



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Alba Regia Műszaki Kar
Geoinformatikai Intézet

SZAKDOLGOZAT

GEOINFORMATIKAI TECHNOLÓGIÁK ALKALMAZÁSI PÉLDÁI ÉSZAK-KELET MAGYARORSZÁG RÉGÉSZETI LELŐHELYEIN

**OE-AMK
2021**

Hallgató neve:

Hallgató törzskönyvi száma:

Kiss Dániel

T000384/FI12904/A-G



SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Kiss Dániel

Szakedolgozat száma: SZD20120110295284

Törzskönyvi száma: T000384/FI12904/A-G

Neptun kódja: XXXXXXXXXX

Szak: földmérő és földrendező mérnök

Specializáció: Geoinformatika specializáció

A dolgozat címe: Geoinformatikai technológiák alkalmazási példái Észak-Kelet Magyarországon régészeti lelőhelyein

A dolgozat címe angolul: Examples of the application of geoinformatics technologies in the archaeological sites of North-Eastern Hungary

A feladat részletezése: Adjon rövid áttekintést a régészetben, a lelőhely kutatásban és leletdokumentálásban korábban alkalmazott technológiákról!

Mutassa be a közelmúltban bevezetésre került, korszerű, geoinformatikai technológiákat, jellemezve azok pontosságát, gazdaságosságát!

Mintaterületek példáival jelenítse meg a korszerű technológiák alkalmazásával elért eredményeket!

Összegezze a munka során szerzett tapasztalatait, az egyes módszerek előnyeit és hátrányait figyelembe véve tegyen javaslatot a különböző technológiák alkalmazására!

Intézményi konzulens neve: Balázsik Valéria

A kiadott téma elévülési határideje: 2023. december 15.

Beadási határidő: 2021. 12. 15.

A szakdolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Székesfehérvár, 2021. 10. 28.



Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom:

belső konzulens

.....

külső konzulens



HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott **Kiss Dániel** szigorló hallgató kijelentem, hogy a szakdolgozat saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem.

Egyéb jelentős segítséget nem vettem igénybe.

Az elkészült szakdolgozatban található eredményeket az egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Kelt: Székesfehérvár, 2021.12.08.



.....
hallgató aláírás

TARTALOMJEGYZÉK

1.	BEVEZETÉS.....	6
1.1.	Témaválasztás	6
1.2.	Modern régészet	7
1.3.	Geoinformatika és térinformatika	8
2.	KORAI RÉGÉSZET ÉS KORSZERŰ RÉGÉSZET.....	9
2.1.	Archeológia 1950	9
2.2.	Régészet 1990	10
2.3.	Mensor gromaticus és mérnök geodéta.....	11
2.4.	Korszerű adatnyerési technológiák a régészetben.....	13
2.4.1.	Légirégészet	14
2.4.2.	Földi fotogrammetria	15
2.4.3.	Távérzékelés	16
2.4.4.	Geofizika.....	17
2.4.5.	Geodézia	18
2.5.	Geodézia az ásásokon.....	19
2.5.1.	Ásások helyi koordináta-rendszerei	21
2.5.2.	Koordináta-rendszerek közti kapcsolatok.....	22
3.	GEOINFORMATIKAI TECHNOLÓGIÁK	25
3.1.	Erőforrások, munkaeszközök és szoftverkörnyezet.....	25
3.2.	Régészeti munkatérkép előállítása korszerű adatnyerési technológiákkal.....	26
3.2.1.	Terepi adatgyűjtés.....	26
3.2.2.	Adatfeldolgozás és térképszerkesztés	27
3.3.	Beruházási és jelentkezési szintek meghatározása TIN modellekkel	29
3.3.1.	Terepi adatgyűjtés.....	29
3.3.2.	TIN modellek felépítése.....	30
3.4.	Lelőhely diagnosztika és űrtávérzékelés	32
3.4.1.	Régészeti értelmezés valódi színes kompoziton	32
3.4.2.	Hamis színes kompozit régészeti célú alkalmazása.....	34

3.5.	Korszerű adatnyerés geofizikai eljárásokkal.....	38
3.5.1.	Régészeti geomágneses felmérés.....	38
3.5.2.	Térinformatikai feldolgozás és hibaszűrés	40
3.5.3.	A kiértékelhető jelenségek és pontosságuk	41
3.6.	Digitális fotogrammetria	44
3.6.1.	Régészeti jelenség és digitális térmodell	45
3.6.2.	Faragott amuletten alkalmazott fotogrammetriai eljárások	48
3.7.	A technológiák alkalmazásából levonható konklúziók.....	51
4.	ÖSSZEGZÉS.....	52
5.	SUMMARY	53
6.	KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	54
7.	IRODALOMJEGYZÉK.....	55
7.1.	Ábrajegyzék	60
7.2.	Nyomtatásra került mellékletek listája.....	61
7.3.	Elektronikus mellékletek listája	61
8.	MELLÉKLETEK.....	62

1. BEVEZETÉS

„A földrajz térbeli történelem, a történelem pedig időbeli földrajz és mindkettő közös nyelve a térkép.” - dr. Klinghammer István

1.1. Témaválasztás

Szakdolgozatom témája megfogalmazható úgy, mint különböző geoinformatikai módszerek adatgyűjtése, alkalmazása, hasznosítása, amely során a végfelhasználó nem más, mint egy különálló tudomány, a régészet. A Herman Ottó Múzeum megyei hatókörű múzeum alkalmazásában előbb régésztechnikusaként, - majd a szakmai érdeklődésem irányvonalát jobban követve – utóbb múzeumi geodétájaként több mint 7 évnyi régészeti feladatellátáshoz kapcsolódó saját adatgyűjtések és feldolgozások szakmai anyagai álltak rendelkezésemre a szakdolgozat elkészítéséhez. Az Óbudai Egyetem Alba Regia Műszaki Kar, Geoinformatikai Intézetének földmérő és földrendező mérnök hallgatójaként választottam ezt a térinformatikával, földméréssel mélyebben és a régészettel összességében talán kevésbé foglalkozó témát.

A régészet - amióta csak létezik - térbeli információkat is hasznosít. A régészeti objektumok, jelenségek, leletek és az azok között fennálló összefüggések egyértelműen rendelkeznek térbeli kiterjedéssel, eloszlással így azok térbeli ábrázolása, rendszerbe szervezése, kiértékelése és elemzése mindig is jelen volt, és lesz a régészetben. [1]

A dolgozat szakirodalom, külföldi és magyar feltárások publikációinak segítségével bemutatja a régészet és térinformatika egybefonódását. Betekintést nyújt a két tudományág szoros együttműködésének köszönhetően kialakuló régészeti térinformatikai módszerek adatgyűjtésébe, elemzésébe és hasznosításába. A módszereket a Herman Ottó Múzeum régészeti szaktevékenységi illetékességi területén belüli, tehát Borsod-Abaúj-Zemplén megye több mint a régészeti lelőhelyén keresztül mutatja be.¹

A történelmi térképek, mint a múltba nyíló kis ablakok, melyekkel nagy idő távlatából egész civilizációk felemelkedését és bukását láthatjuk, korán megragadták a fantáziámat. A történelem és a térképek kapcsolata fiatal korom óta jelen van a mindennapjaimban.

¹ A Herman Ottó Múzeum 2017. évi Szervezeti és Működési Szabályzata alapján

1.2. Modern régészet

A magyar régészet, mint tudomány, időbeli megjelenése nehezen megállapítható. Az elmúlt évszázadok során számos olyan pillanat volt, amelyre ráfogható, hogy akkor született meg a modern, magyar régészet. Ez a történelmi pillanat lehetne akár az 1876. évben megtartott Ősrégészeti Kongresszus, vagy akár a Nemzeti Múzeum alapítása is 1802-ben. Mégis valamennyi korai kutatót mind amatőrnek tekinthetjük. Legyen szó Dombai Jánosról, aki egyszerű pénzügyőrként kőkori telepet tárt fel, vagy Torma Zsófiáról, akit a világ első régésznőjeként tarthatunk számon. A világ első női régésze elsősorban történeti módszerekkel vizsgálta az általa kutatott régészeti lelőhelyeket. [2] Móra Ferenc, Leszih Andor, Herman Ottó mind autodidakta módon tanult, saját elképzeléseik alapján végezték régészeti kutatásaikat. A szomszédos államokban elmondható, hogy a huszadik század elején már nemzeti tudományként jelenik meg a régészet. Ezen frissen alapított államok – önigazolást keresve létükre – korán elismerik a régészeti kutatások jelentőségét. Magyarországon ez a folyamat csupán a 20. század második felére jelenik meg. Az 1950-es évektől kezdődően jelennek meg a célzottan modern régészeti képzések, szakkönyvek, szakmai stábok és egyben kutatások is Magyarországon. [3] [4] A régészet a régi, letűnt, történelmi korok nyomait kutató történettudomány. A régészet, tudománya kiterjed magára a leletgyűjtésre, a feldolgozásra, és számos értelmezési módszerre is. [5] A kronológia alapján több, fontosabb régészeti kort jelölhetünk ki. Ezen korok megannyi kultúra, nép és népcsoport felemelkedését és bukását ölelik fel. Az (ős)régészetben az egyes korszakokat a szakemberek gyakorta tovább kategorizálják a különböző anyagi kultúrák megjelenése szerint. Magyarországon általánosságban véve a fő régészeti korokat az időszámításunk előtti 300.000-től és a 2001. évi LXIV. törvény a kulturális örökség védelméről jogszabály által is meghatározott 1711-es év közé tehetjük. 1711 előttről fennmaradt leletet tekintünk régészeti leletnek a jogszabály és a magyar kutatók alapján. [3] [6] [7] A dolgozat szempontjából releváns – annak megértéséhez szükséges – régészeti szakmai kifejezéseket az 1. melléklet tartalmazza.

A főbb régészeti korszakok a magyar régészetben:

- Paleolitikum	- Rézkor	- Római Császárkor	- Kora újkor
- Mezolitikum	- Bronzkor	- Népvándorláskor	- Újkor
- Neolitikum	- Vaskor	- Középkor	

1.3. Geoinformatika és térinformatika

A földrajzi információs rendszerek – melyeket angolul Geographical Information Systemnek nevezünk (GIS) – megjelenésének és a modern térképészeti, földmérési megoldások rohamléptékben való fejlődésének köszönhetően a piaci szereplők és a tudományos világ is használatba vette a geoinformatika megnevezést a tudományterületre. A geoinformatika egy újkeletű tudománynak tekinthető. A geoinformatika különböző tudományterületek integrációja. Az összefonódó tudományterületek egyik és egyben legfontosabb közös eleme, hogy térbeli adatokat hasznosítanak. Magyar nyelvterületen a térinformatika kifejezés terjedt el ennek a digitális tudománynak a megjelölésére. A hazai szakemberek nézete, hogy a térinformatika magának az informatikának egy olyan egyedi és sajátos ága, mely térbeli és földrajzi, összességében tehát helyhez köthető adatokkal foglalkozik. A térinformatika a térbeli adatok feldolgozásával, elemzésével, és a levezetett adatok megjelenítésével foglalkozik. A térinformatika fogalomköre tartalmazza a hozzá kapcsolódó számos adatgyűjtési módszert is. Műszaki környezetben széleskörűen és egyértelműen a térinformatika megnevezést alkalmazzák az itthoni szakemberek. [8] [9] [10]

A régészeti szaktevékenységek során helyhez köthető adatok, információk hasznosítása is történik. A régészeti korú jelenségek, leletek és az azok között fennálló összefüggések kétséget kizáróan térbeli eloszlással, kiterjedéssel, összességében tehát helyhez köthető adatokkal rendelkeznek, vagy azokkal leírhatóak. Az összefüggések és jelenségek elemzésére, kiértékelésére, ábrázolására és rendszerbe szervezésére a térinformatika bevonása három nagy előnyt nyújt a korábbi értelmezési vagy dokumentációs folyamatokhoz képest: [1]

- Az eltérő forrású adatok egy közös rendszerben tárolhatókká válnak,
- Az alfanumerikus és térbeli adatbázisok, illetve azok adatai összekapcsolhatók,
- Az adatcsoportok között új elemzési, lekérdezési lehetőségek jelennek meg.

A régészeti kutatásokban a terepi dokumentálás alapegysége a stratigráfiai egység. Az egymástól független, egységet képező, önálló jelenségek (betöltési réteg, objektum) stratigráfiai egységek lehetnek. Egyedi azonosítójuk az úgynevezett stratigráfiai szám. A régészeti kutatások során kialakított térinformatikai rendszerek adatainak kapcsoló pontjai a terepi dokumentálás alapegységei, a stratigráfiai azonosítószámok. [1] [11]

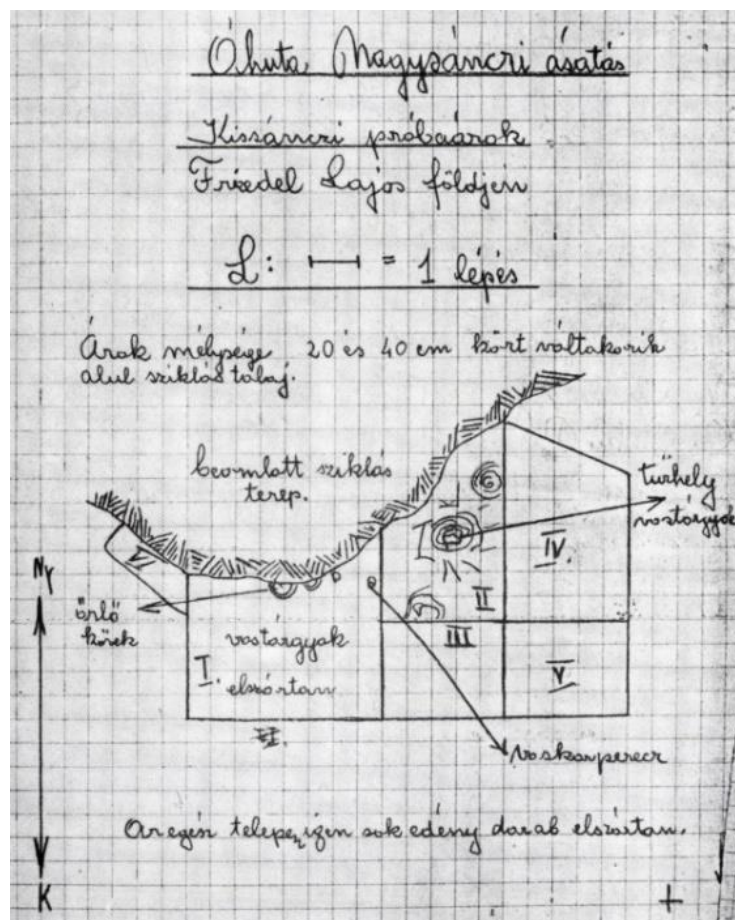
2. KORAI RÉGÉSZET ÉS KORSZERŰ RÉGÉSZET

2.1. Archeológia 1950

A modern magyar régészet korai éveit a szocializmusban élte, mely időszakban jellemzően kis alapterületű feltárások zajlottak. A dokumentálás, adatrögzítés és értelmezés szinte teljesen szabályozatlanul, a kutatók egyéni elképzelései alapján zajlottak. A régészeti dokumentációk gyakran kimerültek egyszerű jegyzőkönyvekben, kézzel rajzolt helyszínrajzokban, ásatási rajzokban. A ritka és kis területű ásatások mellett elsősorban terepbejárások és irodalmi kutatások gyarapították a régészeti tudást. [12]

Ezen feltárások dokumentációi az utókor számára gyakran okoznak nehézségeket: [13]

- A több éven át tartó ásatások során számos esetben évente más méretarányban és mélységadatokkal készülhettek a dokumentációk.
- Ha készült is helyszínrajz annak térbeli azonosítása nehézkes referencia hiányában.



2.1.1. ábra - Leszih Andor óhutai ásatásának helyszínrajza
[forrás: B. Hellebrandt Magdolna: Miskolc Kelta Kora – 36. old]

2.2. Régészet 1990

1989, 1990 és 1991 a szocialista blokk összeomlása, és a rendszerváltás évei. A 90-es évek elejének politikai, gazdasági változásai a régészetre is kihatottak. Egyik pillanatról a másikra a 6-10 négyzetméteres feltárásokat felváltották az autópályák, nagy kiterjedésű bevásárló központok, ipari létesítmények területén végzett, akár több hektáros kutatások. A korábban akár évekig elhúzódó ásatásokat hirtelen határidők közé szorították, és az agrárvilág leletbejelentőit felváltották a nagy befolyással bíró cégvezetők és mérnökök, mint megbízók. A társtudományok, az informatikai technológiák rohamtempóban kezdtek el fejlődni a régészetben alkalmazott technológiákkal együtt. A régészetben bekövetkezett gyors változások rávilágítottak a korábbi jogszabályi környezet szinte teljes hiányára. A rendszerváltást követő évtizedben kialakuló régészeti folyamatokhoz, kutatásokhoz és módszerekhez kapcsolódó jogszabályi alapok kialakítására a 2001. évi LXIV. törvény a kulturális örökség védelméről nyújtott szükségeszerű megoldást. [14] [15] [16]

„Felismerve, hogy kulturális örökségünk hazánk múltjának és jelenének pótolhatatlan, egyedi és meg nem újítható forrása, a nemzeti és az egyetemes kultúra elválaszthatatlan összetevője;”

- 2001. évi LXIV. törvény a kulturális örökség védelméről

A mindösszesen két évtizedes törvény alapvető fogalmakat és folyamatokat határozott és határoz meg a mai napig a kiegészítő rendelkezéseivel együtt. Az olyan alapfogalmak mellett, mint például a földmunka, régészeti lelőhely, régészeti lelet vagy a műemlék, a törvény az egyes régészeti kutatásokat, módszereket és az azoktól elvárt dokumentációt is meghatározza. A törvény szerint régészeti feltárásnak minősül minden olyan tevékenység, amely tudományos módszerrel kutat régészeti örökségi elemeket. Kimondja, hogy ezen régészeti feltárások térinformatikai és geodéziai feladatrészeinek ellátásához gazdasági társaság bevonható. Nem részletezi azonban a térinformatikai, geodéziai és térképészeti feladatok és dokumentációk igényét és pontossági követelményeit. A magyar régészetben kialakult különböző régészeti intézmények és ernyőszervezetek a térinformatikai dokumentációik és térképi ábrázolásaik során sajátos, egymástól független adatkapcsolatokat, fájlformátumokat alakítottak ki és használnak. Az eltérő műszerezettség, régiós különbségek további széttagoltságot eredményeznek a térinformatikai dokumentációkban, mely az adatok összehasonlítását nehezíti. [7]



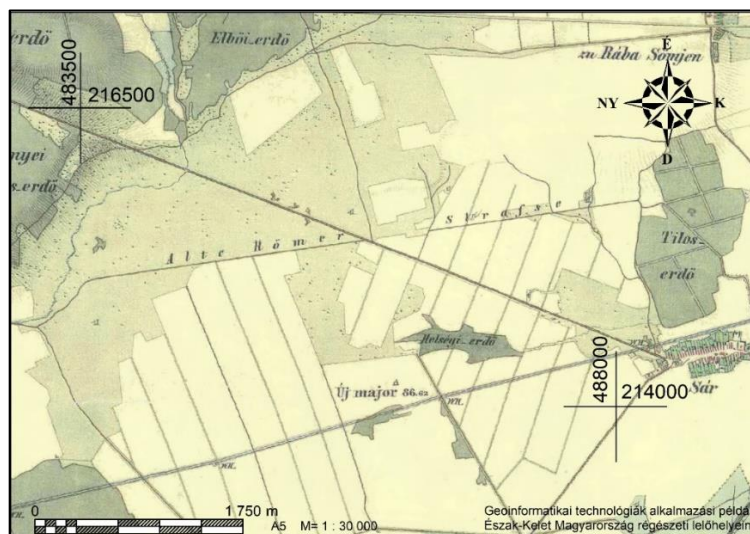
2.2.1. ábra - Próbaszondázás légifotója Novajidrány határában
[forrás: Kiss Dániel, 2017]

2.3. Mensor gromaticus és mérnök geodéta

A nagyléptékben zajló ásatások következtében megfigyelhető több száz régészeti jelenség dokumentálásához már nem volt elég egy papír, jegyzetfüzet és ceruza. A terjedelmes humuszréteg eltávolításához munkagépekre volt szükség, az ásatási dokumentációhoz komplett stábra, és a feltárási területek, kerületek, térfogatok számításához, és térbeli elhelyezéséhez is szakember kellett.

Az utóbbi feladathoz szükséges szakemberek az ókor óta velünk vannak. Róma egykori agrimensorai, agrármérnökei már időszámításunk kezdetén úgynevezett centuriatiokat alakítottak ki limesek, azaz határvonalak, adott esetben tengelyek mentén. A centuriatio alatt a korabeli rómaiak minden kataszteri felmérést értettek. A modern időkben azonban ezen kataszteri felmérések során lehatárolt telkeket is centuriationak nevezzük. A derékszögű hálózatok alapján lehatárolt centuriatiokon római joghoz kapcsolódó telekjogokat is kialakítottak. A telkek térbeli határait határkővel vagy még gyakoribb esetekben temetkezéssel vagy környezetétől elütő fás szárú növényvel, földhalommal jelölték Róma földmérői. A telkek kitűzésében résztvevő szakembereket leggyakrabban mensoroknak, mérnököknek vagy gromaticusoknak² nevezték az általuk használt földmérő műszerről a gromáról. [17] [18]

² Gromatici (Latin: Gruma vagy groma)



2.3.1. ábra - Alte Römer Straße (német: Régi római út)

Centuriatio tengelye a második katonai felmérésen.

[forrás: <https://afoldgomb.hu/magazin/a-foldgomb-2018-szept/kincses-terkepek-terkepek-kincse>]

A római mensorok mai megfelelői, a földmérő mérnökök bekapcsolódtak a régészeti feltárásokba. Kezdetben jelenségek, területek felmérésével, helyi vonatkozási rendszer kialakításával segítették a feltárásokat. A földmérők idővel mélyebben belefolytak a régészeti munkákba. Az alvállalkozói vagy megbízási szerződéses külső szakembereken túl a földmérők és geoinformatikusok főállású munkavállalókként a mai napig jelen vannak a múzeumok, intézmények régészeti munkáiban és kutatásaikban.



2.3.2. ábra - Palatinus 1564 kézirat

Corpus Agrimensorum³ 9. századból származó átiratán a centuriatio ábrázolása. A település környezetét jelölő topográfiai jelenségekkel, telekkiosztásokkal, a decumanus maximus⁴ és a kardo maximus⁵.

[forrás: Bödőcs András: Paradigmaváltás a római utak kutatásában? Magyar Régészet 9. évf. 2020]

³ Római földmérési szakkönyv melyet középkori átirások őriztek meg

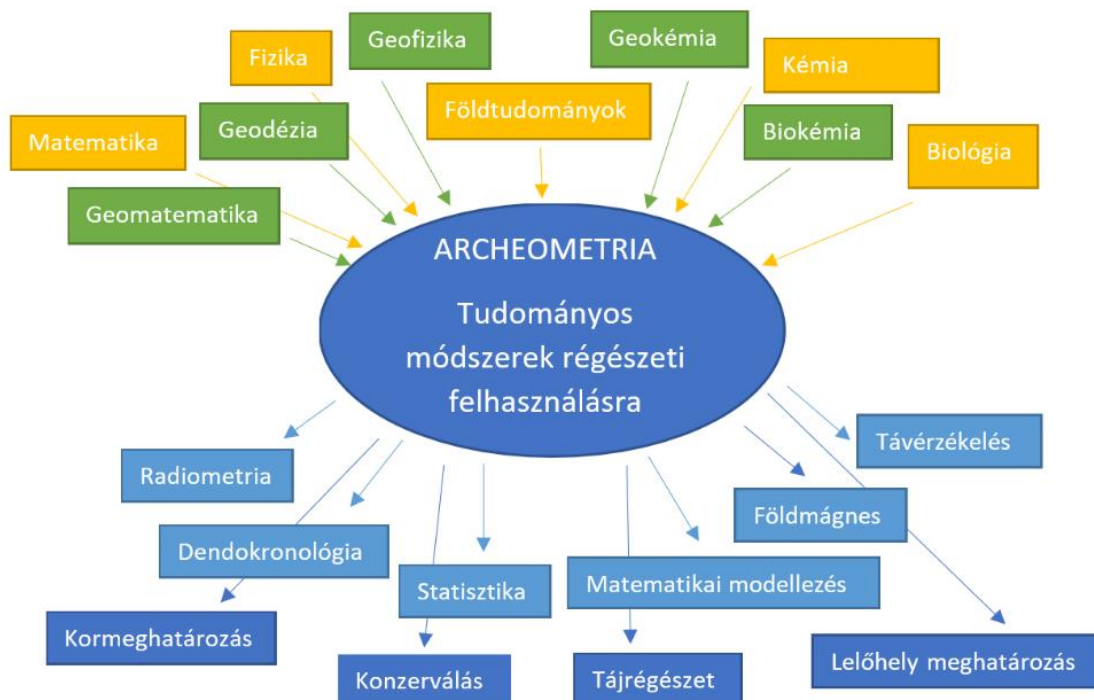
⁴ az origón áthaladó főtengely, a település főutcája

⁵ a decumanus maximusra merőleges főtengely

2.4. Korszerű adatnyerési technológiák a régészetben

A modern tudományokban a 21. században új módszerek és adatnyerési eljárások jelentek meg. A számítástechnika, a térinformatika széles körű elterjedése, a légi és földi fotogrammetriai módszerek fejlődése, a műholdas helymeghatározás lehetőségei, a korszerű adatnyerési technológiák megjelenését eredményezte a régészetben is. [19]

A régészeti lelőhelyeken, a leleteken végzett - elsősorban természettudományos -, illetve ezen túl a műszaki, biológiai, és egyéb tudományos vizsgálatok, elemzések összességét lefedő fogalom az archeometria. A fogalom körébe tartozik a lelőhelyvizsgálat, lelőhelydiagnosztika számos technológiája, a tárgyi leleteken végzett vizsgálatok, a geofizikai, üledékföldtani, geodéziai vizsgálat. Az archeometria és egyben annak adatainak legnagyobb problémáját a legnagyobb értéke okozza: A régészettől független szakterületek saját érvrendszerekkel rendelkeznek, így a régészeti szakember számára az alapadatok értelmezése nehézkes. A független tudomány szakembere számára pedig az alapadatokból történeti következtetéseket levonni szinte lehetetlen. Az archeometria értelmezésének legfontosabb eleme tehát a tudományok között átívelő kommunikáció. [20] [21]



2.4.1. ábra - Az archeometria néhány elemének sematikus ábrázolása
[forrás: Kiss Dániel]

2.4.1. Légitérészet

A régészetben megjelenő első, korszerű adatnyerési technológia a légifotogrammetria. Klasszikus értelemben a légifotók készítése és annak kiértékelése. A hőlégballonokról, repülőkről készült régészeti célú képek első megjelenése a huszadik század közepére tehető. A légifelvételek régészeti célú alkalmazása először a két világháború között valósult meg térképezési feladatellátás melléktermékeinek köszönhetően. A régészeti korú bolygatások beásásai idővel feltöltődésen mennek át. Az épített maradványok a humuszos betöltődést megakadályozzák. A tápanyag gazdag betöltés vagy épp annak hiánya növényi jeleket és talajjeleket mutat a légifelvételen. A légifényképezés időpontjának kiválasztása segítségével a fény-árnyék viszonyok jelezhetik előre a régészeti jelenlétet. Legnagyobb előnye, hogy a régészeti lelőhelyeket összefüggéseikben vizsgálhatjuk. A teljes lelőhely elemeit, településszerkezeteket figyelhetünk meg. Magyarország területéről 2000 óta készülnek légifelvételek. Eleinte a teljes országot lefedő majd 2016-tól az ország harmadáról 3 éves ciklusokban. Ezek a digitális felvételek lehetőséget nyújtanak a klasszikus légitérészeti vizsgálatra. A 2.4.1.1. ábrában bemutatott saját interpretációm feltételezi, hogy a vizsgált borsod megyei régészeti lelőhely kiterjedése lényegesen nagyobb már ismert és regisztrált határánál. [22] [23] [24]



