

# Diplomadolgozat

Töpler Dániel

2024.



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**

**Szent István Campus**

**Környezettudományi Intézet**

**Agrármérnöki Osztatlan Szak**

# **Az Egerbaktai Tőzegmohás Láp Vegetációtérképezésének Első Lépései**

## **Diplomadolgozat**

<b>Belső konzulens:</b>	Dr. Csorba Ádám
<b>Belső konzulens Intézete / Tanszéke:</b>	Környezettudományi Intézet / Talajtani Tanszék
<b>Külső konzulens:</b>	Dr. Nagy János György
<b>Készítette:</b>	<b>Töpler Dániel</b>

**2024.**

**Gödöllő**

# Tartalomjegyzék

Rövidítések jegyzéke: .....	1
I. Bevezetés és célkitűzések .....	2
I.1. A téma bemutatása .....	2
I.2. Célkitűzések .....	3
II. Szakirodalmi áttekintés.....	4
II.1. A vegetációtérképezés alapjai .....	4
II.2. A tőzegmohalápokról.....	5
II.3. Az egerbaktai tőzegmohás láp .....	7
II.4. Távérzékelés .....	12
II.4.1. Képfeldolgozás .....	14
II.5. Légifelvételek készítése UAS segítségével .....	15
III. Vizsgálatok módszerei .....	17
III.1. Alkalmazott eszközök.....	17
III.2. Helyszíni vizsgálatok.....	17
III.2.1. Első felvételezés.....	17
III.2.2. Második felvételezés.....	18
III.3. Képfeldolgozás .....	19
III.3.1. A képszegmentálás folyamata.....	19
IV. Eredmények és értékelésük.....	21
IV.1. Elkülönített vegetációtípusok és kiterjedésük. ....	21
IV.1.1. A lápot körülvevő erdő. ....	21
IV.1.2. A lápot körülvevő nyílt (lombbal nem fedett) zóna.....	22
IV.1.3. A fűzláp .....	23
IV.1.4. Rekettyefűz borítás mentes, lágyszárúak uralta lápbelső kiterjedése .....	24
IV.2. Módszertani eredmények és értékelésük.....	26

IV.3. Vegetációtörténet az irodalmi adatok alapján .....	29
V. Következtetések és javaslatok .....	31
V.1. A képszegmentálás hatékonysága.....	31
V.2. Árnyékhatás .....	31
V.3. Torzulás .....	32
V.4. Léptékfüggés.....	33
V.5. A terület jövőbeni kutatásának irányai .....	33
VI. Összefoglalás .....	35
Köszönetnyilvánítás .....	37
Hivatkozások .....	38
Ábrajegyzék .....	41
Táblázatjegyzék.....	42
Melléletek.....	43
Nyilatkozatok .....	46

## Rövidítések jegyzéke:

GNSS:	global navigation satellite system globális műholdas navigációs rendszer
GPS:	global positioning system globális helymeghatározó rendszer
NDVI:	normalized difference vegetation index normalizált vegetációs index
RGB:	red-green-blue piros-zöld-kék, fotográfiai színsávokat jelölnek.
RTK:	real-time kinematic positioning valós idejű kinematikus helymeghatározás
UAS:	unmanned aircraft system személyzet nélküli légi jármű rendszer
UAV:	unmanned aerial vehicle személyzet nélküli légi jármű
MSS:	multi spectral scanner multispektrális rögzítő egység

# I. Bevezetés és célkitűzések

## I.1. A téma bemutatása

Környezetünk változása egyre szembeötlőbb jelenség, olykor drámai módon. Ennek a folyamatnak részeként tűnnek el, vagy halnak ki növény- és állatfajok, és változik meg a számunkra jól ismert táj. Az egerbaktai és a hozzá hasonló lápok rendkívül kitettek az átlaghőmérséklet növekedésének és a kedvezőtlen, csapadékhiányos időjárásnak. Ha folytatódik az elmúlt évtizedek tendenciája az időjárás vonatkozásában, akkor az egerbaktai láp jelentősen átformálódik. A szakirodalomban fellelhető források 1920-1991 között dokumentálják a láp környezetét és annak változását. A dolgozat célja ezen kutatási anyagok bemutatása mellett egy lépés megtétele a láp aktuális vegetációtérképének elkészítése irányába, mely később összevetésre alkalmas lesz a Dulai és Vojtkó által 1991-ben készített vegetációtérképpel.

A vegetációtérképezés többek között természetmegőrzési és mezőgazdasági célokat egyaránt szolgálhat. Esetünkben a természeti érték dokumentálása, valamint az adatok alapján történő elemzése játssza a főszerepet. Mint azt majd a továbbiakban bővebben ki is fejtem, a klasszikus vegetációtérképezési módszerek alacsonyabb pontosságúak, mint a távérzékelési és digitális eszközöket is használóak, és azoknál jóval nagyobb terepi munkaigényűek. A technika - ha klisé is - de rohamosan fejlődik. Azon technológiák, melyek pár évtizede még kizárólag csak a haditechnikában, vagy az űrkutatásban voltak használatosak, napjainkra elérhetővé váltak az átlagfelhasználó számára is. Ezen technológiák közül - talán kiemelt lendülettel - tört elő a drónokkal történő távérzékelés.

*1. ábra*

*Légifotó az egerbaktai láptavakról. 1991.09.02. (fentről.hu, 2024)*



Pár évtizeddel ezelőtt, ha akartunk készíteni egy felvételt száz méter magasságból, az erdő közepéről, akkor azt vagy repülővel, vagy helikopterrel, tudtuk megtenni, esetleg egyéb, pl. ballonos, kevésbé praktikus megoldással. Kivitelezésük lényegesen nagyobb logisztikát és költségeket igényelt. Az akkori kamerák és fényképezőgépek a képminőséget és az utómunkázhatóságot illetően lényegesen elmaradnak a jelenlegi képalkotás eszközeitől. Az egerbaktai tőzegmohás lápról pár nagy magasságból készített légifelvétel (1. ábra), valamint a Google térkép műholdas felvételei azok, amelyek közvetlenül az internetről hozzáférhetők.

## I.2. Célkitűzések

Munkám célja az egerbaktai tőzegmohás láp pilóta nélküli légi járművel történő felmérése. A felmérés egy részletesebb vegetációtérkép összeállításának alapjául fog szolgálni. Eszközeim, és pár, rendkívül segítőkész ember segítségével szeretném megalkotni az egerbaktai tőzegmohás láp vegetációtérképét, a lehető legkevesebb manuális beavatkozással. Az automatizálás nem pusztán a lustaságból ered, (bár egy-egy vegetációtérkép összeállítása rengeteg munkaórát vesz igénybe) fontos szempont az emberi szubjektivitás minimalizálása. Erre a célra lehetnek kiválóak a képszegmentáló programok (Cserhalmi 2009). Szeretnék készíteni egy pillanatképet a lápról, melynek minősége és információ tartalma kiváló alapjául szolgál majd a későbbiek során a részletes vegetációtérkép összeállításához.

A dolgozat fő célja a láp nagyobb vegetációs egységeinek szegmentálással történő szétválasztása és méretük meghatározása. Ez a három nagyobb egység a lagg zóna, a belső füzes rész és a láp legbelső, nyílt sásos részei.

A folyamat során felmerülő nehézségek és eredmények - minden reményem szerint - reálisan fogják körvonalazni a hatékonyság növelésének feltételeit és lehetőségeit.

Továbbá dolgozatom során erre a három kérdésre szeretném megkapni a választ:

- Használható-e az általam használt eljárás a vegetációtérképezésben?
- Milyen léptékben használhatók az általam használt módszerek?
- Milyen módon növelhetjük a vegetációtérképek pontosságát és részletgazdagságát?

## II. Szakirodalmi áttekintés

### II.1. A vegetációtérképezés alapjai

A vegetációtérképezés célja az adott terület jellemzése, rögzítése (Takács és Molnár 2007). Összehasonlíthatunk általa különböző területeket, vagy akár ugyanazon területet eltérő időpontokban. Térképezés során a vegetációs egységeket azonosítjuk a rendelkezésre álló módszerekkel. Többféle megközelítésben tekinthetünk a vegetációtérképezés módszertanára. Két irányt különíthetünk el, egyik irány szerint a terület vegetációtérképét a fiziognómiai tulajdonságok alapján készítik el. A másik, szélesebb körben elfogadott módszer szerint a térképet a vegetáció összetétele határozza meg (Küchler 1967, Dierschke 1994). Erre a metodikára épül a Zürich-Montpellier módszer, ami a legelterjedtebb módszer volt hazánk cönológiai vizsgálataiban. Mint minden, így ez sem tökéletes, a módszer alkalmazása során számos hibába ütközünk (Bagi 1998). Az eljárás alkalmazása során problémát jelenthet az átmeneti, vagy inhomogén állományok kezelése, illetve a szubjektivitás minimalizálása. Ahány ember és ahány munka, annyiféle elképzelés és meglátás létezik a vegetációtérképek határvonalainak helyzetéről és az őket alkotó halmazok mennyiségéről, minőségéről. Az azonos területekről, azonos időpontban, de eltérő készítő által létrehozott vegetációtérképek közti különbség elérheti akár az 50%-ot is (Molnár et al. 1998).

Hazánk vegetációtérképezése a 20. század elejétől kapott kiemelt figyelmet. A jelentősebb térképezési munkákról és eredményekről Fekete (1998) számol be. A természetvédelem igényeinek köszönhetően a 80-as évektől az akkorra már feltérképezett területek ismételt vizsgálatai kezdődtek meg. Az eltérő időpontban készített vegetációtérképekből (általában több éves, vagy évtizedes csúszással) következtethetünk a vegetációk fejlődésének irányaira. Ilyen vizsgálatok közül akkoriban kiemelkedőnek számított Bartha és Markovics (1994) munkája, melyben a kőszegi tőzegmohás-lápot vizsgálták. Vizsgálataik során főként a minőségi eltéréseket dokumentálták, melyek jól kimutathatók voltak, de mennyiségi, teljes területre viszonyított méréseket nem végeztek. Ennek oka az akkori technika hiányosságaiban keresendő, mivel csupán pár térkép és néhány alacsony minőségű és felbontású légifotó állt rendelkezésre, melyek vizsgálataiból nem lehetett leszűrni használható eredményeket. (A területalapú számításokhoz szükség van az objektumok határvonalainak meghúzására.) Értelemszerűen minél rosszabb a minősége, vagy kevesebb a kiindulási anyagok mennyisége, annál pontatlanabb lesz a vegetációtérkép. A 90-es években nem rendelkeztek olyan technológiával a kutatók, amivel költség- és időhatékony módon végezhetek volna pontos,



kvantitatív méréseket, márpedig ez elengedhetetlen. Cserhalmi (2009) dolgozatában beszámol a pánkromatikus légifelvétel szegmentálásával történő mennyiségi méréséről a Beregi-síkon található Nyíres-tó és a Navad-patak vonatkozásában. Az általa végzett mérések segítségével több archív légifelvétel és meglévő vegetációtérkép segítségével leírta a vegetációtörténetét. A Nyíres tó esetén kilenc társulást tudott elkülöníteni és mérni, a Navad-patak esetében pedig tíz társulást. A képek szegmentálásához az eCognitiont alkalmazta.

## II.2. A tőzegmohalápokról

Dömsödi (1988) írása betekintést nyújt a lápok világába, kialakulásuktól egészen pusztulásukig, ebbe beleértve a tőzegmohalápokot is. A lápképződés, lápmegsemmisülés című könyvében ismerteti a lápok rendszerezését, osztályozását. A rendszerezések típusait illetően részletesen vázolja a lehetséges szempontokat. Az alábbi nyolc fajtát említi:

- Rendszertani
- Geográfiai
- Meteorológiai
- Alakzati
- Vegetációs
- Geomorfológiai
- Vízutánpótlás típusa szerint
- A láp teljes profiljának rendszerezése

Tőzegmohalápok jellemzően a hidegebb égövön, a hazánkban található lápokhoz képest lényegesen nagyobb tengerszint feletti magasságban fordulnak elő. Kialakulásuk tápanyagszegény, vízzel telt talajokon történik. Északról dél felé haladva számuk egyre csökken, Magyarországon 25 állományuk ismert (2. ábra), melyeknek a kiterjedése összesen nem haladja meg az 5 ha-t. Az ország észak-keleti csücskétől, egészen Alpokaljáig fordulnak elő. Az Alföld északi részén található a Beregi-sík. Az itt található hajdani 5 tőzegmohás lápból mára csak háromban találunk tőzegmohákat. (Simon 1960, Nagy 2023). Az Északi-középhegységben, pontosabban a Zempléni-hegységben lelhető fel a Nagyhutai-láp. A Keleméri-lápok a Putnoki dombság, az egerbaktai láp a Bükk hegység, a Siroki Nyírjes tó a Mátra, míg a Nagybárkányi-láp a Cserhát részei (Lájer et al. 2011).

A Magyarország Élőhelyei, Vegetációtípusok leírása és határozója ÁNÉR 2011, könyv (Bölöni et al. 2011) *C23 – Tőzegmohás átmeneti lápok és tőzegmohalápok* (Lájer et al. 2011) című

fejezete (<https://novenyzetiterkep.hu/node/949>) ismerteti a lápok környezeti, geológiai és botanikai viszonyait.

2. ábra  
Tőzegmohás lápok és ingólápok elterjedési térképe, (<https://novenyzetiterkep.hu/node/949>)



A lápokot javarészt állandó víz borítja, a tőzegmohák vagy szőnyegként, úszva terülnek el a víz tetején, vagy zombékokra, semlyékekre növe találjuk őket (Lájer et al. 2011). Lefolyástalan területeken fordulnak elő, patakok, folyók, források közelében, de vannak zárt, lefolyástalan völgyekben található medenceszerű lápok is, melyek leginkább ki vannak szolgáltatva a csapadék mennyiségének.

