

Papp Ferenc Barlangkutató Csoport

Barlangtérképezés

Metszetek

Holl Balázs  
2019

nyolcadik változat  
első kiegészítés  
8.1

(első változat 2011)

*"Elmondjuk, hogy ment be  
néhány barlangász  
maga-vájta barlangjába,  
ez nehéz volt, mert a bejárat  
kissé szűkre volt csinálva.  
..."*

A barlang bonyolult formavilágában a legegyszerűbb és emiatt a legjobban definiálható ábrázolási forma a metszetrajz. Fizikailag is könnyen elképzelhető (de megvalósítani már bányászati módszerekkel is nehéz), így nem kíván sok magyarázatot. A barlangban járva – egyes pontokon, elsősorban beszűkülő járatokban – közvetlenül láthatjuk is, alkalmas megvilágítás esetén egyenesen szembeötört a metszet formája. Ilyen helyeken a térkép tereppel való összekapcsolását nagyban segíti. Ezért nagyon hasznos, egyenesen elengedhetetlen része a barlangtérképeknek.

A metszetrajz készítésekor is különböző szempontok érvényesülhetnek, mit a tájékozódás segítése, geológiai megfigyelések rögzítése, térbeli modellezés. Ezeknek megfelelő helyeken, sűrűségben és pontossággal kell a metszeteket a barlangban mérni.

Térbeli modellezésnél a barlangtérkép elemei közül mind az alaprajz, mind az oldalnézetek vetületi képek és mint ilyenek a harmadik koordináta információtartalmát elvesztik. A metszetek maradnak egyedül a pontos térbeli rekonstrukció kiinduló pontjai. Ehhez viszont szigorú szabályok szerint kell mérni, rajzolni és adatokkal ellátni a metszeteket.

A könnyen átlátható, egyszerű járatprofilok mellett persze vannak megfejtethetetlen omladékok, végtelenbe vesző hasadékok, laza törmelékben eltűnő falak. Ezeken a helyeken is szükségesek a metszetek, amiken persze jelölni kell a bizonytalanságokat. Nem is tartható az a gondolat, hogy a metszet mindig zárt körvonalat ad.

A metszeteknek összhangban kell lenni az alaprajzzal és az oldalnézettel. Ha egy függőleges hasadék alkotja a járatot, ami beláthatatlan magasságban szűkül el, akkor az oldalnézeten sem szabad határozott vonallal megrajzolni a főtét. Ugyan ez a hasadék ha ferde, akkor már az alaprajz is bizonytalan. A metszet magyarázhatja meg a térben meanderező járatokban a legszélesebb járat kontúr értelmezését is, ami alaprajzban egy összezsavart kötélre emlékeztető kusza vonal.

### **Metszet mérése**

Ahogy a térkép többi elemének, a metszetnek is különböző gondossággal, pontossággal készülhetnek. A barlang formáinak változatossága miatt lehet, hogy egymástól néhány centire felvett két metszet is teljesen eltérő méreteket és formákat mutat. Erre is tekintettel kell lenni, ha a pontosságra törekszünk, a metszet helyét is eszerint kell pontosítani.

### **Becslés alapján**

Saját testméréseink alapján is viszonylag pontos becslést tehetünk az elérhető távolságú pontokra. Nagyobb problémát jelent, ha ezt nem a helyszínen vagy nem saját megfigyelések alapján tesszük (10. Ábra). Nem szabad becslésre hagyatkozni nehezen belátható tereknél, hiszen a rossz világítás, főleg a saját lámpánk lapos (nem plasztikus) megvilágítása nagyon rossz becsléseket eredményez. A lézertáv mérők korában már nem is kell olyan sokszor becslésre hagyatkozni.

Adott méretarány alatt (nagy méretű barlangoknál) nem követünk el nagy hibát, ha a metszet nem pontos, de segíti a tájékozódást, illetve az alaprajz vagy oldalnézet értelmezését.

### **Néhány mért távolság felszerkesztése alapján rajzolva**

Hagyományos rajzoláskor a kifeszített poligonzsinórtól mérhetünk könnyedén vízszintes és függőleges irányban négy pontot. Ezek segítségével már biztosabban szerkeszthetjük meg a metszetet. Ez a négy pont nem azonos a járat alaprajzában és oldalnézetében ábrázolt legnagyobb kiterjedéssel, viszont pontos térbeli koordinátái vannak. A mért pontok között kell csak becsléssel megrajzolni a metszet vonalát (11. Ábra).

