Felszíni vizek — in Grúber p.-Gaál L. szerk, Baradla- Domics-barlangrendszer, Aggteleki Nemzeti Park Igazgatósága. Debrecen pp.161-182
- Jakucs L., 1952: *Aggteleki-cseppkőbarlang*—Művelt Nép, Budapest. 126 p.
- Jakucs L. 1956: Adatok az Aggteleki –hegység barlangjainak morfogenetikájához.—Földrajzi közlemények pp. 25-38.
- Jakucs L. 1971: A karsztok morfogenetikája.— Akadémia Kiadó, Budapest 310 p
- Jakucs L. 1977: Magyarországi karsztok fejlődéstörténeti típusai.—Karszt-és Barlang pp.1-
- Kaszala R.- Keveiné Bárány I. 2004: Növények nehézfémtartalmának vizsgálata a Béke-barlang vízgyűjtőjén — Karsztfejlődés IX pp 269-278

- Kessler H., 1933: *Újabb kutatások a Nagy-Baradlában*– Turistaság és Alpinizmus, 23. 9. pp. 247-248.
- Keveiné Bárány I. 2003: Tájszerkezet és tájváltozás vizsgálatok karsztos mintaterületen — Tájökológiai Lapok 1 (2) pp. 21-27
- Keveiné Bárány I. 2006: Összehasonlító karsztökológiai vizsgálat három magyar karsztterületen — Karsztfejlődés XI, Szombathely. pp.223-233
- Keveiné Bárány I. 2007: Geodiverzitás a Karsztban — Karsztfejlődés XII, Szombathely. pp. 215-223
- Keveiné Bárány I. 2011: Karsztökológiai kutatások jelentősége napjainkban — Karsztfejlődés XVI, Szombathely. pp. 39-50
- Kinyó Zs. 2014: Retek-ág (Baradla-barlang) és felszíni vízgyűjtőjének morfológiája — Karsztfejlődés XIX, Szombathely. pp. 213-223
- Kinyó Zs. 2015: Az Aggteleki-karsztban a felszíni karsztosodás hatása a Retek-ág fejlődésére Kolozsvár XXXII OTDK pp 7-9
- Kovács Gy-né 1970: Az Aggteleki Baradla-barlang genetikájának néhány problémája— Karszt és Barlang II. pp. 57-62.
- Lauritzen, S. E. & Leél-Össy Sz., 1994: Előzetes koradatok egyes baradlai cseppkövekről— Karszt és Barlang I-II, 3-8.
- Láng S. 1971: A hazai karsztok és környezetük lepusztulásának egyes kérdései — Karszt és Barlang I. pp 1-5
- Less Gy.1998;Az Aggtelek- Rudabányai-hegység földtani térképe.—in. Baross G.(szerk): Az Aggteleki Nemzeti Park.—Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 26-41.
- Less Gy. (ed.), Kovács S., Szentpétery I. (ed.), Grill J., Róth L., Gyuricza Gy., Sásdi L., Piros O. Réti Zs., Elsholtz L., Árkai P., Nagy E., Borka Zs., Harnos J. and Zelenka T. (2006): Az Aggtelek–Rudabányai-hegység földtana
- Major G 2023: A pilóta nélküli légi jármű rendszerek (UAS) nemzetbiztonsági célú felhasználásának lehetőségei, technikai korlátai és alkalmazásának etikai kérdései- Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola pp.52
- Marosi S. – Somogyi S. (szerk.)1990: Magyarország kistájainak katasztere I-II. – MTA Földrajztudományi Kutató Intézet, Budapest, 1026p.
- Móga J. 2001: A szerkezet és kőzetfelépítés szerepe a Szilicei-fennsík karsztos felszínformáinak kialakulásában — Karsztfejlődés VI pp. 143-159.
- Móga J. 2002: A tornai Alsó-hegy — Karszt és Barlang 1998-1999 I-II pp. 95-104.