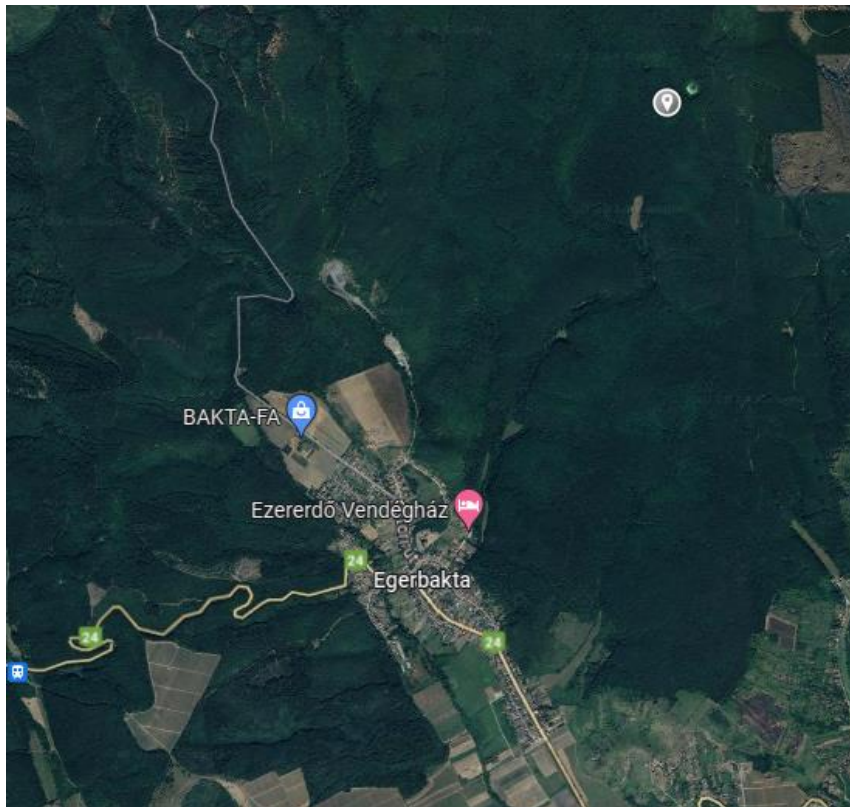
A lápok vize sárgásbarna színű, ásványi anyagokban és mészben szegény, míg szerves anyagokban gazdag, pH-ja a savas tartományban található (3-5). A talajuk változó vastagságú és összetételű, lehet tőzeges láptalaj, vagy lehet tőzeg. A talaj felső rétegei egy agyagos, vízzáró rétegen foglalnak helyet.

Jellemző, egyben névadó fajaik a tőzegmohák, ezek közül is a leggyakrabban a *Sphagnum fallax*, a *Sphagnum palustre* és a *Sphagnum angustifolium* fordul elő. Gyakori fajok közé tartozik még a *Calliergonella cuspidata*, *Aulacomnium palustre* és a *Polytrichum strictum*. Az edényes növények foltokat, kisebb társulásokat alkotva fordulnak elő. Gyakori edényes növények az *Eriophorum* (gyapjúsás) és a *Typha* (gyékény) fajai, valamint egyéb sások és fás szárú növények. A sások közül a *Carex elata*, *C. panicea*, *C. elongata*, *C. nigra*, *C. pseudocyperus*, *C. echinata*, *C. elata* és a *C. vesicaria*, míg a fás szárú növények közül a *Populus* (nyár), *Betula* (nyír), *Alnus* (éger) és a *Salix* (fűz) a leggyakoribbak (Lájer et al. 2011).

### II.3. Az egerbaktai tőzegmohás láp

A láp vegetációs, klimatikus és földrajzi viszonyait Dulai és Vojtkó (1991) munkája mutatja be, továbbá ez a legfrissebb olyan tanulmány, amely csak az egerbaktai lápot tárgyalja. A láp földrajzi elhelyezkedését illetően a tengerszint felett 280 m-re, Egerbaktától északkeleti irányban található (3. ábra). (A láp, vagy „Kis-tó” a Hevesi háton foglal helyet, a Bükk és a Mátra ölelésében. A Hevesi völgyet kettéválasztja a Laskó Patak, melynek keleti oldalán található a láp. Ez geológiai értelemben a Bükk hegység része. A Kis-tó egy lefolyástalan völgyben, a Baktai Nagy-tó szomszédságában található (4. ábra).

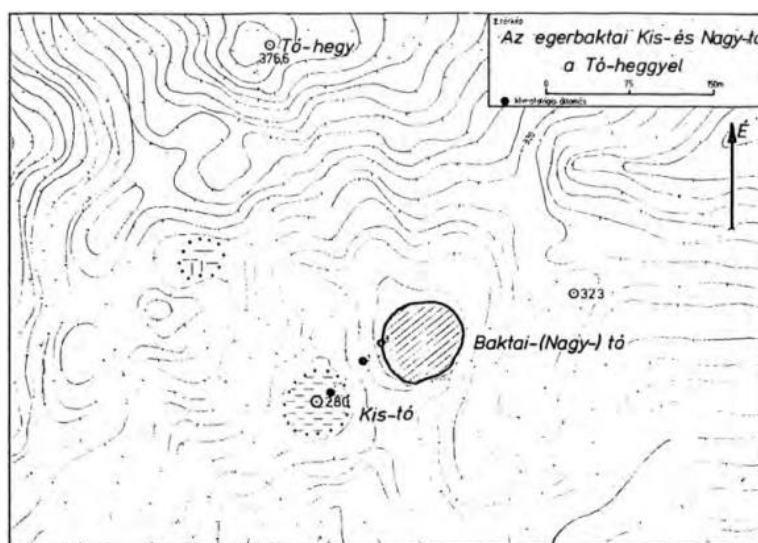
3. ábra  
*A láptavak elhelyezkedése (Google Maps 2024)*



Kialakulása bizonytalan, Juhász (1963) szerint a láp kialakulásának háttérében földcsuszamlás állhat.

A láp környezetében főként kvarcit, homokkő, illetve riolittufa található. Azokon a területeken, melyeken ezek a kőzetek fordulnak elő jellemzően, ott kisebb az esélye egy lehetséges földcsuszamlásnak, suvadásnak. A folyamat főként az olyan területekre jellemző, ahol az agyagrétegre laza szerkezetű anyag rakódik, ilyen lehet a kavics, vagy homok (Dulai és Vojtkó 1991).

4. ábra  
Az egerbaktai Kis- és Nagy- tó a Tó- hegygel. (Dulai és Vojtkó 1991)



Az egerbaktai láp esetében a javarészt kvarcit alapkőzetre homokkő, homok és agyag rétegek rakódtak. A feltöltődés során vékony iszapréteg keletkezett, melyre rátelepedtek a tőzegmohák. Tőzegeloszlása nem egyenletes, közepe nem formál óráüvegszerű alakot, így síklápról beszélünk. Ezt Zólyomi (1931) a terület klimatikus viszonyaira vezette vissza. A *Sphagnumok* megtelepedésével a láp képes a többlet csapadék elraktározására, így emelve meg a talajvíz szintjét (Nagy 2002).

A mélyedés feltöltődött vízzel, innen ered a Kis-tó megnevezés. A lápot 1955 előtt több méter szélességben, helyenként valamivel több, mint fél méteres vízréteg borította. A víztakaró 1955 nyarán, vélhetően repedéseken keresztül, viszonylag rövid időn belül elszivárgott (Juhász 1963). A Bükk hegység lápjainak tanulmányozásáról elsőként László (1915) és Boros (1924) közöltek adatokat (Zólyomi 1931).

A láp vegetációtörténetének bemutatását Zólyomi Bálint 1931-ben, a Botanikai Közlemények című folyóiratban publikálta „A Bükkhegység környékének *Sphagnum*-lápjai” című írásában. Két részre osztotta a lápot: centrális rész, melyet egy átmeneti öv, úgynevezett lagg zóna vesz körbe. A társulást *Carex rostrata* – *Sphagnum recurveum* ass-ként nevezte meg. A centrális zóna növényzetének összetételét az 5. ábra mutatja be Zólyomi (1931) munkájából.

5. ábra  
Az egerbaktai tőzegmohás láp centrális részének növényfajai. (Zólyomi 1931)

<i>Carex rostrata</i> — <i>Sphagnum recurvum</i> ass.				
p	<i>Salix cinerea</i>	1	3	2
	<i>Populus tremula</i>	1	2	1
	<i>Betula pendula</i>	+	+	1
	<i>Nephradium thelypteris</i>	2—(5)	5	5
	<i>Lemna minor</i>	1	1	1
	<i>Drosera rotundifolia</i> <sup>4</sup>	1	1	5
	<i>Lythrum salicaria</i>	1	2	1
	<i>Epilobium palustre</i>	1	5	5
	<i>Cicuta virosa</i>	1	2	5
	<i>Lysimachia vulgaris</i>	2	5	2
	<i>Menyanthes trifoliata</i>	1—4	4	5
	<i>Lycopus europaeus</i>	1	1	1
	<i>Scutellaria galericulata</i>	1	1	1
	<i>Utricularia vulgaris</i>	1	1	1
	<i>Galium palustre</i>	1	1	1
g	<i>Carex rostrata</i>	5	5	5
	<i>Juncus effusus</i>	1	2	1
b	Bryales	1	2	2
s	<i>Sphagnum recurvum</i>	5—(2)	5	5
	<i>Sph. subbicolor</i>	1	1	4
	<i>Sph. squarrosum</i>	1	1	4

A lápot Zólyomi (1931) és Juhász (1963) is az átmeneti lápok közé sorolta. Juhász (1963) a következő két szempont alapján sorolja az átmeneti lápok közé: Az egyik szempont, hogy a nyílt, belső részén nem találunk egybefüggő tőzegmoha takarót. A láp ezen részére más fajok, mint például a *Carex pseudocyperus* (villás sás) jellemzőbbek. Másik szempont, hogy bizonyos növényfajok nem találhatóak meg a láp környezetében, melyek rendszerint részét képezik az ilyen jellegű társulásoknak. Ilyen növényfajok közé tartozik a *Vaccinium oxycoccus* (tőzegáfonya), a *Comarum palustre* (tőzegeper), az *Andromeda* (tőzegrozmaring), illetve a *Ledum palustre* (molyüző).

Az egerbaktai tőzegmohás láp jellemző társulása a *Salici cinereae* – *Sphagnelum recurvi* (Juhász 1963).

Juhász Lajos 1963-ban publikált írása hat jelen levő tőzegmohafajról számolt be, név szerint ötöt említett meg ezek közül:

- *S. squarrosum* - Berzedtlevelű tőzegmoha
- *S. palustre* - Mocsári tőzegmoha
- *S. fimbriatum* - Rojtoslevelű tőzegmoha
- *S. acutifolium* - Görbe levelű tőzegmoha
- *S. centrale* - Karcsú tőzegmoha

Mindegyik megemlített tőzegmohafaj ritkának számít Magyarországon, különösen az *S. acutifolium* és a *S. centrale* (Farkas 1999). A leírt fajok közül a legjelentősebb mennyiségben a *S. acutifolium* volt jelen. Írásában említést tesz a *Caliergon cordifolium* és a *Riccardia pinguis* jelenlétéről, mely utóbbi egy ritka májmoha (Juhász 1963).

A láp egyik gyakori növénye a *Carex pseudocyperus* (villás sás) volt. Ezt olyan zsombék alkotóként írta le, melyen a tőzegmohák képesek megtelepedni. Leírása szerint ugyanezen zsombékok alkalmas életteret biztosítottak a *Thelypteris palustrisnak* (tőzegpáfrány) és az akkor még a lápon jelen levő *Dryopteris cristatanak* (tarajos pajzsika). Utóbbi fajról Juhász (1963) eltűntként számolt be, írása szerint az 1920-as évek kutatásai során is már csak pár példány volt fellelhető, '63-ra teljesen eltűnt a láp flórájából. Teljesen eltűnt fajok közt szerepeltette az *Urticularia vulgarist* (közönséges rence), ez a faj a folyamatos vízborítás megszűnése miatt tűnt el. Olyan mélyedésekben, ahol elégséges mennyiségű víz össze tudott gyűlni, előfordult az *Urticularia minor*. *Carex inflata* (ma *C. rostrata* néven) (csőrössás) a lagg zónában volt jelen, alacsony tőszámban. A láp belső részének ritka kincsei közé tartozott az élő *Menyanthes trifoliata* (vidrafű), mely növény rendkívül szép, fehér virágokkal borította a láp belsejét alacsony tőszámban.

Dulai és Vojtkó (1991) munkájuk során a klimatikus viszonyok monitorozásán, dokumentálásán és a növényzet állapotfelmérésén volt a hangsúly. A mikroklíma megismerésére mérőállomásokat telepítettek a Nagy-tó és a Kis-tó vonalában. A méréseket 1987. július 1. és 31. között végezték, melynek során több légköri paramétert is mértek. Dulai és Vojtkó (1991) hét tőzegmohafajt említettek meg, melyek 1987-ig jelen voltak a lápon: *S. fimbriatum*, *S. centrale*, *S. recurvum*, *S. squarosum*, *S. palustre*, *S. acutifolium* és a *S. obtusum*. Ezzel szemben edényes növények közül mindössze tizenhét fajt dokumentáltak. A láp centrális részének egyes pontjain a tőzegmohák borítottsága 100 % volt, és (Dulai és Vojtkó 1991) azt is rögzítették, hogy a vidrafű a láp ezen pontjain fordult elő leginkább. A centrális rész szárazabb pontjain a *C. rostrata* dominált. Utóbbi faj a láp területének közel 50%-án volt jelen.

Vizsgálataik során 25 db, 1 m x 1 m-es négyzetet jelöltek ki, melyek mindegyikében fajonként megszámozták az összes hajtást. Ennek eredményét a 6. ábra mutatja be.