### **főpoligontól mérve**

A poligonzsinór tetszőleges pontjától mért négy pont olyan újabb kiinduló pontot alkot, ahonnan további vízszintes és függőleges méréseket indíthatunk (7. Ábra). Ezek persze már további bizonytalanságokat visznek be a mérésünkbe. Megpróbálkozhatunk a 45 fokos lejtések becslésével kijelölt pontok mérésével is. A vízszintes irányokat becsléssel, a függőlegeseket a mérőszalag belógatásával határozzuk meg. Néhány lézertáv mérő tud dőlésszöget is mérni, ezzel már tetszőleges ferdeségű mérést is végezhetünk.

### **segédpoligon (függő, mérőszalag) mentén mérve**

Közel vízszintes talajra fektetett mérőszalag, vagy kifeszített segéd poligon, esetleg fellógatott függő mentén elég sűrűn mérhetünk függőleges, vízszintes távolságokat. Ezeket felszerkesztve már

nagyobb biztonsággal rajzolhatjuk meg a profilt (13. Ábra: a jobb oldali metszethez egy függőzéssel 12.1-12.2 pontok, és egy segédpoligonnal teremtettük meg a pontos geometriai alapot).

### **Sokpontos mérés alapján (DistoX)**

A PocketTopo program funkciói közé tartozik a poligon pontokban felvehető metszetrajz készítése (4. Ábra). Ilyenkor vízszintes vagy függőleges síkban bevetíti nekünk az aktuális pontból mért részletpontok helyzetét. A vetítés iránya az adott poligon szakasz iránya. Ha azt akarjuk, hogy a metszet a járatra nagyjából merőleges legyen, akkor kicsit trükközni kell a poligon vezetésével. A pontos metszési sík tartása még így is külön kihívás. Ezeket a pontokat (amiknek pontos térbeli adataik vannak) felhasználva rajzolhatjuk meg az alaprajz mellett a metszeteket. A program minden részletpont mérést, ami az adott pontból történt, bevetít nekünk, azokat amelyek jelentősen eltérnek a metszet síkjától szaggatottan ábrázol. Ha pontos metszetet szeretnénk akkor nekünk kell gondoskodni arról, hogy a mért részletpontok a metszet síkjában legyenek. Megfelelően kiválasztott segédpontból, ahonnan a metszet jól belátható, sűrűn mérve nagyon részletes és pontos metszetrajzot mérhetünk, hiszen a DistoX pontossága ilyenkor is rendelkezésünkre áll, gyorsasága alapján (nem is kell foglalkoznunk a jegyzőkönyvezéssel) alkalmas akár több tucat pont felvételére. Ilyen körülmények között már lehetőségünk van a metszeten sokféle adatot is ábrázolni (kitöltés, kisebb repedések). A jelöléshez felhasználhatjuk a színes vonalakat.

Ezeket a részletpontokat persze felhasználhatjuk a 3D ábrázolásban is, részét képezik a sündisznó mérésnek. Az egy pontból nem belátható felületeket egy másik segédpontból mérhetjük be vagy kisebb szakaszok esetén becsléssel kötjük össze a vázlatban a pontokat.

PocketTopo csak az aktuális file-ban létrehozott pontra képes metszetet szerkeszteni, vsz. az irány miatt. Megoldás a 0 hosszúságú új szakasz beiktatása azonos (vagy tetszőleges) pont számmal. Ennek a szakasznak az iránya határozza meg a metszet irányát (rá merőleges). Ha nem 0 hosszú a virtuális poligon, akkor a zsúfolt mérésből kiemelve könnyebben lehet kijelölni a pontot, majd visszavéve 0-ra a hosszt vissza lehet rakni a helyére. Ha az irányát változtatjuk a virtuális szakasznak, akkor több irányú metszetet is kijelölhetünk ugyan abból a pontból.

