

**XXXII. Országos Tudományos Diákköri Konferencia (OTDK)**

**Fizika, Földtudományok és Matematika Szekció**

**Kolozsvár, 2015. április 15-18**

# **Barlangi topográfia és GIS kapcsolata az Izbândiş - barlang példáján**

**Szerző:**

**Rajka Petra**

Babeş–Bolyai Tudományegyetem, Kolozsvár, Földrajz Kar, földrajz szak, II. év

**Témavezető:**

**dr. Imecs Zoltán** egyetemi adjunktus,

Babeş–Bolyai Tudományegyetem, Földrajz Kar, Magyar Földrajzi Intézet

# Tartalomjegyzék

|                                                      |    |
|------------------------------------------------------|----|
| 1. Előszó.....                                       | 2  |
| 2. A barlangról .....                                | 3  |
| 3. A barlangi topográfiai mérések menete .....       | 5  |
| 4. Adatok feldolgozása.....                          | 7  |
| 5. Háromdimenziós modellezés .....                   | 9  |
| 5.1. Felhasznált adatok .....                        | 9  |
| 5.2. Milyen előnyei vannak egy ilyen modellnek?..... | 12 |
| 6. Források .....                                    | 13 |

## 1. Előszó

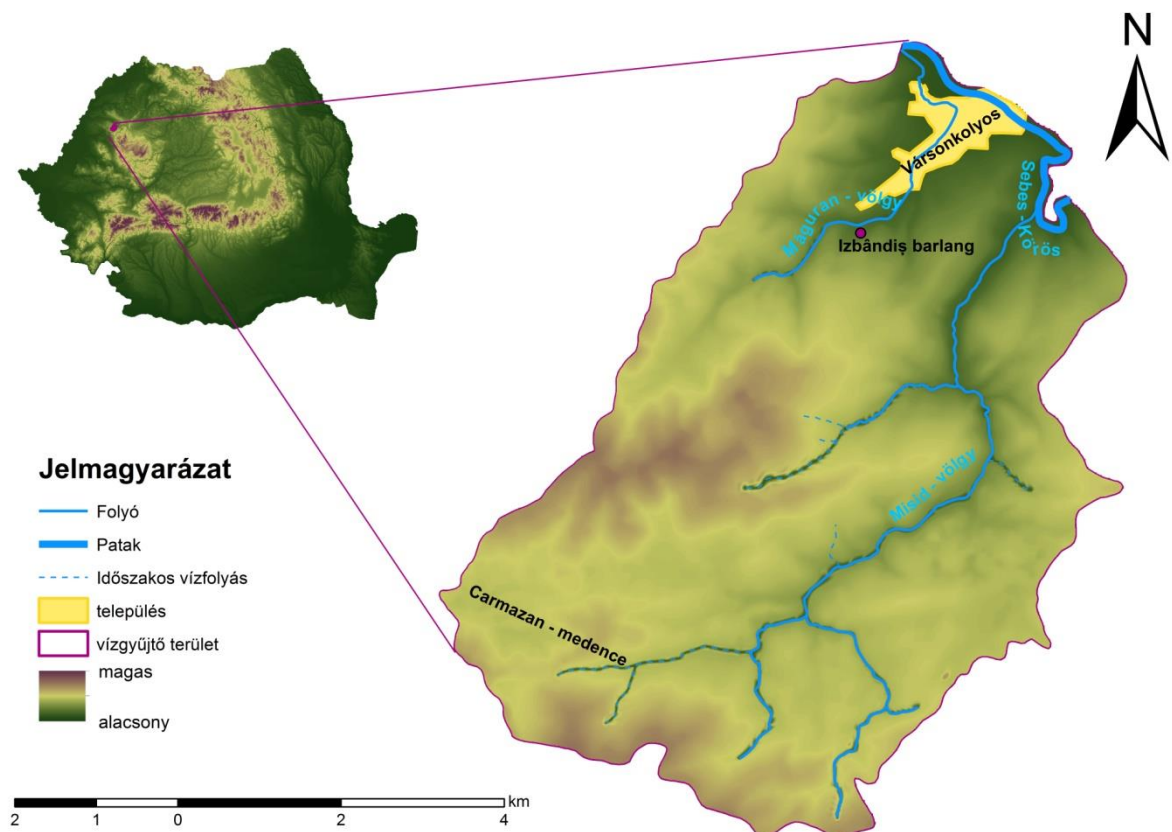
A barlangi térképezéssel már gyermekkoromban megismerkedtem, mikor kb. 7-8 évesen az apum által talált (felfedezett) barlangot mentünk családotól felfedezni. Emlékszem, hogy türelmetlen voltam mikor anyumék épp a lézerrel „játszottak” (utólag már tudom, hogy hosszakat mértek) és ezért nehézkes volt a haladás, és arra is, hogy mikor épp pihentünk volna, testvéremmel együtt táblácskákat számoltunk. Ezt követte a barlangász klubban megszervezett tanfolyamon való részvétel, amikor megtanultam a barlangi térképezés alapjait, majd egy ugyancsak a barlangászok által megszervezett tanfolyamon vettem részt, amelyen megízlelhettem a GIS világot. Ezek után iratkoztam be egyetemre a földrajz és a térképészet szakokra.