6. ábra

Az egerbaktai tőzegmohás láp (kis-tó) területén készült felvételi négyzet adatai. (Dulai és Vojtkó 1991)

Area	Életf. Tera.	T	M	R	FAC	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	K	A						
<b>MAGNOCARICION</b>																																						
Cp.	HN	E	5	9	4				61	151	111	120			153	36	60	39	183	105	117	52		93	68	40	105	16	20	62	19	3						
Eua.	HN	V	5	10	4		2		1																							1	1					
Eua. mod.	H	K	5	10	8							66	1	1							6		43					1				11	1					
Cp.	HN	KV	5	10	3					65	31											10			34			20	62	11	1							
<b>ALNION GLUTINOSAE</b>																																						
Eua.	H	E	5	10	3		1	1	1				1	1	1							1	1	1		1	1		1	1								
Cp.	S-HH	K	5	10	3		6	14	5	3	7	46	36	23	15	19	20	16	71	31	17	1	40	30	37	31	17	10	0	31			V 2					
<b>PHRAGMITETEA</b>																																						
Eua.	HN	K	5	9	8		33	62	24	13	17	11	29	12	4	15	15	10	9	25	32	26	27	10	24	14	11	8	9	5	2		V 1					
Kozs.	HN	V	5	10	4									15																			1	1				
Cp.	H	T2	5	9	3				7																	9		6	13	13			11	1				
Cp.	HN	E	5	10	4		1																											1	1			
<b>BIDENTION CONVULVULION</b>																																						
Cp.	TH	T2					21																												1	1		
Eua. mod.	HN	T2	5	9	4		2																												1	1		
Cp. mod.	TH	GY					1																													1	1	
<b>QUERCUS - FAGETEA</b>																																						
Cp.	TH	GY	5	5	4								2																							1	1	
Eua.	HN-H	T2	3	4	2																1		1	1	1			1	1	4					11	1		
Kozs.	H	K																																		1	1	
<b>EBYER</b>																																						
Kozs.	H-G	T2	5	5	4									2																							1	1
<b>A. SZINT magasság (m)</b>																																						
borítás (%)																																						
<b>B. SZINT magasság (m)</b>																																						
borítás (%)																																						
<b>C. SZINT magasság (cm)</b>																																						
borítás (%)																																						
<b>D. szint borítás (%)</b>																																						

Az egy-egy négyzetbe eső edényes növények darabszámát rögzítették, a tőzegmohák esetében pedig a felszínborítást. Négy szintet határoztak meg. Az „A” szint a lombkorona, a „B” szint a cserje, a „C” szint a lágyszárúak, a „D” pedig a tőzegmohák szintje.

A fajokat négy konkrét és egy „egyéb” cönotaxonba igyekeztek sorolni (7. ábra):

7. ábra

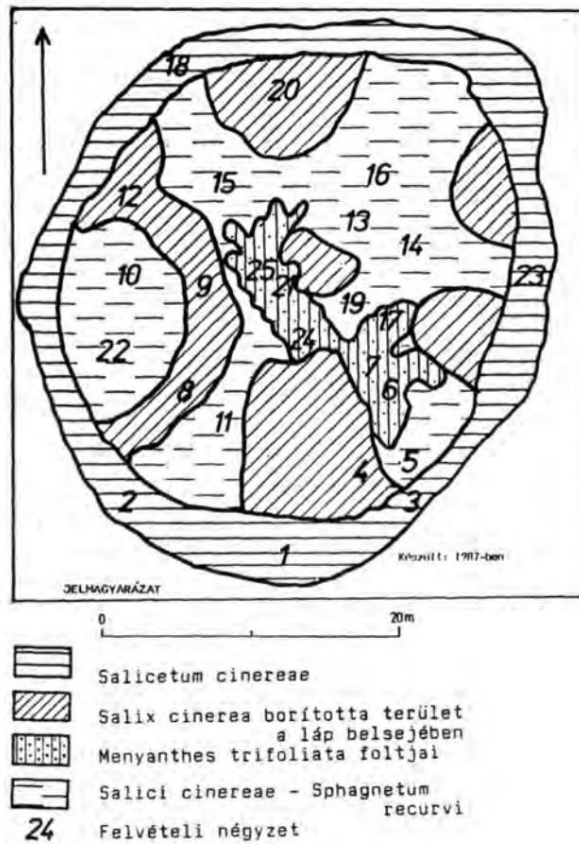
A fajok cönológiai fajcsoport szerinti megoszlása. (Dulai és Vojtkó 1991)

29 %	Magnocaricion	68 %
22 %	Alnion glutinosae	18 %
42 %	Phragmitetea	13,5 %
6,5 %	Bidention-Convulvulion	-
0,5 %	Egyéb	0,5 %

A kutatásuk egyik eredményeként megalkották a láp kézzel rajzolt vegetációtérképét, melyet a 8. ábra mutat be.

8. ábra

Az egerbaktai Kis-tó (tőzegmohaláp) vegetációtérképe. A számok a cönológiai felvételeik helyeit mutatják. (Dulai és Vojtkó 1991)



#### II.4. Távérzékelés

A távérzékelésnek, mint tudománynak a kialakulása a 19. század közepére tehető. Félix Tournachon, francia fotográfus 1858-ban készítette el az első légifelvételt Párizs felett, egy léggömb segítségével (Miklós 1984). A távérzékelés olyan tevékenység, mely során a vizsgálandó terület nem kerül fizikai kapcsolatba mérőeszközzel, a vizsgálatok kisebb-nagyobb magasságból történnek. A felvételezések során különböző szenzorok segítségével vizsgáljuk a környezet emberi szem számára látható és nem látható tulajdonságait. Fontos, hogy a vizsgálati eredményeknek reprodukálhatónak kell lennie (Szász 1995). Az első felvételeket ballonokról készítették, ám ezek még igen kezdetleges megoldások voltak. Az első világháború alatt kiemelt jelentőségűvé vált a repülőkről végzett légifelvételzés. Innentől számítva robbanásszerű fejlődésnek lehettünk szemtanúi. Napjainkra a felméréseket főként műholdak és földközeli repülő eszközök végzik. Az első világűrből készített felvétel 1959-ben készült el (Büttner 1996). Az első földmegfigyelő műhold ERTS névre hallgatott, melyet 1972-ben indítottak bolygó körüli útjára. Ezt követték a Landsat (Land Observation Satellite) műholdak, melyek a kamerák helyett olyan aktív és passzív szenzorokkal lettek ellátva, melyeknek célja a bolygó



felszínének letapogatása volt mintegy 900 km-es magasságból (Nemerkenyi 2024). A Landsat műholdak a Földről visszavert elektromágneses sugárzást érzékelték és továbbították a földi állomásokra. A letapogatás során a repülési irányra merőlegesen, egyenként 34 000 km<sup>2</sup>-es területet lefedő sávokból állították össze a térképeket. Az első három Landsat műholdat úgynevezett MSS (multi spectral scanner) rendszerrel szerelték fel. Ezek a rendszerek 4 spektrális sávban tudtak adatokat gyűjteni, továbbá hatvannégy árnyalatot voltak képesek megkülönböztetni, és felbontásuk (80 m x 80 m) / pixel volt. Az űrtechnológia és a távérzékelés rohamos fejlődésének köszönhetően napjainkra már a nagyközönség számára is elérhetőek a különböző műholdak által készített adathalmazok (Cserhalmi 2009).

Fontos tudni, hogy az űrből készített felvételek – köszönhetően a nagy távolságnak és a relatív nagy sebességnek – lényegesen nagyobb torzulással rendelkeznek, mint a földközeli légi járműről készített képek. A rendelkezésre álló rendszerek tulajdonságait Bíró (2024) foglalta össze, ezt mutatja be az 1. táblázat.

*1. táblázat  
Távérzékelés rendszerek összehasonlítása. (Bíró 2024)*

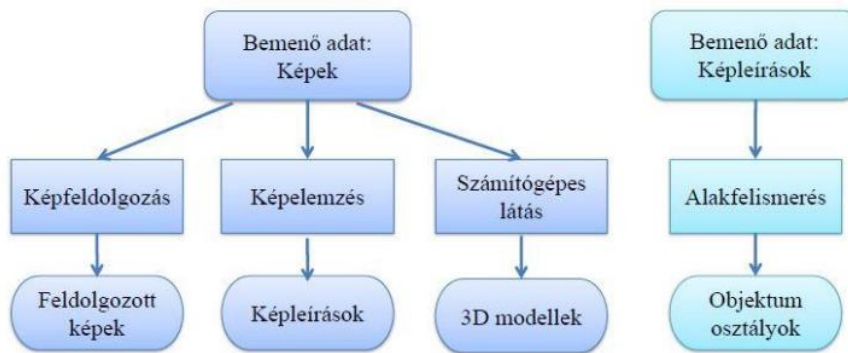
<b>Rendszer</b>	<b>Spektrális tartomány <math>\mu\text{m}</math></b>	<b>Spektrális felbontás <math>\mu\text{m}</math></b>	<b>Radiometriai felbontás <math>\mu\text{m}</math></b>	<b>Terepi felbontás <math>\mu\text{m}</math></b>	<b>Napi teljesítmény (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Visszatérési idő</b>
Műhold-multispektrális	0,4-8	500-200	8-11	0,5-1000	országos régiós fedettség	2-16 nap
Műhold-hiperspektrális	0,4-2,5	5-10	10-11	80-100	országos régiós fedettség	16-18 nap
Légi- mérőkamera	0,4-0,9	50-100	10-12	0,05-0,5	100-1000	igény szerinti
Légi- hiperspektrális	0,4-2,5	1-10	10-12	0,05-0,5	100-1000	igény szerinti
UAV-multispektrális	0,4-0,9	50-100	8-11	0,02-0,5	1-5	igény szerinti
UAV-hiperspektrális	0,4-2,5	1-10	8-11	0,02-0,5	1-5	igény szerinti

## II.4.1. Képfeldolgozás

A képfeldolgozási eljárást illetően Cserhalmi (2009) és Dmitrij (2024) munkája volt segítségemre. ImageJ program segítségével nem végeztek hasonló vizsgálatokat, így a dolgozat elméleti részének a gyakorlatba történő megvalósítása korlátokba ütközött. Mindezek ellenére jó pár dolgot érdemes megemlíteni általánosságban a képfeldolgozás módszertanáról.

A képelemzést máshogy alkalmazzák a különböző szakirodalmi forrásokban. Képelemzés alatt egy olyan eljárást értünk, mely esetében a bemeneti oldalon egy kép, vagy képek, esetleg videó file található, a kimeneti oldalon pedig egy adathalmaz, képleírás (Dmitrij 2024). A képfeldolgozás elemeit és a köztük helyet foglaló képelemzést a 9. ábra szemlélteti.

9. ábra  
A digitális képfeldolgozás fogalma. (Károlyfi, 2024)



A képek információtartalmát, minőségét többféleképpen értékelhetjük. Az értékelés szempontjai közül az egyik legfontosabb paraméter a készített kép felbontása. A digitális képek megjelenése előtt a képek felbontását vonalpár / mm mértékegységben fejezték ki. A digitális képek felbontásának jellemzésére ma már a megapixelt használjuk mértékegységként. Elmondható, hogy minél több pixelt tartalmaz egy kép, annál nagyobb az információtartalma és a részletessége (projektor.hu 2024).

A képfeldolgozás egyik módszere az osztályozás. Osztályozás esetén a pixeleket tulajdonságaik mentén halmazokba rendezzük. Két típusát különböztetjük meg, egyik a „felügyelt”, másik a „nem felügyelt” rendszer. Felügyelt rendszer esetén az osztályozást nekünk kell elvégezni, a halmazokat manuálisan kell megképezni. Utóbbi esetben szoftveres segítséggel, beállított paraméterek mentén történik a halmazok képzése (Cserhalmi 2009).

## II.5. Légifelvételek készítése UAS segítségével

„A távérzékelésnek a mai napig vannak más mérőeszközei is, de azok nem voltak ennyire hatékonyak és egyszerűen kezelhetőek, mint a pilóta nélküli repülő eszközök” (Dusek 2018).

Az UAS kifejezés az angol Unmanned Aerial System elnevezésből ered. A repülést végző eszköz távirányítási parancsokkal vagy autonóm mód végzi a műveletét. (Bugyi 2018). Az Európai Bizottság a pilóta nélküli légi jármű-rendszerek harmadik országbeli üzembentartóiról szóló 2019/945 felhatalmazáson alapuló rendelete értelmében csak a globális helymeghatározó műholdrendszerrel – Global Navigation Satellite System (GNSS) egységgel ellátott egység nevezhető drónnak az UAS kategórián belül (Tóth 2021).

A kategorizálás pontos megértéséhez Dusek (2018) dolgozatában kifejti a repülő eszközök és az azokat biztosító rendszerek terminológiáját. Ezzel kapcsolatban két könnyen keverhető fogalom – a fentebb már említett UAS és az UAV (Unmanned Air Vehicle) – különbségét érdemes tisztázni. Az UAV egy önállóan repülő eszköz mely egy autonóm program szerint halad. Az UAS a járművet kezelő egységekben került meghatározásra. Az UAS kifejezés magába foglalja a repülést végrehajtó eszközt, és minden azt kiszolgáló egyéb eszközt (pl.: távirányító, RTK állomás) (Dusek 2018).

Tóth (2021) dolgozatában részletesen beszámol a drónhasználathoz nélkülözhetetlen technikai és szabályozási tudnivalókról. Csoportosítja a drónokat hajtásuk, szárnykialakításuk, vezérlésük és méreteik mentén, valamint a következő felhasználási területeket emeli ki: hadászat, mezőgazdaság, logisztika, építőipar.