2.4.1.1. ábra - Borsod megyei lelőhely légitérészeti vizuális interpretációja
[forrás: Kiss Dániel, 2005-ös FÖMI légifelvételen]

2.4.2. Földi fotogrammetria

Míg a légi fotogrammetria a lelőhelyek felderítésében, a lelőhelydiagnosztikában segíti a régészetet, addig a földi fotogrammetria az egyes jelenségek, a leletek dokumentálásában alkalmazott technológia. A feltárások régészeti dokumentációjának legfontosabb szerepe a lehető legtöbb adat rögzítése, hiszen ezek alapján nyerhető információ. A feltárás során a régészeti jelenség összefüggései, rétegei elpusztulnak, így törekednünk kell az adatok részletes és pontos dokumentálására a későbbi értelmezéshez. A földi fotogrammetriával a feltárt objektum teljes térbeli dokumentálására van lehetőségünk. A fotogrammetria alkalmazásával előállított digitális modell lehetőséget ad a jelenség későbbi komplex vizsgálatára is. Az így nyerhető információmennyiség kiemelkedő a klasszikus fotográfiai, vagy rajzi dokumentációhoz képest. A földi fotogrammetria az előkerült leletanyag feldolgozása során több módon is alkalmazható. A leletanyag bemutatása és annak társadalmi hasznosítása a régészet egyik legfontosabb feladata. A 2020-ban kialakult COVID-19 járványhelyzet során a múzeumok is az online térbe kényszerültek. A leletanyagok fotogrammetriai bemutatása egy nyilvánvaló megoldásnak bizonyult. A múzeumok az addig fel nem használt képeket feldolgozták, tömegével kezdték előállítani a digitális modelleket azok virtuális bemutatásához. A 2.4.2.1. ábrán három földi fotogrammetriai módszerekkel általam előállított régészeti jelenség digitális modelljeinek képernyőmentései láthatóak. A leletanyagról készült felvételekből, fotogrammetriai módszerekkel előállított tömör, folytonos felszínnel megjelenített modelleket felhasználva, a 3D nyomtatási technológiát alkalmazva olcsón és gyorsan állítottak elő leletmásolatokat más országokban. Magyarországon a leletmásolatok alapjait fotogrammetriai úton előállítani nem túl gyakori eljárás egyelőre. [25] [26] [27]

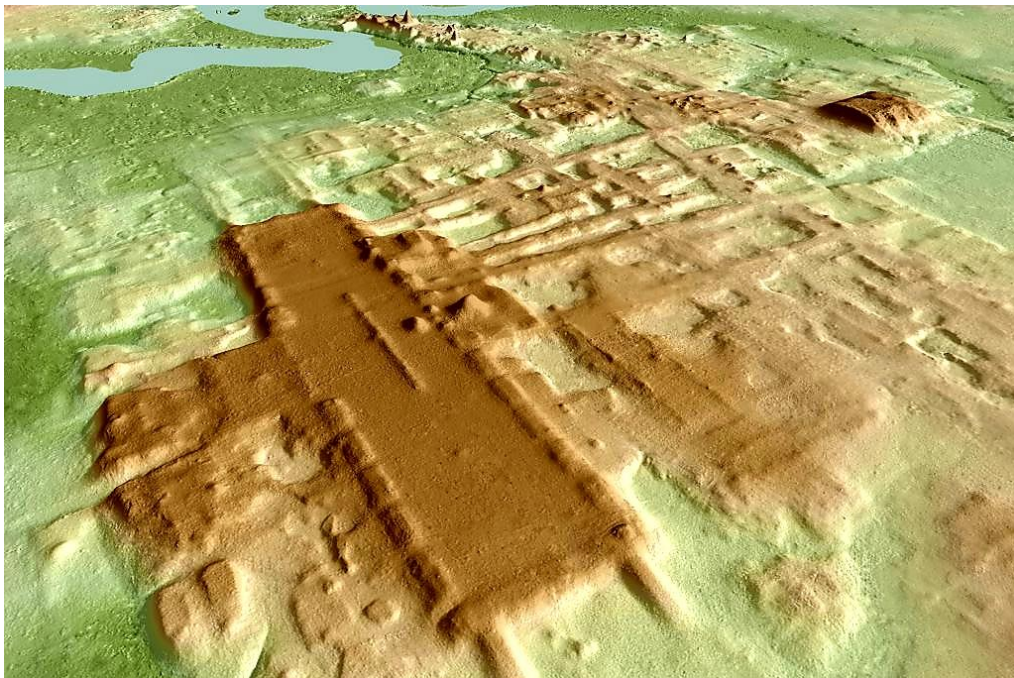


2.4.2.1. ábra - Fotogrammetriai módszerekkel előállított digitális modellek
Kelta kétoasztatú kemence (bal), kettős temetkezés (közép), méhkas alakú gödör (jobb)
[forrás: Kiss Dániel]

2.4.3. Távérzékelés

A légírégészet szakirodalmi szempontokat figyelembe véve a légi távérzékelés egyfajta alkalmazása. A klasszikus légírégészet a vizuális interpretációra helyezte a hangsúlyt. Az azon túlmutató, további légi- és űrtávérzékelési módszerek egyre fontosabb szerepet töltenek be a régészeti kutatásokban, melyeknek nagy előnyük a hagyományos légírégészettel szemben, hogy az interpretáció mellett a térinformatikai feldolgozás lehetőségét is biztosítják. A távérzékelés számos módszere megjelenik a régészetben.

A LIDAR (Light Detection and Ranging) technológia egy hosszú fejlesztési folyamat eredménye. Megjelenése a régészetben forradalmasította a lelőhely diagnosztika korábbi módszereit. A LIDAR lézeres adatnyerési módszer nagy területen működik, saját energiaforrással és érzékelővel rendelkezik, tehát aktív távérzékelési rendszer. Az elektromágneses energia alapú távolságmérés elvén működő LIDAR az infravörös és látható fény tartományában működik. A kibocsájtott lézer folytonos hulláma vagy energia-impulzusa kölcsönhatásba kerül a tereptárggyal, objektummal melynek felületéről visszaverődik. A kibocsájtott lézer energiaterjedési sebessége ismert, így a visszavert sugár kibocsájtásának és a visszavert hullám beérkezésének idejéből, valamint a lézersugár irányából számolható a tereptárgy, felszíni elem távolsága és helye. [28]



2.4.3.1. ábra - Aguada Fénix LIDAR felvételén beazonosított maja civilizáció települése
[forrás: <https://www.nationalgeographic.com/massive-ancient-maya-ceremonial-complex-discovered>]

A szenzorok pontos helyzetének ismerete alapján már lehetségessé válik a terepi jelenségek pontos, koordináta alapú helymeghatározása. A LIDAR hazai régészeti kutatásokban magas költsége miatt ritkán fordul elő. Segítségével azonban település szerkezetek, régészeti összefüggések, lelőhelyek kutathatóak és figyelhetőek meg hozzáférhetetlen, nagy kiterjedésű területeken. [28] [29]

Az űrtávérzékelés eljárásai még nagyobb kiterjedésű területekről, letűnt korok nyomairól adhatnak információt. A műholdak által készített színes kompozit képek a klasszikus légirégészeti vizuális értelmezésre adnak lehetőséget. A közeli infravörös tartományban végzett adatgyűjtés, és az NDVI⁶ növényindex a vegetációs eltérések vizsgálatára nyújt megoldást. A műholdfelvételekből generált digitális magasság- és felszínmodellek segítségével nagy területen végezhetünk térinformatikai elemzéseket. [30] [31]

2.4.4. Geofizika

A geofizikai mérések legfőbb célja, hogy a felszín alatt olyan objektumokat mutassunk ki, melyek a környezetüktől a vizsgált fizikai paraméter tekintetében eltérnek. A geofizika a Föld belsejét és környezetét műszaki, geológiai, fizikai módszerekkel kutató tudomány. A régészeti geofizikai vizsgálatok a Föld belsejének felső, csupán pár méteres - a régészeti korú bolygatások nyomait tartalmazó - szeletére korlátozódnak. A régészeti geofizikai felmérések leggyakrabban alkalmazott módszerei három nagyobb csoportba sorolhatóak, az alkalmazott technológia és kutatás módszere alapján: [32]

- Földradaros kutatás, melynek során elektromágneses hullámok visszaverődésének mérése szolgáltatja az adatokat;
- Az elektromos alapú vizsgálatok, ahol a különböző fajlagos ellenállású felszín alatti jelenségek adják az alapadatokat;
- A magnetométeres felmérés, mely vizsgálat során a mérőműszer a föld mágneses terének apró változásait méri sűrű rácsháló pontjaiban. [33]

A talaj vagy földradaros geofizikai mérések épített maradványok felkutatására érzékeny eszközöket használnak. A zöldmezős beruházások esetén a geomágneses felmérés nyújthat biztosabb adatokat, beásások nyomait előre jelezve. Falak és padlók kutatására a legpontosabb eredményt az elektromos alapú vizsgálatok adják. [34]

⁶Normalized Difference Vegetation Index: Normalizált vegetációs index

2.4.5. Geodézia

A geodézia a Föld méretének és alakjának, a felszínén található objektumok meghatározásával foglalkozó tudomány. A fogalom ketté osztásával definiálhatjuk az elméleti geodéziát, mely a Föld méretének és alakjának meghatározásával foglalkozik, és a gyakorlati geodéziát, melynek célja a felszíni objektumok meghatározása. Egy másik megközelítése a geodézia felosztásának az alsó- és felsőgeodézia. A felsőgeodézia az elméleti és gyakorlati geodézia ötvözte: nagy kiterjedésű területek mérésével foglalkozik számításba véve a Föld méretét, és alakját. Az alsógeodézia csak a gyakorlati geodéziát alkalmazva kis alapterületen határoz meg objektumokat. Pragmatikus szempontok szerint az alsógeodézia gyakorlati feladatokat lát el. Az objektumok által a valós világon elfoglalt területén - a helyen végzett - alsógeodéziai feladat a helymeghatározás. A helymeghatározás során a geodézia kvantitatív és kvalitatív adatokat egyaránt gyűjt a térbeli koordináta-rendszerben való rögzítéshez. [35]

A helymeghatározás három fő osztályba sorolható:

- Földi módszerek,
- Távérzékelés,
- Műholdas helymeghatározás.

Földi módszerek esetén a koordináták meghatározásához távolságot, magassági és vízszintes szögeket szükséges mérni. A távolság meghatározására távmérő vagy mérőszalag alkalmazandó. A szögméréshez használt eszköz a teodolit. A magasság meghatározásához szintezőműszer és szintezőléc használható. A legmodernebb geodéziai eszközök, a mérőállomások egyesítik a fizikai távmérőket és a teodolitokat. A mérőállomások digitális adattárolása, geodéziai számításokra, komplex geodéziai feladatellátásra képesek. A távérzékelés esetén közvetett az adatnyerés a helymeghatározáshoz. A repülőgépen elhelyezett légi kamerák vagy szenzorok (Mikrohullámú vagy lézerletapogató rendszer, radar, kamera és lézerszkenner) segítségével valósul meg a légitávérzékeléshez szükséges digitális alapadatok előállítása. Szenzor nem csak repülőgépen, de műholdon is elhelyezhető. A műholdon elhelyezett érzékelők alkalmazása során űrtávérzékelésről beszélünk, melyek jelenléte egyelőre nem túl gyakori a magyar régészetben. [35]

Műholdas helymeghatározás esetén a Föld körül keringő speciális műholdakra végzett mérések alapján történik a helymeghatározás. Alapelve szerint az elektromágneses hullám fázishelyzete vagy futási ideje alapján számolható a vevő egység és a műhold távolsága. Régészeti környezetben a műholdas helymeghatározás számos módszere közül a valós idejű kinematikus (RTK) mérés a legelterjedtebb, mely esetben egy ismert ponton elhelyezett vevőhöz (referencia-bázis állomás) mérik a pozíciót, miközben referencia adatokat rádió vagy mobil GPRS technológiával közvetítik a mozgó vevőhöz. [36]

Az elsősorban geometrián alapuló geodézia tudománya mára már elengedhetetlen a modern régészeti kutatások során. A geodéziai módszer megválasztása a régészeti felhasználás céljától függ, így megállapítható, hogy a régész és a földmérő szakember kommunikációja elengedhetetlen minden esetben. A geodézia és társtudományai által nyújtott adat és információ többlet a korszerű régészet alapja.

2.5. Geodézia az ásatásokon

A régészeti kutatásokban résztvevő geodéta feladata az ásatások során az átnézeti térképek (2. melléklet), foltterképek (3. melléklet), tájékoztató jellegű térképek (4. melléklet), a munkatérképek, a helyszínrajzok folyamatos biztosítása a régészeti értelmezéshez és a régészeti feltárás ütemezéséhez. A műszaki- és szerződés tervek térképi dokumentációinak (5. melléklet) összefésülése. Az ásatások lezárását követően a jelentés (6. melléklet), értelmező- és a teljes feltárási dokumentációhoz, publikációkhoz (7. melléklet) elszámolásokhoz (8. melléklet, 9. melléklet, 10. melléklet) kapcsolódó térképek, helyszínrajzok elkészítése. A térképezéshez szükséges geodéziai feladatok ellátása mellett a területvisszaadások térbeli dokumentálása, a régészeti feltárás térbeli lehatárolása, kitűzése, a feltárt jelenségek és azok kapcsolatainak helymeghatározása is a geodéta feladata. Legyen szó természetes vagy mesterséges jelenségről, vagy azok összefüggéseiről a régészeti értelmezés számára elengedhetetlen térbeli koordináták rögzítése. A földmérő feladata az ásatások különböző koordinátarendszerei közti összefüggések egyértelmű meghatározása. A feltárás dokumentációinak országos rendszerbe illesztése, a kialakított rajzdokumentációs illesztőpontok mérése, a transzformációs eljárások meghatározása, a kitermelt földtömeg, a feltárt terület méreteinek meghatározása, a régészeti objektumok jelentkezési szintjeinek, legmélyebb pontjainak meghatározása mind a geodéta feladata. [1]

Az ásatási geodézián túl a földmérés és társtudományai a mikrodomborzati, topográfiai, leletszóródási felmérések, térképezési feladatok, geostatistikai modellezések segítségével illeszkedik be az archeometriai- ezáltal pedig a régészeti kutatásokba.

Régészeti terepi kutatás	Geodéziai adatgyűjtés	Adat hasznosítása
Régészeti megfigyelés	Régészeti jelenségek kiterjedésének geodéziai mérése	Régészeti érintettség vizsgálata
	Régészeti jelenség súlypontjának helymeghatározása.	Eloszlás vizsgálata, lelőhelykiterjedés
	Fényképek helyének rögzítése	Fényképek irányultsága, helye
Szisztematikus leletgyűjtés, terepbejárás	Felszíni lelet helyének geodéziai mérése.	Eloszlás vizsgálata, lelőhelykiterjedés
	Megtett útvonal nyomvonala.	Kutatott terület meghatározása
Műszeres lelőhelyfelderítés, fémkeresős kutatás	Fémkereső által jelzett lelet helymeghatározása.	Eloszlás vizsgálata, lelőhelykiterjedés
	Megtett útvonal nyomvonala.	Kutatott terület meghatározása
Geofizikai kutatás	Mérési terület meghatározása	Kutatási terület meghatározása, rögzítése
	Felmérési háló rögzítése	Transzformációs paraméterek meghatározása
Mikrodomborzati felmérés	Felszín jellemző töréspontjainak geodéziai mérése	Földművek kimutatása
Próbaszondázás	Szelvények geodéziai mérése.	Térfogat és terület számítás
	Régészeti jelenségek kiterjedése	Régészeti érintettség vizsgálata
	Régészeti jelenség súlypontjának helymeghatározása.	Eloszlás vizsgálata, régészeti lelőhely kiterjedése
	Rajzdokumentációs illesztőpontok rögzítése	Transzformációs paraméterek meghatározása
Feltárás, ásatás	Szelvények geodéziai mérése.	Térfogat és terület számítás
	Régészeti jelenségek kiterjedésének geodéziai mérése	Régészeti érintettség vizsgálata
	Régészeti jelenség súlypontjának helymeghatározása.	Eloszlás vizsgálata, régészeti lelőhely kiterjedése
	Rajzdokumentációs illesztőpontok rögzítése	Transzformációs paraméterek meghatározása

2.5.1. Ábra – Leggyakoribb régészeti terepi kutatások és kapcsolódó geodéziai feladataik
[forrás: Kiss Dániel]

2.5.1. Ásatások helyi koordináta-rendszerei

A mérési technológiák, a földmérési és térképészeti előírások változásaival újabb vonatkozási rendszerek jelentek meg. Elsősorban a régészet múltjából adódóan az állami földmérés és a régészet különböző koordináta-rendszerben dolgozik. Régészeti környezetben az általánosnak tekinthető kétdimenziós és háromdimenziós Descartes-féle derékszögű koordináta-rendszerek jelennek meg. Dimenziója alapján a kettő vagy három számegyenes az origo pontban metszi egymást. Ferdeszögű (klinogonális) koordináta-rendszerek a régészeti kutatásokban nem jelennek meg, így a kialakított rendszerekben felvett pontok koordinátái a pontba mutató helyvektor tengelyre eső merőleges vetületeként állítható elő. A kétdimenziós és háromdimenziós Descartes-féle derékszögű koordináta-rendszerekben bármely térbeli elemhez vagy ponthoz két szám, vagy számhármassal kölcsönösen és egyértelmű módon rendelhető. Dimenziójától függően a két számot vagy számhármast nevezzük a pont koordinátájának. A tengelyek nevei a koordináták neveit is meghatározzák. X vagy abszcissza, Y vagy ordináta, Z vagy applikáta tengely és koordináta. Az ásatásokon alkalmazott helyi koordináta rendszerek fő célja a felszínrajz dokumentáció viszonyítási pontjainak meghatározása oly módszerrel, hogy később az egyes rajzok transzformációs eljárásokkal más, általánosnak tekinthető (WGS84, EOVI, vagy helyi) rendszerbe illeszthetők legyenek. A régészeti feltárások folyamán négy, régészeti szempontból gyakran tekinthető koordináta-rendszer fordul elő: [1] [37]

Objektumhoz rögzített koordináta-rendszer

Olyan régészeti feltárás során alkalmazandó, melyen a régészeti jelenségek elhelyezkedése egymástól távolinak tekinthető. Minden egyedi régészeti jelenség, objektum környezetében legalább két fix pontot definiálva külön helyi rendszert alkot minden jelenség vagy objektum.

Szelvényhez rögzített koordináta-rendszer

Feltárások során alkalmazzák, ahol a szelvényhatár egyértelmű viszonyítási pontot ad, illetve a feltárás maga kis alapterületű. Ebben az esetben a szelvényhatár két kiemelt pontja adja a koordináta-rendszer alaptengelyét. Több pont bevonása növeli a belső ellentmondások számát. A geodéziai felmérés alkalmával minden szelvény-sarokpont és a kiemelt pontok bemérésével lehetséges a felszínrajzokat pontosítani.

Négyzetháló koordináta-rendszer

A sűrű régészeti jelenségekkel tarkított feltárások során hasznosítható módszer. A feltárt terület szabályos négyzetrácsra osztása után a megtervezett, szabályos négyzetrács pontjait kitűzik. Legfőbb célja, hogy ortogonális mérések legyenek végezhetőek a rendszerben.

Metszet koordináta-rendszer

Az előzőekben bemutatott koordináta-rendszerek mindegyike mellett alkalmazott további rendszer a feltárásokon. A régészeti jelenségek metszetsíkjainak végpontjai egyben magassági és vízszintes illesztőpontként is szolgálnak. Az így kialakított fix pontok geodéziai helymeghatározásával, majd a transzformációs paraméterek meghatározásával a metszet rajzok az ásatás koordináta rendszerébe, majd általánosnak tekinthető geodéziai rendszerekbe illeszthetők. [1]

2.5.2. Koordináta-rendszerek közti kapcsolatok

A régészeti, geodéziai és térképészeti adatok különböző koordináta-rendszerekben kerülnek rögzítésre az említett okokból. A különböző rendszerekben meghatározott adatok esetében azonban biztosítani szükséges az átjárhatóságot, a rendszerek közti konverziót. Azt a folyamatot, amelynek során egy koordináta-rendszert határozunk meg, majd egy adott, az első rendszertől megkülönböztetett koordináta-rendszerben definiált alakzat koordinátáit átszámítjuk - matematikai kapcsolattal - az új koordináta-rendszer koordinátáira koordináta transzformációnak nevezzük. [38] A geodézia és a geometria által nyújtott számos transzformációs eljárás közül a régészeti koordináta-rendszerek esetén a leggyakoribb eljárás a síkbeli és térbeli Helmert-féle hasonlósági transzformáció.

Két dimenziós Helmert-féle hasonlósági transzformáció [39]

Két derékszögű, sík koordináta-rendszer közötti transzformáció. Az átszámítás elvégzéséhez két pontra van szükség, melyeknek koordinátái mind a két rendszerben ismertek. Az ismert két ponton túli további közös pontok bevonása a legkisebb négyzetek módszerével végzett kiegyenlítés alkalmazását teszi lehetővé. A mindkét koordináta-rendszerben ismert két pont segítségével meghatározhatóak a transzformációs paraméterek. A meghatározott paraméterek felhasználásával a kiinduló koordináta-rendszer bármely pontja átszámítható a cél koordináta-rendszerbe.

A számítás során egy eltolás, egy elforgatás és egy méretarány változás történik:

$$X = a_0 + m \cdot (x \cdot \cos \alpha - y \cdot \sin \alpha)$$

$$Y = b_0 + m \cdot (x \cdot \sin \alpha - y \cdot \cos \alpha)$$

A paraméterek szorzatainak átrendezésével, külön paraméterek kialakításával elérhető lesz a lineáris egyenletek számítása:

$$X = a_0 + a_1 \cdot x - b_1 \cdot y \qquad Y = b_0 + b_1 \cdot x - a_1 \cdot y$$

A lineáris egyenletekből a paraméterek közti összefüggések és a rendszerek közötti átszámítások vezethetők le:

$$a_1 = m \cdot \cos \alpha \qquad b_1 = m \cdot \sin \alpha \qquad \alpha = \arctg \left(\frac{b_1}{a_1} \right) \qquad m = \sqrt{a_1^2 + b_1^2}$$

Amennyiben az adat vagy adathalmaz értelmezve van egy koordináta- vagy vonatkozási rendszerben, a transzformációs eljárások alkalmazásával könnyedén megvalósítható az adatintegráció. Azonban a régészeti kutatások folyamán gyakori jelenség a vetület nélküli vagy ismeretlen rendszerű adathalmazok jelenléte. Az archív térképek, régi dokumentációk, hiányos helyszínrajzok, helytelen rajzdokumentációk, fényképek esetén paraméterek hiányában kivitelezhetetlen a koordináta-rendszerek közötti átszámítás. Az adathalmazok egy közös rendszerben való értelmezésére a georeferálás nyújt megoldást. A georeferálás során helyhez köthető, földrajzi adatokat illesztünk egy adott koordináta-rendszerhez, annak érdekében, hogy más helyhez köthető adatokkal összevethessük, és egységesen vizsgálhassuk őket. [40] [41] [42]

Georeferálás és transzformációs eljárásai

Térinformatikai környezetben a georeferálás során leggyakrabban raszteres adatállomány képpontjait látjuk el georeferencia adatokkal. A raszteres adatállományban minden pixel egymáshoz képest egy rendszerben helyezkedik el. A pixelek alkotta képi síkkoordináta-rendszerben minden képpont megfeleltethető egy sor és oszlop koordinátával. A georeferálás során egyaránt megadjuk a cél koordináta- vagy vetületi rendszerben és a képi síkkoordináta rendszerben is a közös pontokat. A közös pontok alapján transzformációs paramétereket, majd transzformációs eljárásokat határozhatunk meg. [43]

A georeferálás során is számos transzformációs eljárást alkalmazhatunk: [43]

- *Georeferálás Helmert-féle hasonlósági transzformációs eljárással*

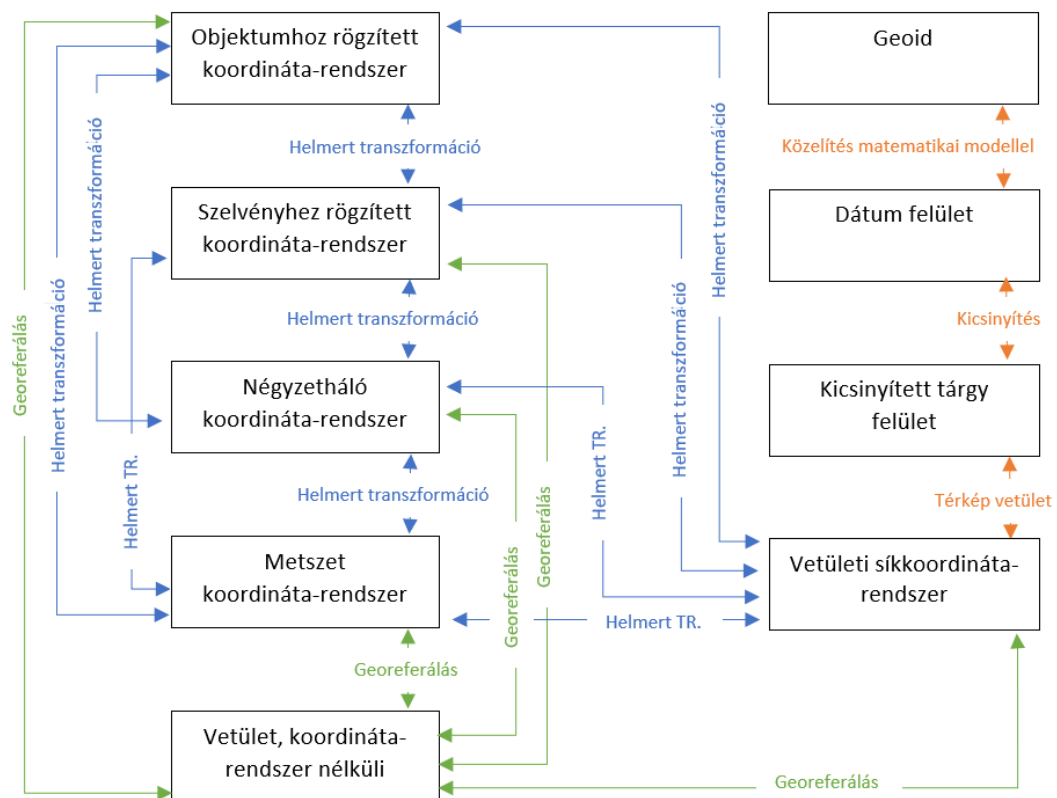
Minimum két illesztőpont esetén a két dimenziós Helmert-féle hasonlósági transzformáció alkalmazható a georeferálás transzformációs eljárásaként is. A szögek torzulásmentesen kerülnek át az új rendszerbe.

- *Georeferálás affin transzformációs eljárással*

A Helmert-féle hasonlósági transzformációhoz képest a méretarány két irányba is változhat. Régi, antik térképek digitalizálásánál ajánlott módszer, hiszen a régi papírlapok beszáradás során a tengelyek két irányba történő méretváltozását okoz.