Jelen témaválasztásomban nagy szerepet játszott a kihívás, tetszett az ötlet, hogy egy olyan ábrázolást szeretnék kipróbálni, amit még nem sokan tettek meg. Ez jelen esetben egy háromdimenziós barlangi és felszíni domborzategyüttes modellezése. Az Izbândiș - barlang, amelyet erre a célra választottam egy olyan barlang, amelyet ma is aktívan kutatnak, újabb eredményeket mutatva fel. A barlangi topográfia szempontjából is igen izgalmas, mivel egyazon barlang keretén belül lehet beszélni száraz járatos barlangi térképezésről, illetve a szifonos járatok térképezési módszereiről.

Az elkövetkezőkben az általam kiválasztott barlangot fogom pár mondatban leírni, majd pedig a barlangi topográfiai mérések menetének és az adatok feldolgozásának a bemutatásával folytatom. Dolgozatom céljaként megpróbáltam leírni az elkészítés módszerét, illetve a 3D-s modell előnyeit.

## 2. A barlangról

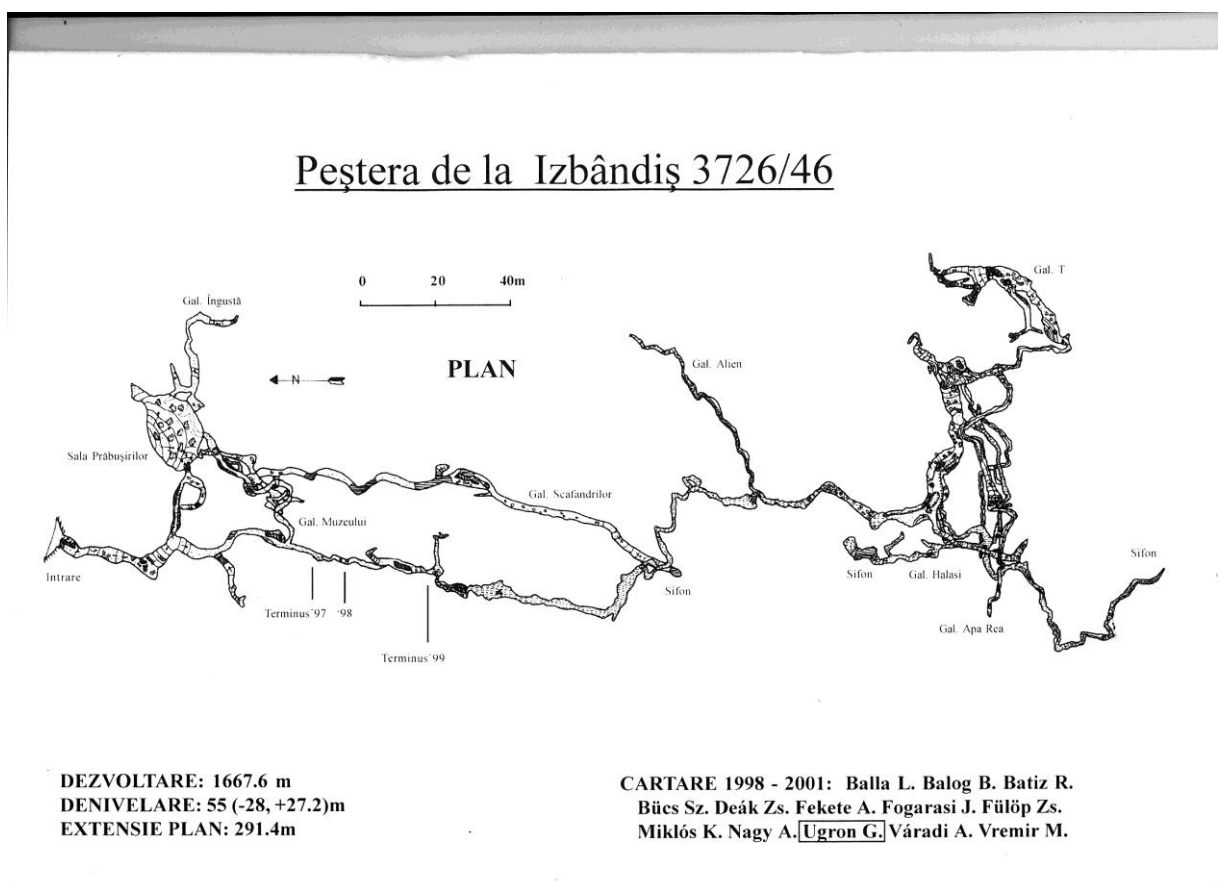
Az Izbândiș karsztforrás (izbuk) bejárata Vársonkolyos községtől DNy irányba, a Maguran-völgy jobb oldalán található (46.0560555 É, 22.311306 K – a forrás). A barlang nyelőit többször is kutatták, majd floareszkáló anyagok segítségével határozták meg, melynek eredményeképp elmondható hogy a Tomii, Blidirești, Brezului, Olfului, Biraui és Iacobaia víznyelők azok, amelyek az Izbandiș karsztforrásban törnek felszínre. Ezek mind a Cărmăzan - medencében találhatóak. A barlangrendszer két bejáratral rendelkezik, amely két különböző világba vezet be. Maga a karsztforrás egy vízzel elárasztott, szifonos járatot nyit meg az ezt bejárni felkészült és alkalmas embereknek, a forrás felett kb. 30 méterrel pedig egy már száraz, hosszú szűk járaton keresztül a speleotemák világába lehet bejutni. A kettő közötti kapcsolatot a száraz járatokban található két tóban való merülések által valósították meg. Ebből kifolyólag a barlang felfedezése, illetve térképezése is két síkon történt és történik napjainkban is.