Az adott terület felvételezését érdemes jó előre megtervezni. Számításba kell venni a terület adottságait, illetve az aktuális időjárási körülményeket. A repülést megtervezhetjük a helyszínen, vagy megfelelő szoftver segítségével (pl.: Pix4D, DroneDeploy) otthon is (Tóth 2021).

### II.5.1. Kamerarendszerek

Dusek (2018) az alábbiak szerint részletezi a – mezőgazdaságban is használatos – kamerarendszereket.

- RGB kamerák (a vörös (Red), zöld (Green) és kék (Blue) fény különböző mértékű keverésével határozza meg a különböző színeket).
- Termális kamerák
- Multispektrális – hiperspektrális kamerák

A legelterjedtebb rendszerek a „klasszikus” RGB kamerák, melyek 3 csatornát érzékelnek a látható fény tartományában (Tóth 2021). Mezőgazdasági és vegetációs felmérésekhez javallott NDVI (normalized difference vegetation index), vagy multispektrális (minimum 4 csatorna: két látható, 2 infravörös) – hiperspektrális (teljes spektrum) kamerarendszer alkalmazása (Dusek 2018). Ezek a kamerarendszerek rögzítik a fény emberi szem számára láthatatlan tartományát is (infravörös, ultraviola) (Tóth 2021). A termális infravörös kamerák a látható fénynél nagyobb hullámhosszú infravörös tartományban rögzítenek. A hőképhez nem szükségeltetik megvilágítás, a kijelzőn a környezet hőmérsékleti viszonyai jelennek meg. Ez lehetőséget ad a bármely napszakban történő megfigyelésre (Dusek 2018).

## III. Vizsgálatok módszerei

### III.1. Alkalmazott eszközök

A terepi mérések során RGB kamerarendszert (E90x) alkalmaztam. A drón egy Yuneec H520e térképező hexakopter volt (10. ábra). Ez az eszköz kifejezetten ipari és térképezési feladatokra lett kifejlesztve. Felszálló tömege 1 860 g (kamera nélkül), rotorok nélkül mért átmérője 520 mm. Repülési képességeit illetően 25 percet tud repülni egy akkumulátorral, max. repülési magassága 500 m. Az eszköz hatótávolsága akár 3,5 km. Lábait a felszállást követően felemeli, hogy a lehető legnagyobb szabad látóteret biztosítsa a kamera számára. Az eszközt el lehet látni egyéb kamerarendszerekkel is (például: NDVI, hőkamera, nagy részletességű lidar szenzor).

Yuneec E90x (RGB) kamera specifikációi:

- lencse: 23 mm
- látószög: 91 %
- felbontás: 20 Megapixel

Asztali gépem fontosabb paraméterei, mellyel az adatelemzést végeztem:

- processzor: i5-8500 CPU 3GHz
- memória: 16 GB
- videokártya: NVIDIA GeForce GTX 1660

### III.2. Helyszíni vizsgálatok

#### III.2.1. Első felvételezés

Az első felvételezés 2022.szeptember 23. napján 10:40 és 13:30 között történt közepesen felhős, szélcsendes időben.

A helyszínre érve világossá vált, hogy a szokásos autonóm repülés itt nem fog működni GPS kapcsolat híján. Csupán 1-1 alkalommal érzékelt megfelelő mennyiségű műholdat az autonóm repülés megkezdéséhez, de az eszköz biztonsága érdekében a manuális repülés mellett döntöttem. Autonóm üzemmódban a drón számtalan vezérlést támogató funkciót működtet, ilyen például a GPS alapú pozíciótartás. Amennyiben megvan a megfelelő műholdas kapcsolat, az eszköz szenzorjainak segítségével képes a megtervezett feladat végrehajtására a felszállástól,

egészen a leszállásig. Jelen esetben minden irányítás manuálisan történt, kivételt képezve a barometrikus elven működő magasságtartást.

Az első repülés képei 10:40 perckor készültek el, ezen képeken jelentős árnyék figyelhető meg. Az ortomozaik felvételek megalkotásához szükséges képeket több magasságból, több szögből készítettem. Az utolsó felvételek lettek a legjobbak, melyeket 13:30 perccel bezárólag készítettem. Ameddig én a légifelvételeket elkészítettem, Dr. Nagy János a helyszíni vizsgálatokat végezte el. A Tanár Úr sárga szalagokat helyezte el a földön, melyek a nagy felbontásnak köszönhetően jól látszódtak a felvételeken. Ezek a sárga szalagok a vegetációs határokat jelölték, így a manuális kijelölés mellett ezek összekapcsolásával létrehozható az aktuális vegetációtérkép.

### III.2.2. Második felvételezés

A második repülésre 2024. március 19. napján 13:30 és 14:30 között került sor. Közepesen felhős, kissé szeles nap volt.

A tervem az volt, hogy a láp szomszédságában (700 m) található rétről engedem fel a drónt és végzem el a vizsgálatokat. Mivel korlátozott számban állt rendelkezésemre akkumulátor, és egy művelet végrehajtásához minimum kettő kellett volna, így egy közelebbi hely keresése mellett döntöttem.

A láp mellett 20 m-re találtam egy részt, ahol a fák lombkoronája valamivel ritkább volt. Az új felszállási hely keresésének az oka, a fentebb említett GPS hiány. Az új helyen volt GPS jel, így onnan végre lehetett hajtani az autonóm műveleteket. Három képsorozat készült a lápról. Az első 100 m magasságban (25. ábra). Az ezt követő repülések során 50 m-en repültem

10. ábra  
Yuneec H520e háttérben a láppal. (Töpler)



rácsvonal alakzatban (23. ábra). Ennek a repülési módnak a célja a 3D-s felvétel (21. ábra) megalkotása, valamint a több mérési pont jóvoltából részletesebb térkép elkészítése volt.

A felmérések során készített ortomozaik képeket a 2. táblázat gyűjti össze. A mosaic 1,2,3 az első felvételezés, míg az Egerbakta 001 a második felvételezés képeiből lett létrehozva.

2. táblázat  
Felhasznált felvételek.

<b>Kép elnevezése</b>	<b>Repülési magasság</b>	<b>Képméret (pixel)</b>	<b>Felbontás (cm/pixel)</b>	<b>Geológiai adat</b>	<b>Torzulás (0-10)</b>
Mosaic 1	50-80 m	16 303 x 20 783	nem meghatározott (eltérő pixelsűrűség)	közepes	6
Mosaic 2	50-80 m	17 499 x 24 180	x	közepes	7
Mosaic 3	50-80 m	7 107 x 8 872	x	közepes	7
Egerbakta_001	100 m	10 345 x 9 779	2,744 cm / pixel	jó	6

### III.3. Képfeldolgozás

#### III.3.1. A képszegmentálás folyamata

Először a Photoshop programmal előfeldolgozást végeztem. Ennek során maszkolás és kijelölés segítségével elkülönítettem a lóp nagyobb vegetációs egységeit.

Ezt követően treshold eljárásnak vettem alá a képeket. A treshold a kép szürkeségi értékeinek egy adott küszöbértékhez viszonyított összehasonlítását jelenti. Majd pedig az „analyze particle” lehetőségénél határoztam meg a scale paramétereket.

##### III.3.1.1 Scale paraméter beállítása az ImageJ programban

Az ImageJ-ben az „analyze particle” fülnél adhatjuk meg a scale paramétert. Minél alacsonyabb a scale paraméter, annál több foltot generál a program. Lényegében ez a képzendő halmazok méretének alsó és felső határa. Az optimális scale paramétert akkor érjük el, amikor a program által létrehozott foltok határvonalai közelítenek a terepen mért vegetációs határokhoz.

Helyes scale paraméter beállítása esetén is tapasztalhatjuk, hogy a létrejött foltok nem fedik teljesen a valóságot. Amennyiben túl magas scale értéket adtunk meg, a létrejött foltok túl nagyok lesznek, kézi szétválasztást igényelnek, míg alacsony scale paraméter esetén a foltok a

kívántnál kisebbek lesznek, egyesítésükre lesz szükség a kívánt foltméret eléréséhez. Mivel a foltokat könnyebb összeolvasztani, mint szétválasztani, így ajánlatosabb alacsonyabb értéket megadni, és a foltokat utólagosan egyesíteni.

#### III.3.1.2. Második felmérés - Validálás

Az első repülések során a sárga szalagokat a vegetációs határok feltűnő jelölése érdekében helyeztük ki. Segítségükkel a szegmentált felvételek vegetációs információit terveztem validálni. A felvételek méreteinek validálásához – a márciusi repülések alkalmával – a láp területén két pontot jelöltünk meg, melyek távolsága ismert volt a számunkra. A pontokra a levegőből is jól látható módon, egy-egy fehér poharat tettünk.

#### III.3.1.3. Szegmentált térkép készítése

A Photoshop programot használva kézi szegmentálással különítettem el a láp nagyobb egységeit az automatikus szegmentálás megkönnyítése érdekében, majd az így létrehozott képet szegmentáltam az ImageJ programmal. Az általam készített, geolokációs adatokat is tartalmazó képek eredeti, és szegmentált ortomozaik formájának georeferálása az ArcView program segítségével történt.



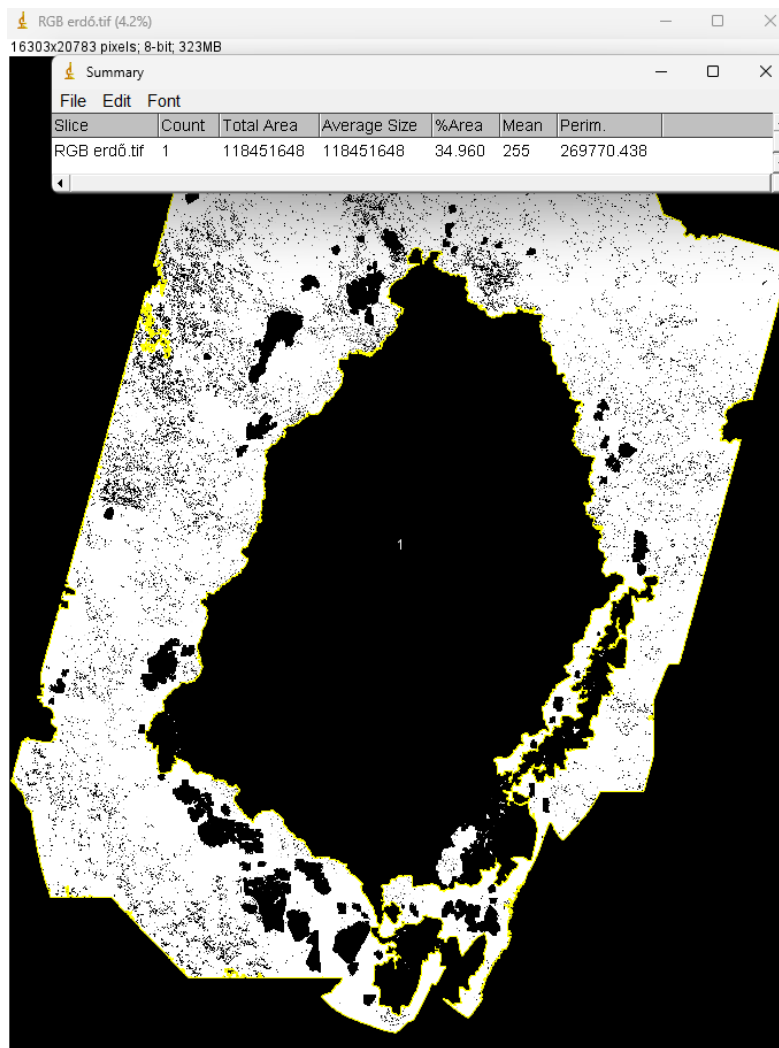
## IV. Eredmények és értékelésük

IV.1. Elkülönített vegetációtípusok és kiterjedésük.

IV.1.1. A lápot körülvevő erdő.

A lápot körülvevő erdőrészlet kiterjedése (11. ábra)~9 909,0 m<sup>2</sup>. Ez az adat azonban a későbbi vegetációtérkép elkészítése szempontjából érdektelen.

11. ábra  
Az erdő méretét meghatározó szegmentáció. (Töpler)



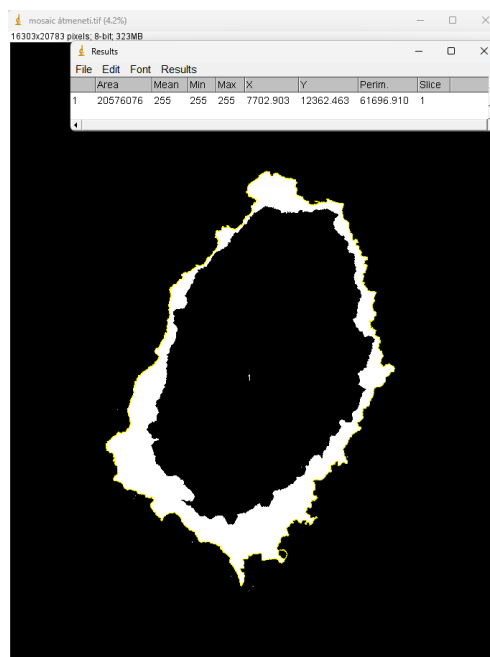
#### IV.1.2. A lápot körülvevő nyílt (lombbal nem fedett) zóna

A lápot körülvevő, sem az erdő, sem a láp lombjával nem fedett lagg zóna (12. ábra, 13. ábra) területe  $\sim 1\,720,4\text{ m}^2$ . Ez az adat láp későbbi monitorozásában már összehasonlítási alapot jelent.