- Móga J. 2002: Felszínalaktani vizsgálatok a Galyaság területén. □ Karsztfejlődés VII. pp. 173-186.
- Móga J.- Szabó M.- Mari L. – Borsodi A. – Kéri A. –Knáb M.- Kiss K.-Iván V. 2014: Természeti és antropogén hatásra végbemenő tájváltozások vizsgálata a Bakonyban. - Földrajzi Közlemények 138. 2. pp. 89-106
- Nagy D. 2008: Gömör-Tornai-Karszt történeti felszínborítása - Aggteleki Nemzeti Park Igazgatósága, Jósvafő p.107
- Palik M. 2013: Pilóta nélküli repülés – Budapest, Nemzeti Közszerológiai Egyetem p.323
- Samu A.- Keveiné Bárány I. 2008: Karsztos Tavak Története És Állapotváltozásai Az Aggteleki És Szlovák Karsztokon – Karsztfejlődés XIII pp. 117-134
- Sásdi L.1990: Az Aggteleki-Rudabányai hegység karsztjainak földtani fejlődéstörténete - Karszt és barlang, pp. 3-8.
- Simon T. – Juhász Nagy P. 1986: Talajtan - Tankönyvkiadó, Budapest 122 p.
- Sonnewand Gy. I. (2018): A Drónok Repülésének Jogi Szabályozása Hazai És Nemzetközi Viszonylatokban- Budapest, NKE pp.8
- Szenthe I., 1970: Újabb eredmények a Baradla kutatásában – Karszt és Barlang II, pp. 63-
- Takácsné Bolner K. 1998; Föld alatti patakok nyomában.- in. Baross G.(szerk): Az Aggteleki Nemzeti Park.- Mezőgazda Kiadó, Budapest. pp.168-182.
- Telbisz T- Székely B.- Timár G. (2013): Digitális terepmodellek, ELTE TTK Földrajz- és Földtudományi Intézet Természetföldrajzi Tanszék, Budapest pp.25
- Tózsá I. 1996: Aggteleki-karszt idegenforgalmi potenciálja - Földrajzi értesítő XLV évf. 3-4 füzet pp. 299-314
- Vass I., 1831: Az Aggteleki barlang leírása fekete területével, talprajzolatával és hosszába való átvágásával két táblában; Pesten
- Veress M. 2004: A karszt.- BDF Természetföldrajzi Tanszék, Szombathely.215p
- Veress M 2008: Adalékok az Aggteleki-fennsík völgyeinek fejlődéséhez - Karszt-és Barlang I-II. pp.3-12
- Veress M.- Zentai Z. – Kovács Gy. (1999): Adalékok az Asidogói-fennsík karsztosodásához, Karsztfejlődés III, Szombathely. pp. 7-17.
- Veress M. 2012: New data on the development of the Baradla Cave – Acta Carsologica, 42: (2-3) pp. 193-204.
- Veress M. 2014: Az Aggteleki-karszt karsztos zónái - ANP füzetek XI, Kutatások az Aggteleki Nemzeti Parkban II, Jósvafő. pp.27-44
- Veress M.- Unger Z. – Mitre Z.- Gárdonyi I.-Deák Gy.-2015: The relationship

between suspended sediment setting velocity and water table sinking rates in intermittent lakes in karstic depressions - Proceedings of the Geologists Association 126 pp. 417-425

Virág M.- Mádlné Dr. Szőnyi J. – Mindszenty A. 2011: Természetes és antropogén hatások a Szemlő-hegyi-barlang csepegő vizeiben - A Miskolci Egyetem Közleménye, A sorozat, Bányászat, 81. kötet pp. 387-400

Vrba, J. – Zaporozec, A. 1994. Guidebook on Mapping Groundwater Vulnerability. - International Association of Hydrology, Hannover. 131 p.

Waltham, T. – Bell, F. – Culshaw, M. (2005): Sinkholes and Subsidence – Springer Berlin Heidelberg, 382 p

Zámbó L. 1998a: A talajtakaró - in. Baross G. (szerk): Az Aggteleki Nemzeti Park.- Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 97-117.

Zámbó L. 1998b: Az Aggteleki-karszt felszínalaktani jellemzése - Földrajzi értesítő XLVII évf 3. füzet pp. 359-378

Internet:

Grúber P. 2013: Az Aggteleki-karszt geológiai jellemzői,
<http://rozsnyovidek.sk/files/2013/01/95-867-8760-geologia.pdf> 2024. 04. 21.

Légtér.hu <https://legter.hu/blog/segitseg-kaptam-egy-dront/> 2024. 04. 14.

ABZDrone
https://abzdrone.com/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw8pKxBhD_ARIsAPrG45kLHftR9UOAphr3Lh4M2K_FW3MZVqx_jBe7hHVJW51hm2YUMhbTAA0aAqpPEALw_wcB 2024. 04. 21.

14.Ábrajegyzék, képjegyzék

- 1.ábra: Aggtelek – Égerszög térségének patakos barlangjai és vízgyűjtő területük
Forrás: Takácsné Bolner K. 1998
- 2.ábra: Légiközlekedéssel kapcsolatos jogforrási hierarchia forrás: Major G. 2023
3. ábra: Multispektrális felmérés a Zombor-lyuknál forrás: 1.sz.mellékletben szerepel,
PIX4D fields-ből letöltve
- 4.ábra: Ortomozaik (UAV) forrás: 2 sz. mellékletben
szerepel, PIX4D mapper-ből letöltve
5. ábra: 3D elemzés PIX4D Mapper segítségével (UAV) forrás: 2 sz. mellékletben
szerepel, PIX4D mapper-ből letöltve
- 6.ábra: 3D modell Auto cad segítségével forrás: Kinyó Zs.2015
- 7.ábra: Zombor-lyuk vízgyűjtője és mintavételi helyek. Forrás: saját készítés
- 8.ábra Zombor-lyuk vízgyűjtőjének morfológiai térképe Forrás: saját készítés

Képjegyzék

1. kép: Nyílt és fedett karszt határa forrás: Rózsás
- 2 kép: A1-A2-A3 kompetencia tanúsítvány forrás:
https://vizsgakozpont.hu/uploads/2023/1/C3%A9g%C3%BCgyi_dokumentumok/t%C3%A1voli_pil%C3%B3ta_kompetenciatan%C3%BAs%C3%ADtv%C3%A1ny.png?time=1679986654455 2024. 04. 21.
- 3 kép: pilóta nélküli légi jármű igazolvány forrás:
https://vizsgakozpont.hu/uploads/2022/FOT%C3%93K/Pilotanelkuli_AW2_20220720.png?time=1659546946515 2024. 04. 21.
- 4 kép: növényvédelmi drónpilóta Forrás: saját készítés
- 5.kép: Távvezeték vizsgálat Forrás: <https://abzdrone.com/termek/dji-matrice-350-rtk/>
2024. 04. 21.
6. ábra: Felmérést segítő drónok Forrás: <https://abzdrone.com/termek/dji-mavic-3-multispectral/> 2024. 04. 21.