- *Georeferálás projektív transzformációs eljárással*

Olyan geometriai adatok esetén melyeket centrális vetítés útján állítottak elő a projektív transzformáció segítségével térhetünk át más rendszerre. Légifényképek georeferálása során ajánlott transzformációs eljárás.



2.5.2.1. ábra - A gyakori régészeti vonatkozási rendszerek és általános kapcsolataik
[forrás: Kiss Dániel]

3. GEOINFORMATIKAI TECHNOLOGIÁK

3.1. Erőforrások, munkaeszközök és szoftverkörnyezet

Kiemelendő, hogy a következő fejezetekben végzett mintaterületi kutatások és eljárások nem a régészeti feltárások vagy kutatások folyamatának időrendiségét követi. Ezen túlmutatóan azonban a mindennapi régészeti szaktevékenységek ellátása és a szakdolgozat elkészítése során is a munkahelyem, a Herman Ottó Múzeum biztosítja és biztosította a munkaeszközöket. A Régészeti Tár korszerű adatnyerésre alkalmas eszközei közül elsőként említeném a Forgeo F90 GNSS vevőt és RUIDE HR842H tabletet. A Trimble fejlesztette alaplappal rendelkező vevő 8mm+1ppm vízszintes és 15mm+1ppm magassági pontossággal bír valós idejű kinematikus mérések esetén. A Windows 10 rendszere alatt futó ütésálló tableten a FieldGenius szoftver biztosítja az adatfeldolgozást. [44] A komplex geodéziai feladatokra a Sokkia SET 3030R mérőállomás használható mely, szabatos mérés esetén 2+2ppm távmérési, és 1 szögmásodpercnyi szögmérési pontossággal rendelkezik. Beépített lézeres távmérője természetes felületen 350 méterig 5mm+10ppm pontossággal rendelkezik. [45] DJI Phantom 4 Pro drón mely 20 MP felbontású CMOS kamerával van felszerelve akár 7 km-es hatótávval rendelkezik. A 4 irányba elhelyezett akadályérzékelő szenzorokkal, 30 perces repülési idővel rendelkező professzionális drón kitűnő légítávérzékelési eszköz. [46] A geofizikai felmérések során a Sensys cég által gyártott, MAGNETO® DLM típusú mérőműszer áll a régészeti osztály szolgálatára. A geomágneses mérőműszer 5 darab FGM-650 típusú fluxgate gradiométer szenzorral rendelkezik, melynek mérési tartománya +/-10.000 nT, felbontásuk kisebb, mint 0.2 nT. Az adatrögzítő egységet és a szondákat műgyantából készült hordozókeretre lehet erősíteni. [47] Térinformatikai eljárásokhoz az ESRI arcGIS és arcScene szoftvereket alkalmaztam. Térképezési feladatokra autoCAD-et, freeTR-t használtam egyes munkafázisok során. A rászteres adatok feldolgozáshoz Magneto-Arch, Surfer és Snuffler szoftvereket alkalmaztam. Elsődlegesen saját adatgyűjtéseket és a múzeumban elérhető archív térképeket, légifelvételek használtam fel. A szakdolgozat elkészítéséhez - ezáltal a megyei régészeti kutatásokhoz - az ESA⁷ biztosított hozzáférést az ügynökség műhold felvételeihez.

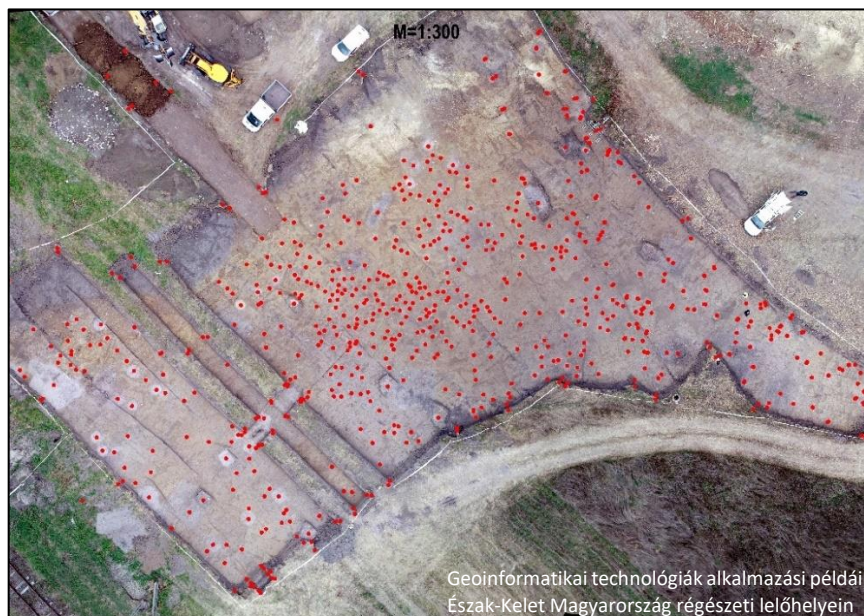
⁷ European Space Agency – Európai Űrügynökség

3.2. Régészeti munkatérkép előállítása korszerű adatnyerési technológiákkal

A korszerű adatnyerési technológiák és feldolgozásukhoz alkalmazott geoinformatikai eljárások nem csak a pontosságát, de a gyorsaságát is megnövelheti egy munkafázisnak vagy folyamatnak, mint például egy régészeti munkatérkép előállítása. A Kazincbarcika határában végzett beruházáshoz kapcsolódó régészeti megfigyelés közben egy addig ismeretlen régészeti lelőhelyet találtak a Herman Ottó Múzeum régészei 2021-ben. A megfigyelés közbeni bontómunka során lehumuszolt mindösszesen 2200 négyzetméteres felszínen több mint 500 régészeti jelenség, stratigráfiai egység lett kijelölve. Ezek ábrázolására korszerű geoinformatikai technológiákkal egy folttérképet készítettem. A régészeti munkatérképek – így a tájékoztató folttérkép - célja a visszacsatolás biztosítása a feltárás előrehaladása és az eredmények között. A letisztult, egyszerű, gyorsan előállított munkatérképekkel támasztott egyetlen elvárás a régészeti szaktevékenység gördülékeny elvégzéséhez szükséges információk mihamarabbi biztosítása. [1] [48]

3.2.1. Terepi adatgyűjtés

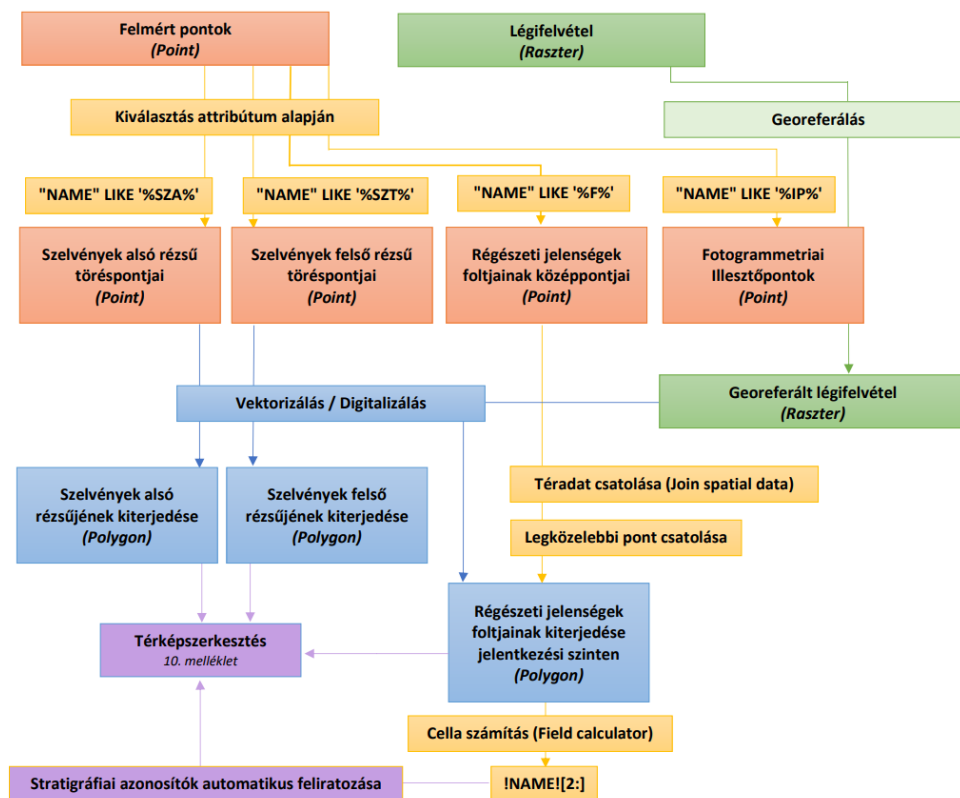
2021.10.11.-én a gépi földmunka lezárultával a teljes szelvény és fotogrammetriai illesztőpontok felmérése után a stratigráfiai egységek középpontjain végeztem műholdas helymeghatározást. A 846 pont helymeghatározása után légifotókat készítettem drónnal a régészetileg pozitív szelvényről, a régészeti jelenségek foltjairól.



3.2.1.1. ábra - A kazincbarcikai feltárás ortofotója és a geodéziai mérések pontjai
[forrás: Kiss Dániel]

3.2.2. Adatfeldolgozás és térképszerkesztés

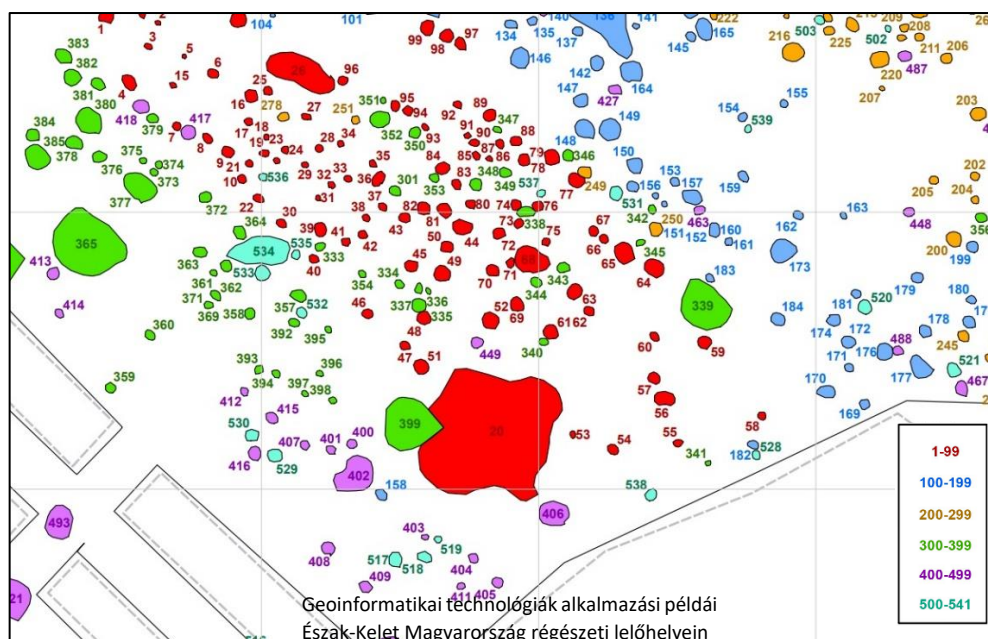
A feldolgozást a geodéziai felmérés koordinátajegyzékéből arcGIS szoftverkörnyezetben a felmért pontok SHAPE fájlja konvertálásával kezdtem. A mért pontok szétválogatására a kiválasztás attribútum alapján (selection by attributes) parancsot alkalmaztam. A 3.2.2.1. ábrán látható parancsokkóddal szétválasztottam a szelvények alsó és felső részsű töréspont méréseit, a régészeti jelenségek foltjainak középponti méréseit és az illesztőpontokat. A töréspontokat felhasználva megrajzoltam a szelvény alsó és felső részsűjének sokszögeit. A 4 illesztőpont alapján és fotogrammetriai módszerekkel előállított georeferált ortofotón digitalizáltam a stratigráfiai egységek a sík jelentkezési szinten megfigyelhető kontúrvonalai által lehatárolt kiterjedésüket. Téradat csatolása (join spatial data) parancssal a digitalizált foltokhoz csatoltam a legközelebbi folt mérési pontot. Az eredeti koordinátajegyzékből örökölt NAME attribútum már tartalmazta a foltok stratigráfiai azonosítóit. A cella számítóban (field calculator) az örökölt attribútum oszlopon a 3.2.2.1. ábrán látható parancskóddal az első két karakter törlésével, a stratigráfiai azonosítókat jelenítettem meg a foltok rajzán.



3.2.2.1. ábra - A folttérkép előállításának térinformatikai folyamatábrája
[forrás: Kiss Dániel]

A feldolgozott téradatak segítségével már gyorsan és szakszerűen szerkeszthetővé vált a letisztult, egyszerű munkatérkép. A 11. mellékletben látható az általam készített folttérkép a kazincbarcikai feltárásról, amely már tartalmazza és információt nyújt a következőkről:

- a gépi földmunka során kialakított szelvény alsó és felső rézsű vonala,
- az 541 stratigráfiai egység azonosítója, -100-as csoportokba sorolva,
- a jelenségek szelvényen belüli és egymáshoz viszonyított elhelyezkedése.



3.2.2.2. ábra - A 11. melléklet kivágata
[forrás: Kiss Dániel]

Az elsődleges adatnyerés légifelvételzéssel zajlott, így a térkép elsődleges hibaforrása az illesztőpontok helymeghatározásának hibája (amit 8 és 15mm ppm-ben határozhatunk meg) és a georeferálás transzformációs hibájának összege adja. A georeferálás transzformációs eljárásainak hibáját az illesztőpont és a képpont közti eltérések négyzetes középhibája (RMS hiba) adja. A légifelvétel projektív transzformációs eljárása után a teljes RMS hiba értéke 0,000000077 mm volt. Összegük ugyan kevés illesztőpont alapján, de meghaladja a régészeti munkatérképektől elvárható pontosságot.

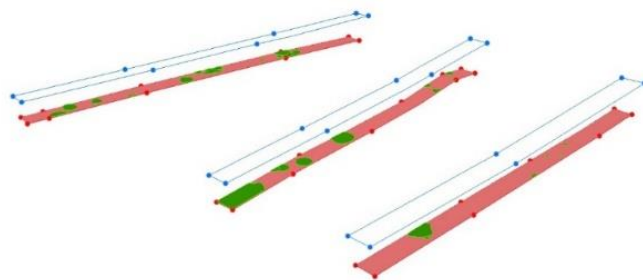
$$RMS_{hiba} = \sqrt{\frac{e_1^2 + e_2^2 + \dots + e_n^2}{n}}$$

3.3. Beruházási és jelentkezési szintek meghatározása TIN modellekkel

A korszerű adatnyerési technológiák és geoinformatikai eljárások a régészeti kutatásokban a különböző szintek meghatározásában is nagy szerepet tölthetnek be. A domborzat vagy felszín ábrázolására térinformatikai környezetben általánossá vált a TIN (Triangulated Irregular Network) alkalmazása. A TIN modellek alapja a Thiessen poligonok szerkesztése. Az egymással érintkező Thiessen poligonokat meghatározó pontok összekötése alkotja a hálózatot felépítő háromszögeket. Háromszögenként egy-egy ferde sík építi fel a TIN modellt. [49] 2017-ben az M30 Gyorsforgalmi út Miskolc-Tornyosnémeti szakasz próbafeltárási projektje során a jelentés dokumentáció tartalma volt a régészeti jelentkezési szintek, és a beruházási mélységek meghatározása a próbaszondák területén. A próbafeltárások, próbaszondázások célja a már ismert lelőhely határainak pontosítása. Az autópálya építéshez kapcsolódó régészeti próbaszondázás célja a lelőhelyek kiterjedésének pontosítása mellett, az elkövetkezendő teljes felületű feltárások megtervezéséhez szükséges információk biztosítása volt. [50]

3.3.1. Terepi adatgyűjtés

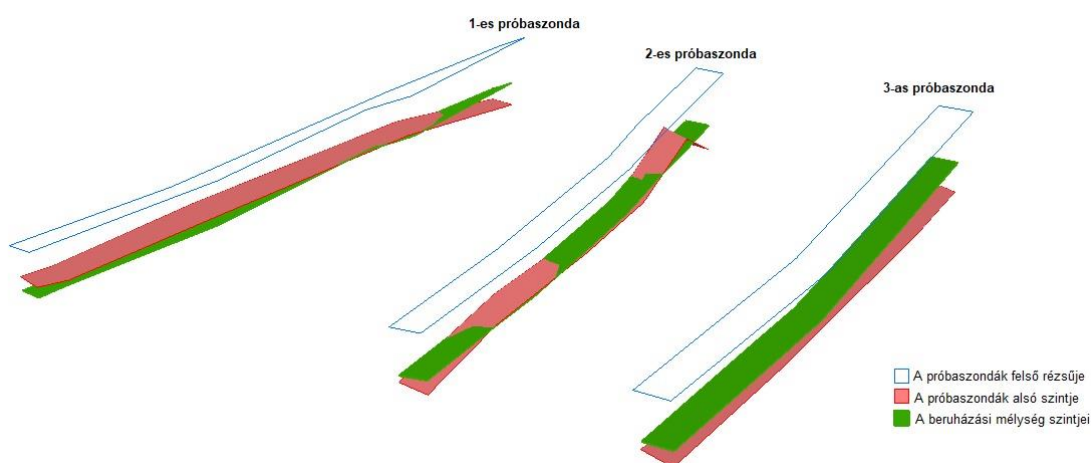
Az Arnót melletti három próbaszonda kiértékeléséhez szükséges információk előállításához geodéziai adatgyűjtésre volt szükség. 2017 szeptemberében a három próbaszonda területén végeztem műholdas helymeghatározást. A 3.3.1.1-es ábrán láthatóan az adott próbaszondák alsó és felső rézsű töréspontjai mellett, a feltárt és dokumentált régészeti jelenségek elhelyezkedését is rögzítettem. A geodéziai felmérés elsődleges célja a három próbaszonda aljában megfigyelt jelenségek felszíntől számított szintjének meghatározása mellett a próbaszondák területéről, térfogataról alapvető adatok biztosítása volt.



3.3.1.1. ábra - A három próbaszonda alsó- felső rézsűje és régészeti jelenségek
[forrás: Kiss Dániel]

3.3.2. TIN modellek felépítése

Az ESRI szoftvercsalád arcGIS és arcScene szoftvereiben TIN modellek egyszerűen készíthetők. A 3D Analyst Tool / Data Management / TIN / Create TIN eszközzel a leválogatott pontokból előállítható a felszínmodell, miközben élek és vágások alkalmazhatóak egy lépésben a modellen.



3.3.2.1. ábra - A próbászondák szintjein kialakított TIN modellek ötszörös magassági torzítással
[forrás: Kiss Dániel]

A beruházásokhoz kapcsolódó teljes területű feltárás megtervezése egy komplex feladat, a beruházási mélység alatti régészeti jelenségek feltárása nem feltétlen indokolt. Az esetenként több ezer éve a föld alatt található régészeti korú jelenségek számára az utaknak, beruházásoknak köszönhető pár százéves lefedés egyfajta megőrzést, védelmet jelenthet. A feltárás tervezéséhez a beruházási mélység alatti és feletti területek, térfogatok is alapvetően szükséges információk. Meghatározásukra 3.3.2.1. ábrán látható TIN modellek alkotta szinteket hoztam létre:

- *TIN – Szelvények aljának szintjei / régészeti jelentkezési szint*

A próbászondák alsó szelvényeiben mért töréspontokból előállított első TIN felületet a megrajzolt szelvények alsó részü vonalával egy lépésben meg is vágtam. A kialakított TIN gyakorlatban a terepen megállapított régészeti jelentkezési szinteken túl a próbászonda árkainak alját határozta meg.

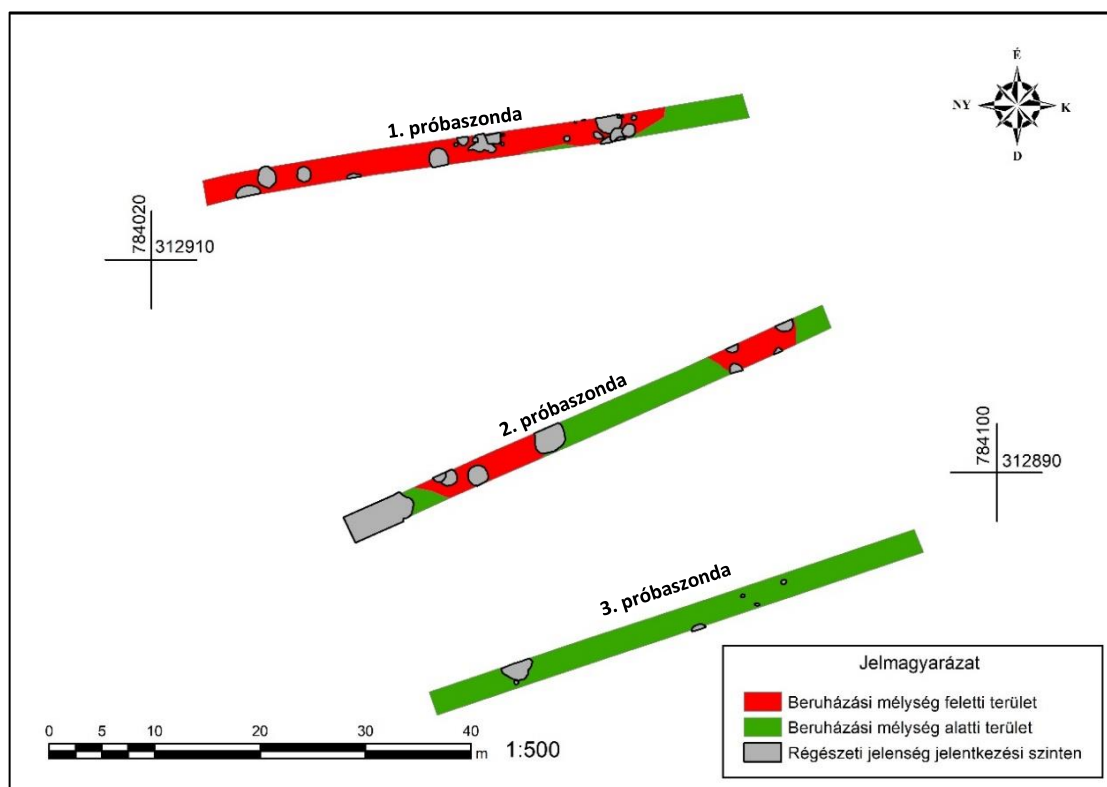
- *TIN – Szelvények tető szintjei / terepfelszín*

A felső részü töréspontjainak, és vonalának segítségével előállítottam a három próbászonda felső szelvényét. Az előállított modell a próbászondák generalizált felső határát és a terepfelszínt helyettesítette.

- TIN – Beruházási mélység szintje

A nyomvonal ezen szakaszán 80 centiméter volt a beruházási mélység. A szelvény felsőrészsűjének töréspontjainak magassági adataiból rendre 80 centimétert levontam. A töréspontokban ezáltal meghatároztam a terepfelszínhez viszonyítva a beruházási mélységet. Egy újabb TIN modellel kialakítva a beruházási mélység szintjét.

Az előállított szinteket helyettesítő TIN modelleken végzett felszín eltérés (Surface Difference) paranccsal kiszámoltam a beruházási mélység alatti és feletti területeket és azok térfogatait. A 3.3.2.2. ábrán a beruházási mélység alatti és feletti területek láthatjuk, míg a 3.3.2.3. ábrán az egyes próbaszondákban kalkulált térfogat és terület adatait.



3.3.2.2. ábra - A próbaszondák jelentkezési szintjeinek értelmezése
[forrás: Kiss Dániel]

		1-es (északi) próbaszonda	2-es (középső) próbaszonda	3-as déli) próbaszonda
Beruházási mélység alatti	területe (m ²)	22,21	66,19	113,02
Beruházási mélység feletti	területe (m ²)	101,85	49,54	0,00
A teljes próbaszonda	területe (m²)	124,06	115,73	113,02
Beruházási mélység alatti	térfogata (m ³)	3,34	5,26	28,37
Beruházási mélység feletti	térfogata (m ³)	115,63	88,65	57,87
A teljes próbaszonda	térfogata (m³)	118,97	93,91	86,24

3.3.2.3. ábra - A próbaszondák számított térfogat és terület értékei
[forrás: Kiss Dániel]

3.4. Lelőhely diagnosztika és űrtávérzékelés

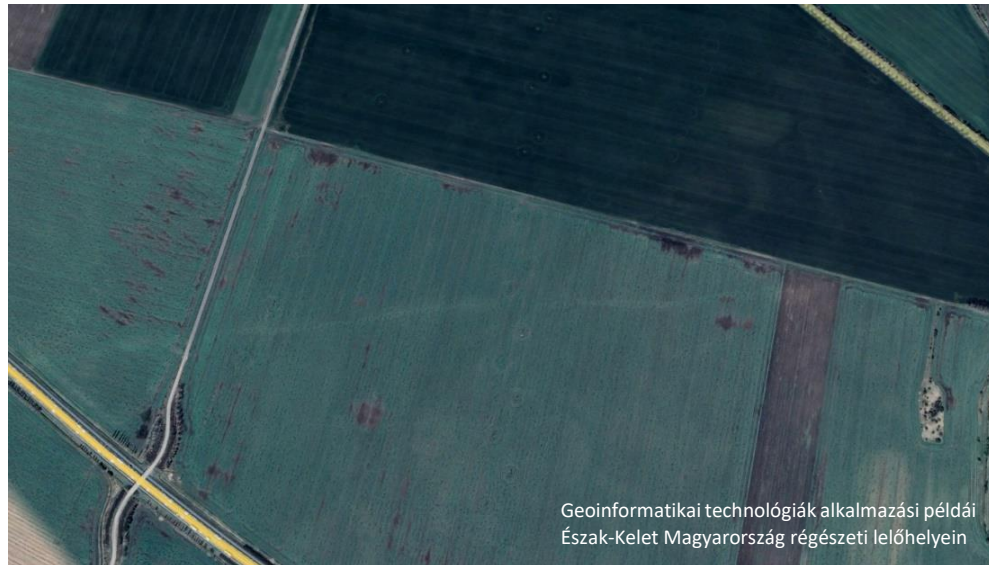
A foltterképek előállítása és a régészeti szintek meghatározása elsősorban ásatások dokumentálásához azok tervezéséhez kapcsolódik. Az ásatás bár a legtöbb adatot nyújtja, a régészeti jelenségek pusztulásával is jár. A korszerű adatnyerési technológiák számos roncsolásmentes vizsgálatra adnak azonban lehetőséget. A különböző vizsgálatokat, melyek célja egy lelőhely felkutatása, vagy annak kiterjedésének megismerése, pontosítása alapvetően a lelőhely diagnosztika fogalomkörébe soroljuk. A korszerű régészetben számos lelőhely diagnosztikai eljárás közül az egyik az űrtávérzékelés. Az űrtávérzékelés esetében alapvetően két régészeti eljárási módszert különböztetünk meg:

- A műhold felvételek vörös-zöld-kék valódi színes (emberi szem észlelésén belüli) kompozitjain a légirégészeti interpretációt végezhetünk.
- A műhold felvételek hamis színes (emberi szem észlelésén túli) kompozitjain végzett interpretációval pontosabb képet kaphatunk a régészeti jelenségek összefüggéseiről.