12. ábra  
*A lagg zóna elkülönítve. (Töpler)*



13. ábra  
*A lagg zóna méretét meghatározó szegmentáció. (Töpler)*



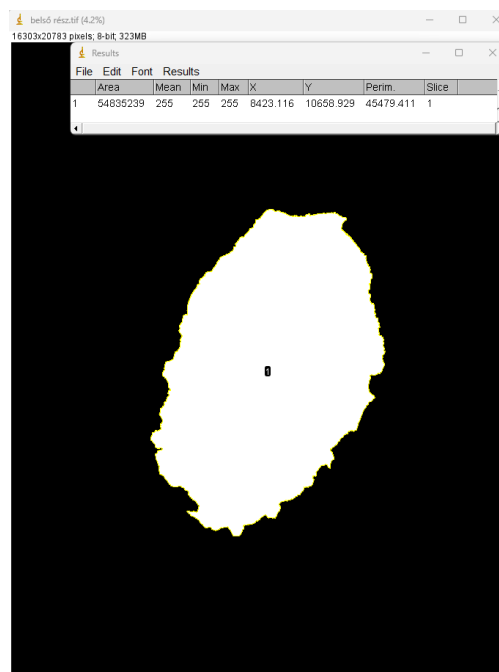
### IV.1.3. A fűzláp

A fűzláp és a belső nyílt területek együttes kiterjedése (14. ábra, 15. ábra) ~4 586,0 m<sup>2</sup>.

14. ábra  
Fűz-láp elkülönítve. (Töpler)



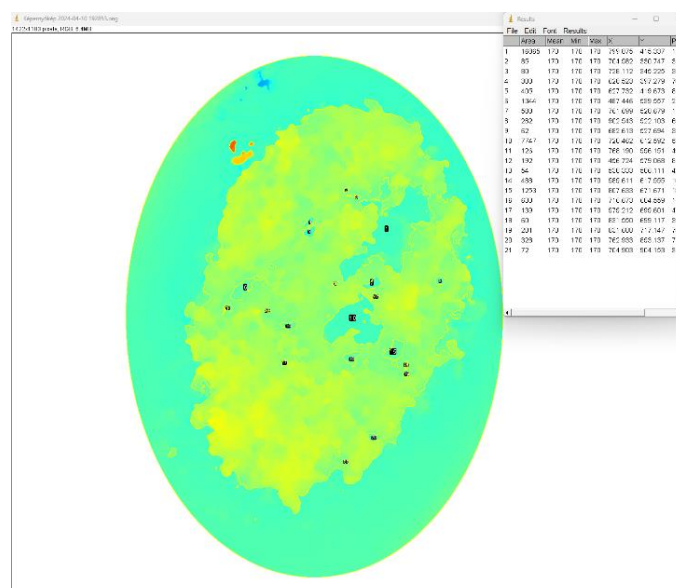
15. ábra  
A fűz-láp méretét meghatározó szegmentáció. (Töpler)



#### IV.1.4. Rekettyefűz borítás mentes, lágyszárúak uralta lápbelső kiterjedése

A belső, sásos rész méreteinek meghatározása (16. ábra) a magassági térkép metszetének (1 422 x 1 183) szegmentálásával történt. A szegmentálás során létrehozott halmazok adatai a 3. táblázatban láthatóak. A szegmentálás során létrejött halmazok közül a nyílt sásos rész méreteinek meghatározására az 1, 7, 10, és a 11-es halmazokat használtam. Az eredeti térképet nem tudtam exportálni, ennek köszönhetően referencia pontok alapján kellett meghatároznom a méretarányokat. Szerencsére egy nagyobb folt jól kivethető volt mind a metszeten, mind a második repülés során 100 m magasságban készült ortomozaik felvételen. Ezen folt méretarányait vettem alapul a kép arányainak kiszámításához. A torzuláson referenciapontján mért távolságot a metszet kép esetén 18,39 pixelben, míg a második repülés során keletkezett egyetlen mozaik felvételen 49,02 pixelben állapítottam meg. A mozaik felvétel méretaránya a DJI Terra program által ismert volt (2,7 cm / pixel). Ezen három szám tudatában ki tudtam számolni a metszet kép által lefedett területet, ami szükséges volt a szegmentálás során létrehozott halmazok méretének megállapításához.  $2,7 \text{ cm} / \text{pixel} \times 49,02 \text{ pixel} = 132,35 \text{ cm}$  a torzulási referenciaponton mért távolság. A  $132,35 \text{ cm} / 18,39 \text{ pixel}$  művelet segítségével kiszámoltam a metszet kép méretarányát, melyet  $7,19 \text{ cm} / \text{pixel}$ -ben állapítottam meg. Az így kapott  $7,19 \text{ cm} / \text{pixel}$  értéket felszoroztam a kép oldalainak pixelben mért hosszával, így kaptam meg a lefedett terület méreteit ( $102,2 \times 85,0 \text{ m} = 8\,695,6 \text{ m}^2$ ). A metszetkép pixeleinek számát (1 682 226 pixel) elosztottam az általuk lefedett területtel ( $8\,695,59 \text{ m}^2$ ), így az egy pixelre jutó területet  $0,005\,169 \text{ m}^2$ -ben határoztam meg.

16. ábra  
A fűzlomb borítás mentes lágyszárúak uralta lápbelső szegmentálása ImageJ-vel. (Töpler)



Az első mérések alapján a fűzlomb mentes halmazok összegzett mérete 161,8 m<sup>2</sup> (3. táblázat)

3. táblázat  
 A fűzlomb borítás mentes lágyszárúak uralta lápbelső szegmensei. (Töpler)  
 a biztosan csőrös sásos területek – zöld az esetlegesen csőrös sásos, nyílt rész szegmensei – kék

a lápbelső nyílt részei	lefedett terület (pixel)	lefedett terület (m <sup>2</sup> )
1	16865	87,2
2	85	0,4
3	80	0,4
4	303	1,6
5	405	2,1
6	1344	6,9
7	588	3,0
8	282	1,5
9	62	0,3
10	7747	40,0
11	126	0,7
12	192	1,0
13	54	0,3
14	488	2,5
15	1253	6,5
16	630	3,3
17	139	0,7
18	60	0,3
19	201	1,0
20	328	1,7
21	72	0,4
Összesen:	31304	161,8

A *Caricetum rostratae* (csőrös sásos) társuláshoz biztosan az 1-es, 7-es 10-es és a 11-es folt tartozik. Ezek együttes mérete: 130,9 m<sup>2</sup>. Terepi ellenőrzést igényel a 4-es, 5-ös, 8-as, 9-es, 14-es, 15-ös és 16-os folt. Ezek együttes mérete: 17,8 m<sup>2</sup>.

Ennek megfelelően a nyílt csőrös sásos társulás kiterjedése 130,9 m<sup>2</sup> és 148,9 m<sup>2</sup> (130,99 m<sup>2</sup>+17,89 m<sup>2</sup>) között van.

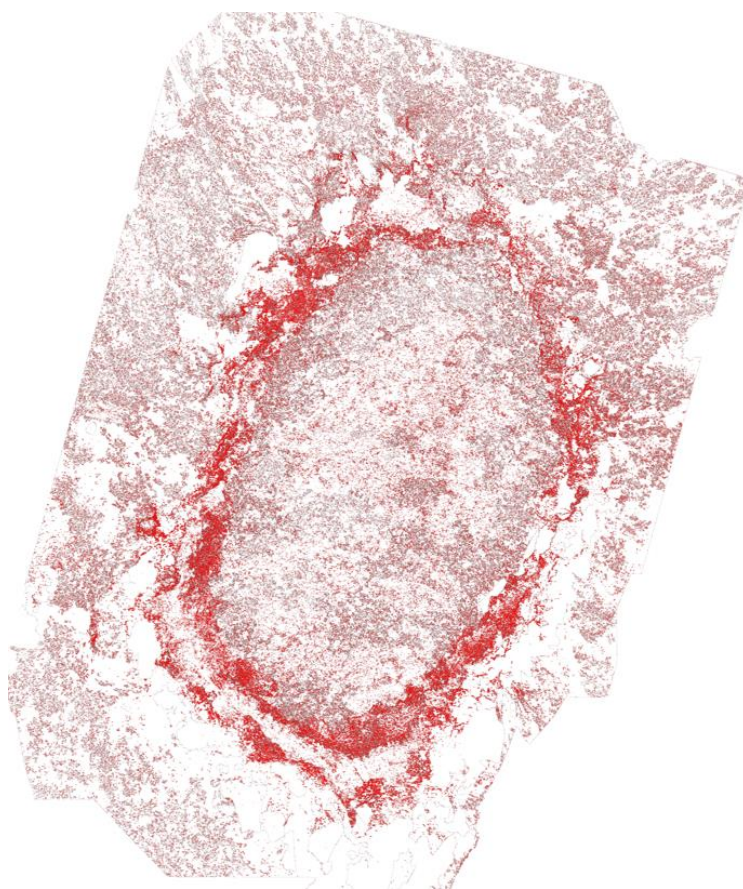
A többi szintén terepi ellenőrzést igényel, de ezek nagy valószínűséggel a *Salici cinereae* – *Sphagnetum recurvi sphagnetosum sauarrosi* társuláshoz tartoznak. Ezeknek a foltoknak a kialakulását valószínűsíthetően a *Salix cinerea* márciusban még fejletlen lombja okozhatta.

#### IV.2. Módszertani eredmények és értékelésük

Az általam végzett felmérések során, a láp és környezete vegetációjának tehát négy nagyobb halmazát tudtam eddig elkülöníteni: a lápot szegélyező erdőt, a lagg zónát, a fűzlápot és a csőrös sások uralta, *Salix cinerea* borítás mentes területet. A fűzlápot a *Calamagrosti-Salicetum cinereae* és a *Salici cinereae* – *Sphagnetum recurvi sphagnetosum sauarrosi* társulások alkotják. Ez eltakarja a lagg zóna fűzláp felé eső részein található társulások egy részét. A lagg zónát kívülről körülvevő erdő szintén részben eltakarja a lomb alatti alacsonyabb szinten levő társulásokat, így további terepi dokumentációra lenne szükség ezek kiterjedésének dokumentálására. Olyan területen, ahol a növényzet magasságában minimális különbség van, ott az általam használt módszer lényegesen hatékonyabbá válhat. Mint azt már fentebb is írtam, az egerbaktai láp, egy völgy alján helyezkedik el, térerő nincs, az eszközök minimális műholdat látnak. Jelen repülési körülmények mellett a képek meta adatai pontatlanabbak lehetnek, és ez által veszíthet minőségéből az ortomozaik felvételünk. A műholdas kapcsolat hiányát esetlegesen RTK (real-time kinematic positioning) vezérlés segítségével korrigálhatjuk, de ezen lehetőséget nem állt módomban kipróbálni.

A 17. ábra egy „analyze particle” elemzést mutat be a mosaic1-es (24. ábra) képen. Az eredeti képet Photoshoppal 3 egységre választottam, majd külön elemeztem őket. A három külön színsávon végzett elemzés összegéből jött létre ez az alacsony scale paraméterrel végzett halmaztérkép. A halmaztérképen látszólag rendkívül jól elkülönül az erdő, a lagg zóna és centrálisan a füzes, sásos láptest. Sajnos ez a halmazkép további feldolgozásra alkalmatlan volt. Amennyiben volna rá mód, hogy lehessen elfogadható idő- és teljesítményarányosan összeadni és szétválasztani a szegmentálás során kapott több ezer halmazt, úgy részletesebb, geolokációs információval ellátott adathalmaz állna rendelkezésünkre. Valamennyi elemzés során más-más részletek jelenítődnek meg, melyek esetében egyenként és együttvéve is szükséges volna egy komplexebb vizsgálat elvégzésére. Ez az elemzés nem alkalmas tehát a társulás szintű vegetáció foltok létrehozására és elkülönítésére.

17. ábra  
*Drawing of RGB halmaztérkép – alacsony scale paraméter. (Töpler)*



A fentebb leírt problémák miatt arra jutottam, hogy amennyiben nem tudom elemezni a képet teljes egészében, abban az esetben a hamisszínes kép egy egyszerűsített verzióját fogom elemezni. A képet teljes méretében képernyőfotóval lementettem, majd az így létrejött 1 021x1 302 pixel méretű képet vizsgáltam. Az elemzés során keletkezett adatokat arányosítottam az eredeti kép méretével. A két kép közti méretarány különbség 0,034 %-ot tett ki.

A mosaic1-es képről (24. ábra), és annak szegmentált méreteiről közvetlen információ nem állt rendelkezésemre, mivel a manuális repülésnek köszönhetően, a képek nem rendelkeztek pontos meta adatokkal. A méret meghatározásához a drón tárolódobozának méretei segítettek. A tárolódoboz szélessége 60 cm. Úgy véltem, hogy amennyiben meg tudom határozni, hogy a képen hány pixel hosszúságú a doboz, abban az esetben megállapítható a méretarány. A láda 4,108 4 pixel hosszúságú volt a képen, így a méretarányt 14,778 4 cm / pixel-ben határoztam meg. Ezen érték alapján kiszámolhatóvá váltak a kép oldalhosszúságai (149,1 m x 190,1 m). A kép 28 343,91 m<sup>2</sup>-t fed le, de információt „csak” 16 215,51 m<sup>2</sup>-ről kaptunk.