- 7.kép: DJI Agras T30 Forrás: <https://abzdrone.com/termek/dji-agras-t30/> 2024. 04. 21.
- 8.kép: Szállítmányozás Forrás: <https://abzdrone.com/termek/dji-flycart-30/> 2024. 04. 21.
9. kép: Phantom Forrás: <https://www.plantadrone.hu/termek/dji-phantom-4-multispectral-rtk/> 2024. 04. 21.
10. kép: Yunic 520 RTK Forrás: <https://aeromind.pl/H520E-RTK-HOW-DOES-IT-WORK-blog-eng-1625755248.html> 2024. 04. 21.
- 11-12. kép: Zombor-lyuk közvetlenül a víznyelőnél Forrás: saját készítés (telefonon használt PIX4D catch)
- 13.kép A Kis-Ravasz-lyuk és a Nagy-Ravasz-lyuk és vízgyűjtője forrás: saját készítés
14. kép Zomborlyuknál inaktív víznyelő pereme forrás: saját készítés
- 15.kép: Az I. talajszelvény forrás: saját készítés
16. kép: Az I. talajszelvényben elő-forduló antropogén eredetű törmelék forrás: saját készítés
17. kép:A rendzina talajjal borított gerincen a vízgyűjtő szélén antropogén törmelék (cserép) forrás: saját készítés
- 18.kép:A II. talajszelvény forrás: saját készítés
- 19.kép:A II.talajszelvény: a nyíl a B2 forrás: saját készítés
20. kép: A III. talajszelvény forrás: saját készítés
- 21.kép: „Élőkövek” az a jelű fél medencében forrás: saját készítés
- 22.kép: az a jelű fél medence középső része forrás: saját készítés
- 23.kép:A VI. talajszelvény forrás: saját készítés
24. kép:A VI- talajszelvény B₁ szintjének egy kiemelt darabja forrás: saját készítés
- 25.kép: dagonyázó forrás: saját készítés
- 26.kép: Felszínborítás változása Aggtelek környékén (1784-2000) forrás: Nagy 2008

15. Nyilatkozatok

NYILATKOZAT

a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: **Kinyó Zsolt**

A Hallgató Neptun kódja: **MVZ07X**

A dolgozat címe: **Környezeti hatások vizsgálata különböző vizsgálati módszerekkel az Aggteleki Karszton**

A megjelenés éve: 2024

A konzulens intézetének neve: Mate Georgikon

A konzulens tanszékének a neve: Mérnök-informatikai Tanszék

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

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

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

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

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

- nem titkosított dolgozat a védelmet követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: Kalocsa, 2024. 04.15


Hallgató aláírása

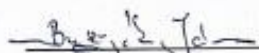
NYILATKOZAT

Kinyó Zsolt (hallgató Neptun azonosítója: MVZ07X) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A diplomadolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom¹.