3.4.1. Régészeti értelmezés valódi színes kompoziton

A Google fejlesztette és üzemeltette Earth szoftver felhasználóbarát módon biztosít hozzáférést a szoftver nyújtotta műhold felvételekhez. A felhasználói felületen aktuális térképi elemeket tüntethetünk fel, saját helyeket jelölhetünk ki, azok koordinátáit kimenthetjük. A vörös-zöld-kék színes kompozit felvételeken légirégészeti interpretációt végezhetünk. Mivel a régészeti örökségi elemek megfigyelése nagyban függ a felvétel készítésének időpontjától, a régészeti kutatások szempontjából a Google Earth legnagyobb előnye, hogy egyszerűen megtekinthetjük az archivált, korábbi felvételeket a nagy kiterjedésű vizsgálati területekről. A Google Earth műhold felvételek légirégészeti kiértékelése alapvető - a Borsod-Abaúj-Zemplén megyét is érintő - az Alföldet körül ölelő monumentális tájelen meghatározásában is: Az Ördögárok, Avarárok, vagy legismertebb nevén a Csörsz-Árok. A 12. mellékletben olvasható monda helytelenül az avarokhoz köti az 1200 km hosszúságú árokrendszert. A régészeti kutatások bebizonyították, hogy a római császárkorban épült védműrendszer szarmata eredetű. Feltételezhetően a hatalmas védművek kialakításában a szarmatákkal kereskedelmi kapcsolatot ápoló rómaiak működtek közre. A védműrendszer folyamatosan hanyatló ágai még a mai napig megfigyelhetők a légi- és műhold felvételeken. A 3.4.1.1.-as ábrán az M3-as autópálya mezőkövesdi lehajtója melletti található védműrendszer egy árkat láthatjuk a Google

Earth 2020. évi júliusi műholdfelvételén. A 3.4.1.2.-es ábrán a védműrendszer egy már nehezebben azonosítható tiszadobi szakasza látható a Google Earth 2021.03.27.-én készült műhold felvétel valódi színes felvételein. Az ókori védműrendszer nyomvonalait kutató régészetet a műholdas színes kompozit felvételek – a rendszer méretei miatt – interpretációja nagymértékben segíti. [51] [52]



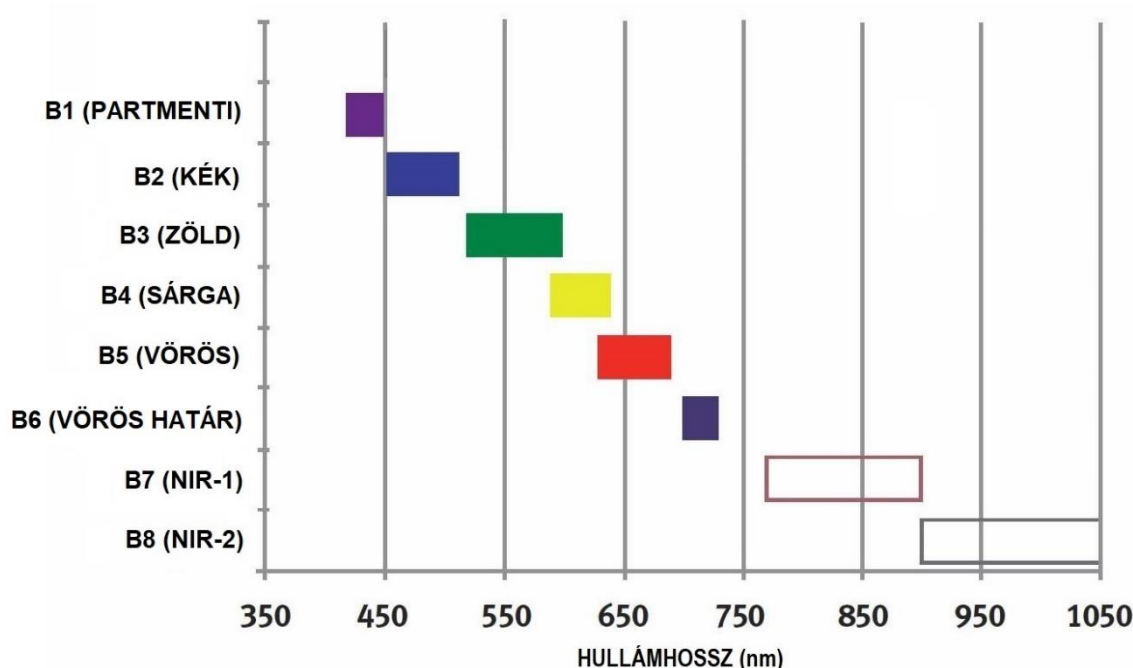
3.4.1.1. ábra - Csörsz-árok sáncának növényjelei Mezőkövesd határában
[forrás: Google Earth kivágat]



3.4.1.2. ábra - A Csörsz-árok tiszadobi szakasza
[forrás: Google Earth kivágat]

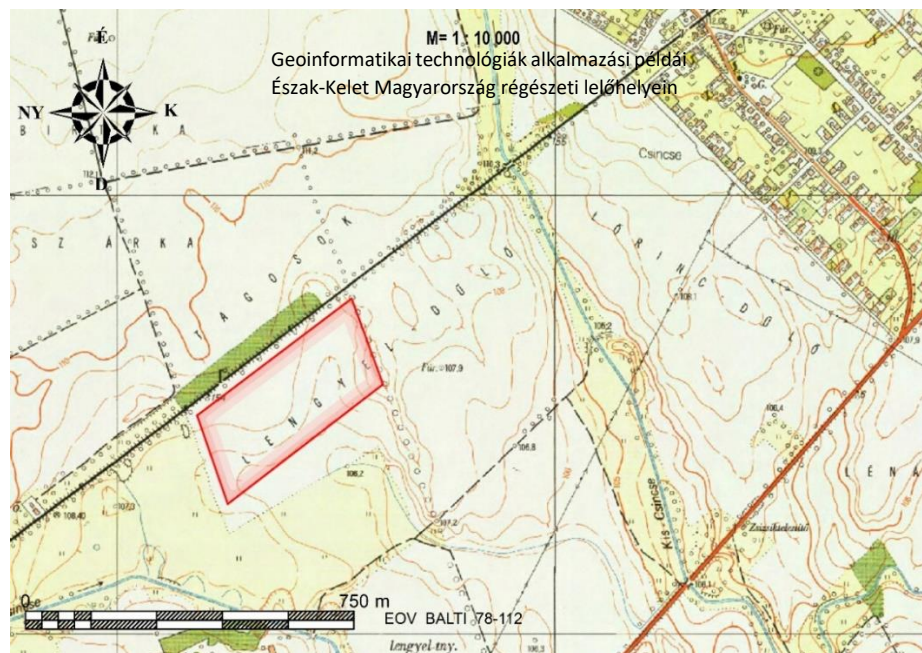
3.4.2. Hamis színes kompozit régészeti célú alkalmazása

Az Európai Űrügynökség (ESA) a European Space Imaging-el együttműködve WorldView-2 – European Cities programján belül készített WorldView-2 műhold felvételeket Európa legnépesebb településeiről és régióiról. Ezek a felvételek 2010 júliusa és 2015 júliusa között készültek, 40 centiméteres felbontásúak. Az Űrügynökség műhold felvételei a 3.4.2.1 ábrán látható 8 csatornát tartalmazzák így már régészeti felhasználásra szánt hamis színes kompozitok készítéséhez is tökéletesen alkalmasak. [53]



3.4.2.1. ábra - A WorldView-2 csatornakiosztása és hullámhosszai
[forrás: <https://www.satimagingcorp.com/satellite-sensors/worldview-2/>]

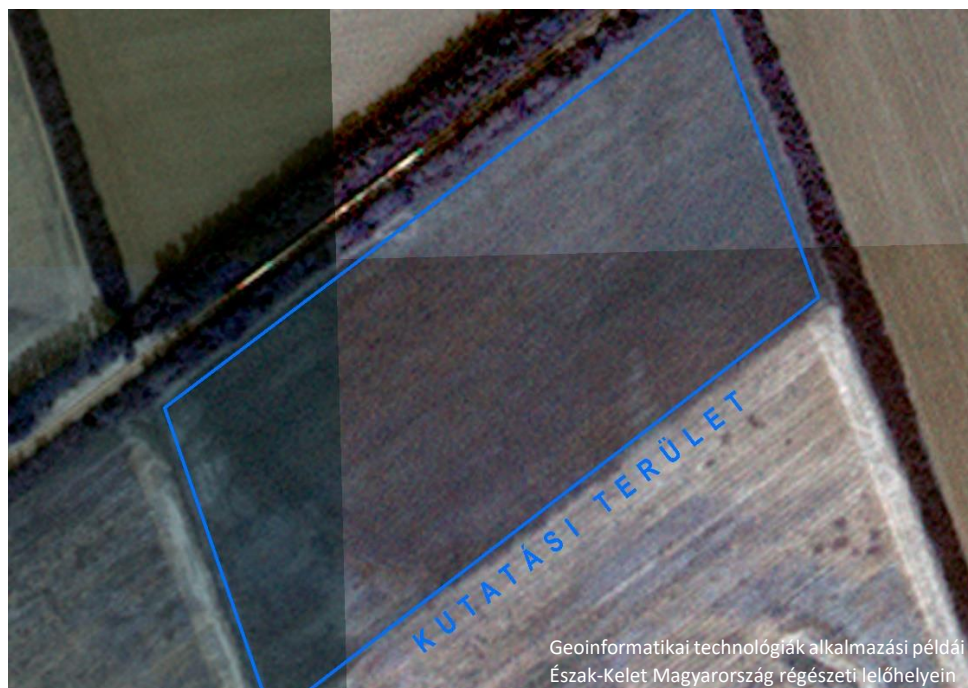
Hamis színes kompozitok általi vizsgálatot végeztem a Füzesabony-Miskolc vasútvonal melletti Csincse település közelében végzett korábbi fémkeresős kutatás leletsűrűsödéséről. A hamis színes kompozit előállításának, majd kiértékelésének célja a kutatás során megerősíteni a lelőhely jelenlétét, pontosítani azt. A leletkoncentráció által érintett mezőgazdasági művelés alatt álló tábla lett a kutatási terület. A majdnem 9 hektáros területet láthatjuk a 3.4.2.2.-es ábrán, topográfiai térképen megjelenítve. A topográfiai térképek - azok szintvonalas ábrázolásai - is nyújthatnak értékes információkat a régészeti felhalmozódásokról. Jelen esetben azonban nem vonhatunk le régészeti következtetést a kutatási területről és környezetéről a topográfiai térkép alapján.



3.4.2.2. ábra - A kutatási terület topográfiai térképen

[forrás: Kiss Dániel]

A vizsgálandó terület meghatározása után először is a WorldView-2 felvételekből generált valódi színes kompozitokat állítottam elő. Az előállítás során a kompozithoz a vörös színhez a B5, a zöldhöz a B3, míg a kékhez a B2 csatornát rendeltem. A valódi színes kompozit interpretálásakor két észak-déli irányú árok volt megfigyelhető.



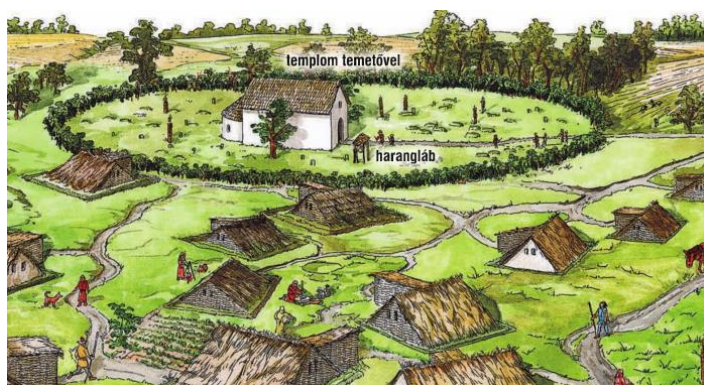
3.4.2.3. ábra - A kutatási terület valódi színes kompoziton

[forrás: Kiss Dániel]

A kutatási területet a 13. mellékletben a 2021.11.17.-i fényképen is láthatjuk földközeli. További adatnyerés céljából a közeli infravörös sávot felhasználva hamisszínes kompozitokat készítettem a kutatási területről: a vörös színhez a B7-es közeli infravörös csatornát kapcsoltam, a zöld színhez a B5-ös vörös csatornát, míg a kék színhez a B3-as zöld csatornát. Az előállított közeli infravörös kompozit már a növényzetben található klorofillre érzékenyebb volt, mint az előzőekben előállított RGB⁸ kompozit. A 3.4.2.3.-as ábrán beazonosított árok körvonalai élesebben, magának az ároknak pedig további elemei is megfigyelhetők a NIR⁹ kompoziton. A kompozitok folytonos adatainak megjelenítéséhez köbös konvolúciós mintavételezést alkalmaztam. A következő oldalon a 3.4.2.5.-ös ábrán látható az infravörös kompozit, és az értelmezett jelenségek. A közeli infravörös kompoziton már beazonosíthatóvá vált:

- az Árpád-korra jellemző nagy kerítő árok, templommal,
- 12 régészeti objektum kiterjedése, térbeli elhelyezkedése,
- egy szarmata korhoz kapcsolódó északi tájolású sír,
- a szarmata sírhoz kapcsolódó körárok.

A nagy méretű Árpád-kori kerítő árok jellemzően egy temetőt, közepén pedig egy árpád-kori templomot fog közre. Az eddig ismeretlen, regisztrálatlan lelőhelyen több régészeti korszak is megjelenik. A szarmatákra jellemző észak-déli irányú sír látható, melyet egy körárok veszi körbe (szarmata jellemző). A 12 beazonosítható régészeti jelenség feltételezhetően, miképp a települést elkerítő két árok határolja le őket, az árpád-kori falu objektumaiként, házaiként, munkagödreiként értelmezhetők.

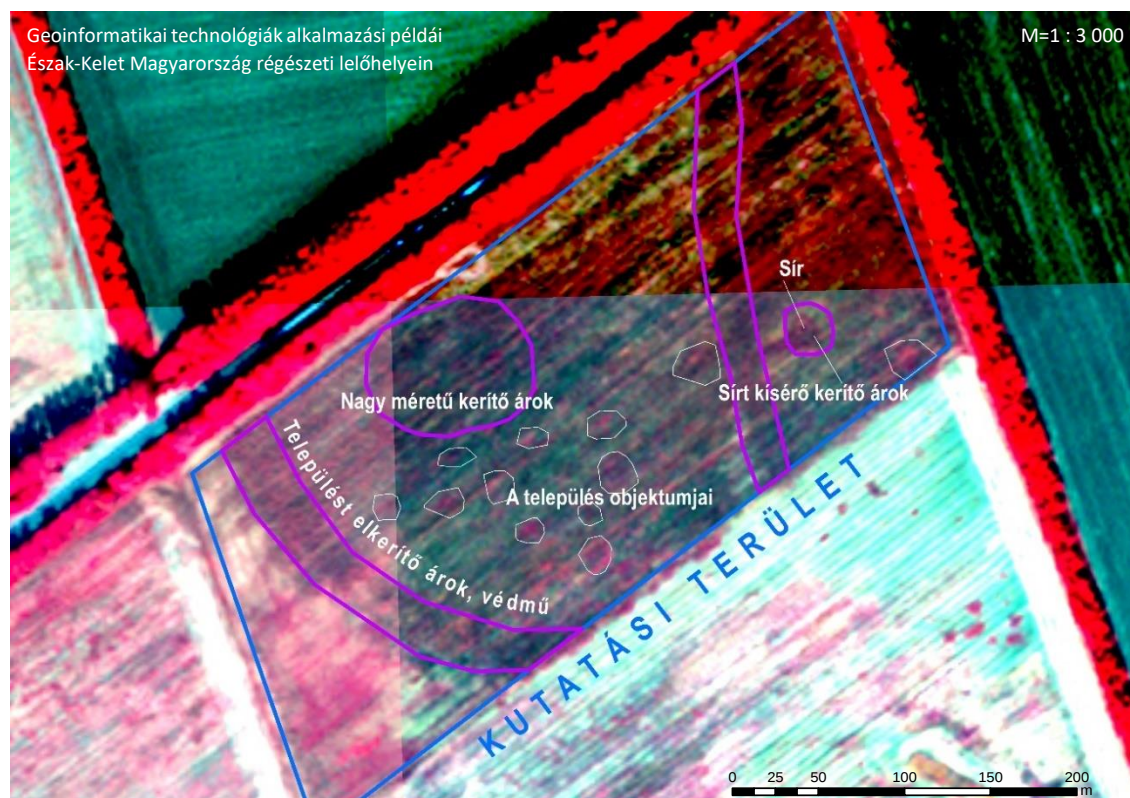
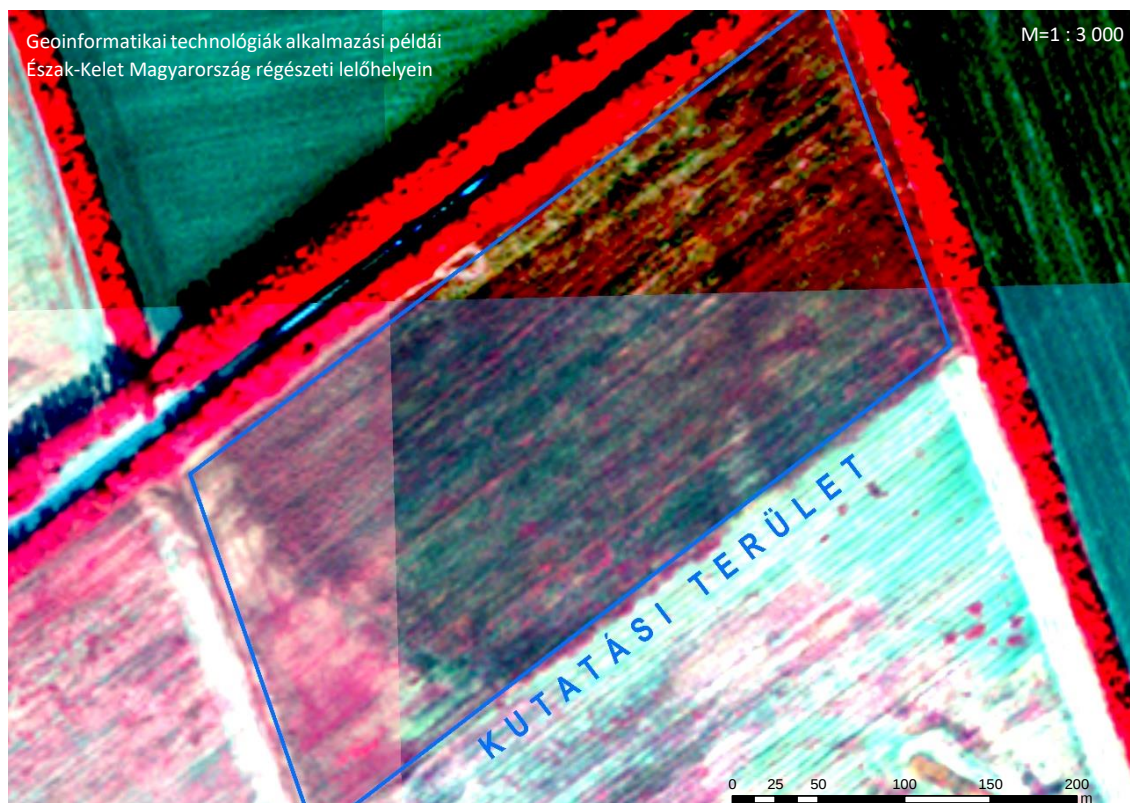


3.4.2.4. ábra - Árpád-kori falu rajza

[forrás: https://keresztiskola.hu/images/Lipcseilldiko/mit_orzunk_arpad_korbol.pdf]

⁸ Red-Green-Blue (angol: Vörös-Zöld-Kék): Valódi színes

⁹ Near-Infrared (angol: Közeli infravörös)



3.4.2.5. ábra - A közeli infravörös kompozit (fent) és azon értelmezhető régészeti jelenségek (alul)
[forrás: Kiss Dániel]

3.5. Korszerű adatnyerés geofizikai eljárásokkal

M. J. Aitken angol geofizikus már az 1950-es években elkezdte vizsgálni a geofizikai eljárások régészeti célú alkalmazásának lehetőségét. Az archeometria egyik kutatási ágához tartozó régészeti geofizika célja, hogy a felszín alatt olyan anomáliákat mutassunk ki, melyek a környezetüktől a vizsgált fizikai paraméterben eltérnek, majd ezekből történeti következtetéseket tudjunk levonni. A régészeti geofizikai eljárások közül a régészeti geomágneses felmérés az egykori beásások nyomainak kimutatására alkalmas műszer. A felmérési rácsháló pontjaiban gyűjtött adatok térinformatikai raszter adatként való értelmezése után, térinformatikai eljárásokkal interpretálhatóak és kezelhetőek. A régészeti geomágneses felmérés egy roncsolásmentes vizsgálat. A geofizika, mint a felszín, talaj vagy régészeti jelenség bolygatása nélküli, korszerű adatgyűjtés és a kiértékelésére alkalmazott geoinformatikai eljárásokkal nyert információk a lelőhelyek felkutatásában, kiterjedésének, jelenségeinek pontosításában hatékonyan alkalmazhatók. [47] [54] 2020. év elején Nyékládháza településtől délre egy kavicsbánya bővítéséhez kapcsolódóan, a bányaterület régészeti érintettségének vizsgálatára örökségvédelmi hatástanulmányt végzett a Herman Ottó Múzeum. Az örökségvédelmi hatástanulmány tartalma a terepbejáráson, levéltári kutatásokon túl geomágneses felmérést és annak régészeti célú kiértékelését is tartalmazta. [55]

3.5.1. Régészeti geomágneses felmérés

A felmérés elvégzéséhez használt műszer működéséhez szükséges mérési hálók kialakítását térinformatikai környezetben végeztem előzetesen. A bányabővítés területére tervezett mérési hálók a terepi mérés során az ezen típusú geofizikai műszer számára elengedhetetlen felmérési koordináta-rendszereket és ezzel együtt a koordináta-rendszerek origo pontjait határozzák meg. A koordináta-rendszer 50 méter osztása adta a terepei felmérés főtengeleket, metszőpontjaik pedig terepi tájékozódás segítése mellett a különálló mérések origo pontjait adták. A régészeti geomágneses felmérést 2020-ban végeztük. Geodéziai módszerekkel a mérési hálón korábban meghatározott metszőpontokat kitűztem. A kitűzött pontok mentén a mérési hálók tengelyeit a felmérés időtartamára jelöltük. A régészeti geomágneses felmérés idején a szenzorok függőleges helyzetben vannak. Az öt szondában egyenként két, vertikális irányú fluxgate magnetométer van, melyek függőlegesen 0.65 méter távolságra helyezkednek el. Jelen

mérés esetén a mintavételezési távolság 0,1 méter volt, míg a szondák 0,5 méter távolságban helyezkedtek el egymáshoz képest. A kezelőegység egy adott mérési sáv után az egy szenzorban lévő magnetométerek gyűjtött alsó állás értékét kivonja a felső értékből. Az így kapott különbséget az egység normálja a szondák közötti távolsággal. A kezelőegység által kiszámított értékek a vertikális mágneses térkomponens gradiensét, vagyis régészeti gyakorlatban a legnagyobb változások helyét fogják megmutatni. A mérés összesítéséből egy mágneses anomáliákat megjelenítő anomália térképet készítettem. Az elkészült anomália térképen szereplő mágneses anomáliák okozója ugyanúgy kapcsolódhat régészeti korú bolygatáshoz, mint recens¹⁰ forráshoz, de származhat ferromágneses (Fe, Co, Ni) anyagtól is. Történeti következtést az anomáliák elhelyezkedéséből, azok alakjaiból vontam le ugyanis tisztán mágneses hatásaik alapján régészeti korokra való utalást lehetetlen levonni. [32] [56] [57] [58] [59]

A teljes felmérési terület 20,43 hektár volt. A több napon át tartó terepi munka után az adatok letöltésével megkezdődhetett azok térinformatikai feldolgozása, raszteralapú kiértékelése az információnyerés érdekében.

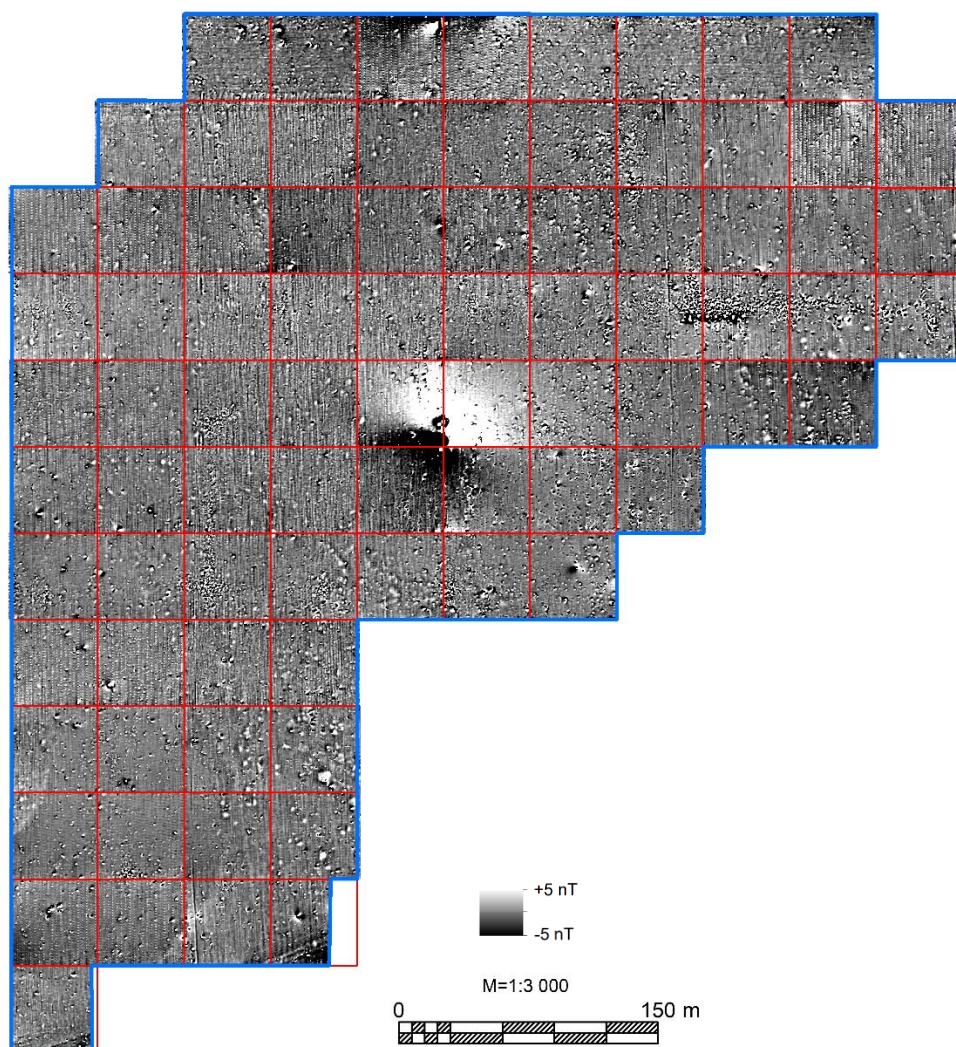


3.5.1.1. ábra - A geomágneses felmérés teljes területe topográfiai térképen
[forrás: Kiss Dániel]

¹⁰ Nem régészeti korokhoz kapcsolódó

3.5.2. Térinformatikai feldolgozás és hibaszűrés

Az elvégzett mérés állományait Snuffler program segítségével elsődleges szűrésnek vettem alá. Az egyes mérések egymástól eltérő hibákkal voltak terhelve, így minden mérési adaton egyedi hibaszűréseket alkalmaztam. A mágneses hatók helyének meghatározásához, annak torzulása csökkentése érdekében a méréseket MagPick programban pólusra redukáltam. A már vertikális mágnesezettségre transzformált mérési adatokat a Surfer program segítségével interpoláltam. A rasterállományokat ArcGIS programban georeferáltam, majd az értelmezhető elemeket vektorizáltam, típusukat attribútum táblában rögzítettem.