### **Lézerszkennelés**

A legpontosabb eljárás kétség kívül a lézerszkennelés (9. Ábra), persze csak ott, ahol az egyáltalán alkalmazható. A rendkívül sűrű pontfelhő alapján nem is csak egy, hanem számtalan metszet készülhet. Egyetlen metszet kedvéért nem is ésszerű a használata. Hátránya, hogy még nincs olyan technológia ami a helyszínen való kiértékelést és további adatokkal való kiegészítést támogatná. Elvileg komoly lappal megoldható lenne, de ma még a hosszas utólagos irodai feldolgozás a gyakorlat.

### **Mérőállomás**

Ha már mérőállomást használunk valahol, akkor a metszetet is lehet ezzel mérni. Előnye, hogy nagyon pontosan tartható a függőleges vagy vízszintes sík.

### **Fotogrammetria**

#### **profilográf**

A profilográfot (fotoprofilográf) metszetek mérésére a Papp Ferenc csoport fejlesztette ki<sup>1</sup> 1958-ban, majd később kísérlet történt villanócsöves megvalósításra is (1.Ábra). Alapgondolata, hogy egy síkban megvilágított metszetvonal lefényképezve, méretaránnyal ellátva pontos, mérhető képet eredményez (síkfotogrammetria). Pontossága a vetített fénysáv tulajdonságain és az optikai korrekciók minőségén múlik. Részletessége viszont messze meghaladja a kézi mérését. Sajnos nagyon kevés helyen alkalmazható, mivel a megvilágításban is és a fényképezésben is sok a kitakarás. A vetítő berendezés és/vagy a fényképezőgép eltolásával több képből is elvileg összerakható a metszet, de ekkor a felvételezés és a kiértékelés gazdaságtalanul elbonyolódik. Nem lehet metszetet mérni egy képből, általános megvilágítás mellett, még ha a barlangi formák (beszűkülés) ezt sugallná is, bár tájékozódásra kétségkívül alkalmasak a fotók is.

#### **sztereó fotogrammetria**

Sztereó fotogrammetriánál – mint a lézerszkennelésnél – nem egy metszetet, hanem sok térbeli pontot veszünk fel. Ezek közül lehet kivágni az egy síkba illeszkedőket, és rajzolni rájuk

1 [Maucha-Tóth 1962],[Sárváry 1969]

metszetvonalat (2,3. Ábra). Egyszerűsítés, hogy a teljes térbeli modellnek csak a metszet síkjában kell pontosnak lennie.

### **sokképes fotogrammetria**

A sokképes sztereó fotogrammetria előnye, hogy a kitakarásokat könnyebben megszüntethetjük és pontosabb is lesz a térbeli modell. A térmodellből kivágott szelet így akár bonyolult járatoknál is teljes metszetet eredményez. Hátránya a sokkal nehezebb megvalósítás.

## **Ábrázolt tartalom:**

### **Egyszerű vonalak, formák**

A legegyszerűbb ábrázolás nem tartalmaz mást, csak egy körvonalat. Csőszzerű szálkő járatokban nincs is szükség másra.

### **Szálkő, omladék, kitöltés megkülönböztetése**

Az alaprajzi elemek stílusában ha megkülönböztetjük vonalvastagsággal a falakat a kitöltéstől akkor könnyebben egyeztetethetők a metszetek a térképpel. A kitöltés ábrázolása egyben a kutatási lehetőségek szempontjából is fontos.

### **Kőzet rétegzettség, rétegdőlés jelölése**

Szokásos jelölés, ha a szálkő falakat ferde sraffozással hangsúlyozzuk. Ha ez tényleges geológiai megfigyelés-mérésen alapul akkor valódi adattal szolgál a rétegdőlésre (áldőlés ha nem a valódi dőlés irányban van a metszet), esetleg a rétegzettségére is (14. Ábra). Minden egyéb esetben inkább a keresztvonalkázásos semleges grafikai ábrázolást használjuk.

### **Anyag, felületi minőség ábrázolása**

Metszet rajzolás közben sok érdekes megfigyelést tehetünk még laikusként is. Ezeket az adatokat ha jelkulcsszerűen felvisszük a metszetrajzra nem csak szebb, hanem informatívabb is lesz a térkép. Ilyen adat lehet a falon lévő cseppkő bevonat, cseppkőlefolyás, kristályok, borsókővek, ősmaradványok, érdekes oldásformák, telérek, vízállás nyomok (szinlők), kőzetminőség változása, mesterséges átalakítás nyomai. Néha pont olyan helyen veszünk fel metszetet ahol ezeket jól lehet ábrázolni (13. Ábra). Nagyon részletes ábrázoláshoz a metszetet nagyobb méretarányban kell felvenni, ahol ezek jól elkülöníthetők és ábrázolhatók. Használhatunk színeket is a jelkulcsban.