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

Kelt: Keszthely, 2024. év 04. hó 22. nap


belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

1.számú melléklet

kinyo_aggtelek_multi

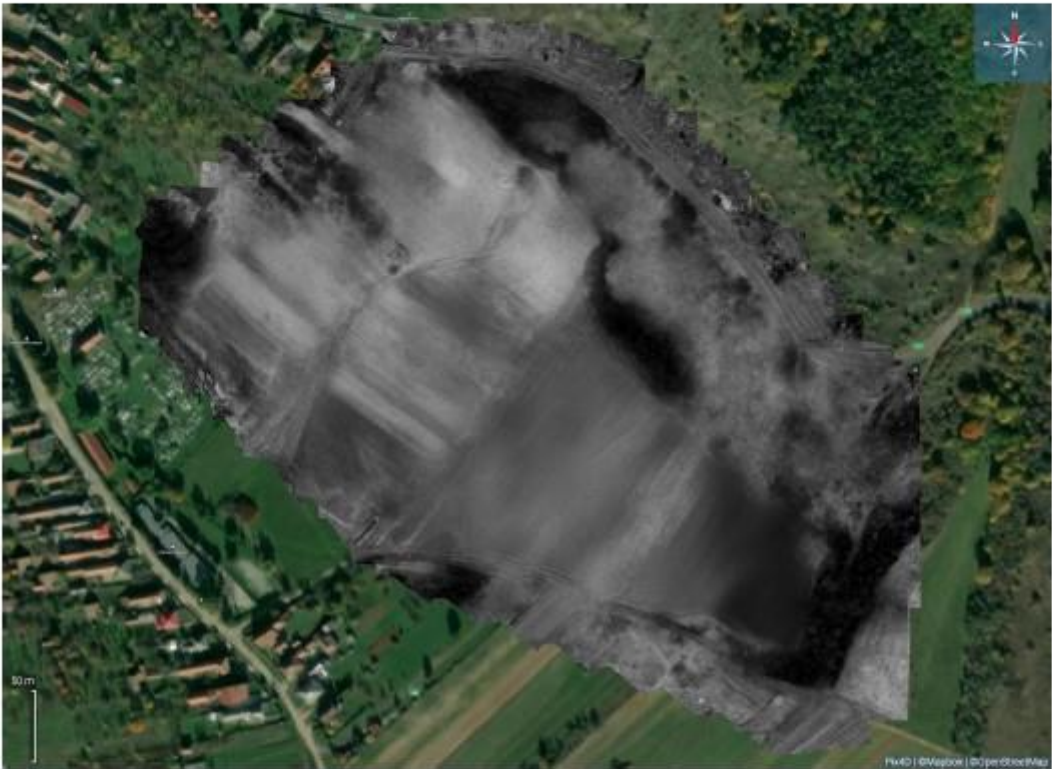


Layer name	Acquisition time	Center	Area	Page
Orthomosaic 2	Information not available	48.4664765, 20.5125233 (WGS84)	16.289 ha	2
Surface model 2	Information not available	48.4664766, 20.5125238 (WGS84)	16.268 ha	3
NDVI 2	Information not available	48.4664765, 20.5125233 (WGS84)	16.271 ha	4

Generated in Pix4Dfields 2.5.1 on 04/03/2024 21:58, kinyo_aggtelek_multi

Orthomosaic 2

Orthomosaic



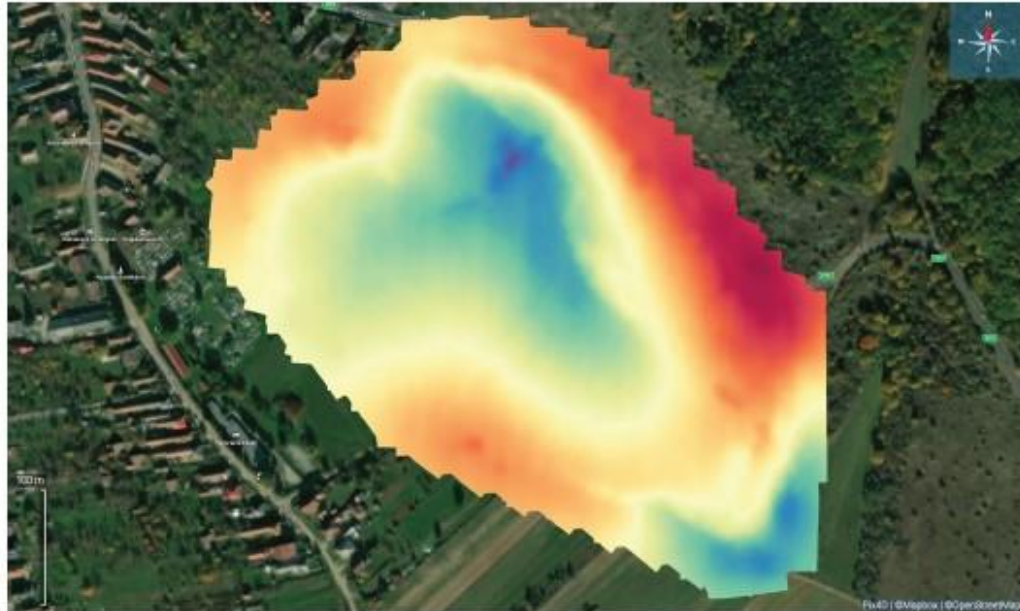
Layer details

Acquisition	Information not available
Center	48.4664765, 20.5125233 (WGS84)
Area	~16.289 ha
GSD	4.890 cm/px
Bands	3 (Red, NIR, Alpha)

Generated in Pix4Dfields 2.5.1 on 04/03/2024 21:58, kinyo_aggtelek_multi

Surface model 2

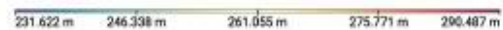
Surface model



Layer details

Acquisition	Information not available
Center	48.4664766, 20.5125238 (WGS84)
Area	~16.268 ha
GSD	15.173 cm/px
Bands	1 (DSM)

Elevation



Visualization settings

Selected minimum value: 231.622
Selected maximum value: 290.487
Values out of range: Transparent

Statistics

Layer area: 16.268 ha
Mean height: 261.718 m
Height SD: 12.819 m
Mean height (visible): 261.718 m
Height SD (visible): 12.819 m

Generated in Pix4Dfields 2.5.1 on 04/03/2024 21:58, kinyo_aggtelek_multi

NDVI 2

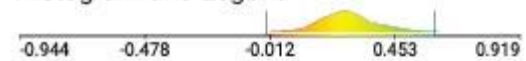
Index



Layer details

Acquisition	Information not available
Center	48.4664765, 20.5125233 (WGS84)
Area	~16.271 ha
GSD	4.890 cm/px
Bands	1 (Gray)