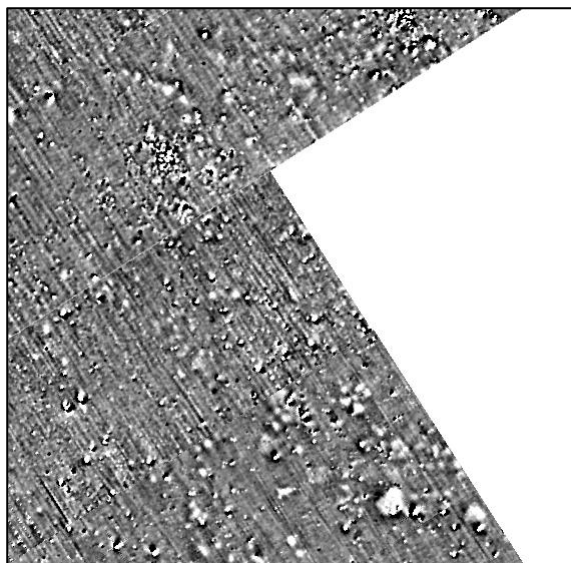


3.5.2.1. ábra - A geomágneses felmérés mérési hálóját és a hibaszűrt felvételeinek georeferált mozaikja
[forrás: Kiss Dániel]

3.5.3. A kiértékelhető jelenségek és pontosságuk

A teljes felmérés interpretálása során megállapítható volt, hogy több, a régészeti korokban egymástól térben jól elkülöníthető terület található rajta. A felmérés értelmezése alapján – mely a 14. mellékletben látható – több kutatási területre osztották a régész kollégák annak intenzitása és az ütemtervek szerint. A 2. kutatási területen 2020. szeptemberében ásatás kezdődött, így annak térinformatikai adatbázisa összevethetővé

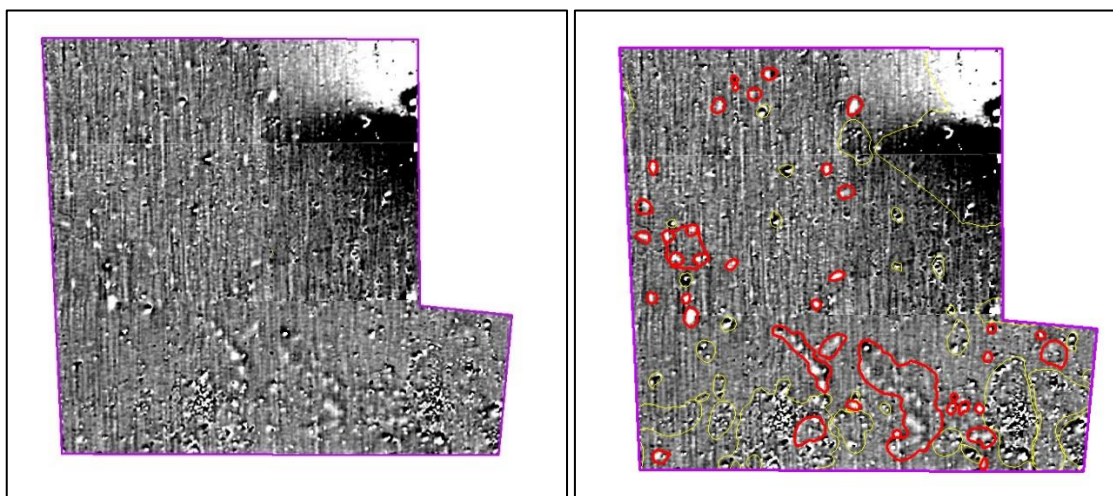
vált a 2020. márciusában lezajlott geofizikai felmérés interpretálásának eredményével. A 3.5.3.1-es ábrán látható a geomágneses felmérés hibaszűrt képének egy kivágata. Az ábrán jól látszanak a régészeti korú jelenségekre utaló anomáliák amint azok között nagy mennyiségű recens fémanomália, mezőgazdasági hulladék helyezkedik el. A régészeti korokra utaló anomáliákról nagy általánosságban megállapíthatjuk, hogy alakjaik rendre szabályosak, egy irányba tér ki értékük, és



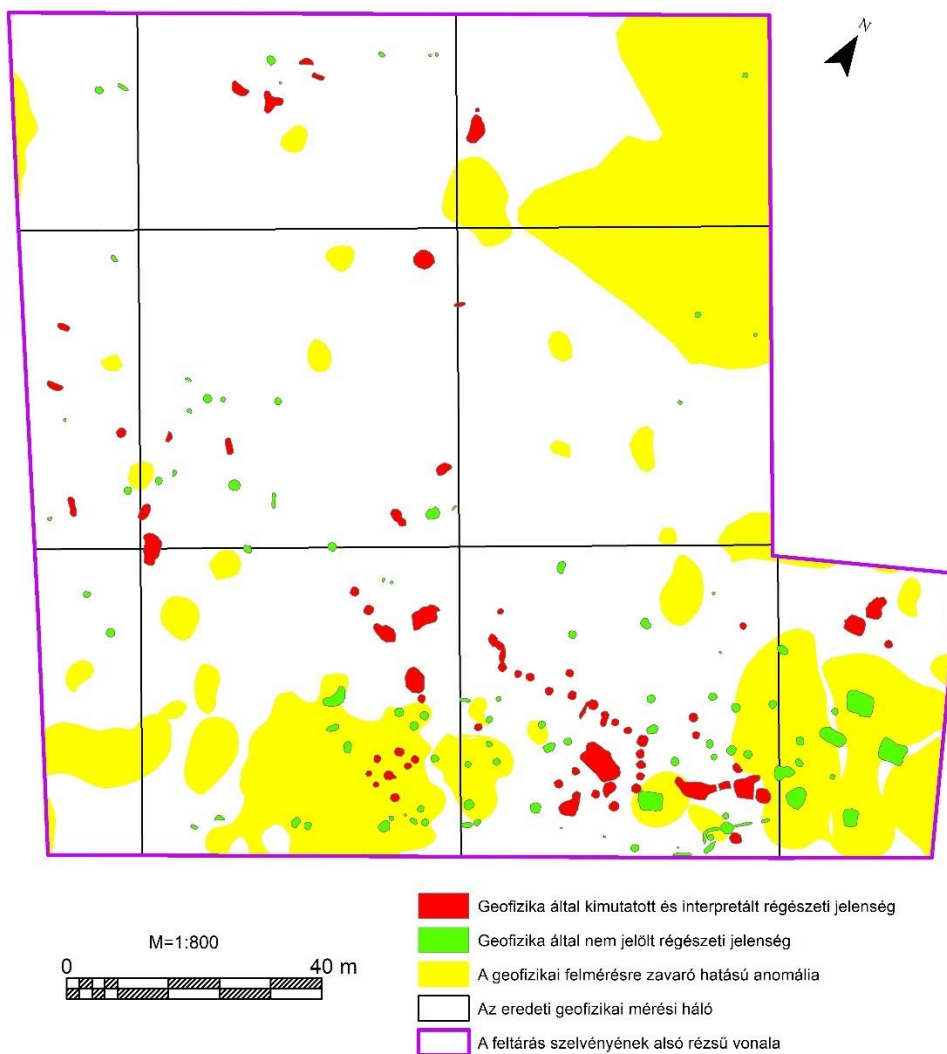
3.5.3.1. ábra - Régészeti jelenségekre utaló anomáliák a felmérés hibaszűrt képén

[forrás: Kiss Dániel]

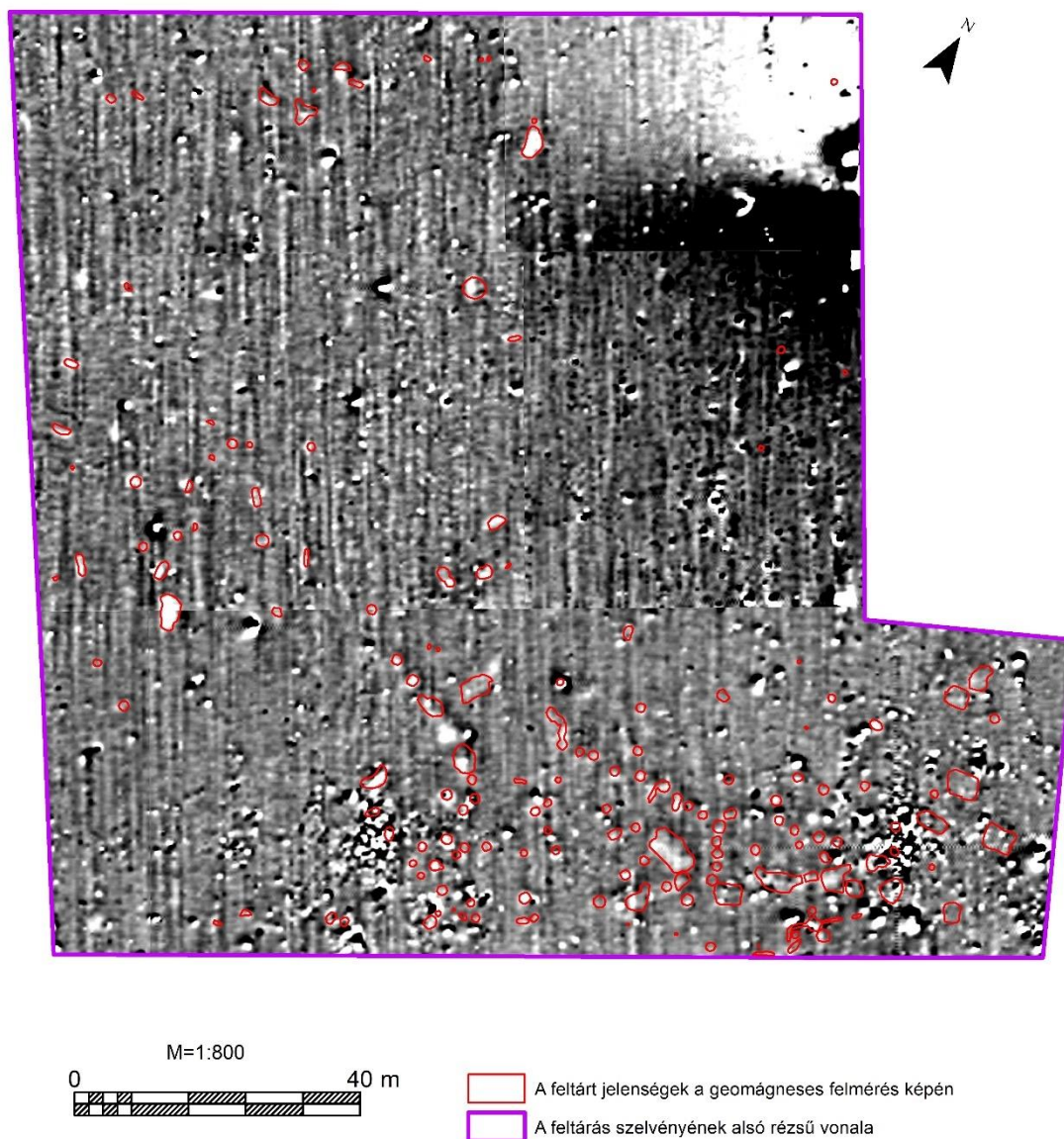
elhelyezkedésükben a régészetben megfigyelhető rendszereket. A 3.5.3.2. és 3.5.3.3. ábrákon láthatjuk, hogy a feltárás 2020. szeptemberében összesen 167 régészeti jelenséget figyelt meg és tárt fel. A feltárt jelenségekből félévvel korábban roncsolásmentes korszerű adatnyerési módszerrel a geofizika, és annak geoinformatikai módszerekkel való feldolgozása 68 régészeti jelenséget mutatott ki. 97 jelenséget nem. Ugyanezen az ábrán láthatjuk, hogy az interpretációt nagyban zavarták a régészeti lelőhely sűrűsödése felett jelentkező zavaró anomáliák. A két nagy feltételezhetően recens mezőgazdasági hulladék, és földmunkálatok okozta anomália területén lévő régészeti jelenségeket levonva a feltárási terület maradékán már csak 64 jelenséget nem tudott kimutatni a geofizika. A nagyobb kiterjedésű régészeti objektumokat nagyobb bizonyossággal mutatta ki a geofizikai felmérés. [60]



3.5.3.2. ábra - A geomágneses felmérés hibaszűrt képe (bal) és régészeti értelmezése (jobb)
[forrás: Kiss Dániel]



3.5.3.3. ábra - A felmérés által észlelt és nem észlelt jelenségek
[forrás: Kiss Dániel]



3.5.3.4. ábra - A feltárt jelenségek a geomágneses felmérés képére vetítve
[forrás: Kiss Dániel]

A 3.5.3.4.-es ábrán láthatjuk a geomágneses felmérés hibaszűrt képére vetítve a feltárás során megfigyelt és dokumentált régészeti jelenségeket. Megállapítható ez alapján, hogy a nagyobb kiterjedésű régészeti jelenségek egyértelműen beazonosíthatóak a hibaszűrt képeken. A régészeti jelenségek funkciójára több esetben is következtetések vonhatóak le a geofizikai felmérés alapján. Ennek ellenére a kisebb területű, vagy recens anomáliákkal elfedett jelenségek nem voltak észlelhetőek a geofizikai felméréssel, hibaszűréseivel és annak interpretálásával.

3.6. Digitális fotogrammetria

A kompozitok interpretációja vagy a geofizikai felmérések eredményeivel végzett elemzések elsősorban új lelőhelyek azonosításában, vagy azok határainak, összefüggéseinek megismerésében alkalmazhatóak. A fenti mintaterületeken végzett vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a legbiztosabb adatokat és információkat továbbra is az ásatások nyújtják. Az ásatásokon a digitális fényképezőgépek - megjelenésük óta - jelen vannak, fényképi dokumentáció kíséri végig a teljes ásatást. A régészeti dokumentációk szerves részét alkotja a digitális kamerák által készített felvételek, melyeket számítógépeken tárolnak és dolgoznak fel. A digitális felvételek alkalmasak földi fotogrammetriai kiértékelésre is. A földi álláspontról készült fényképek készítésével és feldolgozásával foglalkozó tudományágat földi fotogrammetriának nevezzük. A földi fotogrammetria esetén a lefényképezendő tárgyra, területre a szabad rálátást kell biztosítanunk. A digitális kamerákkal készült földi fotogrammetriát abban az esetben érdemes alkalmazni, amikor a számszerű adatokon túl nagy szerepet tölt be a digitális felvételek nyújtotta információ többlet is. Ez a fényképi információ többlet megjelenik a régészetben megfigyelhető rétegek, leletanyagok és jelenségek funkcióiban és összefüggéseiben. A korszerű régészeti adatnyerési technológiák egyike a régészetben a földi fotogrammetriai eljárások alkalmazása az ásatások felmérésére, dokumentálására, illetve a leletek archiválására. [22] [61]

Az Agisoft Photoscan, vagy legújabb verziója az Agisoft Metashape szoftver az általános célú fotogrammetriai feldolgozásokhoz használható piacvezető szoftver. A beépített eljárásaival ortofotómozaikot, digitális felszínmodellt készíthetünk a kép alapú feldolgozó szoftverrel. Algoritmusai és eszközei képesek földi illesztőpontok azonosítására, multispektrális felvételek feldolgozására, háromdimenziós modell generálására és textúra leképezésére is. A felhasználóbarát szoftver teljesen automatikusan végig vezeti a felhasználót a fotogrammetriai feldolgozás lépésein. Mindeközben a fotogrammetria célja szerint az egyes lépéseket átugorhatjuk, azokon módosíthatunk, beállításokat eszközölhetünk. Az Agisoft szoftver egyaránt alkalmasak földi- és légi fotogrammetriai feldolgozások teljeskörű lebonyolítására. [15] [62]

3.6.1. Régészeti jelenség és digitális térmodell

A régészeti jelenségek összefüggései, rétegei, a feltáráshoz kapcsolódó bontómunka során elpusztulnak. A bontási folyamat közbeni folyamatos dokumentálás azonban későbbi értelmezési, és vizsgálati lehetőségekre nyújt lehetőséget. A klasszikus régészeti leírások, rajzi- és fotódokumentáció mellett ez lehet fotogrammetriai dokumentáció is. Egy ilyen információ-többlettel bíró fotogrammetriai dokumentáció lehet a 2021. évi mezőkövesdi feltáráson 153-as stratigráfiai számú csontvázas sírról készült digitális térmodell. A csontvázas sír az 5. századra keltezhető a kerámiamelléklete alapján. Tájolása csekély eltéréssel északkelet–délnyugati, a váz háton fekvő, nyújtott helyzetű. A váz egy igen sekély, lekerekített sarkú téglalap alakú sírgödörben nyugodott. Koponyája mellett bal oldalon egy világosszürke murgai¹¹ típusú korsót találtunk. Ezen kívül egy kisméretű vaskés és két vascsat volt a medence és a jobb alkar tájékán, melyek a viselet elemeit képezték. A jobb kulcscsonton néhány közepes méretű állati csigolyát találtunk, melyek beazonosítása csak archeozoológiai¹² vizsgálattal lehetséges. [63]

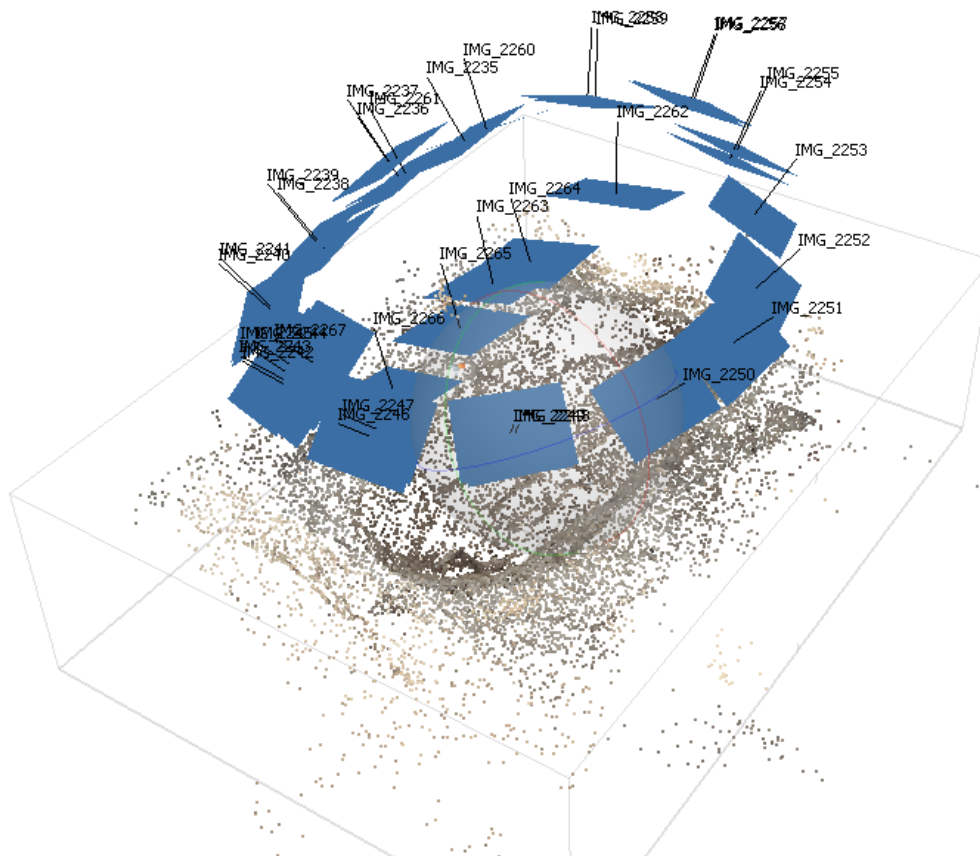


3.6.1.1. ábra – A 153-as stratigráfiai számú sír terepi fotója (bal) és az illesztőpontok (jobb)
[forrás: Kiss Dániel]

¹¹ Késő római korsó fajta, besimított díszítéssel és jellegzetes gallérral a nyaknál

¹² Régészeti ásatások állatleleteivel foglalkozó tudományág

A feldolgozás első lépéseként a felvételeket a workflow menüponton belüli align photos paranccsal egy önálló rendszerben kialakított modellé alakítottam a szoftverrel. Egy többszörös átfedésen alapuló pontfelhőt generált a szoftver. A 3.6.1.2. ábrán láthatjuk a sírgödörről generált pontfelhőt és a felvételek sematikus elhelyezkedését.



3.6.1.2. ábra - A generált pontfelhő és a sírgödörről készült felvételek elhelyezkedése a modell térben
[forrás: Kiss Dániel]

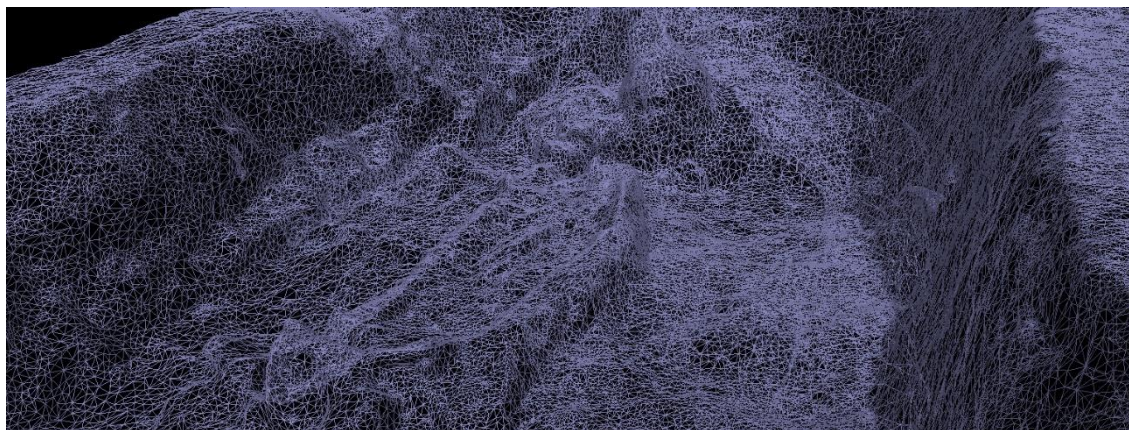
Az önálló rendszerből a terepi rendszerbe áttéréshez illesztőpontokat alkalmaztam. A 3.6.1.1.-es ábrán láthattuk a 4 illesztőpontot a sírgödör körül. Az illesztőpontok helymeghatározása során nyert EOY koordinátákat a reference paranccsal olvastattam be a szoftverbe. Az illesztőpontokat az összes felvételen beazonosítottam és rögzítettem. A 3-as számú illesztőpontot a 2256-os felvételen láthatjuk a 3.6.1.3. ábrán beazonosítva. Az első néhány kép illesztése után már a szoftver automatikusan elhelyezi a többi képen, és epipoláris egyeneseket állít a felhasználó segítségével. A képek illesztése után az optimize camera alignment paranccsal folytattam a feldolgozást. Ebben a parancsban meghatározható a térbeli elhelyezés mellett a kameraállandó és az elrajzolás hibája.

A tájékozás után az illesztőpontok ellentmondásai pár milliméteresek voltak, így azt elfogadtam. A következő lépésben a `build dense cloud` paranccsal, legmagasabb minőségi fokozatán egy újabb pontfelhőt készítettem a szoftverrel. A sokkal sűrűbb terepi rendszerben generált pontfelhő után következett a folytonos felszín kialakítása.



3.6.1.3. ábra - A 3-as illesztőpont a 2256-os felvételen beazonosítva
[forrás: Kiss Dániel]

A pontfelhő alapján készült folytonos felszín jelen esetben is egy TIN háromszögháló alapján készült. A `build mesh` paranccsal készült térben helyes, sűrű pontfelhő pontjai között kialakított és interpolált TIN modell kivágatát láthatjuk a 3.6.1.4. ábrán. A háromszögháló generálása esetén jelenleg a 3.3.-as fejezettől eltérően nem geodéziai mérési pontok alkotják a Thiessen poligonok alapjait, hanem a fényképekből levezetett és beazonosított pontpárok alapján készült pontfelhő pontjai.



3.6.1.4. ábra - A temetkezés folytonos modelljét alkotó háromszögháló kivágata
[forrás: Kiss Dániel]

A folytonos felszínt alkotó háromszöghálóra a build texture paranccsal illeszttem a fényképekből levezett textúrát. A textúrával megjelenített modellt láthatjuk a 3.6.1.5.-ös ábrán. Az elkészült modell lényegesebb több információt tartalmaz, mint a klasszikus régészeti fotódokumentáció. Amellett, hogy méréseket végezhetünk a modellen, új metszeteket vághatunk rajta, a kapcsolatait, és betöltéseit vizsgálhatjuk.



3.6.1.5. ábra - Az elkészült modell textúrával illesztve
[forrás: Kiss Dániel]

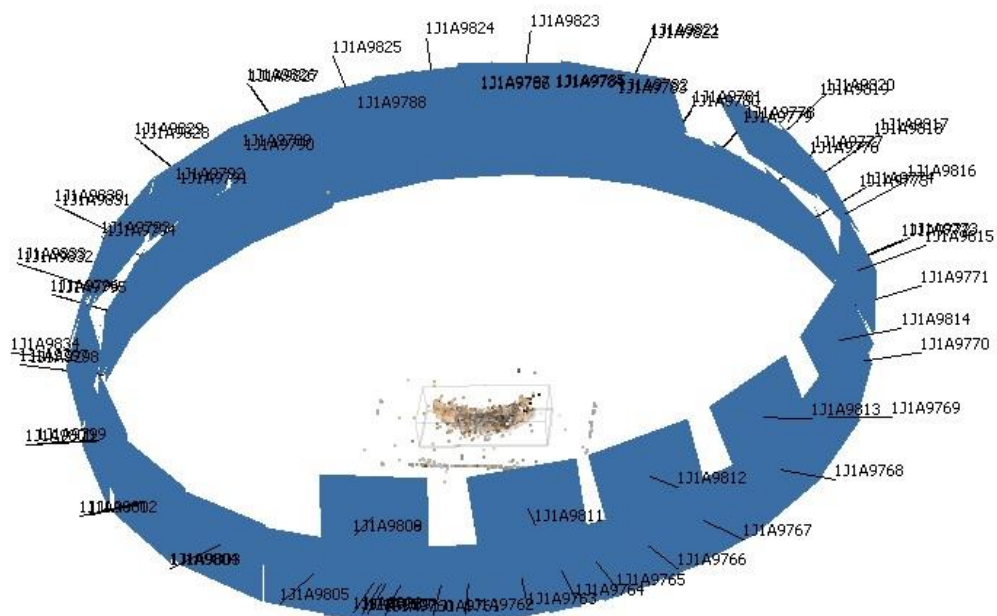
3.6.2. Faragott amulettén alkalmazott fotogrammetriai eljárások

Az ásatásokon végzett fotogrammetriai térmodellek dokumentálhatják az előkerült leletanyagot régészeti környezetében ezáltal a régészeti szakembereknek nyújthat utólagosan adatokat és információkat. Azonban a régészeti leletek társadalmi hasznosulása érdekében a már megtisztított, restaurált leleteken is végezhetünk fotogrammetriai eljárásokat. Ilyen lelet lehet a Bükkábrány-Bánya régészeti feltárásán talált vadkan agyarból faragott amulett mely a Kárpát-medencében nagyon ritka leletanyagnak tekinthető. A faragott agyar két oldalán állatalak látható. Köztük spirális és gyöngyös díszítmények. Legközelebbi párhuzama az Alsó-Volga vidéken fordul elő.
[64]



3.6.2.1. ábra - Faragott vadkan agyar
[forrás: Kiss Dániel]

A faragott vadkan agyar fotogrammetriai alapú modelljének előállítására is az Agisoftot alkalmaztam. A sírgödör és csontváz modelljével megegyező lépésekkel előállítottam az egyszerű pontfelhőt a leletről, amit a 3.6.2.2. ábrán szemléltetek.