## **Metszet helyzete:**

### **Vetítő vonalakkal jelölve**

A szokásos ábrázolás szerint az alaprajzon (zsombolyoknál oldalnézeten) kis vonalakkal jelezzük a metszet helyét. Számok, betűk segítségével azonosíthatók a metszetek és egyértelműsíthető a nézetirány. Bonyolultabb barlang térkép esetén nem fér el a metszet közvetlenül a járat mellé, de a számok alapján külön lapról is kikereshető. A vetítő vonalak és a járat kontúr alapján a metszet vízszintesen el lehet helyezni, de a magasság bizonytalan. Tájékozódáshoz ez nem is lényeges, hiszen a barlangban úgy sem érzékeljük az abszolút magasságot. Ha egy oldalnézeten is feltüntetjük a metszet helyét akkor az már magassági értelemben is definiált. Zsombolyoknál a vízszintes helyzet bizonytalan, azt kell például alaprajz segítségével megadni.

Lehetséges tört vonalú metszetet is rajzolni, ilyenkor a vonalvezetést pontosan be kell rajzolni az alaprajzba vagy az oldalnézetbe.

### **Abszolút magasság, irány megadása**

Pontosabb igények esetén a metszetről feltüntethetjük annak irányát fokban és abszolút magasságát. Ezek és az alaprajzi helyzet segítségével a metszet térben pontosan elhelyezhető. Térbeli modellezésnél vagy a metszetek egymással való összehasonlításánál ezek hasznos adatok (8. Ábra).

### **Poligon dőfspont, poligon adatok és irány megadása**

A metszet rajzolásánál nem mindig áll még rendelkezésünkre kész alaprajz vagy abszolút magassági koordináta. Azt viszont tudjuk, hogy melyik poligonszakaszon készül a metszet. Ha a metszetrajzon megadjuk a poligon vonal dőfspontját, a poligonszakaszt (induló és végződő pont), az induló ponttól mért távolságát és a metszet irányát, akkor a metszetet pontosan el tudjuk helyezni a térben (5. Ábra).

**x,y,X,Y,Z, $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ ,m**

Számítógépes feldolgozásnál az előbbi adatokat át kell számolni abszolút koordinátákká. Ez azt jelenti, hogy a dőfpont koordinátáit a metszeten meg kell adni (x,y), a poligon adataiból ki kell számolni a poligon metszésének koordinátáit (X,Y,Z), meg kell adni a metszet irányát – ez matematikailag a metszet síkjának három forgatása amiből kettő a legtöbbször nulla – ( $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ ), és meg kell adni a metszet méretarányát (m). Ezekkel az adatokkal megfelelő program térben tudja ábrázolni a metszeteket. Természetesen térbeli modellező programokkal be is szerkeszthetjük vonalként térben a metszetet, de az a funkció ami a barlangtérképeket egyszerre kezeli síkbeli, kinyomtatható térképként és térbeli forgatható modellként még hiányzik a barlang térképező programokból.

### **Hosszmetszet**

Ritkán de előfordul, hogy nem a járatra merőlegesen, hanem hosszában készül metszet. Ezt az különbözteti meg az oldalnézettől, hogy nem a legnagyobb magasságokat, mélységeket vetítjük be, hanem ragaszkodunk a síkkal való metszés vonalához. Oldásformák ábrázolásánál ez előnyös lehet. Persze itt még inkább vannak eltérések a pontos síkkal való metszéstől, ha az ábrázolni kívánt formák nem esnek egy vonalba. A "tankönyvi ábrák" esetén sokszor fontosabb az ábrázolni kívánt forma mint a geometriai pontosság, de ez nem jelentheti azt, hogy nem létező formákat ábrázolunk maximum annyit, hogy nem tartjuk be pontosan a metszési síkot.

A metszet és az oldalnézet között is próbálhatunk lavírozni úgy, hogy különböző vonaltípusokkal ábrázoljuk a metszési síkba eső és attól eltérő formákat.