Histogram and Legend



Visualization settings

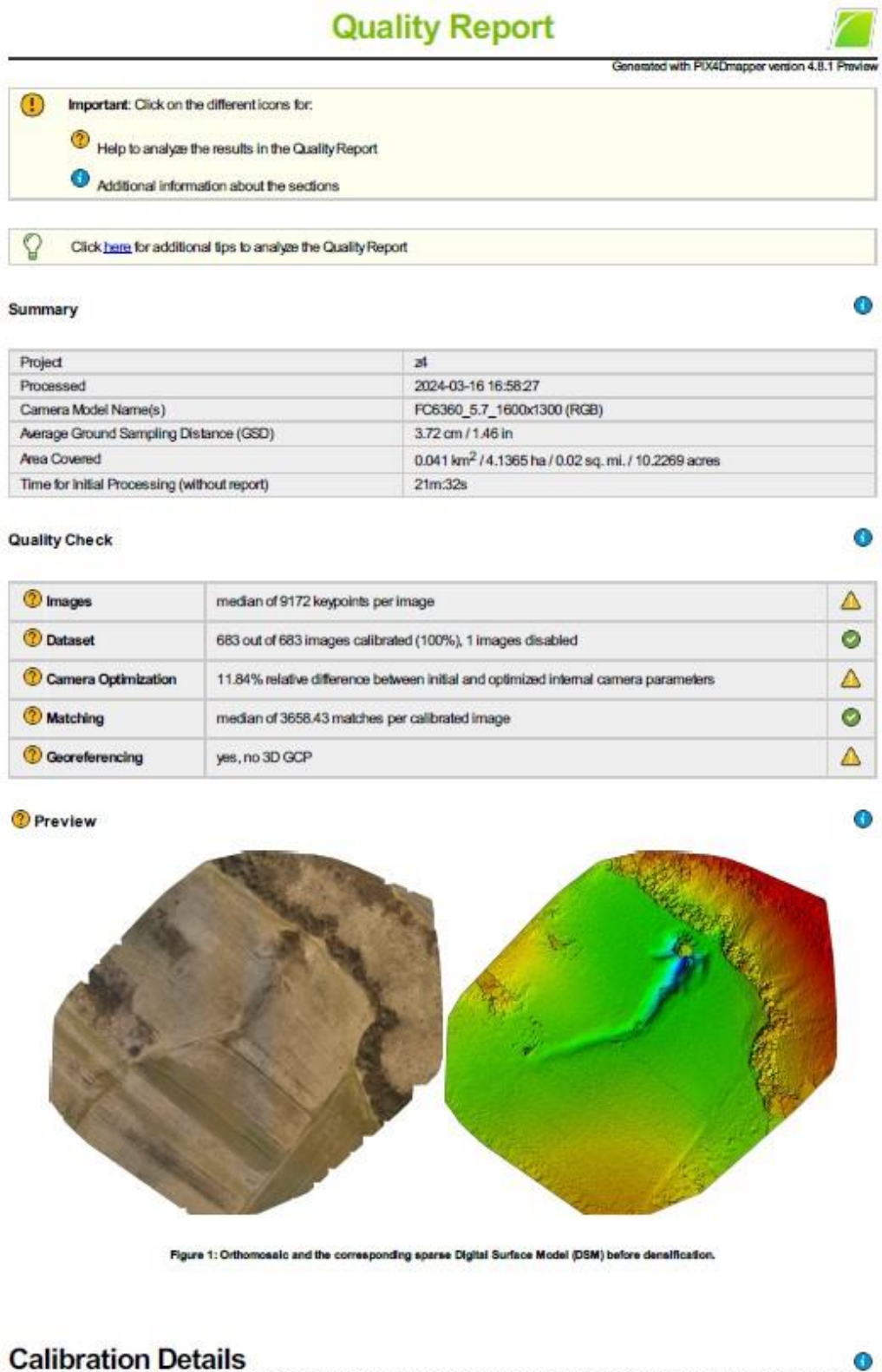
Histogram equalization: Off
Selected minimum value: -0.024
Selected maximum value: 0.599
Values out of range: Transparent

Statistics

Layer area: 16.271 ha
Mean index: 0.288
Index SD: 0.130
Mean index (visible): 0.287
Index SD (visible): 0.115

Generated in Pix4Dfields 2.5.1 on 04/03/2024 21:58, kinyo_aggtelek_multi

2. számú melléklet



Initial Image Positions

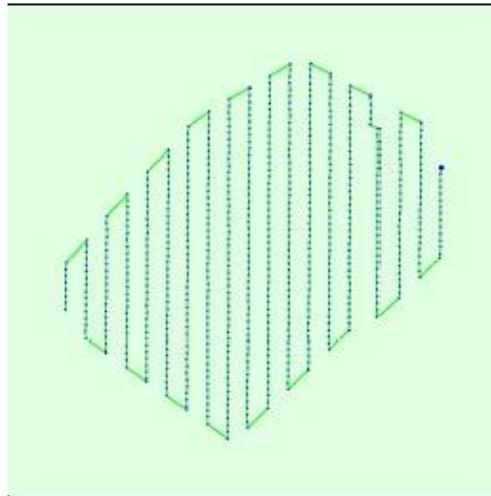


Figure 2: Top view of the initial image position. The green line follows the position of the images in time starting from the large blue dot.