3.6.2.2. ábra - A generált pontfelhő és a leletről készült felvételek elhelyezkedése a modell térben
[forrás: Kiss Dániel]

A leletanyag virtuális bemutatásához a térbeli elhelyezkedésről jelenleg csak a lelet méret adatai számítottak jelentősnek. Így az illesztőpontokat ebben az esetben egymáshoz megmért és a képeken beazonosítható pontok adták. A spirálok közti távolságok és az egyes faragványok közti távolságokat használtam illesztőpontoknak. Az illesztőpontok beazonosítása után ismét egy sűrű pontfelhőt hoztam létre. Az amulett sűrű pontfelhője a 3.6.2.3. ábrán látható.



3.6.2.3. ábra - A vadkan agyarról készült sűrű pontfelhő, a "dense cloud"
[forrás: Kiss Dániel]

A sűrű pontfelhőn, a dense cloudon a korábbiaknak megfelelően egy TIN háromszöghálót alakítottam ki a szoftver segítségével. A háromszöghálón a build texture paranccsal ismét ráillesztette a szoftver a felvételek textúráját.

Az elkészült modellt láthatjuk két különböző megjelenítési szögben a 3.6.2.4.-es ábrán. A modell maga alkalmas méretek levételére, az elemei vizsgálatára: A faragványok barázdáinak mélysége, a díszítési elemek közti távolsága, az ívek meghatározására. A modell virtuális kiállításban bemutatható. Alsó felületéről készült fényképekkel kiegészítve a modellt, vagy a jelenlegi folytonos felszín interpolálásával a teljes leletet körbe foglalo folytonos felszínnel már modern 3D nyomtatási technológiákkal való leletmásolatok előállításához szükséges adatokká való további konverziójára alkalmas.



3.6.2.4. ábra - A faragott vadkan agyar textúrával illesztett modellje két nézőpontból
[forrás: Kiss Dániel]

3.7. A technológiák alkalmazásából levonható konklúziók

A mintaterületeken végzett régészetben megjelenő korszerű adatgyűjtések során nyert adatokon alkalmazott geoinformatikai technológiákból több következtetést vonhattam le. A munkatérkép előállításánál megállapítható vált, hogy a régészeti célú és témájú térképek előállítását a térinformatikai eljárások meggyorsítják. A geodéziai felmérések és a légifelvételzés a régészeti kutatások esetén az azoktól elvárható pontosságot egyértelműen biztosítják.

A geodéziai magasságmérésekből levezetett térinformatikai környezetben a beruházási mélységek, jelentkezési szintek meghatározására TIN modellek a régészeti kutatások elengedhetetlen műszaki hátterét biztosítják. A régészet szükségszerű térbeli következtetéseire nyújt lehetőséget.

A valódi színes kompozitokon végzett interpretáció nagy pontossággal biztosítja a történeti következtetések levonásának lehetőségét a növény és talajjelek alapján. Mindeközben a közeli infravörös felvételek alkalmazása a növényekben megtalálható klorofill alapján még pontosabb régészeti érintettség vizsgálatára nyújt lehetőséget.

A geofizikai kutatás alapján megállapíthatóvá vált a korszerű geoinformatikai technológiákról, hogy nagy előnyük a roncsolásmentességük. A lelőhely, annak összetevői vagy akár a talaj roncsolása nélkül gyűjthetünk adatokat. A geofizikai kutatás mindeközben arra is rámutatott, hogy teljes bizonyosságot az egyes régészeti jelenségekről, azok funkcióiról csupán ásatás nyújthat.

A fotogrammetriai eljárások alkalmazása megnöveli a klasszikus régészeti dokumentációval szembeni adatmennyiséget. Leletek, jelenségek, lelőhelyek teljes archiválása nyújt lehetőséget nagy mennyiségű információ többlettel.

A mintaterületeken végzett eljárásokról összességében megállapítható, hogy a geoinformatikai technológiák és a hozzájuk kapcsolódó korszerű adatnyerések alkalmazása a régészetben:

1. Biztosítja, és meghaladja a régészeti kutatásoktól elvárható pontosságot,
2. A talaj, lelőhely, jelenség, lelet roncsolása nélküli vizsgálat,
3. Nagy és kis kiterjedésű kutatási területeken alkalmazható,
4. Adat- és információtöbbletet biztosít a klasszikus dokumentációkkal szemben.

4. ÖSSZEGLZÉS

A szakdolgozat első két fejezetében áttekintettem magyar és külföldi szakirodalom és régészeti kutatások publikációi segítségével a régészet alapvető folyamatait, a régészet átalakulását a 2000-es években, illetve a régészetben megjelenő korszerű adatnyerési technológiákat. A geodézia, a térinformatika és a régészet kapcsolópontjait összegeztem. Összegyűjtöttem az ásatásokhoz kapcsolódó leggyakoribb geodéziai feladatokat azokat régészeti feltárások térképekein, helyszínrajzain ábrázoltam és mutattam be.

A szakdolgozati kutatómunka során a régészetben megjelenő korszerű technológiákat alkalmaztam adatnyerés céljából. A kinyert adatokból – elsősorban – geoinformatikai eljárások segítségével állítottam elő a régészet számára hasznos információkat, majd azokból történeti következtetéseket vontam le. Mindeközben megállapítottam a korszerű adatnyerési technológiákról és a hozzájuk kapcsolódó geoinformatikai eljárásokról, hogy pontosságuk messze meghaladhatja a régészeti kutatásoktól elvárható pontosságot.

A légifelvételek, a valódi vagy hamis színes műhold felvételek kompozitjai, a geofizikai felmérések alkalmazása új lelőhelyek felkutatásában, de már ismert lelőhelyek pontosításában is nyújthatnak lehetőséget. Előnyük ezeknek a modern eljárásoknak, hogy alkalmazásukkal kis és nagy kiterjedésű kutatási területeken egyaránt roncsolásmentes vizsgálatokat végezhetünk. Akár egész települések objektumait, jelenségek funkciót is megtudjuk állapítani. Komplex területek régészeti intenzitását meghatározhatjuk. Nyilvánvalóvá vált a szakdolgozatban bemutatott mintaterületeken végzett elemzések alapján, hogy bár ezek az eljárások nagyban segítik a régészeti feltárások munkálatait teljes bizonyosságot ezen jelenségekről, és feltételezett funkcióikról csak a régészeti feltárás, ásatás nyújthat.

A geodézia, a földi fotogrammetria és a térinformatika elsősorban a dokumentálásban tölthetnek be fontos szerepet a korszerű régészeti kutatásokban. A megfigyelt és dokumentált jelenségek térbeli rögzítésével megsokszorozódik a régészeti összefüggéseket tartalmazó archivált adatok száma. A jelenségek utólagos vizsgálatára nyújtanak pontos és biztos lehetőséget.

Legyen szó új régészeti lelőhelyek felkutatásáról, ismert lelőhelyek pontosításáról, régészeti feltárások vagy leletek dokumentálásáról, a geoinformatikai technológiák alkalmazása minden esetben a korszerű régészet alapjait biztosítja.

5. SUMMARY

In the first two chapters of my thesis I reviewed the basic processes of archeology, the alteration of archeology in the 2000s and the recent data acquisition technologies in archeology with the help of archaeological publications and Hungarian and foreign archaeological literature. I summarized the links between geodesy, GIS and archeology. I collected the most common geodetic tasks in archaeological excavations, depicted and presented these on site plans, maps.

During the thesis, I used the latest data acquisition technologies in archeology. From the extracted data, I used geoinformatics methods to produce useful information for archeology, and I drew historical conclusions from these informations. Meanwhile, I identified that modern data acquisition technologies and the related geoinformatics procedures accuracy may far exceed the accuracy expected from archaeological researches. Aerial photographs, composites of real or false color satellite imagery, the use of geophysical surveys are provides opportunity to locate new archaeological sites, provide an opportunity to refine known archaeological sites. The advantage of these modern researching methods are that we can perform non-destructive studies in both small and large-scale research areas. We can even determine the objects and archaeological phenomenas of whole settlements. They can determines the archaeological intensity of entire research areas. However, with the analyzes of the thesis in the sample areas, it has also become clear that we can only get complete certainty about these archaeological phenomenas and their functions during archaeological excavations. Geodesy, terrestrial photogrammetry and the GIS can play an important role in modern archaeological research. The number of archived data containing archaeological connections is multiplied by the spatial recording of observed and documented archaeological phenomenas. They provide an accurate and reliable opportunity to investigate the phenomena afterwards.

Whether it is the search for new archaeological sites, the refinement of known sites, the documentation of excavations or artifacts, the application of geoinformatic technologies always provides the basis for modern archeology.

6. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretnék köszönetet mondani mindazoknak, akik segítséget nyújtottak a szakdolgozat elkészítéséhez. Elsősorban szeretném megköszönni Hajdú Melinda régész kolléganőnek, aki az egész dolgozat során a segítségemre volt. Szakmai tanácsai és alapos szemléletmódja nagy mértékben segítette a szakdolgozat elkészültét.

Köszönöm Balázsik Valéria tanárnőnek a szakdolgozatom figyelmes és kritikus átnézését, a tanácsokat és természetesen a szakmai gondolkodásmódom fejlesztését. Segítségéért bármikor bizalommal fordulhattam hozzá.

Továbbá szeretnék köszönetet mondani Németh Attilának, Pusztainé dr. Fischl Klárának és a Herman Ottó Múzeum Régészeti Tár számos szakemberének, hogy segítettek és támogatták a szakdolgozat elkészültét.

7. IRODALOMJEGYZÉK

- [1] **Holl Balázs, Pusztai Tamás (2011): Térinformatika alkalmazása a régészeti feltárásokon,** in *Régészeti Kézikönyv*, Magyar Régész Szövetség: Budapest.
- [2] **Barcza Réka (2016): A világ első régésznője, aki ráadásul magyar származású,** *Librarius - Kortárs kult magazin*, 2016.03.09. [Online].
URL: <https://librarius.hu/2016/03/19/torma-zsofia-a-vilag-elso-regesznoje-aki-raadasul-magyar-szarmazasu/>.
[Hozzáférés dátuma: 2021.07.03.].
- [3] **Visy Zsolt (főszerk.) (2003): Magyar Régészet az Ezredfordulón,** Nemzeti Kulturális Örökség Minisztériuma: Budapest.
- [4] **Vékony Gábor (2003): A régészeti terepkutatás története Magyarországon,** in *Magyar Régészet az Ezredfordulón*, Nemzeti Kulturális Örökség Minisztériuma: Budapest.
- [5] **Renfrew Colin, Paul Bahn (1991): Archaeology: theories, methods and practice,** Thames & Hudson: London.
- [6] **Müller Róbert (főszerk.), Gróf Péter, Horváth Ferenc, Kulcsár Valéria, F. Romhányi Beatrix, Tari Edit, T. Biró Katalin (2011): Régészeti Kézikönyv,** Magyar Régész Szövetség: Budapest.
- [7] **2001. évi LXIV. törvény a kulturális örökség védelméről.**
- [8] **G. S. Srivastava (2014): An Introduction to Geoinformatics** McGraw Hill Education (India): New Delhi.
- [9] **Herczeg Ádám és Turai Endre (2011): Geoinformatika 6. A térinformatika,** Miskolci Egyetem, Földtudomány Kar: Miskolc.
- [10] **Márkus Béla, Végső Ferenc (2010): Térinformatika TÁMOP jegyzet,** NYME-GEO, TÁMOP: Székesfehérvár.
- [11] **Jenei Anita (2020): Miskolci Régész Enciklopédiája - Stratigráfiai egység, Herman Ottó Múzeum [Online].**
URL: <https://homregeszet.tumblr.com/post/634594215360413696>.
[Hozzáférés dátuma: 2021.11.04.].
- [12] **Hellebrandt B. Magdolna (1992): Miskolc kelta kora,** in *Régészeti tanulmányok Miskolc korai történetéből*, Herman Ottó Múzeum: Miskolc.
- [13] **Pusztainé dr. Fischl Klára (2006): Ároktő-Dongóhalom bronzkori tell telep** in *Borsod-Abaúj-Zemplén megye régészeti emlékei 4*, Nemzeti Kulturális Alap: Miskolc.

- [14] **Havassy Péter, Selmeczi László (1992): Régészeti kutatások az M0 autópálya nyomvonalán II.,**
Budapesti Történeti Múzeum: Budapest.
- [15] **Kalmár Erzsébet Noémi (2016): UAV-val készült felvételek régészeti alkalmazása,**
ÓE-AMK: Székesfehérvár.
- [16] **Raczky Pál (2007): Az autópálya-régészet helyzete Magyarországon. Módszerek és tapasztalatok az 1990 és 2007 közötti munkálatok alapján,**
in *Archaeologiai Értesítő* (132).
- [17] **Bödöcs András (2020): Paradigmaváltás a római utak kutatásában?,**
in *Magyar Régészet*, 2020, 9. évfolyam, 3. szám.
- [18] **Takács Levente (2014): A Római Földmérés,**
Attraktor: Máriabesenyő.
- [19] **Miklós Zsuzsa (2011): 1.5. Légi fényképezés,**
in *Régészeti Kézikönyv*, Magyar Régész Szövetség: Budapest.
- [20] **Bíró T. Katalin (2010): Arceometriai Adatok Értelmezése,**
in *Gesta IX*, Magyar Nemzeti Múzeum: Budapest.
- [21] **Tobias Kienlin, Tugya Beáta, P. dr. Fischl Klára (2015): Bronze Age Settlement Research in North-East Hungary,**
in *Archeometriai Műhely* 2015/XII./2.
- [22] **Balázsik Valéria (2010): A fotogrammetria speciális alkalmazási lehetőségei**
in *Fotogrammetria*, Nyugat-magyarországi Egyetem Geoinformatikai Kara: Székesfehérvár
- [23] **Czajlik Zoltán (2013): Eltűnő erődítések nyomában,**
in *Földgömb Magazin*, 2013. 271. lapszám.
- [24] **Lechner Tudásközpont - Légifelvételek [Online].**
URL: <https://lechnerkozpont.hu/oldal/legifelvetelek>.
[Hozzáférés dátuma: 2021.11.06.].
- [25] **A Magyar Nemzeti Múzeum Virtuális kiállításai [Online].**
URL: <https://mnmu.hu/hu/kiallitasok/virtualis>.
[Hozzáférés dátuma: 2021.10.22.].
- [26] **A Herman Ottó Múzeum virtuális kiállításai [Online].**
URL: https://hermuz.hu/portfolio_category/virtualis-kiallitas/.
[Hozzáférés dátuma: 2021.10.22.].
- [27] **Brandon R. Olson, Jody M. Gordon, Curtis Runnels, Steve Chomyszak (2014): Experimental three-dimensional printing of a lower palaeolithic handaxe an assessment of technology and analytical value,**
Lithic Technology: United States.

- [28] **Verőné Wojtaszek Magdolna (2010): A lézer alapú távérzékelés,**
Nyugat-magyarországi Egyetem Geoinformatikai Kar: Székesfehérvár
- [29] **Tim Vernimm (2020): Massive 3,000-year-old ceremonial complex discovered in 'plain sight', National Geographic, 2020.06.03. [Online].**
URL: <https://www.nationalgeographic.com/history/article/massive-ancient-maya-ceremonial-complex-discovered-hiding-plain-sight>.
[Hozzáférés dátuma: 2021.10.25.].
- [30] **Simon Bence (2016): Roman Settlement pattern and LCP modelling in ancient North-Eastern Pannonia,**
in *Dissertationes Archaeologicae* 3(3), 105-126.
- [31] **„Archaeology from space,” Research Outreach, [Online].**
URL: <https://researchoutreach.org/articles/archaeology-space-using-earth-observation-data-unearth-past/>.
[Hozzáférés dátuma: 2021.10.25.].
- [32] **M. J. Aitken (1974:) Physics and Archaeology - 2nd edition,**
Clarendon Press, Oxford.
- [33] **Pusztai Sándor (2002): Geofizikáról régésztechnikusoknak,**
in *PANNICVLVS*, Panniculus Régiségtani Egylet: Szombathely.
- [34] **Salisbury Archaeology - Régészeti Geofizikai Vizsgálatok [Online].**
URL: <https://salisbury.hu/lelohely-diagnosztika-geofizika/>.
[Hozzáférés dátuma: 2021.10.25.].
- [35] **Dr. Csepregi Szabolcs, Dr. Tarsoly, Péter, Gyenes Róbert (2013): Geodézia I,**
Nyugat-magyarországi Egyetem Geoinformatikai Kar: Székesfehérvár, 2013.
- [36] **Dr. Tóth Csaba Albert (2016): A műhóldas helymeghatározás alapjai,**
Debreceni Egyetem: Debrecen.
- [37] **Baboss Csaba (2016): Geometria I.,**
OE-AMK, Geoinformatika Intézet: Székesfehérvár.
- [38] **Dr. Engler Péter (2010): Fotogrammetria geometriai és matematikai alapjai,**
NYME: Székesfehérvár.
- [39] **Dr. habil Jancsó Tamás (2017): Digitális Fotogrammetria,**
ÓE-AMK: Budapest.
- [40] **Jiri Cajthaml (2011): Methods of Georeferencing Old Maps on the Example of Czech Early Maps,**
Czech Technical University: Prague.
- [41] **T. Wade és S. Sommer (2006): A to Z GIS: An illustrated dictionary of geographic information systems,**
Redlands: California.

- [42] **Yan-Tao Zheng, Zheng-Jun Zha, Tat-Seng Chua (2010):** Research and applications on georeferenced multimedia: a survey, in *Multimed Tools Appl* 51, 77–98 2010.
- [43] **Dr. Tímár Gábor (2008):** Térképi Vetületek és Geodéziai Dátumok Szabatos Használata a Térinformatikában, ELTE: Budapest.
- [44] **Forgeo.hu, [Online].**
URL: <https://www.forgeo.hu/m23.html>.
[Hozzáférés dátuma: 2021.11.09.].
- [45] **Geomentor.hu, [Online].**
URL: https://geomentor.hu/sites/default/files/PowerSET-R3_2%20lapos.pdf.
[Hozzáférés dátuma: 2021.11.09.].
- [46] **DJI.com [Online].**
URL: <https://www.dji.com/hu/phantom-4-pro>.
[Hozzáférés dátuma: 2021.11.09.].
- [47] **Sensys.com [Online].**
URL: <https://sensysmagnetometer.com/application/archaeology/>.
[Hozzáférés dátuma: 2021.11.09.].
- [48] **Berente elkerülő főút megvalósítása a 26.sz. főút és a 2606. j. ök. út között 2021.**
Kazincbarcika-Hősök kertje dél - Régészeti Záródokumentáció,
HOM Rég. Ad.: 7376-2021.
- [49] **Detrekői Ákos és Márkus Béla (2010):** Digitális domborzatmodellezés, Térinformatika elektronikus jegyzet,
Nyugat-magyarországi Egyetem Geoinformatikai Kar: Székesfehérvár
- [50] **(M30) Próbafeltárás -Feltérési dokumentáció - Arnót-Répásalj Nyugat (58952)**
HOM Rég. Ad.: 6599-2019
- [51] **Harkányiné Székely Zs., Benő D., Prunner A., Katona A (2008):** Régészeti térinformatikai alkalmazás (Csörsz-árok),
Kaposvári Egyetem: Kaposvár.
- [52] **Pusztainé dr. Fischl Klára, Dr. Istvánovits Eszter, Harkányiné dr. Székely Zsuzsanna, Baráz Csaba, Holló Sándor, Bodnár Tamás és Szlabóczky Pál, (2019):** A Csörsz árok és értelmezési lehetőségei kerekasztal-beszélgetés,
MAB régészeti munkabizottsága: Magyar Tudományos Akadémia.
- [53] **The European Space Agency, WorldView-2 European Cities, [Online].**
URL: <https://earth.esa.int/eogateway/catalog/worldview-2-european-cities>.
[Hozzáférés dátuma: 2021.11.27.].

- [54] **Tudományos módszerek a régészetben, innotéka, 2018.11. [Online].**
 URL: https://www.innoteka.hu/cikk/tudomanyos_modszerek_a_regeszetben.1804.html.
 [Hozzáférés dátuma: 2021.11.12.].
- [55] **Nyékládháza 0109 HRSZ-ú ingatlan T; V; K; L; alrészletei - geofizikai jelentés, „Termőföld más célú hasznosítása” projekthez kapcsolódóan, HOM Rég. Ad.: 7074-2020**
- [56] **Pethő Gábor és Vass Péter (2009): Geofizika Alapjai, TÁMOP, Műszaki Földtudományi Alapszak Elektronikus Jegyzet.**
- [57] **Pethő Gábor: Geomágneses módszerek, Alapismeretek a Föld mágneses térről, Miskolci Egyetem, online tananyag. [Online].**
 URL: <http://www.geofizika.uni-miskolc.hu/geofalapoktanyag/magneses11.pdf>
 [Hozzáférés dátuma: 2021.11.09.].
- [58] **A Shannon–Nyquist-féle mintavételezési tétel [Online].**
 URL: <https://gyires.inf.unideb.hu/GyBITT/02/ch07.html#idp62799392>.
 [Hozzáférés dátuma: 2021.11.12.].
- [59] **P. Barna Judit, Eke István, Pethe Mihály, Mészáros János, Pásztor Emília P. Barna Judit, (2019): Remarks on the Research Methods of the Neolithic Circular Enclosures: Possibilities and Limitations of Non-Invasive Investigations in the Light of the Research of the Ligetfalva- Gesztenyési-dűlő site, Zalai Múzeum.**
- [60] **Ásatási dokumentáció „Nyékládháza-0109 hrsz-ú ingatlan, t, v, k és l alrészletei esetében "termőföld végleges más célú hasznosítása kavicsbánya bővítése céljából" 1-es és 2. terület Régészeti megfigyelés keretében történő bontómunka 2020. ÁE/030/2020 HOM Rég. Ad.: 7331-2021**
- [61] **A fotogrammetria szerepe, eddigi és jelenlegi alkalmazása Egyiptomban ásatások, műemlékek, felmérésére és dokumentálására, Erda Kft., [Online].**
 URL: <https://erda.hu/hu/fotogrammetria-szerepe-eddigi-es-jelenlegi-alkalmazasa-egyiptomban-asatasok-muemlekek-felmeresere>.
 [Hozzáférés dátuma: 2021.11.27.].
- [62] **Agisoft Metashape, [Online].**
 URL: <https://www.agisoft.com/>.
 [Hozzáférés dátuma: 27. 11. 2021.].
- [63] **Mezőkö vesd 7353/2 és 7353/3 hrsz.-ú ingatlan területén MDA tervezett üzemépület építése(előkészítés) - Régészeti dokumentáció, 2021, HOM Rég. Ad.: 7375-2021**
- [64] **Németh Attila (2021): Különleges vadkan agyar amulett Bükkábrányból in A Herman Ottó Múzeum Évkönyve LX., HOM: Miskolc.**

7.1. Ábrajegyzék

2.1.1. ÁBRA - LESZIH ANDOR ÓHUTAI ÁSATÁSÁNAK HELYSZÍNRAJZA	6
2.2.1. ÁBRA - PRÓBASZONDÁZÁS LÉGIFOTÓJA NOVAJIDRÁNY HATÁRÁBAN	8
2.3.1. ÁBRA - ALTE RÖMER STRAßE (NÉMET: RÉGI RÓMAI ÚT)	9
2.3.2. ÁBRA - PALATINUS 1564 KÉZIRAT.....	9
2.4.1. ÁBRA - AZ ARCHEOMETRIA NÉHÁNY ELEMÉNEK SEMATIKUS ÁBRÁZOLÁSA	10
2.4.2.1. ÁBRA – FOTOGRAMMETRIAI MÓDSZEREKKEL ELŐÁLLÍTOTT DIGITÁLIS MODELLEK.....	12
2.4.3.1. ÁBRA – AGUADA FÉNIX LIDAR FELVÉTELÉN BEAZONOSÍTOTT MAJA CIVILIZÁCIÓ	13
2.5.1. ÁBRA – LEGYAKORIBB RÉGÉSZETI TEREPI KUTATÁSOK ÉS KAPCSOLÓDÓ GEODÉZIAI FELADATAIK.....	21
2.5.2.1. ÁBRA – A GYAKORI RÉGÉSZETI VONATKOZÁSI RENDSZEREK ÉS ÁLTALÁNOS KAPCSOLATAIK	21
3.2.1.1. ÁBRA – A KAZINCBARCIKAI FELTÁRÁS LÉGIFOTÓJA ÉS A GEODÉZIAI MÉRÉSEK	23
3.2.2.1. ÁBRA – A FOLTTERKÉP ELŐÁLLÍTÁSÁNAK TÉRINFORMATIKAI FOLYAMATÁBRÁJA.....	24
3.2.2.2. ÁBRA – A 11. MELLÉKLET KIVÁGATA	25
3.3.1.1. ÁBRA – A HÁROM PRÓBASZONDA ALSÓ- FELSŐ RÉZSÚJE ÉS RÉGÉSZETI JELENSÉGEK	26
3.3.2.1. ÁBRA – A PRÓBASZONDÁK SZINTJEIN KIALAKÍTOTT TIN MODELLEK ÖTSZÖRÖS TORZÍTÁSSAL.....	27
3.3.2.2. ÁBRA – A PRÓBASZONDÁK JELENTKEZÉSI SZINTJEINEK ÉRTELMEZÉSE.....	28
3.3.2.3. ÁBRA – A PRÓBASZONDÁK SZÁMÍTOTT TÉRFOGAT ÉS TERÜLET ÉRTÉKEI	28
3.4.1.1. ÁBRA – CSÖRSZ-ÁROK SÁNCÁNAK NÖVÉNYJELEI MEZŐKÖVESD HATÁRÁBAN	30
3.4.1.2. ÁBRA – A CSÖRSZ-ÁROK TISZADOBI SZAKASZA	30
3.4.2.1. ÁBRA – A WORLDVIEW-2 CSATORNAKIOSZTÁSA ÉS HULLÁMHOSSZAI.....	31
3.4.2.2. ÁBRA – A KUTATÁSI TERÜLET TOPOGRÁFIAI TÉRKÉPEN.....	32
3.4.2.3. ÁBRA – A KUTATÁSI TERÜLET VALÓDI SZÍNES KOMPOZITON	32
3.4.2.4. ÁBRA – ÁRPÁD-KORI FALU RAJZA	33
3.4.2.5. ÁBRA – A KÖZELI INFRAVÖRÖS KOMPOZIT (FENT) ÉS AZON ÉRTELMEZHETŐ RÉGÉSZETI JELENSÉGEK (ALUL)	34
3.5.1.1. ÁBRA – A GEOMÁGNESES FELMÉRÉS TELJES TERÜLETE TOPOGRÁFIAI TÉRKÉPEN	36
3.5.2.1. ÁBRA – A GEOMÁGNESES FELMÉRÉS MÉRÉSI HÁLÓJA ÉS A HIBASZÜRT FELVÉTELEINEK GEOREFERÁLT MOZAIKJA	37
3.5.3.1. ÁBRA – RÉGÉSZETI JELENSÉGEKRE UTALÓ ANOMÁLIÁK A FELMÉRÉS HIBASZÜRT KÉPÉN.....	38
3.5.3.2. ÁBRA – A GEOMÁGNESES FELMÉRÉST HIBASZÜRT KÉPE (BAL) ÉS RÉGÉSZETI ÉRTELMEZÉSE (JOB)	39
3.5.3.3. ÁBRA – A FELMÉRÉS ÁLTAL ÉSZLELT ÉS NEM ÉSZLELT JELENSÉGEK.....	39
3.6.1.1. ÁBRA – A 153-AS STRATIGRÁFIAI SZÁMÚ SÍR TEREPI FOTÓJA (BAL) ÉS AZ ILLESZTŐPONTOK (JOB)	45
3.6.1.2. ÁBRA - A GENERÁLT PONTFELHŐ ÉS A SÍRGÖDÖRRŐL KÉSZÜLT FELVÉTELEK ELHELYEZKEDÉSE A MODELL TÉRBEN	46
3.6.1.3. ÁBRA - A 3-AS ILLESZTŐPONT A 2256-OS FELVÉTELEN BEAZONOSÍTVA	47
3.6.1.4. ÁBRA - A TEMETKEZÉS FOLYTONOS MODELLJÉT ALKOTÓ HÁROMSZÖGHÁLÓ KIVÁGATA	47
3.6.1.5. ÁBRA - AZ ELKÉSZÜLT MODELL TEXTÚRÁVAL ILLESZTVE	48
3.6.2.1. ÁBRA - FARAGOTT VADKAN AGYAR.....	48
3.6.2.2. ÁBRA - A GENERÁLT PONTFELHŐ ÉS A LELETRŐL KÉSZÜLT FELVÉTELEK ELHELYEZKEDÉSE A MODELL TÉRBEN	49
3.6.2.3. ÁBRA - A VADKAN AGYARRÓL KÉSZÜLT SŰRŰ PONTFELHŐ, A "DENSE CLOUD".....	49
3.6.2.4. ÁBRA - A FARAGOTT VADKAN AGYAR TEXTÚRÁVAL ILLESZTETT MODELLEJE KÉT NÉZŐPONTBÓL	50