### **Szelvények**

A barlangjáratok térbeli elhelyezkedésének ábrázolásához olyan metszeteket készítünk, ami több járaton is átmegy (12. Ábra). Ilyenkor persze nem a járatok legjellemzőbb pontjain, néha nem is a járatra merőlegesen veszünk fel metszeteket, hanem ott ahol az a térbeliséget a legjobban mutatja. Ehhez már ismernünk kell a barlang térbeli kiterjedését legalább a főpoligon erejéig. Sokszor a már rendelkezésre álló metszetek összeszerkesztésével próbálunk meg szelvényeket létrehozni. Ilyenkor a kellően sűrűn felvett metszetekből válogatunk és egészítjük ki további mérésekkel. Még így is engedményeket kell tennünk a szelvény elméleti síkja és a metszetek síkjainak eltérésében. Elvileg egy metszet is lehetne tört vonalú, de ezt jobb elkerülni. Viszont a szelvény esetén néha célszerű olyan vonalvezetést alkalmazni, ami minél több járatot közelítőleg a járatra merőlegesen metsz el. Ez esetben a szelvény vonala akár többszörösen is megtörhet, nyilván a szemléletességet javító módon és nem káoszba fulladva.

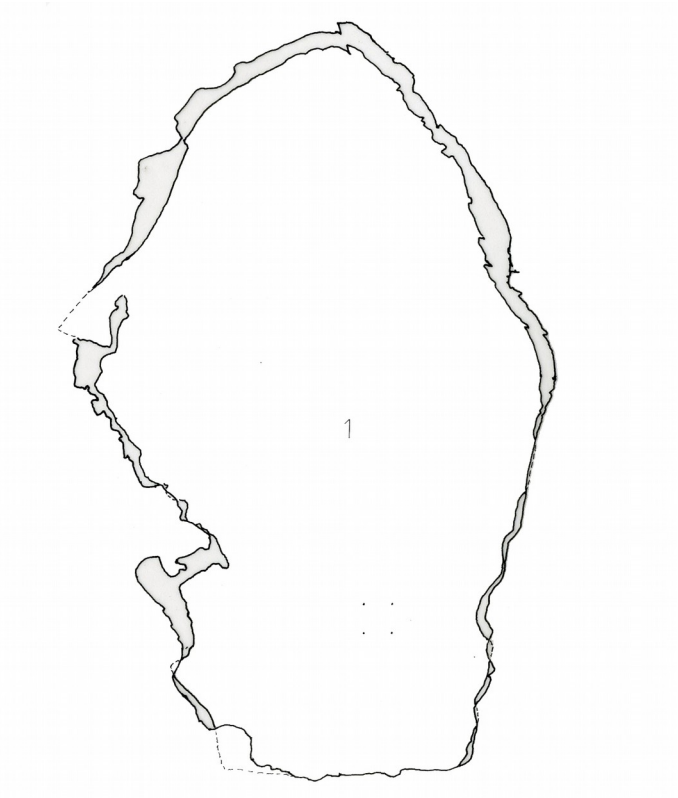
### **Méretarány**

Egylapos térképeken célszerű, ha a metszetek méretaránya megegyezik a térkép méretarányával. Ha viszont valaminek a részletes ábrázolása a cél, akkor ahhoz kell alakítani a méretarányt. Olyan részletek esetén ahol szükséges, még külön kiemeléseket is alkalmazhatunk. Méretarány jelölésnél a szokásos vonalas lépték, arányszám lehetőségek mellett az abszolút (relatív) magasságnak is van jelentősége.