Computed Image/GCPs/Manual Tie Points Positions

Initial Image Positions

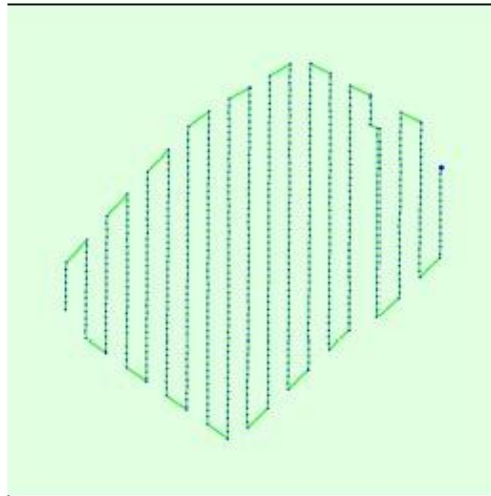


Figure 2: Top view of the initial image position. The green line follows the position of the images in time starting from the large blue dot.

Computed Image/GCPs/Manual Tie Points Positions

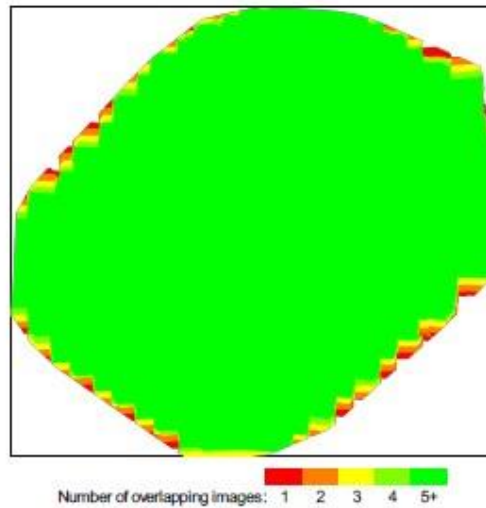


Figure 4: Number of overlapping images computed for each pixel of the orthomosaic. Red and yellow areas indicate low overlap for which poor results may be generated. Green areas indicate an overlap of over 5 images for every pixel. Good quality results will be generated as long as the number of keypoint matches is also sufficient for these areas (see Figure 5 for keypoint matches).

Bundle Block Adjustment Details

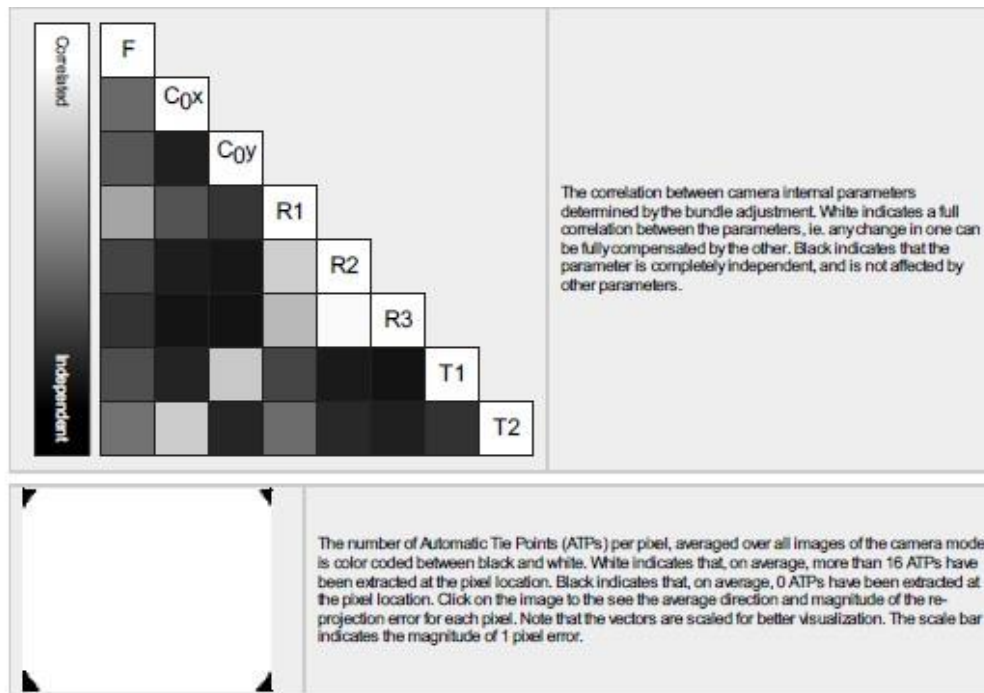
Number of 2D Keypoint Observations for Bundle Block Adjustment	2614221
Number of 3D Points for Bundle Block Adjustment	655962
Mean Reprojection Error [pixels]	0.104

Internal Camera Parameters

FC6360_5.7_1600x1300 (RGB). Sensor Dimensions: 5.022 [mm] x 4.081 [mm]