1. ábra – Az Izbândiș - barlang elhelyezkedése

A barlang víz alatti részében az első merüléseket a „Nautilus” budapesti barlangász klub két tagja, Horváth G. és Horváth P. végezte 1973-ban, ezek után pedig különböző más barlangi bűvárok is szerveztek ide felfedező merüléseket (budapestiek, csehek, kolozsváriak, nagyváradiak és bukarestiek). A legutóbbi felfedező és térképezési merüléseket 2012 novemberében végezték, amikor a barlang vízzel telített járatai hossza elérte a 412m-t és a mélység pedig a -91 m-t. Ezáltal az Izbândiș - barlang vált az ország legmélyebb vízzel ellepett ismert barlanggá.<sup>1</sup>

Mivel az Izbândiș rendszer a Kolozsvári Amatőr Barlangászok Klubjának (KABK) védnöksége alatt áll (vasajtóval) védett barlangként, felfedezése óta (1973) nagy reményekkel láttak neki a rendszer megismerésének. Az 1976-os évtől kezdődően (ekkor kezdték el fontosnak tartani a barlang feltárását) 2007-ig számos felfedező túrát szerveztek, szám szerint 120-at, amelyeken összesen kb. 160 személy vett részt,<sup>2</sup> amelynek eredményeképp ma a barlang száraz járatainak összhossza 1667,6 m.



2. ábra: Az Izbândiș - barlang térképe (forrás: Deák Zs.)

<sup>1</sup> forrás: <http://www.speosub.ro/?p=1027>, letöltve 2013-04-20

<sup>2</sup> adatok a KABK hivatalos honlapjáról <http://www.csaculuj.ro/content/view/18/20/lang.ro/>, letöltve 2013-04-20

### 3. A barlangi topográfiai mérések menete

A barlangi térképek tájékozódás szempontjából nagyon fontosak, hiszen ezek mutatják meg a járatok irányát és kapcsolatukat egymás között. Ugyanakkor a felszíni domborzattal is kapcsolatba lehet és kell hozni ezeket, hiszen térbeli elhelyezkedésük kimutathat egy teljes összhangot úgy a felszíni és a felszínalatti morfológia között, mint ahogyan egy barlang másikkal szembeni elhelyezkedését is.

A barlangtérkép a járatok síkban való méretarányos kicsinyített ábrázolása, egyezményes jelekkel jelölve a barlangban található képződményeket. A barlang, mint ahogy minden, ami körülvesz, egy háromdimenziós képződmény, amelyhez nem elegendő az egyetlen síkba való levetítés. Ezért, az alaprajz – ami a barlang vízszintes síkra való levetítése – mellett, hossz- és keresztmetszeteket szükséges készíteni kiegészítés céljából.

A barlangi topográfiában alapvetően a poligonációs, vagy más néven sokszögelési módszer használata a leggyakoribb. Ez a módszer abból áll, hogy egy ismert pontból kiindulva távolságokat, irányszögeket illetve lejtőszögeket mérve kell végighaladni a járatok közepén úgy, hogy a kanyargós vonal egyenes szakaszokkal helyettesítődnek. Minden pontban mérni kell úgy jobb- és baloldali szélességet, mint magasságot is. A poligonpontoknak vagy köznyelven mérési pontoknak a felvételénél a következő szabályokat szokták betartani:

- a járat közepébe, bejáratába
- járatok elágazásába
- járatok irányváltozásába
- járatok dőlésszögének a megváltozásába
- járatok morfológiájának a változásánál kell felvenni

Ezeket a poligonpontokat megszámozzuk, egyezményesen a bejáratától befele növekvő számokkal. A terepen megjelöljük ezeket a pontokat falba fúrt csavarral, táblácskával, szegeccsel, stb.

A poligonációt kiegészítő mérés a részletpont mérés. Ez a módszer a termek felmérésénél használatos, amely abból áll, hogy egy adott poligonációs pontból több irányt, lejtőszöget és távolságot mérünk a járat falainak irányváltoztatása fele. Az így kialakult mérési pontokat összekötve rajzolódnak ki a termek körvonalai. Ezek a távolságmérések nem számítódnak bele a barlang hosszába.

A barlangi térképezésnél a következő műszerek szükségesek:

- iránytű
- lejtőszögmérő
- távmérő
- jegyzetfüzet
- rajzfüzet

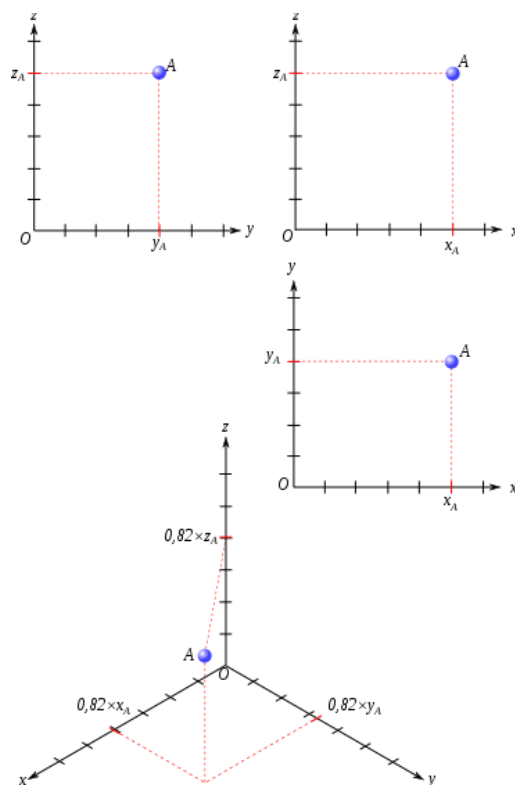
Ezeknek a műszereknek a mérési pontosságukból adódóan a barlangi térképezésnek is több pontossági fokozatát lehet elkülöníteni:

- első fokozat: ez egyben a legpontatlanabb, az emlékezetből készített barlangrajz
- második fokozat: a helyszínen készült térkép, a távolságokat és a szögeket csak felbecslés által ítéljük meg
- harmadik fokozat: kezdetleges műszerek használata (egyszerű tájoló, rögtönzött lejtőszögmérő és kalibrált vezetősál)
- negyedik fokozat: 1-2 fokos pontosságú iránytű, lejtőszögmérő, és topofil
- ötödik fokozat: 1 fokos iránytű és lejtőszögmérő, lézertávmérő
- hatodik fokozat: 0.5 -1 fokos, háromlábra szerelhető szögmérők, lézertávmérő
- hetedik fokozat: különböző típusú teodolitok

Ezek alapján egyértelműen állíthatjuk, hogy minél kisebb a pontossági fokozat, annál kisebb az információtartalma és a geometriai pontossága a térképnek.

A vízzel kitöltött járatokban való térképezés menetének az elve ugyanaz, irányokon, lejtőszögeken és távolságméréseken alapszik ez is. Különbségeket a használt eszközökben találunk, mint például a bűvárok által bejárt területeken nincs szükség lejtőszögmérőre, hiszen az amúgy is a felszereléshez tartozó nyomásmérő műszer segítségével, nagy pontossággal meg lehet határozni egy adott pont mélységét. A jegyzetfüzetet kicsi fehér műanyag táblácska helyettesíti, amelyre felkerülnek úgy a távolsági és irányt jelző adatok, mint a kezdetleges vonalrajz is.

A barlangokat háromdimenziós módszerekkel is ábrázolhatjuk. Az egyik ilyen módszer az izometrikus axonometria amely azt jelenti, hogy a barlangjáratokat hasábokkal helyettesítjük, ami segíti a térlátást. Egy másik módszer a járatok alakhú rajza, amely abból áll, hogy egyenlő távolságokban keresztmetszeteket készítünk, amelyeket egymás közt összekötve térszerű ábrázolást kaphatunk.



3. ábra: Egy pont elhelyezkedése izometrikus axonometriában

(forrás: [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/57/Perspective\\_isometrique\\_report\\_coordonnees.svg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/57/Perspective_isometrique_report_coordonnees.svg), letöltve 2013-04-24)

#### 4. Adatok feldolgozása

A barlangtérképek kirajzolásához többfajta számítógépes programot készítettek, amelyek segítségével könnyen kiszámítható és kirajzolható a poligonáció, felrajzolható a járatok szélessége, sőt a barlang háromdimenziós térképét is kirajzolják. Egy ilyen program három főbb részből áll:

1. A program adatbázis részébe kell beírni a jegyzetfüzetbe beírt adatokat (ügyelve a mértékegységekre és figyelembe véve a lokális mágneses elhajlást), a műszerek pontosságát, a térképező csapat tagjainak a nevet, a járat vagy a barlang elnevezését és a táblázatban megjelenő megjegyzéseket.
2. A program korrigáló és statisztikai adatokat generáló része. Itt lehet korrigálni a nem záródó (hibás) poligonációkat, és megnézni a barlangmérésre vonatkozó összesített adatokat (hossz, szintkülönbségek, relatív vagy abszolút koordinátákat stb.)

3. Kirajzoló rész. Ebben a részben kerül kirajzolásra a barlang. Innen lehet átvinni más, komplexebb rajzprogramokba a már kirajzolt és kikorrigált poligonációt.