7.2. Nyomtatásra került mellékletek listája

1. MELLÉKLET – RÉGÉSZETI SZAKMAI KIFEJEZÉSEK GYŰJTEMÉNYE.....	62
2. MELLÉKLET – ÁTNÉZETI TÉRKÉP BÁNYAMŰVELÉSRE ALKALMAS TERÜLET VISSZAADÁSÁRÓL	63
3. MELLÉKLET – TÁJÉKOZTATÓ FOLTTÉRKÉP ÁSATÁSVEZETŐ RÉGÉSZ SZÁMÁRA	64
4. MELLÉKLET – PRÓBASZONDÁZÁS UTÁNI RÉGÉSZETI JAVASLAT TÁJÉKOZTATÓ HELYSZÍNRAJZA.....	65
5. MELLÉKLET – BERUHÁZÁSHOZ KAPCSOLÓDÓ HUMUSZOLANDÓ TERÜLET HELYSZÍNRAJZA.....	66
6. MELLÉKLET – RÉGÉSZETI TEREPEJÁRÁS JELENTÉS-TÉRKÉPE	67
7. MELLÉKLET – IDEGEN NYELVŰ RÉGÉSZETI PUBLIKÁCIÓ TÉRKÉPMELLÉKLETE	68
8. MELLÉKLET – EOVS ALAPÚ 5x5 MÉTERES ELSZÁMOLÁSI TÉRKÉP	69
9. MELLÉKLET – ELSZÁMOLÁSI TÉRKÉP RÉGÉSZETI JELENSÉGEK KITERJEDÉSE ALAPJÁN.....	70
10. MELLÉKLET – FELTÁRÁS KÉZI FÖLDMUNKA ELSZÁMOLÁSI TÉRKÉPMELLÉKLETE	71
11. MELLÉKLET – A KAZINCBARCAIKAI FELTÁRÁS FOLTTÉRKÉPE	72
11. MELLÉKLET – AZ ELKÉSZÜLT VEKTORGRAFIKUS ADATOK ATTRIBÚTUM TÁBLÁJÁNAK KIVÁGATA.....	73
12. MELLÉKLET – CSÖRSZ ÁRKA NÉPMONDA, LENGYEL DÉNES FELDOLGOZÁSA	74
13. MELLÉKLET – A KUTATÁSI TERÜLET 2021.11.17.-ÉN KÉSZÜLT FÉNYKÉPE.....	76
14. MELLÉKLET – RÉGÉSZETI GEOFIZIKAI FELMÉRÉS KÉPÉNEK RÉGÉSZETI ÉRTELMEZÉSE.....	77

7.3. Elektronikus mellékletek listája

A KAZINCBARCAIKAI FELTÁRÁS GEOREFERÁLT ORTOFOTÓ MOZAIKJA	KD_GEO_TECH_ORTO_KB.JPG
A KAZINCBARCAIKAI FELTÁRÁS KOORDINÁTAJEGYZÉKE	KD_GEO_TECH_KJ_KB.CSV
A KAZINCBARCAIKAI RÉGÉSZETI JELENSÉGEK FOLTJAINAK VEKTORGRAFIKUS ADATAI.....	KD_GEO_TECH_SHAPE_KB.ZIP
AZ ARNÓTI GEODÉZIAI FELMÉRÉS KOORDINÁTAJEGYZÉKE	KD_GEO_TECH_KJ_ARNOT.CSV
AZ ARNÓTI HÁROM PRÓBASZONDA TIN MODELL ALAPÚ SZINTJEI	KD_GEO_TECH_TIN.ZIP
A CSÖRSZ ÁROK MEZŐKÖVESDI GOOGLE EARTH KIVÁGATA.....	KD_GEO_TECH_CSORSZ_M.PNG
A CSÖRSZ ÁROK TISZADOBI GOOGLE EARTH KIVÁGATA.....	KD_GEO_TECH_CSORSZ_T.PNG
A KUTATÁSI TERÜLETET ÉRINTŐ INFRAVÖRÖS KOMPOZITOK.....	KD_GEO_TECH_INFRAVOROS.ZIP
A GEOFIZIKAI KUTATÁS ANOMÁLIÁINAK ÉRTELEMZŐ SHAPE FÁJLJA	KD_GEO_TECH_ANOMALIA_ERT.ZIP
A GEOFIZIKAI KUTATÁS TERÜLETÉN VÉGZETT FELTÁRÁS JELENSÉGEINEK SHAPE FÁJLJA....	KD_GEO_TECH_FELTART_JELENSEG.ZIP
A 153-AS STRATIGRÁFIAI SZÁMÚ SÍR DIGITÁLIS MODELLJE	KD_GEO_TECH_SIR.ZIP
A FARAGOTT VADKAN AGYAR AMULETT DIGITÁLIS MODELLJE	KD_GEO_TECH_AGYAR.ZIP

8. MELLÉKLETEK

Régészeti Szakmai Kifejezések Gyűjteménye

Régészeti feltárás: Tudományos módszerrel végzett tevékenység (régészeti megfigyelés, terepbejárás, próbafeltárás, megelőző feltárás, mentő feltárás, tervásatás, műszeres lelet- és lelőhely-felderítés), melynek célja a régészeti örökség elemeinek felkutatása.

Régészeti lelőhely: Azt a Földrajzilag körülhatárolható területet, melyen a régészeti örökség elemei történeti összefüggéseikben találhatóak régészeti lelőhelynek nevezzük.

Régészeti jelenség: Gyűjtőfogalomként minden megfigyelhető és különválasztható jelenséget, amelynek régészeti jelentése van, így nevezünk.

Stratigráfiai egység: A feltárás során különválasztott régészeti és nem régészeti jelenségek, valamint azok különválasztott részei képezik a stratigráfiai egységeket.

Metszet: A régészeti feltárás során a valóságban is el lehet metszeni a régészeti jelenségeket, és ezt a metszetet le lehet rajzolni vagy fényképezni. A betöltési-feltöltési rétegeket el is kell távolítani a leletanyag vizsgálatához, de még az épített objektumokat is el lehet bontani metszetek készítéséhez.

Objektum: Objektumnak funkcióval rendelkező régészeti jelenséget nevezzük.

Stratigráfiai egység: A feltárás során különválasztott régészeti és nem régészeti jelenségek, valamint azok különválasztott részei képezik a stratigráfiai egységeket.

Szelvény: Régészetben a szelvény egy feltárt területet, a régészeti geofizikában a szelvény egy mérésből kirajzolódó függőleges metszetet jelent, amit a rétegek vizsgálatára készítenek.

Rajzi dokumentáció: A Korm. rendelet 27. § (1) bekezdés d) pont alapján, az azonosított vagy feltárt régészeti jelenségekről méretarányos alap- és metszetrajzot, illetve ezekről listát kell készíteni.

Metszetrajz: Metszetrajzokat a metszet horizontális vonalába eső metszéspontok segítségével kell készíteni. A pontok létesítése és a metszetrajzok méretarányának megválasztása régészeti szempontok alapján történik.

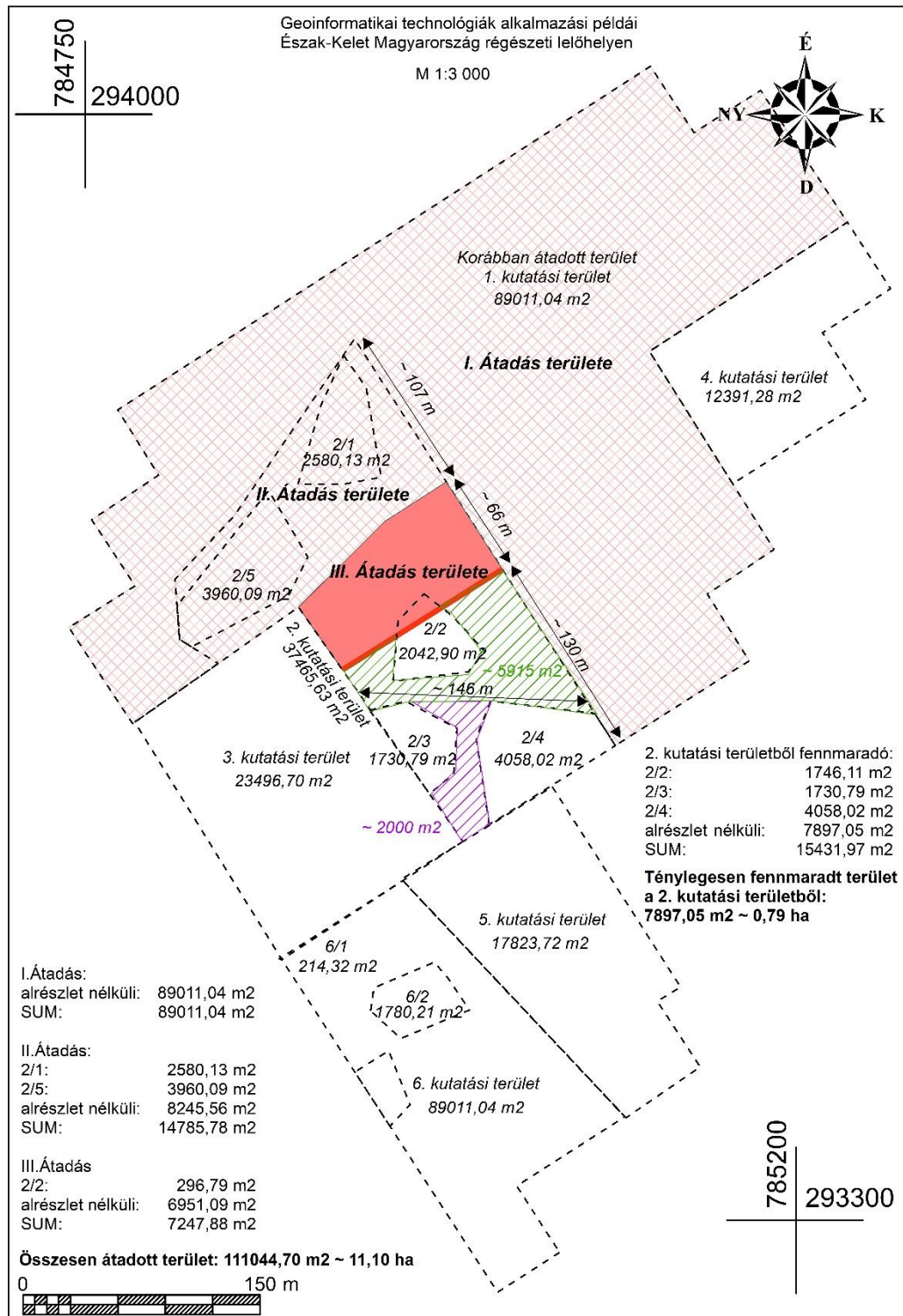
Felszínrajz: A gyakorlatban 1:20 méretarányú felülettérképezést jelent, melyen az összes értékelhető és rajzban kifejezhető régészeti megfigyelést rögzíteni kell.

Helyszínrajz: A Korm. rendelet 26. § (1) bekezdés c) pontja szerint a helyszínrajz (térkép) „tartalmazza a kutatott lelőhely ismert kiterjedésének körvonalát és a feltárt, kutatott terület zárt alakzatként ábrázolt határát a térképlapon olvashatóan feltüntetett koordinátákkal”.

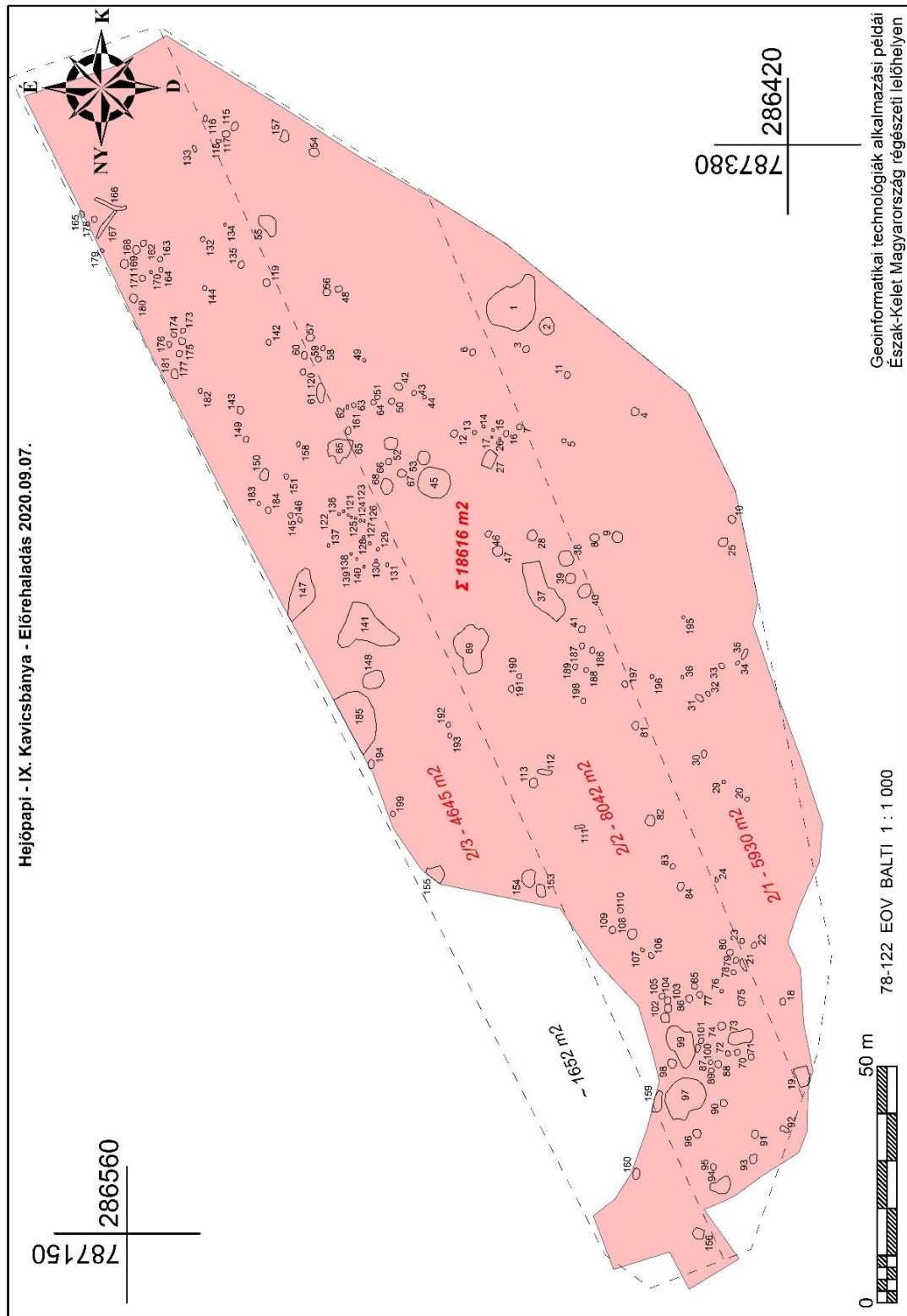
EOV rendszerben készült helyszínrajz (összesítő térkép): Az EOV koordinátahelyes összesítő térképet a feltárt terület méretétől függő méretarányban kell elkészíteni. Az összesítő tartalmazza a feltárt, kutatott terület zárt alakzatként ábrázolt határát, a feltárt régészeti (és egyéb) jelenségek lehetőleg zárt alakzatként ábrázolt határát, olvasható azonosítószámmal.

1. melléklet – Régészeti szakmai kifejezések gyűjteménye

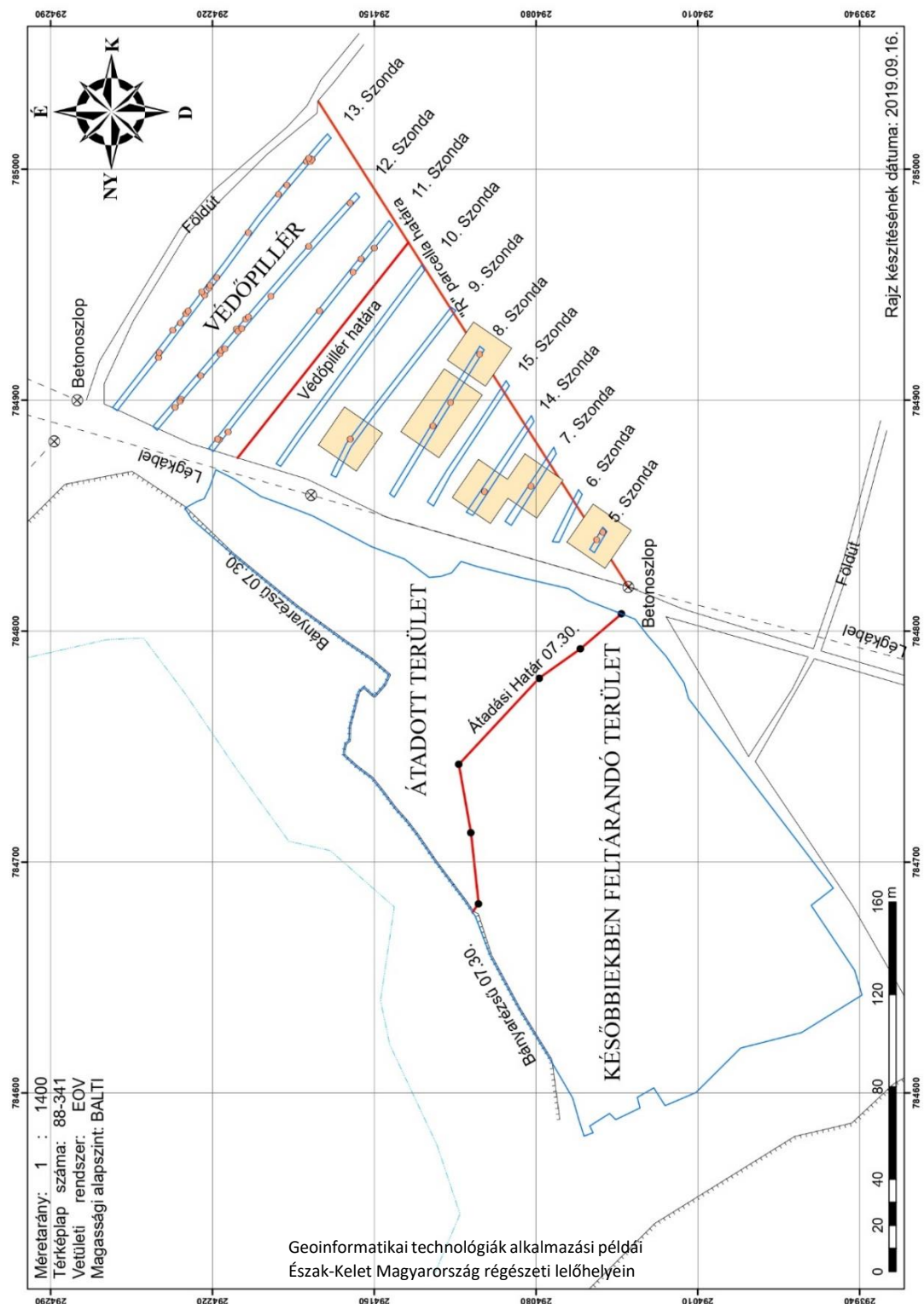
[forrás: Müller Róbert (szerk.) (2011): *Régészeti Kézikönyv, Magyar Régész Szövetség, Budapest*
<http://varkapitanysag.hu/upload/9071471d6dc71bc985d8ecf2ffc11238.pdf>]



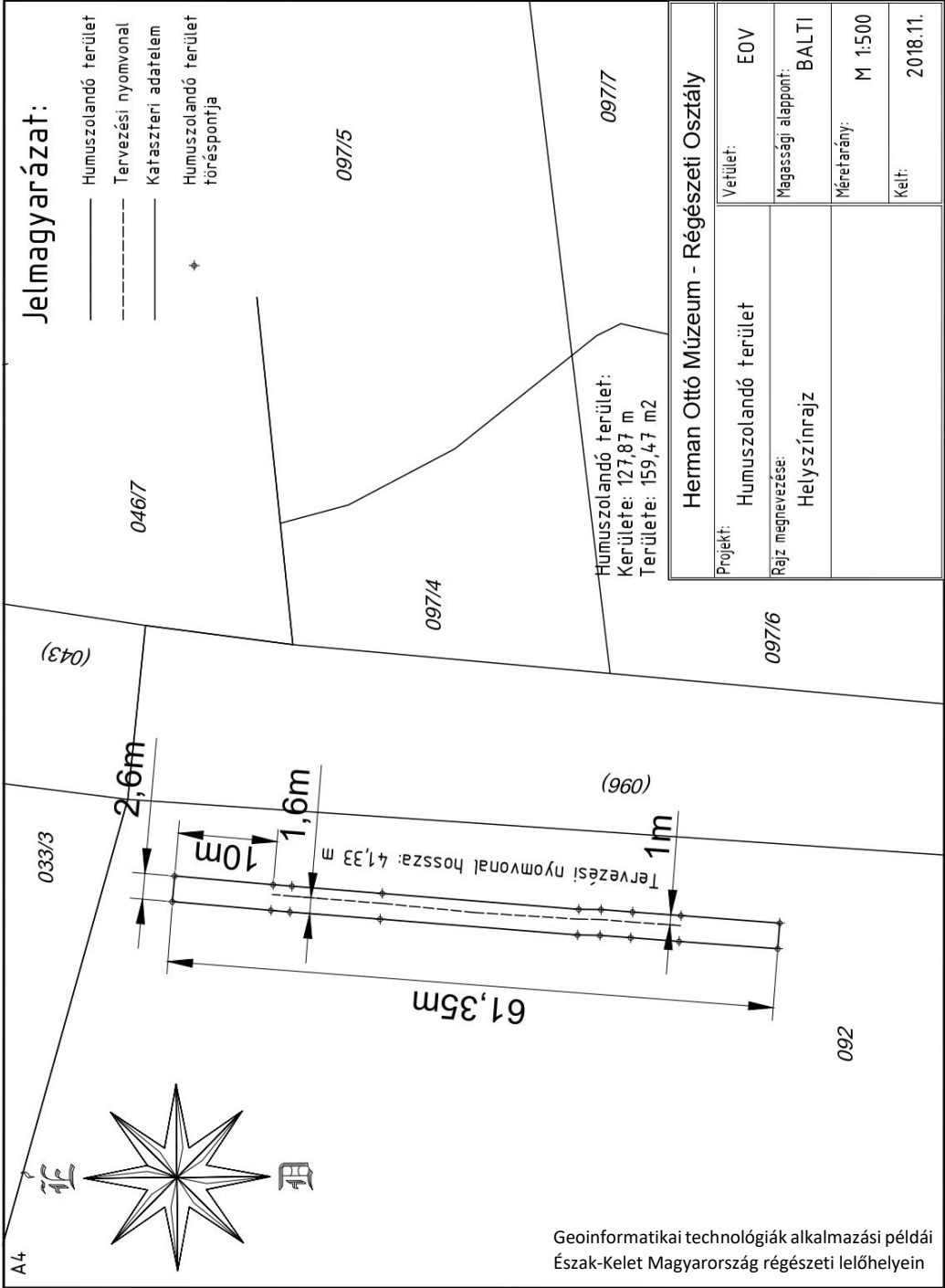
2. melléklet – Átnézeti térkép bányaművelésre alkalmas terület visszaadásáról
[forrás: Kiss Dániel]



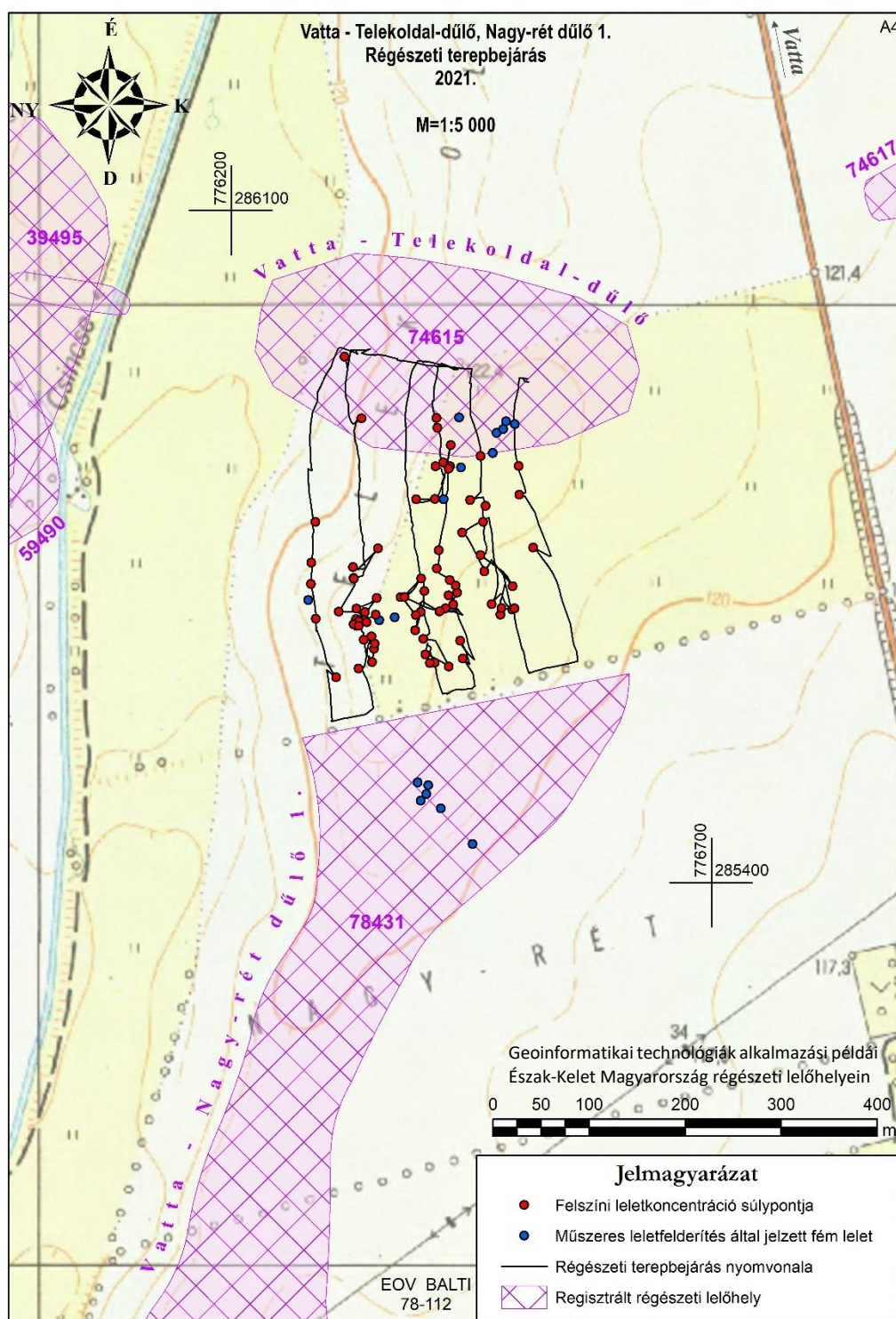
3. melléklet – Tájékoztató foltterkép ásatásvezető régész számára
[forrás: Kiss Dániel]