EXIF ID: FC6360_5.7_1600x1300

	Focal Length	Principal Point x	Principal Point y	R1	R2	R3	T1	T2
Initial Values	2173.920 [pixel] 6.824 [mm]	780.964 [pixel] 2.451 [mm]	639.519 [pixel] 2.007 [mm]	-0.511	0.507	-0.546	0.000	0.000
Optimized Values	1916.429 [pixel] 6.016 [mm]	824.773 [pixel] 2.589 [mm]	635.308 [pixel] 1.994 [mm]	-0.402	0.308	-0.260	0.000	0.000
Uncertainties (Sigma)	0.783 [pixel] 0.002 [mm]	0.062 [pixel] 0.000 [mm]	0.070 [pixel] 0.000 [mm]	0.000	0.002	0.004	0.000	0.000



2D Keypoints Table

	Number of 2D Keypoints per Image	Number of Matched 2D Keypoints per Image
Median	9172	3658
Min	6147	1653
Max	12432	6912
Mean	9309	3828

3D Points from 2D Keypoint Matches

	Number of 3D Points Observed
In 2 Images	331573
In 3 Images	126729
In 4 Images	62728
In 5 Images	35980
In 6 Images	23130
In 7 Images	15530
In 8 Images	11259
In 9 Images	8209
In 10 Images	6322
In 11 Images	4995
In 12 Images	4082
In 13 Images	3244
In 14 Images	2718
In 15 Images	2273
In 16 Images	1879
In 17 Images	1639
In 18 Images	1429
In 19 Images	1209
In 20 Images	1031
In 21 Images	941

In 61 Images	7
In 62 Images	5
In 63 Images	7
In 64 Images	4
In 65 Images	6
In 66 Images	2
In 67 Images	3
In 68 Images	2
In 90 Images	3
In 98 Images	1

2D Keypoint Matches

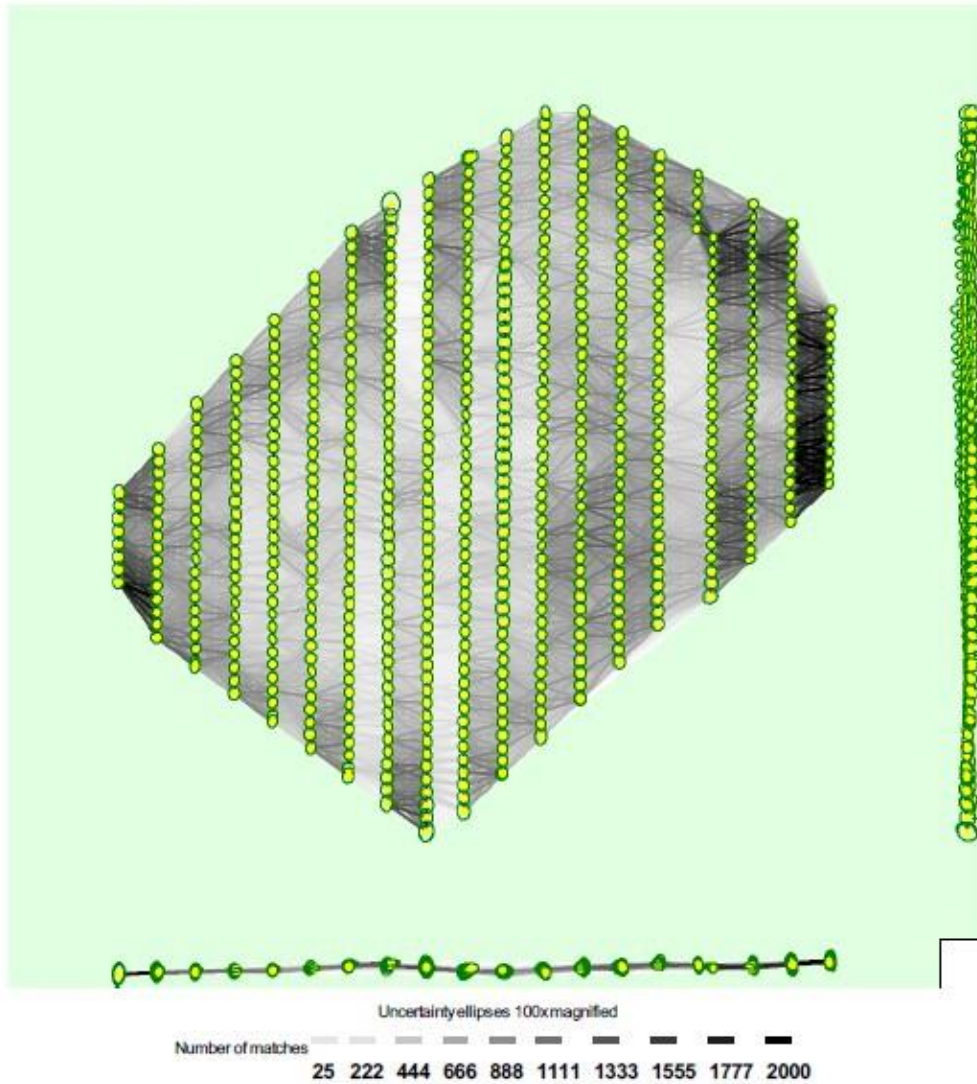


Figure 5: Computed image positions with links between matched images. The darkness of the links indicates the number of matched 2D keypoints between the images. Bright links indicate weak links and require manual tie points or more images. Dark green ellipses indicate the relative camera position uncertainty of the bundle block adjustment result.