Cave Editor 32 - Kép.DAT

File Surveys Heading Shots Block Options Help

Select Survey Edit Heading Edit Survey

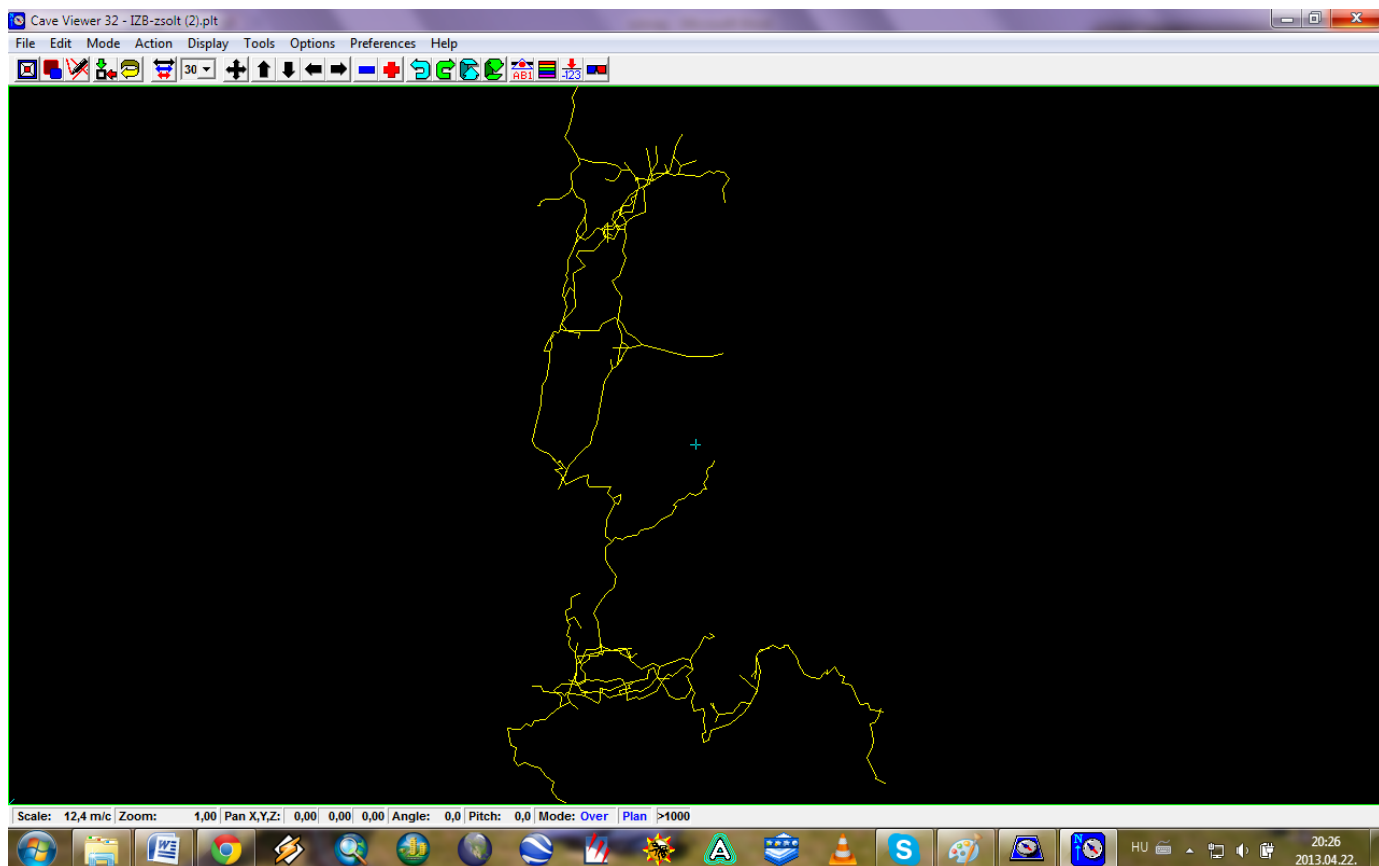


| # | From | To | Tape   | Comp  | Inc   | Up    | Down  | Right | Left  | Flags | Comment        |
|---|------|----|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------|
| 1 | 1    | 2  | 12.3m. | 32,1  | -12,7 | 3,2m. | 1,4m. | 1,9m. | 2,5m. |       |                |
| 2 | 2    | 3  | 6,7m.  | 20,0  | -3,2  | 2,1m. | 1,4m. | 2,3m. | 3,2m. |       | nagyon agyagos |
| 3 | 3    | 4  | 10,9m. | 16,2  | -1,5  | 6,8m. | 1,4m. | 4,2m. | 3,9m. |       |                |
| 4 | 4    | 5  | 11,2m. | 2,5   | -20,2 | 4,7m. | 1,4m. | 2,4m. | 2,8m. |       |                |
| 5 | 5    | 6  | 5,6m.  | 342,1 | -15,9 | 5,6m. | 1,4m. | 1,2m. | 2,1m. |       |                |
| 6 |      |    |        |       |       |       |       |       |       |       |                |

Cell: 3,1 Shots: 5 Modified: No Errors:

Enter: Meters

4. ábra: Adatbeviteli táblázat a Compass programban



5. ábra: Az Izbândis - barlang Compassban kirajzolt vonaltérképe

A váz kirajzolása után következik a barlangtérkép effektív kirajzolása. Ebben a fázisban megrajzolásra kerülnek a járatok körvonalai, majd következhet a térkép egyezményes jelekkel való kiegészítése. Ilyen egyezményes jelek elemei például a cseppkövek, patakmeder, kürtők, zsombolyok, kristályok, esetleg a poligonáció pontjai, egyszerűen minden, amit a barlangban találunk. Beszélhetünk még egy egyezményes jelölésről, amely abban az esetben áll fenn, amikor két járat halad át egymás felett. Ekkor az alsó járatnak azt a szakaszát, amelyet fed a felső járat szaggatott vonallal rajzoljuk. Ha három járat keresztezi egymást az alsó járatnak a falát pontozott vonallal rajzoljuk, a középső járatot szaggatott vonallal, a felsőt pedig folytonos vonallal ábrázoljuk. A térkép kirajzoláskor a vonalvastagságok megválasztására is ügyelni kell: legvastagabb vonallal rajzoljuk a járatok falait, vékonyabbal a nagyobb törmelékformákat és végül legvékonyabb vonalat válasszunk az apróbb részleteknek.