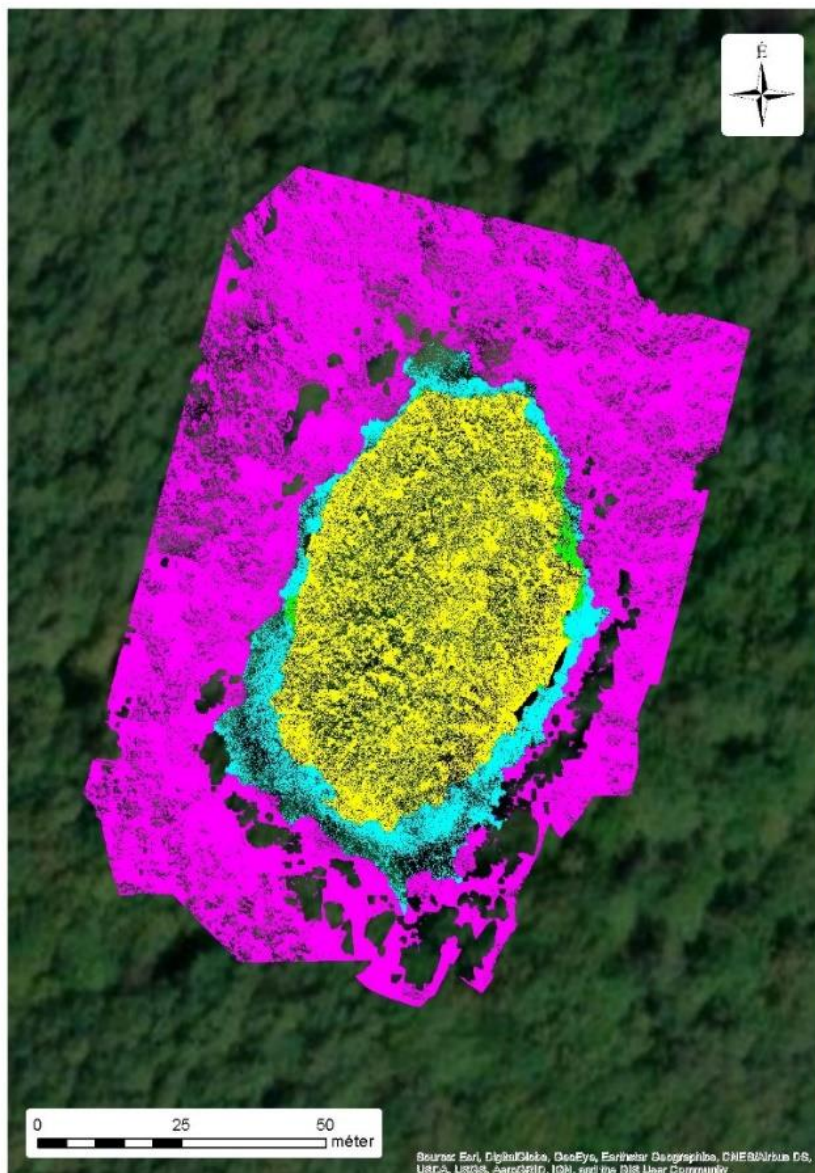


A mért adatok alapján az erdő a kép 34,95 %-a, a lagg zóna a kép 6,07 %-a, míg a láp belső része a 16,18 %-a volt.

A 22. ábra a Google Maps oldalán végezhető mérést mutatja be, amely szerint a láp lagg és belső zónájának mérete megközelítőleg 3 600 m<sup>2</sup>. Fontos hozzátenni, hogy a mért távolság és területadatok a geometriai torzulás miatt is pontatlanok valamennyire. Ennek mértéke a láp centrális részén és a lagg zónáján is csekély.

Az elkészített hamisszínes vegetációtérkép ArcView programmal lett georeferálva. A georeferált térképeket a 18. ábra mutatja be (2022.szeptember 23).

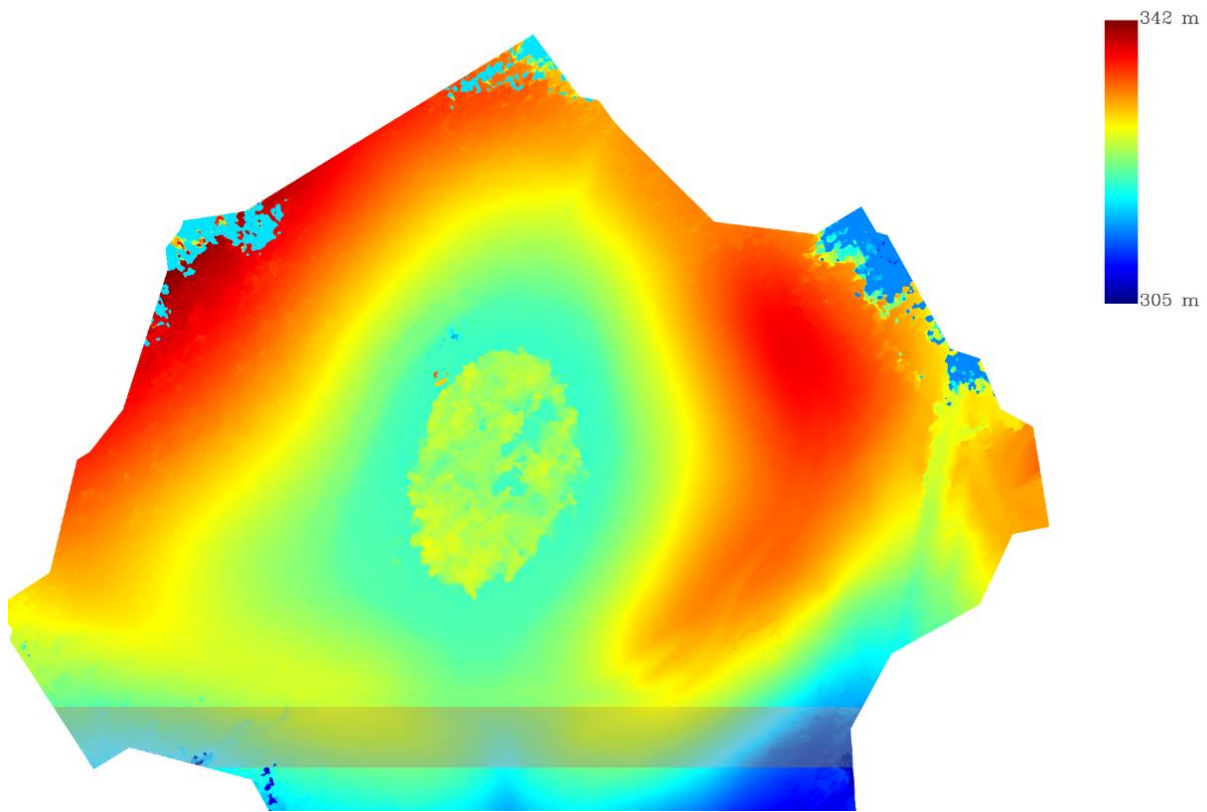
18. ábra  
A láp nagyobb egységeit bemutató szegmentált térkép. (Töpler)  
rózsaszín: erdő      kék-zöld: lagg zóna      sárga: fűzláp





A 19. ábra a második terepi felmérés során száz méteres magasságban készített ortomozaik felvételtől létrehozott magassági térkép. Ezen a térképen jelenik meg egyedül az általam mérni tudott négy vegetációs egység. A 19. ábra metszeteként lett létrehozva a 16. ábra, melynek segítségével a lágyszárúak uralta lápbelső méreteit tudtam vizsgálni.

19. ábra  
Magassági térkép (Töpler)



A pontosság meghatározásához terepi és szoftveres validálás elvégzése szükséges. Jelenleg nem áll rendelkezésre olyan adat, mely megerősítené a mérések helyességét. A képek mérhetőségét és pontosságát növelhetjük precíziós eszközök bevonásával (pl.: RTK), ez megkönnyíti a feldolgozást is. Más kamerarendszerek bevonásával (pl.: lidar, NDVI) részletesebb információt kaphatunk a társulásokról. A megfelelő képszegmentáló szoftver alkalmazásával gördülékenyebb és pontosabb munkavégzés valósulhatna meg.

#### IV.3. Vegetációtörténet az irodalmi adatok alapján

A láp vegetációja pár évtized leforgása alatt jelentősen megváltozott. Az '50-es években történt leeresztődése jelentősen gyorsította annak pusztulását, átalakulását. Minden faj, mely eltűnt a társulást színesítő növények közül, jellemzően vízzel telt talajokon fordul elő. A leeresztődés következtében egyre csökkent ezen, vízigényes fajok élettere.

Juhász (1963) cikkében beszámolt a *D. cristata* eltűnéséről, igaz megemlíti, hogy a leeresztődés előtt, az 1920-ban végzett kutatások alkalmával is már csak pár egyedről jelentettek. Szintén ebben a cikkben megemlíti az *U. vulgaris* és az *E. gracile* eltűnését.

Dulai és Vojtkó (1991) a *Lysimachia thyrsoiflora*, a *Dryopteris cristata*, a *Drosera rotundifolia* és az *Eriophorum gracile* eltűnéséről számoltak be. Írásukban megemlítették olyan újonnan megjelent növényfajokat, melyek a társulás jelentős változását jelzik. Újonnan megjelent fajok közé sorolták a *Polygonum hydropiper*, a *Juncus effusus*, a *Solanum dulcamara*, a *Ranunculus sceleratus*, az *Urtica dioica* és a *Fallopia dumetorum*ot.

Dulai és Vojtkó (1991) megalkották az egerbaktai tőzegmohás láp kézzel rajzolt vegetációtérképét, melyet a 8. ábra fentebb már bemutatott. A magassági térképből szegmentált kép (16. ábra) az általuk készített vegetációtérképpel elvileg összehasonlítható. A két képet egymásra helyeztem és próbáltam azonosságokat felfedezni bennük, de egyáltalán nincsenek átfedésben. Nem eldönthető, hogy a rendelkezésükre álló technikai lehetőségek, vagy a vegetáció megváltozása okozza a nagy különbségeket, esetleg a kettő összessége.

## V. Következtetések és javaslatok

### V.1. A képszegmentálás hatékonysága

Az aktuális pillanat lehető legpontosabb dokumentálása, rögzítése egy rendkívül komplex feladat. A vegetációtérképezést leginkább a rendkívüli munkaigénye nehezítette meg. A feladat rengeteg megelőző terepi munkát igényel és a képek utólagos feldolgozása, kiértékelése majd terepi validálása is igen munkaigényes. A jelenlegi és jövőbeni technológiák alkalmazásával még több időt spórolhatunk meg.

A képszegmentálás hatékonysága rendkívül sok tényezőn múlik. Függ a kép jellegétől, minőségétől, valamint a szoftver és a hardver teljesítményétől. Az általam készített képek az egerbaktai lápról egy durván 150 x 190 m-es részét mutatják be az erdőnek. Az erdő ezen kis szelete rendkívül változatos. Ha a képeket szabad szemmel figyeljük meg mindenféle előfeldolgozás, illetve effektelés nélkül, akkor jól el tudunk különíteni benne több részletet is. Amikor az ImageJ segítségével elkezdtem a kép feldolgozását, akkor szembesültem azzal a problémával, hogy a program bár alkalmas képszegmentálásra, de ebben a léptékben nem volt lehetséges a megfelelően kezelhető foltméret elérése. Az ImageJ kiváló sejtek kijelölésére, nagyszerű a növények homogén háttértől történő megkülönböztetésére, de az ilyen és ehhez hasonló feladatok túl komplexek a számára. Az ortomozaik elemzése során pillanatok alatt megbukik a rendszer, az előfeldolgozás is már problémákba ütközik.

Az általam végzett módon, a lápon található társulások közül csak a legnagyobb egységek voltak elkülöníthetők egyértelműen és a rendelkezésre álló programokkal ennek a létrehozása is aránytalanul körülményes volt. Azt gondolom, hogy a megfelelő hatékonyságú munka elérésére mindenképp egy kifejezetten erre a célra fejlesztett programot kell használni, pl.: az eCognition-t.

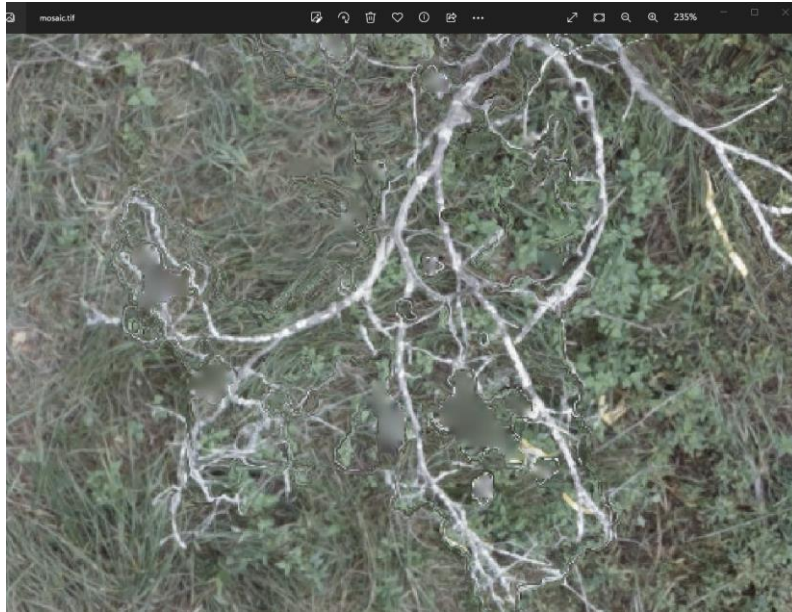
### V.2. Árnyékhatás

Amennyiben repülésünket nem tudtuk pontosan időzíteni, és az árnyék megnehezíti a szegmentálást, érdemes az előfeldolgozás során úgy játszani a kontraszt, fényerő stb. értékekkel, hogy a kép az elemzés során a lehető legkevesebb utómunkát igényelje. A nagyobb hatékonyság elérésére (és ez nem csak az árnyékokra igaz) érdemes a képet több külön képként elemezni. Amennyiben külön-külön elemezzük a kép bizonyos részeit és ezen kielemezett halmazokat egyesítjük, pontosabb eredményt kaphatunk végül.

### V.3. Torzulás

A dolgozat készítése során nagy fejtörést okozott számomra, hogyan kezeljem a torzulásokból adódó problémákat (20. ábra). A képek pontos szegmentálásához jó képminőségre van szükségünk. Az ortomozaik felvételeimen az illesztési hibákból adódóan sajnos jelentős torzulás tapasztalható. Mivel a láp területén a talajszint magasságában nincs műholdas kapcsolat, így a repüléseket kizárólag manuális módon tudtam elvégezni.