Relative camera position and orientation uncertainties

	X[m]	Y[m]	Z[m]	Omega [degree]	Phi [degree]	Kappa [degree]
Mean	0.014	0.016	0.011	0.024	0.023	0.003
Sigma	0.002	0.002	0.006	0.010	0.011	0.001

Geolocation Details

Absolute Geolocation Variance

Min Error [m]	Max Error [m]	Geolocation Error X [%]	Geolocation Error Y [%]	Geolocation Error Z [%]
-	-4.00	0.00	0.00	0.00
-4.00	-3.20	0.00	0.00	0.00
-3.20	-2.40	0.00	0.00	0.00
-2.40	-1.60	0.00	0.00	0.00
-1.60	-0.80	0.00	0.00	5.27
-0.80	0.00	47.29	48.32	49.34
0.00	0.80	52.71	51.68	45.39
0.80	1.60	0.00	0.00	0.00
1.60	2.40	0.00	0.00	0.00
2.40	3.20	0.00	0.00	0.00
3.20	4.00	0.00	0.00	0.00
4.00	-	0.00	0.00	0.00
Mean [m]		0.010352	-0.000952	-0.012061
Sigma [m]		0.190866	0.244642	0.430671
RMS Error [m]		0.191147	0.244644	0.430840

Min Error and Max Error represent geolocation error intervals between -1.5 and 1.5 times the maximum accuracy of all the images. Columns X, Y, Z show the percentage of images with geolocation errors within the predefined error intervals. The geolocation error is the difference between the initial and computed image positions. Note that the image geolocation errors do not correspond to the accuracy of the observed 3D points.

Relative Geolocation Variance

Relative Geolocation Error	Images X [%]	Images Y [%]	Images Z [%]
[-1.00, 1.00]	100.00	100.00	100.00
[-2.00, 2.00]	100.00	100.00	100.00
[-3.00, 3.00]	100.00	100.00	100.00
Mean of Geolocation Accuracy [m]	1.055837	1.055837	2.249067
Sigma of Geolocation Accuracy [m]	0.065698	0.065698	0.112986

Images X, Y, Z represent the percentage of images with a relative geolocation error in X, Y, Z.

Geolocation Orientational Variance	RMS [degree]
Omega	0.799
Phi	2.348
Kappa	0.724

Geolocation RMS error of the orientation angles given by the difference between the initial and computed image orientation angles.

Initial Processing Details

System Information

Hardware	CPU: Intel(R) Core(TM) i9-10885H CPU @2.40GHz RAM: 32GB GPU: NVIDIA GeForce RTX2080 Super (Driver: 31.0.15.4626)
Operating System	Windows 10 Home, 64-bit

Coordinate Systems

Image Coordinate System	WGS 84
Output Coordinate System	WGS 84 / UTM,zone 34N

Processing Options

Detected Template	3D Maps
Keypoints Image Scale	Full, Image Scale: 1
Advanced: Matching Image Pairs	Aerial Grid or Corridor
Advanced: Matching Strategy	Use Geometrically Verified Matching: no
Advanced: Keypoint Extraction	Targeted Number of Keypoints: Automatic
Advanced: Calibration	Calibration Method: Standard Internal Parameters Optimization: All External Parameters Optimization: All Rematch: Auto, no

Point Cloud Densification details

Processing Options

Image Scale	multiscale, 1/2 (Half image size, Default)
Point Density	Optimal
Minimum Number of Matches	3
3D Textured Mesh Generation	yes
3D Textured Mesh Settings:	Resolution: Medium Resolution (default) Color Balancing: no
LCD	Generated: no
Advanced: 3D Textured Mesh Settings	Sample Density Divider: 1
Advanced: Image Groups	group1
Advanced: Use Processing Area	yes
Advanced: Use Annotations	yes
Time for Point Cloud Densification	09m:46s
Time for Point Cloud Classification	NA
Time for 3D Textured Mesh Generation	04m:14s

Results

Number of Generated Tiles	1
Number of 3D Densified Points	3627497
Average Density (per m ²)	101.34

DSM, Orthomosaic and Index Details

Processing Options

DSM and Orthomosaic Resolution	1 x GSD (3.72 [cm/pixel])
DSM Filters	Noise Filtering: yes Surface Smoothing: yes, Type: Sharp

Raster DSM	Generated: yes Method: Inverse Distance Weighting Merge Tiles: yes
Orthomosaic	Generated: yes Merge Tiles: yes GeoTIFF Without Transparency: no Google Maps Tiles and KML: no
Time for DSM Generation	03m:41s
Time for Orthomosaic Generation	21m:28s
Time for DTM Generation	00s
Time for Contour Lines Generation	00s
Time for Reflectance Map Generation	00s
Time for Index Map Generation	00s