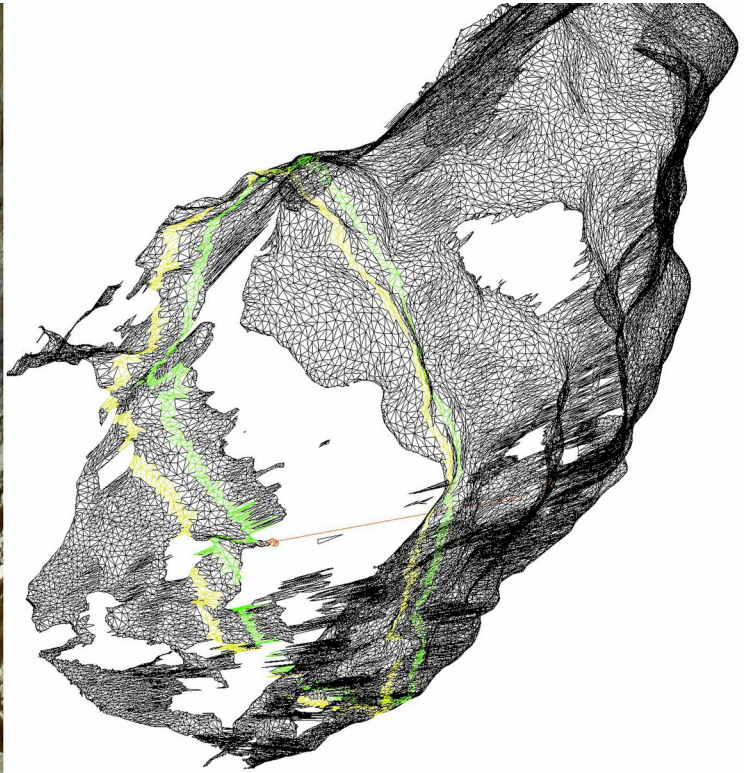
Oldalnézeteken és metszeteken hasznos és dekoratív az emberek (pálcika ember) ábrázolása, sokkal érthetőbben mutatja az arányokat mint egy vonalas lépték (15. Ábra).

### **Tényleges üledék metszetek**

Geológiában, régészetben fontos szerepet játszanak az üledékek, melyek feltárásakor a rétegzettség megfigyelése nagyon fontos szempont. Törekednek arra, hogy olyan felületeket alakítsanak ki az ásatásnál, ahol ezeket a rétegeket oldalról közvetlenül meg lehet figyelni. Ezeket a valódi metszéseket azután rögzítik is metszetrajzokon. Barlangi körülmények között ezeknek a metszetrajzoknak természetes kapcsolatuk van a barlang járat metszetével. A több méter vastag üledék feltárása során több méterrel nő meg a járat keresztmetszete is.

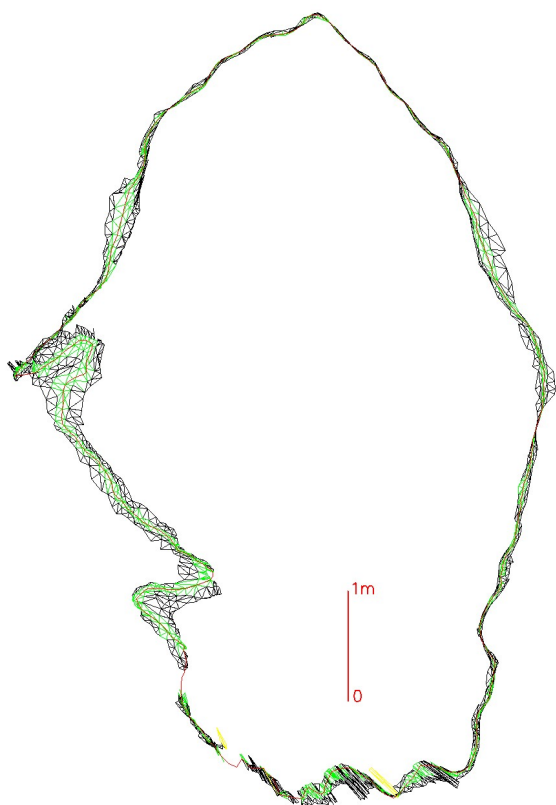


1. Ábra: Mátyás-hegyi-barlang, Óriások útja. Profilográfával készült metszet kép és annak átrajzolása. A műszeren lévő négy pont 25cm-re van egymástól.