20. ábra  
*Illesztési torzulás (Töpler)*



A távirányító és a drón Yuneec H520e esetében külön kommunikál a műholdakkal. Amennyiben kevés műhold áll rendelkezésre, a geolokációs adatok pontatlanabbak lesznek, mintha kielégítő mennyiségű műhold lenne elérhető. Manuális repülések esetén – az autonóm műveletekkel szemben – a képek készítése nem egy szabályos menetrend szerint zajlik, abszolút a drónkezelőre van bízva, hogy mikor és milyen pozícióból készíti a képeket. Az autonóm műveletek során, a feladat elvégzését megelőzően beállíthatjuk a készíteni kívánt képek átfedését. Manuális repülés esetén halmozottan tapasztaljuk meg a geolokációs adatok pontatlanságából és az illesztési pontatlanságból adódó torzulást.

A tapasztalt torzulások típusai:

- Optikai
- Illesztési

Optikai torzulással minden digitális és nem digitális kép rendelkezik. Ez a kamerarendszer és a felvételezett terület tulajdonságaiból keletkezik. Az optikai torzulás minimalizálására jobb minőségű optikai elemek alkalmazása, megfelelő kalibráció és esetlegesen digitális korrekció adhat lehetőséget.

Az illesztési torzulás az ortomozaik összeállításakor jön létre. Azon tárgyak, melyek elmozdulnak a rögzítés során, a mozaik összeállításakor elmosódottan jelennek meg (20. ábra), vagy akár több helyen is megjelenhetnek egyszerre. Ezen javíthat a repülések szélcsendes napra történő időzítése, illetve az autonóm üzemmódban történő rögzítés.

#### V.4. Léptékfüggés

A vizsgálati módszerem – miszerint a képeket szegmentációnak vetem alá az ImageJ program segítségével – részben csődöt mondott. Az ImageJ nem volt képes megfelelően kezelni a kiindulási képeket, azaz használható mennyiségű összeolvasztandó foltot létrehozni.

#### V.5. A terület jövőbeni kutatásának irányai

Az erősödő klímaváltozás hatásai miatt úgy gondolom, hogy a vizsgált láp megőrzése hosszú távon lehetetlen feladat. Ennek ellenére fontosnak tartom sorsának nyomon követését és fejlődésének monitorozását. Az általam elkészített anyagok további kutatások alapjául szolgálnak, melynek végén létrejön majd az egerbaktai tőzegmohás láp vegetációtérképe. A képek szegmentálását a későbbiekben QGIS, vagy a már Cserhalminál (2009) bizonyított eCognition programokkal kell majd megpróbálni. Megfelelő technika segítségével, cönológiai szempontból értékes adatokat tudunk kinyerni a terepi kutatások anyagaiból. Vegetációtérképünk megalkotásához és a részletességének növelése érdekében még több terepi munka elvégzése szükséges. A szoftver eredményeinek ellenőrzéséhez mintatereteket kellene kijelölni a légifelvételek alapján, melyekben leszámoljuk az összes hajtást és a terület borítottságát, majd az így kapott eredményeket hasonlítjuk össze a szoftver által számított felszín borítási adatokkal.

A kutatás további rövidtávú célja az eddigi eredmények validálása, a növénytársulások térbeli elrendeződésének és kiterjedésének bemutatására alkalmas vegetációtérkép létrehozása, mely alapját képezheti a láp vegetációjának kvantitatív és kvalitatív monitorozásának.

## VI. Összefoglalás

Az egerbaktai és a hazai tőzegmohás lápok rendkívül kitettek az átlaghőmérséklet növekedésének és a kedvezőtlen, csapadékhiányos időjárásnak. A láp az '50-es években leeresztődött, vélhetően repedéseken keresztül folyt el a víz. Ennek köszönhetően a láp arculata pár évtized alatt jelentősen megváltozott, társulásaiból számos növényfaj eltűnt. Az utolsó kutatási anyag, mely kizárólag az egerbaktai tőzegmohás láppal foglalkozik Dulai és Vojtkó (1991) munkája.

A dolgozat célja a részletes vegetációtérkép összeállításához szükséges képi anyagok létrehozása, és feldolgozásának megkezdése. Olyan légifelvételeket szeretnék készíteni, melyek kiváló alapját képezhetik a részletes vegetációtérképnek. Célunk a láp nagyobb vegetációs egységeinek, a lagg zónának, a fűzlápnak és belső nyílt sásos részének pontos lehatárolása, kiterjedésük meghatározása, továbbá georeferált térképen való bemutatása. Az eredményeket szeretnék összehasonlítani Dulai és Vojtkó (1991) kutatásával és vegetációtérképével.

Az egerbaktai láp felméréséhez egy Yuneec H520e típusú hexakoptert használtam, amit egy Yuneec E90x kamerarendszerrel szereltem fel. Ez egy nagy látószögű, 20 MP-es, gimbal által stabilizált RGB kamera. A kamera a drón szoftvereivel összehangoltan dolgozik, a többlet információ ennek segítségével jön létre meta adatok formájában.

Az asztali számítógémem specifikációja a feladathoz elavultnak bizonyult (processzor: i5-8500 3 GHz, memória 16 GB, videokártya: NVIDIA GeForce GTX 1660).

Az ortomozaik felvételek összeállításához Agisoft Metashape-et és DJI Terra-t használtam. A képek szerkesztéséhez és szegmentálásához a Photoshop, és az ImageJ állt rendelkezésemre.

Az ortomozaik felvételeket ArcView program segítségével georeferáltam.

A Photoshop használatára azért volt szükség, mert az ImageJ nem tudta megfelelő hatásfokkal szegmentálni a képet. A Photoshopnak köszönhetően a nagyobb szegmenseket maszkolással kijelöltem, majd elkülönítettem. Az így elkülönített szegmensek külön-külön könnyebben szegmentálhatóak, mérhetőek.

A mérés eredménye szerint a lagg zóna:  $\sim 1\,720,4\text{ m}^2$ , a láptest (a fűzláp és a belső sásos rész együtt) pedig:  $\sim 4\,586,0\text{ m}^2$ .

A fűzlápon belül a nyílt területek meghatározása a második felvételezés során készített magassági térkép elkészítésével sikerült, ami kirajzolta a fűzlomb mentes lápbelső foltokat. Ez alapján a nyílt, *Caricetum rostratae* (csőrös sásos) társulás mérete 130,9 m<sup>2</sup> és 148,9 m<sup>2</sup> között van. A pontosabb értékek meghatározásához a létrehozott adatok terepi validálása szükséges.

A második felvételezés magassági térképe bár kirajzolja a vegetációs egységeket, nem hozható fedésbe Dulai és Vojtkó (1991) térképével. A láp nagyobb egységeire vonatkozó területméréseket nem végezték el, így ezzel kapcsolatban nincs összehasonlítási alapunk.

A terepi tapasztalatok alapján a lágyszárúak uralta lápbelső nyílt részeiről eltűnt a *Menyanthes trifoliata*, helyét *Carex rostratae* vette át. A gyorsan változó klíma miatt a nagyobb vízmennyiség és hűvösebb klíma mellett versenyképes társulások fokozatosan alakulnak át a melegebb és szárazabb környezetben versenyképes társulásokká. Ennek részleteivel dr. Hoblyák Júlia szakdolgozó társam dolgozata foglalkozik.

A kutatás rövidtávú célja az eddigi eredmények validálása és a pontos vegetációtérkép elkészítése.



## **Köszönetnyilvánítás**

Ezúton is szeretném megköszönni családomnak, barátnőmnek és barátaimnak a támogatását, mely évek óta töretlen irányomba. Köszönöm több tanárom támogatását, általános iskolától egészen az egyetem végéig, sokat köszönhetek nekik. Köszönöm a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetemnek, hogy a megszerzett tudáson túlmenően, az egyetemi élet részeként új barátokra, értékes ismeretségekre tehettem szert. Külön köszönetet szeretnék mondani Dr. Nagy János György és Dr. Csorba Ádám Tanár Uraknak, valamint Dr. Székely Zsuzsanna Tanárnőnek. Nélkülük dolgozatom nem születhetett volna meg.

Köszönöm mindenkinek, aki egy kicsit is hozzájárult ahhoz, hogy most itt tarthatok.

## Hivatkozások

- BAGI I., (1998): *A Zürich-Montpellier fitocönológiai iskola lehetőségei és korlátai a vegetáció dokumentálásában*. Tilia, 6: 239-252p.
- BARTHA D. és MARKOVICS T., (1994): *A Kőszegi tőzegmohás láp* In: BARTHA D. (Szerk): *A kőszegi- hegység vegetációja*. Kőszeg- Sopron, 175-182p.
- BÍRÓ L., (ismeretlen dátum): *Távérzékelés a vízgazdálkodás szolgálatában*. (PDF prezentáció) Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Víz tudományi Kar. Forrás: <https://www.uni-nke.hu/document/uni-nke-hu/lasz-biro-t.original.pdf> (Letöltés dátuma: 2024.04.05)
- BOROS Á., (1924): *Az egerbaktai és a keleméri mohalápok növényzete – Die Flnra der More von Egerbakta und Kelemér*. Magyar láptanulmányok – Ungarische moorstudien. Magyar Botanikai lapok 22: 62-64p.
- BÖLÖNI J., MOLNÁR Z., & KUN A., *MÉTA Program*. Forrás: <https://novenyzetiterkep.hu/node/949> (Letöltés dátuma: 2024.04.01)
- BUGYI D., (2018): *A balatoni nádasok területfelmérésének pontosságvizsgálata*. (Szakdolgozat) Budapest: Eötvös Loránd Tudományegyetem Informatikai Kar Térképtudományi és Geoinformatikai Intézet. Forrás: [http://lazarus.elte.hu/hun/digkonyv/szakdolg/2018-bsc/bugyi\\_david.pdf](http://lazarus.elte.hu/hun/digkonyv/szakdolg/2018-bsc/bugyi_david.pdf) (Letöltés dátuma: 2024.04.01)
- BÜTTNER Gy., (1996): *Távérzékelés a világűrből*. In: ALMÁR I., BOTH E., HORVÁTH. A. (Szerk) *Úrtan SH atlasz*. Budapest: Springer Hungarica. 328p.
- CSERHALMI D., (2009): *Pánkromatikus felvételekre és képszegmentációra alapozott vegetációrekonstrukciós vizsgálatok az észak-alföldi lápok példáján*. (Phd-értekezés) Gödöllő: Biológiai tudományi Doktori Iskola. Forrás: [https://archive2020.szie.hu/file/tti/archivum/CsD\\_doktori\\_final\\_total.pdf](https://archive2020.szie.hu/file/tti/archivum/CsD_doktori_final_total.pdf) (Letöltés dátuma: 2022.02.04)
- DIERSCHKE H., (1994): *Pflanzensoziologie*. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer, 683p.
- DMITRIJ CS., (ismeretlen dátum): *Digitális képelemzés alapvető algoritmusai*. (egyetemi jegyzet) Eötvös Lóránd Tudományegyetem Informatikai kar (Letöltés dátuma: 2024.03.15)
- DÖMSÖDI J., (1988): *Lápképződés, Lápmegsemmisülés*. MTA Földrajztudományi Kutató Intézet, Budapest, 120p.

DULAI S. és VOJTKÓ A., (1991): *Az egerbaktai tőzegmohásláp állapotfelmérése, összefüggésében az ökológiai adottságokkal*. Folia historico-naturalia Musei Matraensis, 16. 45-70p.

DUSEK B., (2018): *Pilóta nélküli repülő eszközök alkalmazhatósága a precíziós mezőgazdaságban. (szakdolgozat)* Budapest: Eötvös Loránd Tudományegyetem Informatikai Kar - Térkép Tudományi és Geoinformatikai Intézet. Forrás: [http://lazarus.elte.hu/hun/digkonyv/szakdolg/2018-bsc/dusek\\_bence.pdf](http://lazarus.elte.hu/hun/digkonyv/szakdolg/2018-bsc/dusek_bence.pdf) (Letöltés dátuma: 2024.03.02)

FARKAS S., (1999): *Magyarország Védeett Növényei*. Budapest: Mezőgazda Kiadó, 70-135p.

FEKETE G., (1998): *Vegetációtérképezés: visszatekintés és hazai körkép*. Bot. Közlem., 85: 17-30p.

FENTRŐL.HU., *Légifotó az egerbaktai láptavakról (1. ábra)*. Forrás: <https://www.fentrol.hu/hu/legifoto/54102?r=1&c=2260536.4918335:6099881.985875:9> (Letöltés dátuma: 2024.01.10)

GOOGLE.COM/MAPS., *Google Maps terület / távolság mérés (23. ábra)*. Forrás: <https://www.google.com/maps/@47.947232,20.2963905,6894m/data=!3m1!1e3?entry=ttu> (Letöltés dátuma: 2024. 02. 02)

JUHÁSZ L., (1963): *Az egerbaktai tőzegmohás láp*. Természettudományi közlöny, 7. (94.) 1-12. 519-520p.

KÁROLYFI K., (2018): *A Digitális Képfeldolgozás Alkalmazási Lehetőségei a Katasztrófakezelésben*. Nemzeti Közszolgálati Egyetem. Műszaki Katonai Közlöny 28. 1. Forrás: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/mkk/article/view/1693/1000> (Letöltés dátuma: 2024.02.04)

KÜCHLER A.W., (1967): *Vegetation mapping*. New York, Ronald Press, 472p.

LÁSZLÓ G., (1915): *A tőzeglápok és előfordulásuk Magyarországon*. Budapest: A Magyar Királyi Földtani Intézet Kiadványai, 3-155p.