A végső kirajzott térképről nem szabad hiányozzanak az alábbiak:

- A barlang neve, elhelyezkedése (földrajzi tájegység), kataszteri száma
- Északjelző nyíl, grafikus leptek
- Szpeometriai adatok (távolság, mélység, lineáris kiterjedés)
- Használt mérőműszerek felsorolása
- Térképező csapat névsora

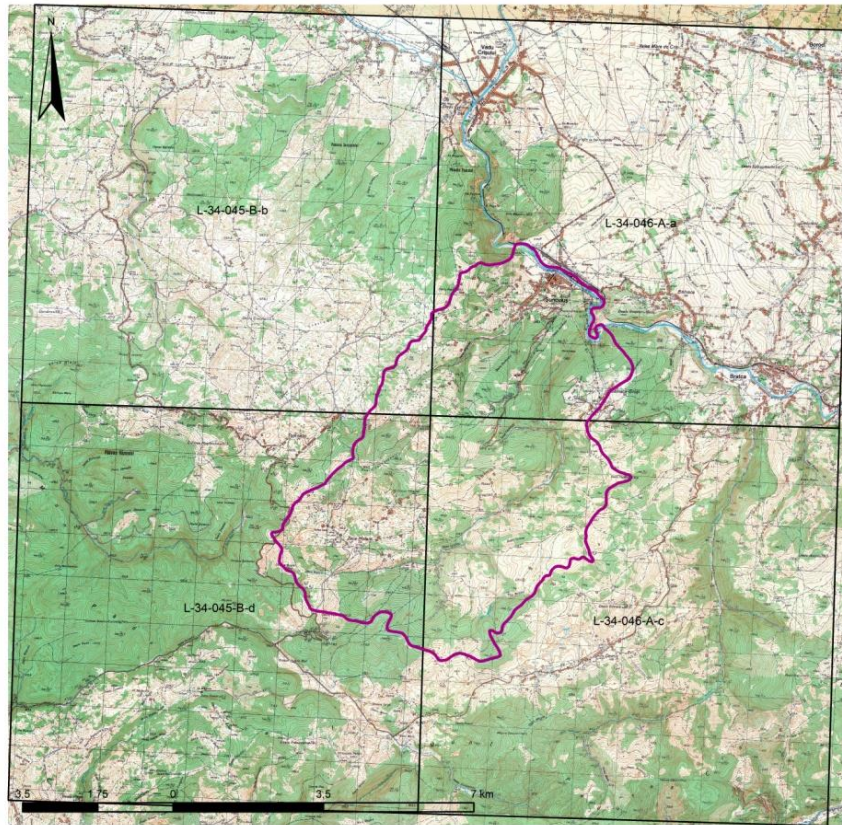
Az adatok feldolgozására a barlangászok körében leggyakrabban használt program a Compass, amelyikben lehetőség adódik mindhárom rész megejtésére, amelyek szükségesek az adatok feldolgozásához.

## 5. Háromdimenziós modellezés

### 5.1. Felhasznált adatok

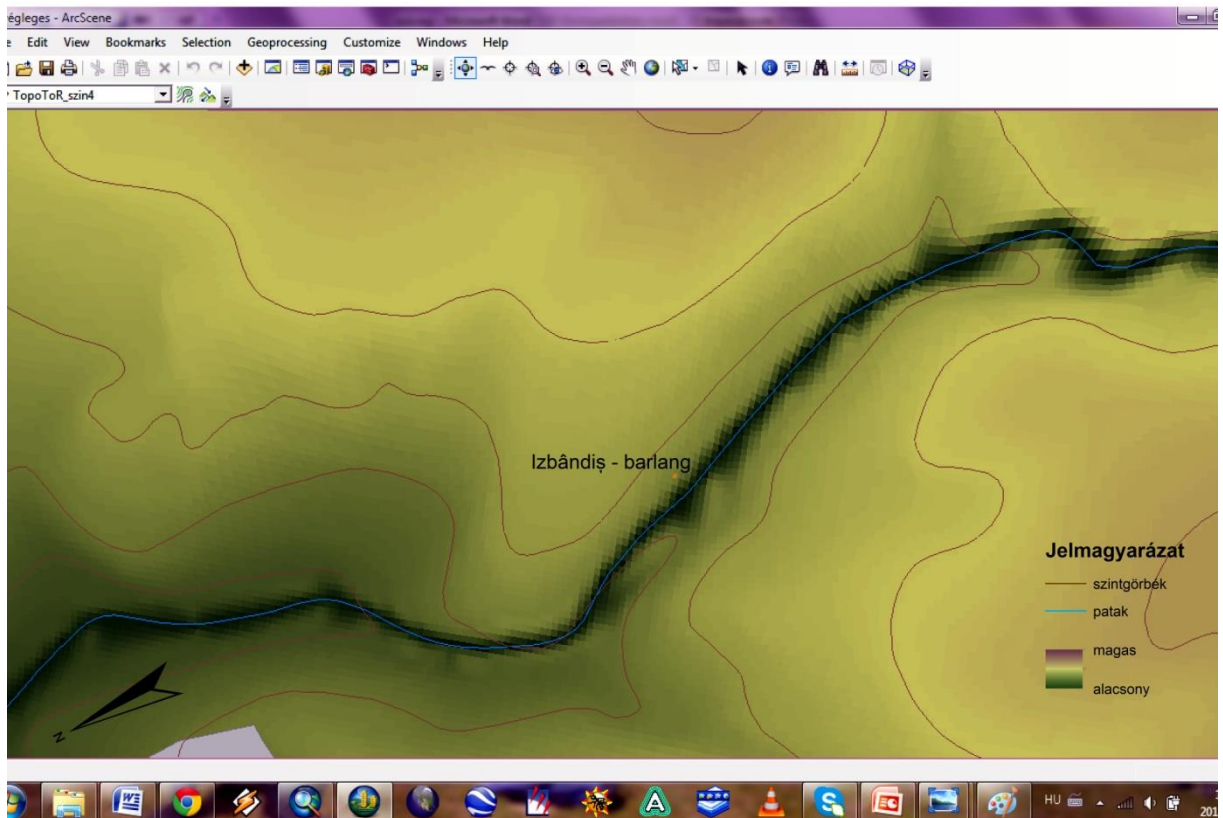
Először behatároltam az Izbândiș -barlangot az 1:25000-es méretarányú topográfiai térképen, amelyről kidigitalizáltam az általam megcélzott területet úgy, hogy a barlang nyelői is bekerüljenek a modellbe. Ez a terület, a Misid- és a Măguran - folyók vízgyűjtője ennek alapján az L-34-45-B-b, L-34-45-B-d, L-34-46-A-a, L-34-46-A-c térkélapok találkozásánál helyezkedik el. A felszíni modellhez elsősorban szükségem volt a szintvonalakra, folyókra és településekre (jelen esetben csak Vársonkolyosra), amelyeket az ArcMap-ben való digitalizálás során nyertem el. Ezt követően átalakítottam a szintgörbés vektoros állományt raszteressé, majd a GlobalMapper program segítségével kivágtam a vízgyűjtő terület mentén a