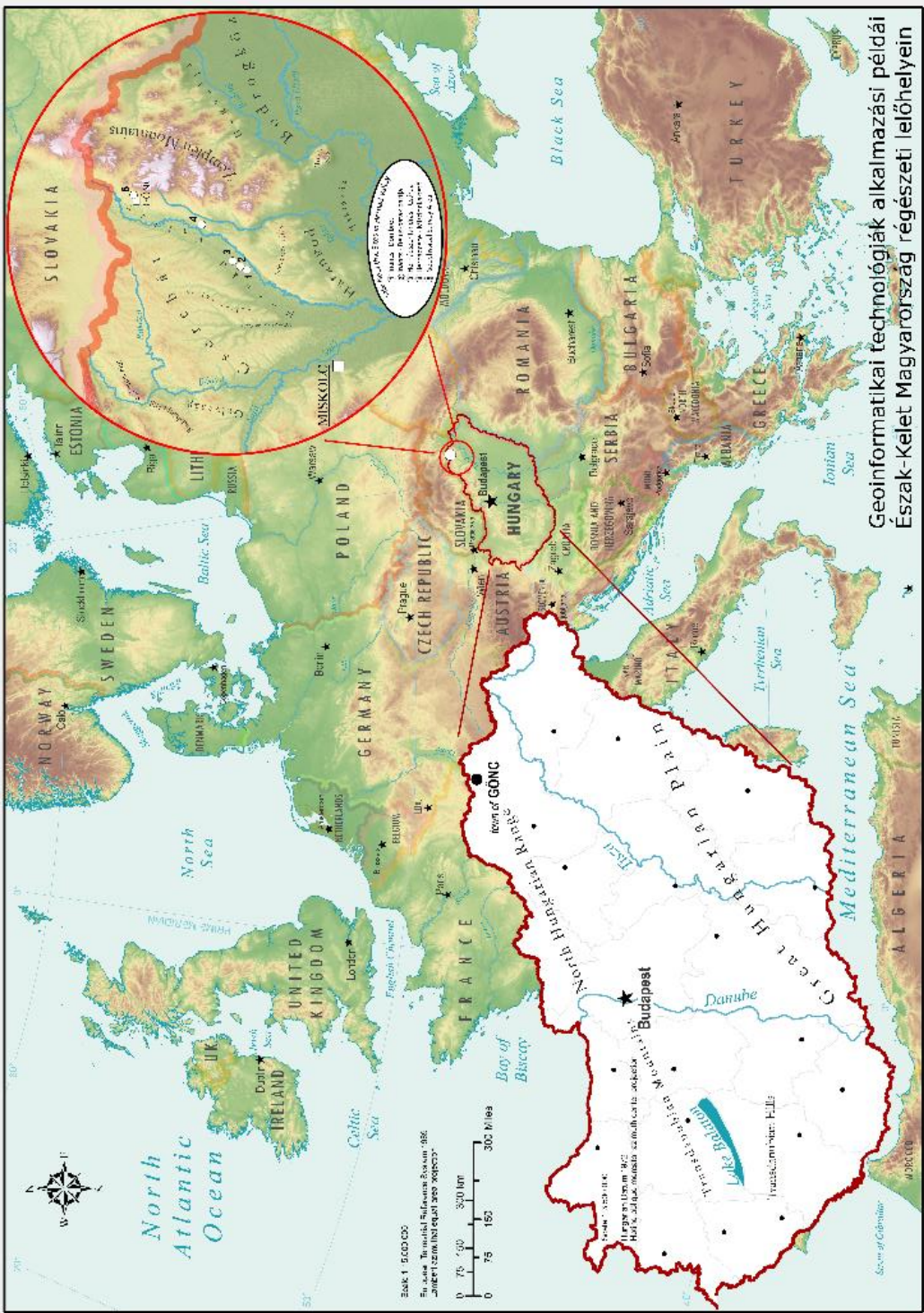
4. melléklet – Próbaszondázás utáni régészeti javaslat tájékoztató helyszínrajza
[forrás: Kiss Dániel]



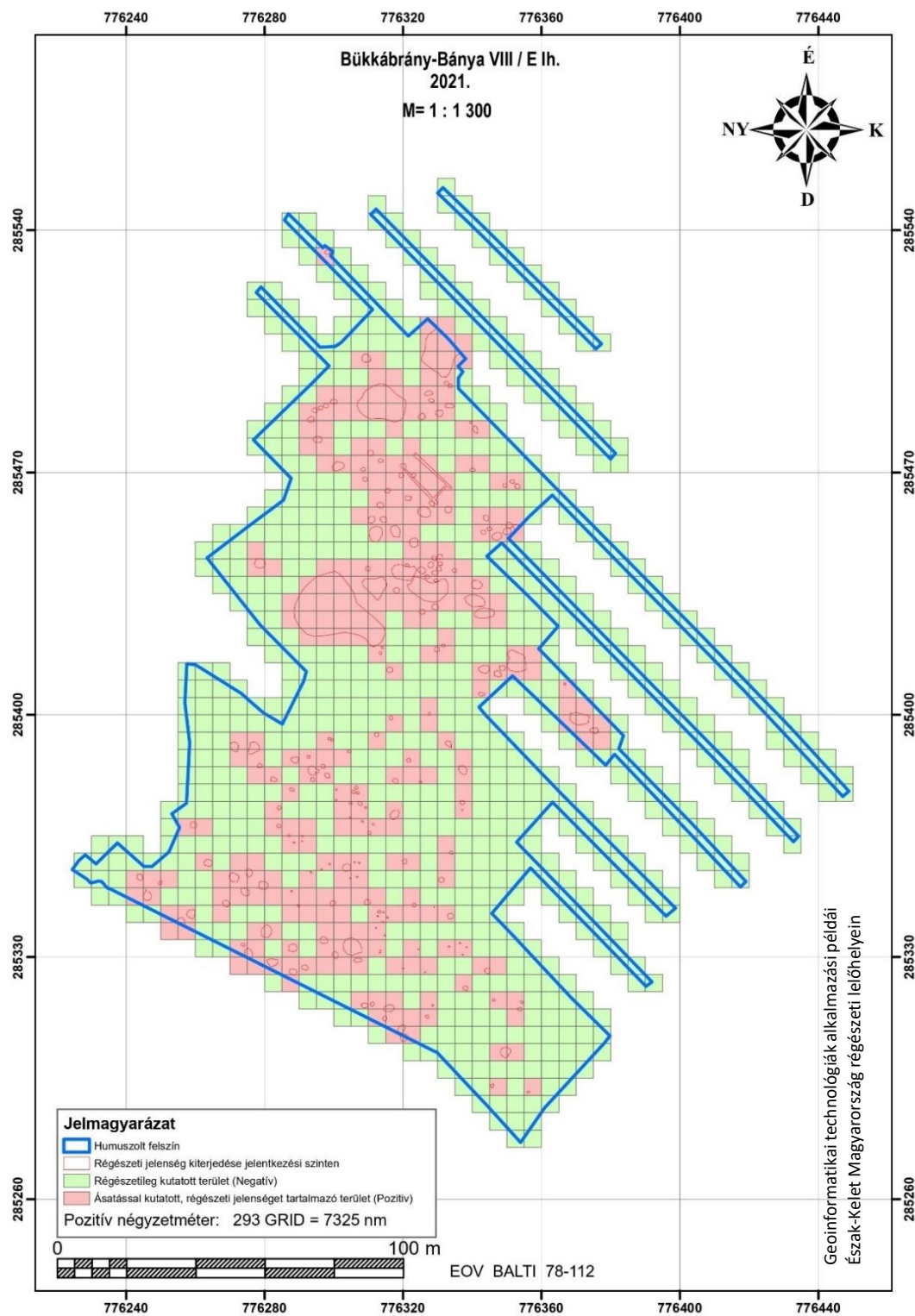
5. melléklet – Beruházáshoz kapcsolódó humuszoslandó terület helyszínrajza
[forrás: Kiss Dániel]



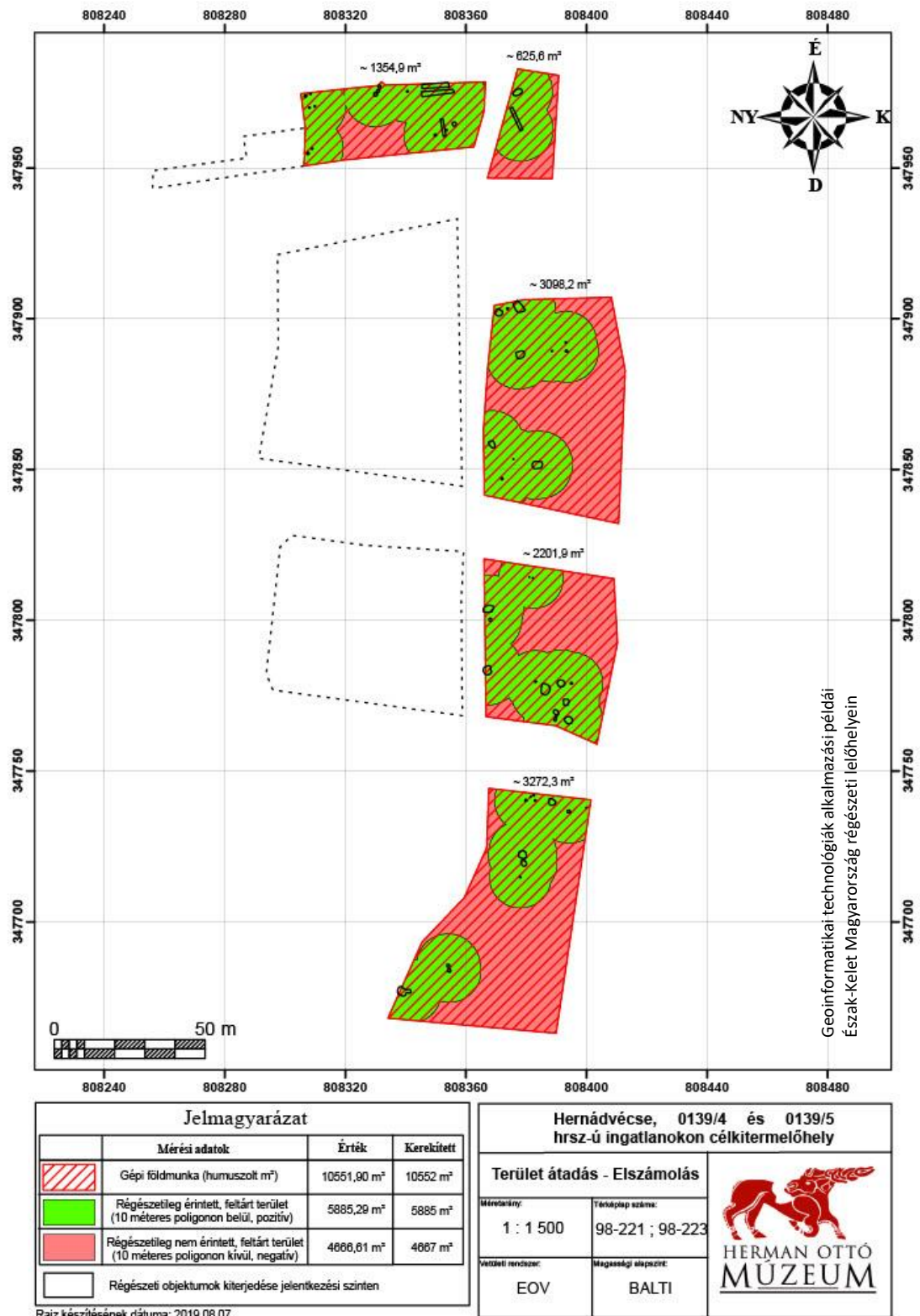
6. melléklet – Régészeti terepbejárás jelentés-térképe
[forrás: Kiss Dániel]



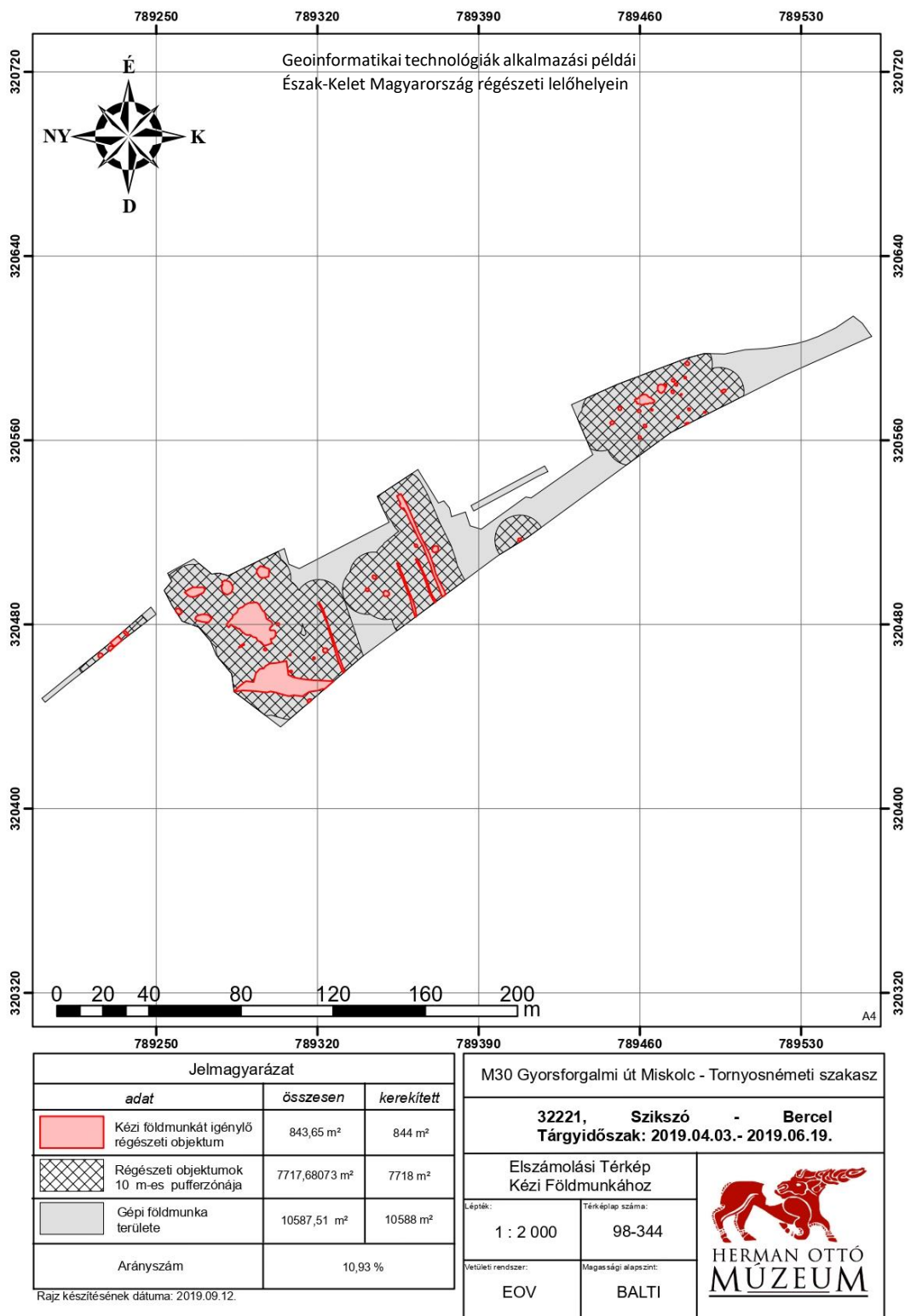
7. melléklet – Idegen nyelvű régészeti publikáció térképmelléklete
[forrás: Kiss Dániel]



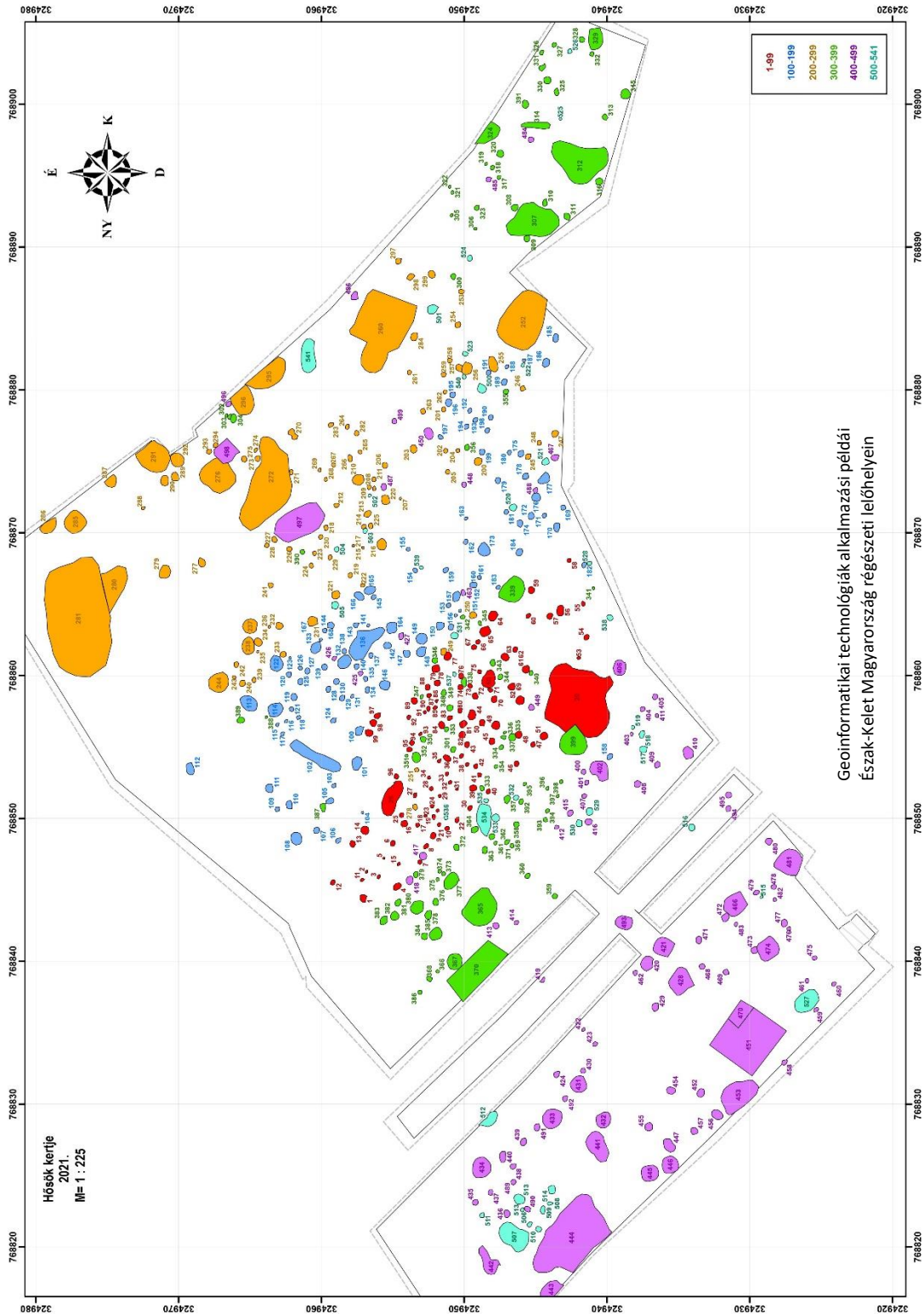
8. melléklet – EOV alapú 5x5 méteres elszámolási térkép
[forrás: Kiss Dániel]



9. melléklet – Elszámolási térkép régészeti jelenségek kiterjedése alapján
[forrás: Kiss Dániel]



10. melléklet – Feltárás kézi földmunka elszámolási térképmelléklete
[forrás: Kiss Dániel]



11. melléklet – A kazincbarcikai feltárás foltterképe
[forrás: Kiss Dániel]

CSÖRSZ ÁRKA

1. Rád, a rettegett longobárd király

Réges-régen, még a magyarok honfoglalása előtt, amikor Pannónia földjén a longobárdok éltek, a nép felett Rád király uralkodott. Ez a király valóságos óriás volt, rettegett tőle mindenki.

2. Csörsz és Délibáb

2.1. Frigyes király megtámadja Rádót

De Frigyes király erős sereggel mégis megtámadta, s ekkor Rád is fegyverbe szólította a népet. Üzent szövetségének, Csörsz avar királynak is, hogy nagy bajában segítse meg.

El is jött Csörsz király minden hadával, és együtt úgy megverték Frigyes király seregét, hogy még hírmondó sem maradt belőle.

2.2. Frigyes Rád Csörsz király segítségével győzi le, aki feleségül kéri a longobárd király gyönyörű leányát

Amikor a csatának vége lett, Rád király nagy lakomát rendezett királyi palotájában. Patakokban folyt ott a bor, s akkora volt a jókedv, hogy még a sánta is táncra kerekedett. Egyedül Csörsz király nem táncolt, egyre csak a szép Délibábot, Rád király csodaszép lányát nézte. Hiszen nézhette is, mert olyan szépet még életében nem látott. Addig-addig nézte a szép lányt, míg egyszer azt mondta a királynak:

– Országodat, népedet a pusztulástól megmentettem, mármost add nekem a lányodat, feleségül kérem.

2.3. Az apa feltétele

– Legyen a tiéd, de csak úgy adom, ha vízen viszed haza.

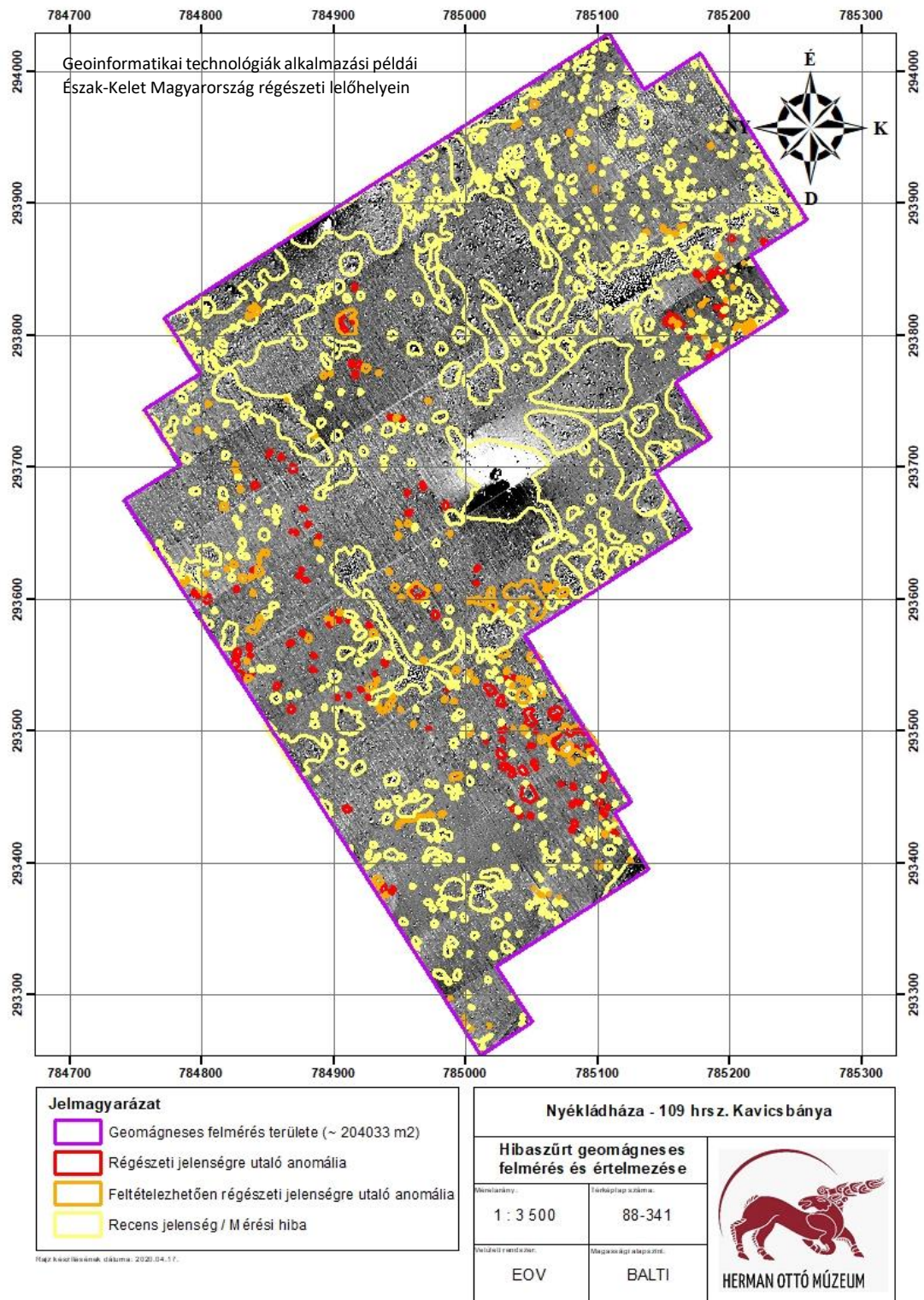
Megértette a szót az avar király, hogyne értette volna. Mindjárt hozzáfogott egész népével: folyómedret ástak, hogy vízen vigyék haza az új asszonyt.

3. Csörsz király halála

Folyt a munka éjjel-nappal, mélyítették a medret, ásták az árkot. Amint javában dolgoztak, egyszer csak nagy vihar kerekedett. Csapkodott az istennyila, s hát egyszerre az ég tüzes villáma leütötte lováról Csörsz királyt. Az avarok királya abban a helyben meghalt. A munkát mindjárt abbahagyták, de emlékét őrzi Ároktő község a Tisza füzes partján, őrzi Árokszállás, amely az árok végénél épült, ahol a nép megszállt. Az árok ma is az avar király nevét viseli, Csörsz árkának hívják.



13. melléklet – A kutatási terület 2021.11.17.-én készült fényképe
[forrás: Kiss Dániel]



14. melléklet – Régészeti geofizikai felmérés képének régészeti értelmezése
[forrás: Kiss Dániel]