LÁJER K., RÉDEI T., ÓDOR P., NAGY J., & BÖLÖNI J., (2011): *C23 – Tőzegmohás átmeneti lápok. és tőzegmohalápok*. Magyarország élőhelyei: vegetációtípusok leírása és határozója, ÁNER 2011. Vácrátót: MTA ÖBKI, 71-75p.

MIKLÓS G., (1984): *A távérzékelés felhasználása a környezet elemzéséhez*. Veszprém: MTA Veszprémi Akadémia Bizottságának ülései, 31-44p.

MOLNÁR Z., HORVÁTH F., KERTÉSZ M., & Kun, A., (1998): *A vegetáció térképezésének objektivitása*. *Kitaibelia*. 3. évf. 2. szám 307-308p.

NAGY J., (2002): *Szündinamikai vizsgálatok egy tőzegmohaláp természeti értékeinek megőrzésére*. (Phd-értekezés) Gödöllő: Szent István Egyetem, Biológiai Doktori Iskola

NAGY J. Gy., (2023): *Kutatási jelentés a beregi lápok 2022. évi botanikai – és vízkémiai vizsgálatáról*. (kézirat) HNP Igazgatóság, 3p.

NEMERKÉNYI A., *Távérzékelés*. Arcanum Forrás: <https://www.arcanum.com/hu/online-kiadvanyok/pannon-pannon-enciklopedia-1/magyarország-foldje-1D58/uj-modszerek-a-hazai-foldtudomanyokban-2E40/taverzekeles-nemerkenyi-antal-2F6A/> (Megtekintés dátuma: 2024.03.10)

PROJEKTOR.HU., *Felbontás: a képminőség egyik meghatározója*. Forrás: <https://www.projektor.hu/tudasbazis/alapfogalmak/.htmlfelbontas+a+kepminoseg+egyik+meghatarozoja.html> (Letöltés dátuma: 2024.02.13)

SZÁSZ G., (1995): *A távérzékelés és hasznosítása a mezőgazdaságban*. Debreceni Szemle 3. évf. 4. szám 538-552p.

SIMON T., (1960): *Vegetation der Moore in den Naturschutz-gebieten de Nördlichen Alföld*. *Acta Botanica* VI. 107-137p.

TAKÁCS G., és MOLNÁR Z., (2009): *Nemzeti biodiverzitás-monitorozó rendszer*. Vácrátót: Scientia Kiadó XI. 2. kiadás, 7-10p.

TÓTH I., (2021): *Drónokkal történő terepi felvételezés a precíziós mezőgazdaság elősegítésének céljából*. (szakdolgozat) Budapest: Eötvös Loránd Tudományegyetem Térképtudományi és Geoinformatikai Intézet Forrás: [http://lazarus.elte.hu/hun/digkonyv/szakdolg/2021-bsc/toth\\_izsak.pdf](http://lazarus.elte.hu/hun/digkonyv/szakdolg/2021-bsc/toth_izsak.pdf)

TÖPLER, D. (saját források).

ZÓLYOMI B., (1931). *A Bükkhegység környékének Sphagnum-lápjai*. *Botanikai közlemények* 28. kötet, 89-121p.

## Ábrajegyzék

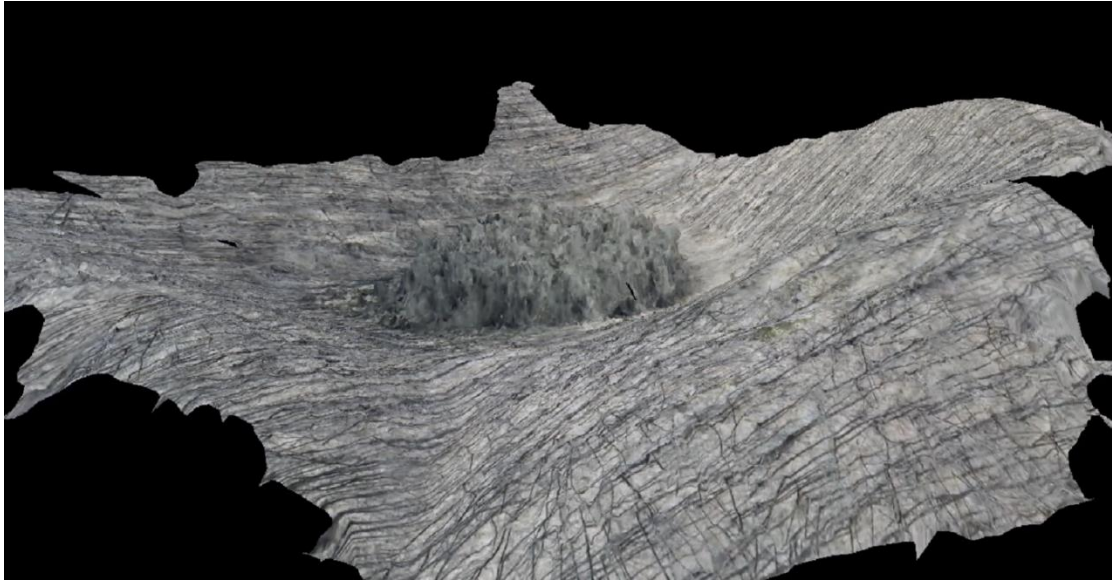
1. ábra Légifotó az egerbaktai láptavakról. 1991.09.02. (fentről.hu, 2024).....	2
2. ábra Tőzegmohás lápok és ingólápok elterjedési térképe, ( <a href="https://novenyzetiterkep.hu/node/949">https://novenyzetiterkep.hu/node/949</a> ).....	6
3. ábra A láptavak elhelyezkedése (Google Maps 2024).....	7
4. ábra Az egerbaktai Kis- és Nagy- tó a Tó- hegygel. (Dulai és Vojtkó 1991).....	8
5. ábra Az egerbaktai tőzegmohás láp centrális részének növényfajai. (Zólyomi 1931).....	9
6. ábra Az egerbaktai tőzegmohás láp (kis-tó) területén készült felvételi négyzet adatai. (Dulai és Vojtkó 1991).....	11
7. ábra A fajok cönológiai fajcsoport szerinti megoszlása. (Dulai és Vojtkó 1991).....	11
8. ábra Az egerbaktai Kis-tó (tőzegmohaláp) vegetációtérképe. A számok a cönológiai felvételeik helyeit mutatják. (Dulai és Vojtkó 1991).....	12
9. ábra A digitális képfeldolgozás fogalma. (Károlyfi, 2024).....	14
10. ábra Yuneec H520e háttérben a láppal. (Töpler).....	18
11. ábra Az erdő méretét meghatározó szegmentáció. (Töpler).....	21
12. ábra A lagg zóna elkülönítve. (Töpler).....	22
13. ábra A lagg zóna méretét meghatározó szegmentáció. (Töpler).....	22
14. ábra Fűz-láp elkülönítve. (Töpler).....	23
15. ábra A fűz-láp méretét meghatározó szegmentáció. (Töpler).....	23
16. ábra A fűzlomb borítás mentes lágyszárúak uralta lápbelső szegmentálása ImageJ-vel. (Töpler).....	24
17. ábra Drawing of RGB halmaztérkép – alacsony scale paraméter. (Töpler).....	27
18. ábra A láp nagyobb egységeit bemutató szegmentált térkép. (Töpler).....	28
19. ábra Magassági térkép (Töpler).....	29
20. ábra Illesztési torzulás (Töpler).....	32
21. ábra Alacsony információ tartalmú 3D modell. (Töpler).....	43
22. ábra Google Maps terület / távolság mérés.....	43
23. ábra Autonóm művelet négyzetrácsos repüléssel. (Töpler).....	44
24. ábra Mosaic1_Georeferált térkép. (Töpler).....	44
25. ábra Az egerbaktai lápról készített mozaik felvétel 100m magasságon. 2024.03.19 (Töpler).....	45

## **Táblázatjegyzék**

1. táblázat Távérzékelés rendszerek összehasonlítása. (Bíró, 2024).....	13
2. táblázat Felhasznált felvételek. ....	19
3. táblázat A füzlomb borítás mentes lágyszárúak uralta lápbelső szegmensei. (Töpler).....	25

## Mellékletek

21. ábra  
Alacsony információ tartalmú 3D modell. (Töpler)



22. ábra  
Google Maps terület / távolság mérés

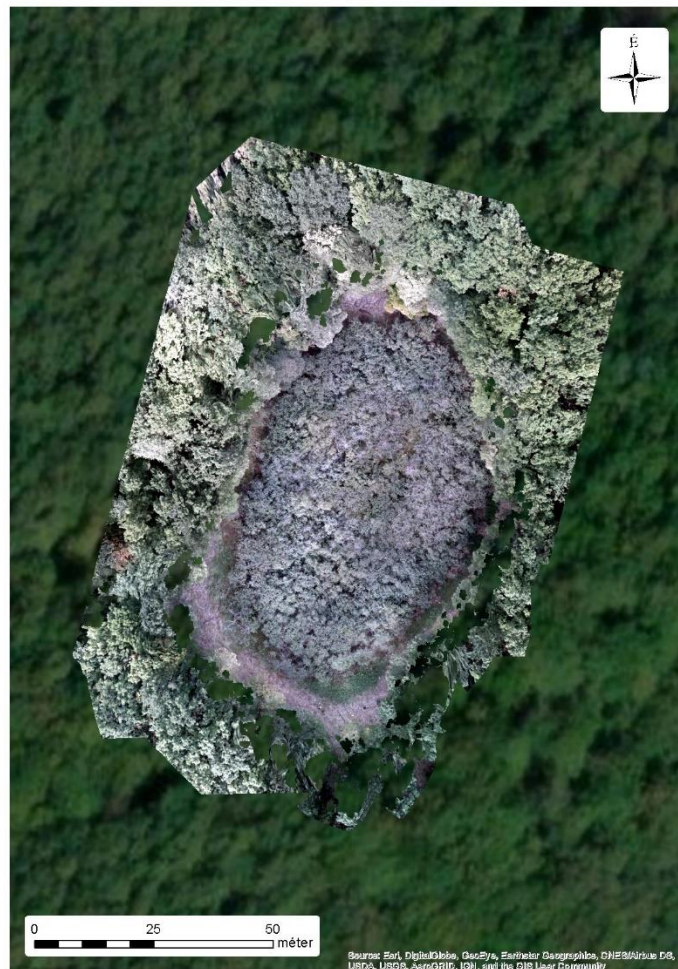




23. ábra  
Autonóm művelet négyzettrácsos repüléssel. (Töpler)

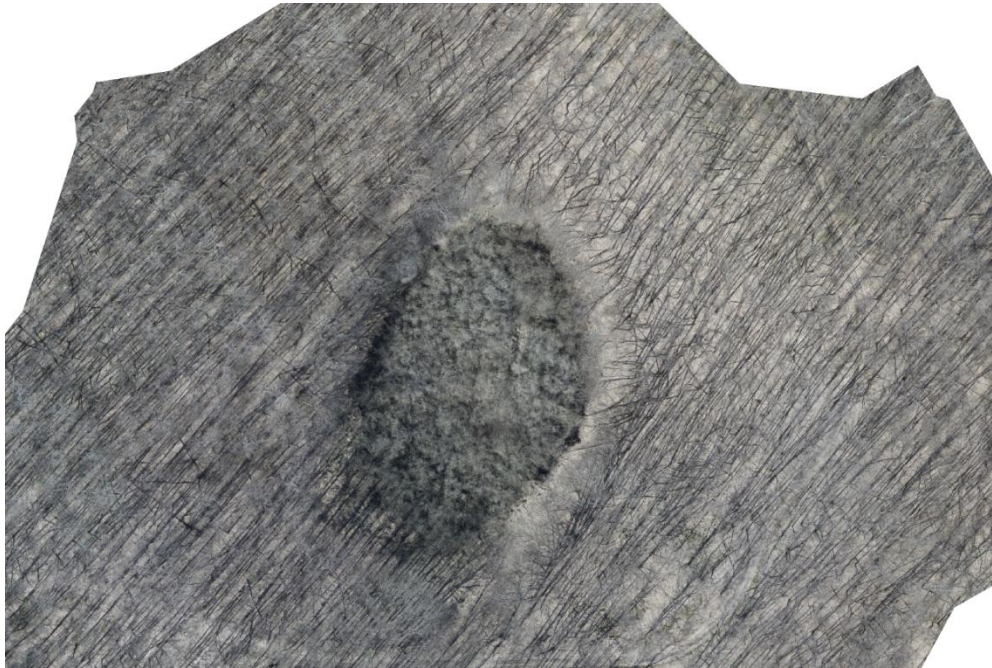


24. ábra  
Mosaicl\_Georeferált térkép. (Töpler)





25. ábra  
Az egerbaktai lápról készített mozaik felvétel 100m magasságon. 2024.03.19 (Töpler)



# Nyilatkozatok

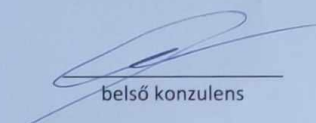
## NYILATKOZAT

Töpler Dániel (hallgató Neptun azonosítója: FE3ND4) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakedolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom<sup>1</sup>.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem<sup>\*2</sup>

Kelt:  
Gödöllő, 2024 év 04 hó 16 nap

  
belső konzulens

---

<sup>1</sup> A megfelelő aláhúzendó.

<sup>2</sup> A megfelelő aláhúzendó.

## NYILATKOZAT

### a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Töpler Dániel  
A Hallgató Neptun kódja: FE3ND4  
A dolgozat címe: Az Egerbaktai Tőzegmohás Láp  
Vegetációtérképezésének Első Lépései  
A megjelenés éve: 2024  
A konzulens intézetének neve: Környezettudományi Intézet  
A konzulens tanszékének a neve: Talajtani Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott 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.

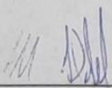
A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

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

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumába. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumában.

Kelt: 2024 év 04 hó 26 nap

  
Hallgató aláírása