szükséges területet, amelyet az ArcScene programban megnyitva egy 3-szoros torzítással alakítottam át 3D-s modellbe.

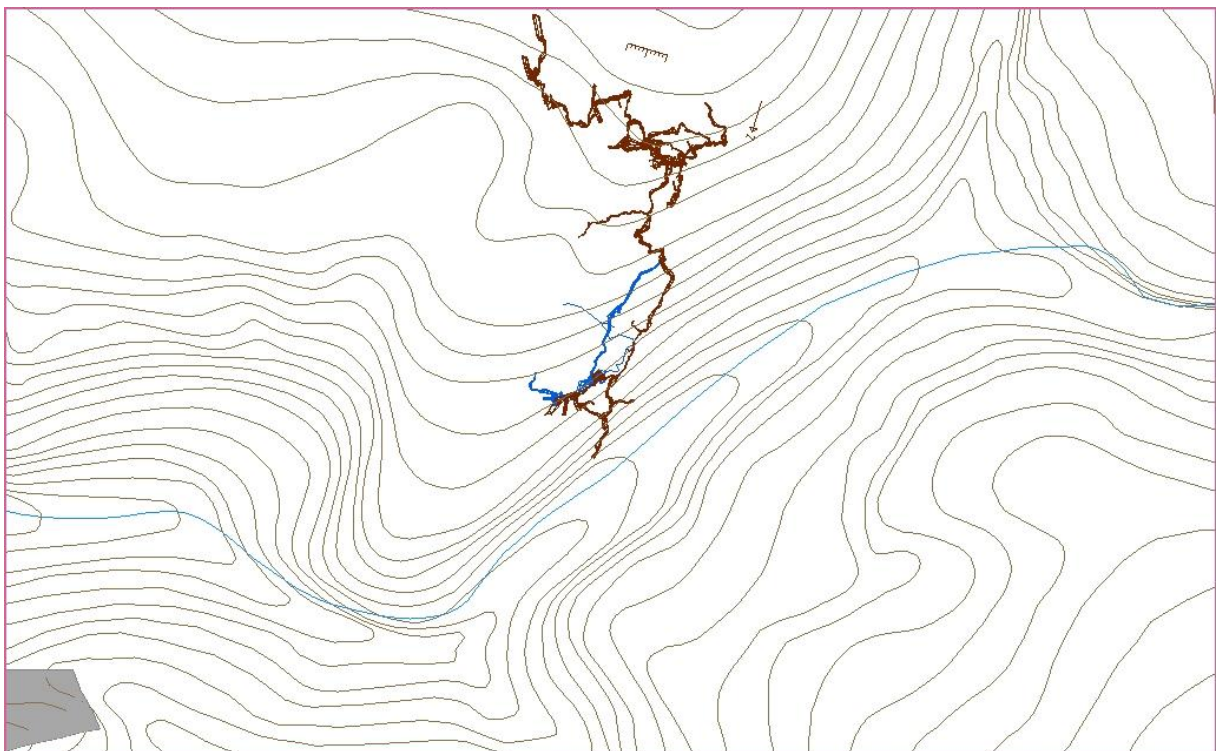


5. ábra: A vízgyűjtő terület lehatárolása a topográfiai térképeken

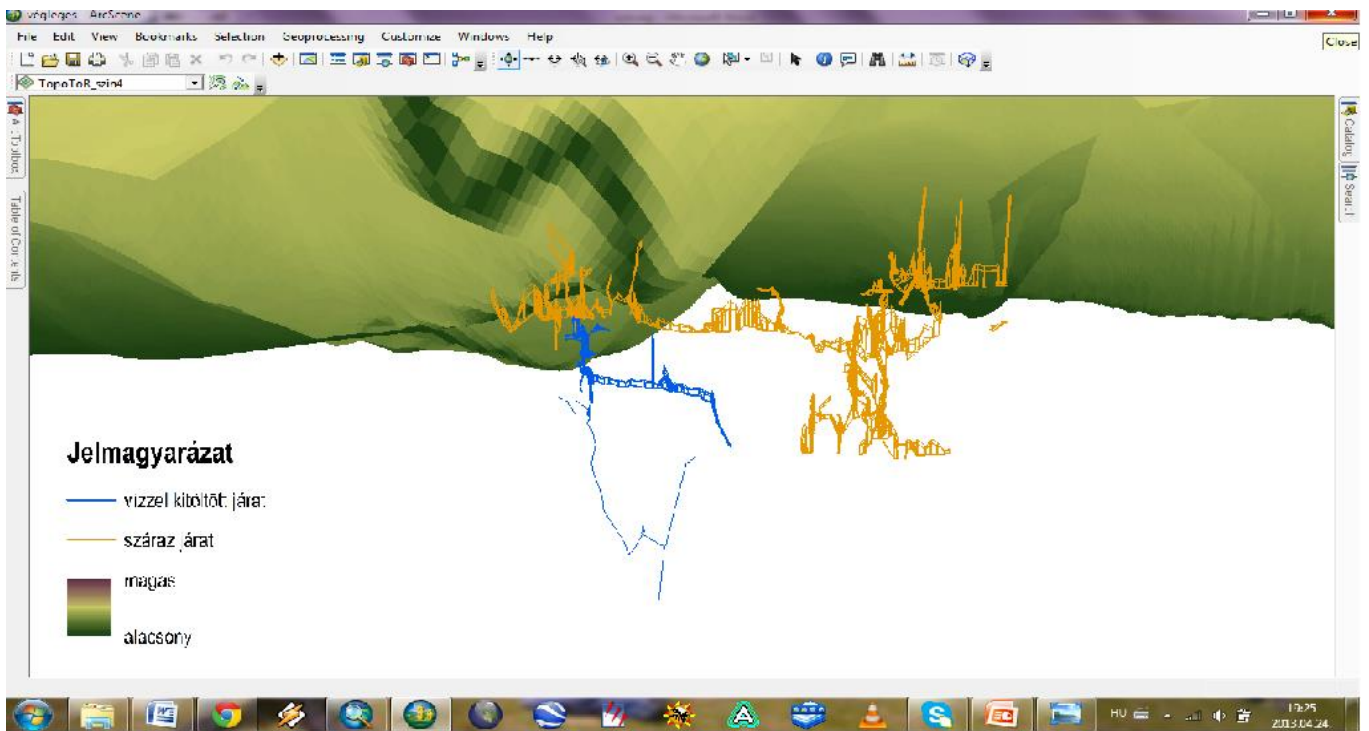
A Compass programban kirajzolt háromdimenziós barlangábrát használtam fel a felszínnel való kombinációban. Az adatokat .dxf formátumban exportáltam a Compass-ból, majd kitömörítettem és átalakítottam shape állománnyá. Ezt követően ismerve a barlang bejáratának a földrajzi koordinátáit, georefeláltam a barlangot. Megnyitva ezt ArcScene-ben és hozzáillesztve a többi állományhoz megkaptam a barlang és a felszín együttes 3D modelljét.



6. ábra: A barlang bejárata a Măguran - folyó mentén



7. ábra: A domborzat belsejében található barlang, felülnézetből



8. ábra: Oldalnézet a felszíndomborzat alatti barlangról

## 5.2. Milyen előnyei vannak egy ilyen modellnek?

A 3D-s modellezés szerintem mindig jobban megközelítheti a látható valóságot, akár egy hozzá nem értő embernek is, mint az egy síkba való levetítés, tény, amely ebben az esetben is bebizonyosodott. Elvárásaim közé tartozott az, hogy egy látványos ábrázolási módszer alakuljon ki, egyszerűen érthető legyen a barlangi járatok milyensége, egymáshoz viszonyított elhelyezkedésük, és úgy érzem, hogy mindezek megvalósultak. Egyértelműen látható az ábrázoláson a barlang iránya, amely a nyelők felé mutat, de ugyanakkor a fölötte levő felszínforma milyensége is.

Értelmét látom annak, hogy a vízgyűjtő területen belüli többi barlangot is elhelyezzem ebbe a kezdetleges háromdimenziós modellbe, hiszen így egy teljes rendszer lesz látható, forgatható és elemezhető. Fantáziát látok egy ilyen típusú barlangi kataszter elkészítésében is.

Ami a továbbfejlesztést, a kutatást, a mérícskéléseket illeti, az ilyen típusú barlangmodellezést kapcsolatba lehet hozni a különböző felszíni paraméterekkel (lejtő kitettség, csapadék – vízmennyiség) és a geológiával.

## 6. Források

1. A. M. Imbroane (2012): *Sisteme informatice geografice*, Presa Universitară Clujeană, Cluj - Napoca
2. G. Racoviță, O. Moldvan, B. Onac (2002): *Monografia carstului din Munții Pădurea Craiului*, Presa Universitară, Cluj – Napoca
3. Egri L. (1979): *Barlangászok könyve*, Kriterion Könyvkiadó, Bukarest
4. [<http://www.csacluj.ro/content/view/18/20/lang,ro/>], letöltve 2013-04-20
5. [<http://www.speosub.ro/?p=1027>], letöltve 2013-04-20, Kolozsvár
6. [[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/57/Perspective\\_isometrique\\_report\\_coordonnees.svg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/57/Perspective_isometrique_report_coordonnees.svg)], letöltve 2013-04-24, Kolozsvár