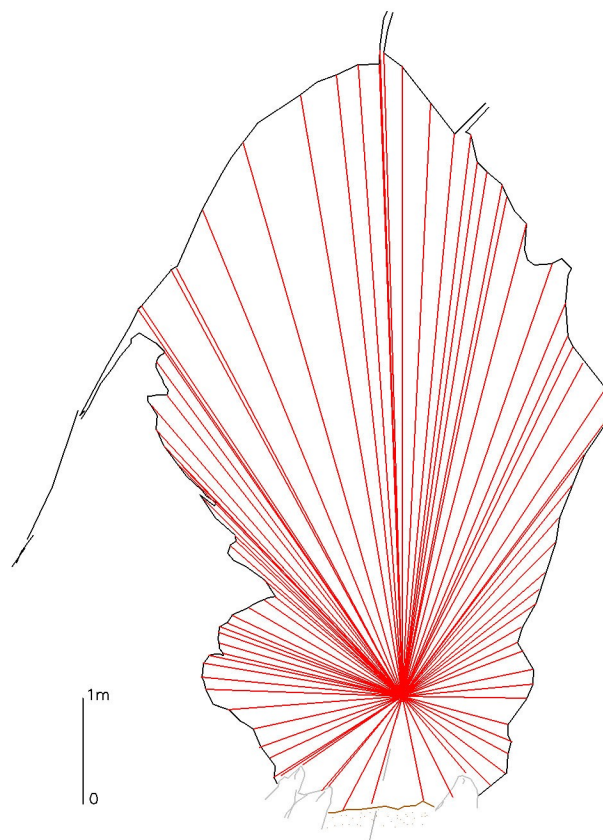


2. Ábra: Az előző ábrával azonos helyen készített sztereó képpár egyik képe és a kiértékeléskor kapott térmodell, színesen bejelölve két metszet sávját.





3. Ábra: A térmodellből kivágott sáv.

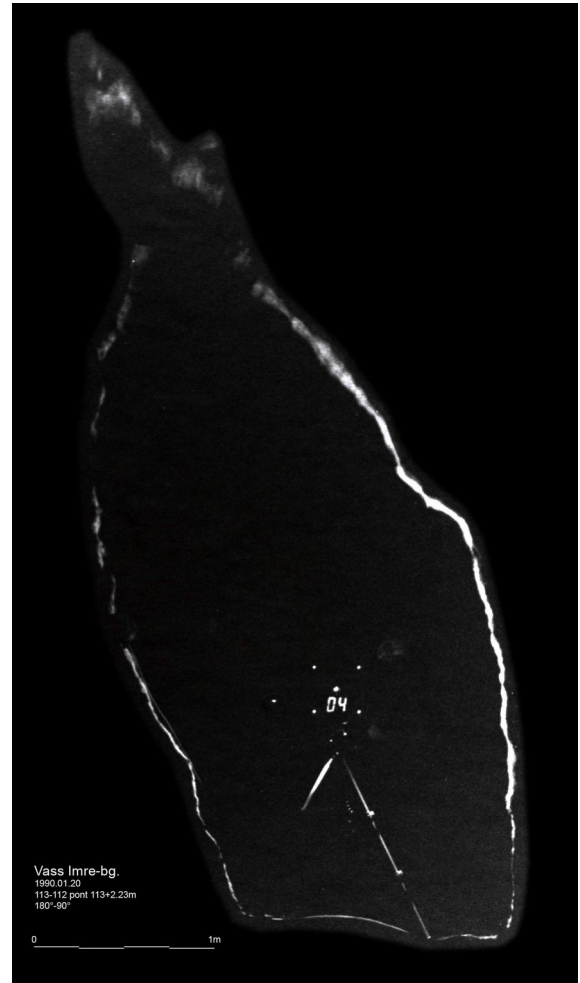


4. Ábra: DistoX-el készített metszet, közel ugyan azon a helyen.

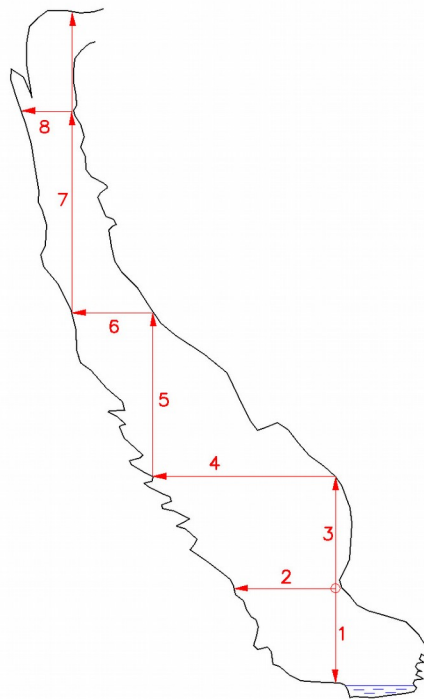




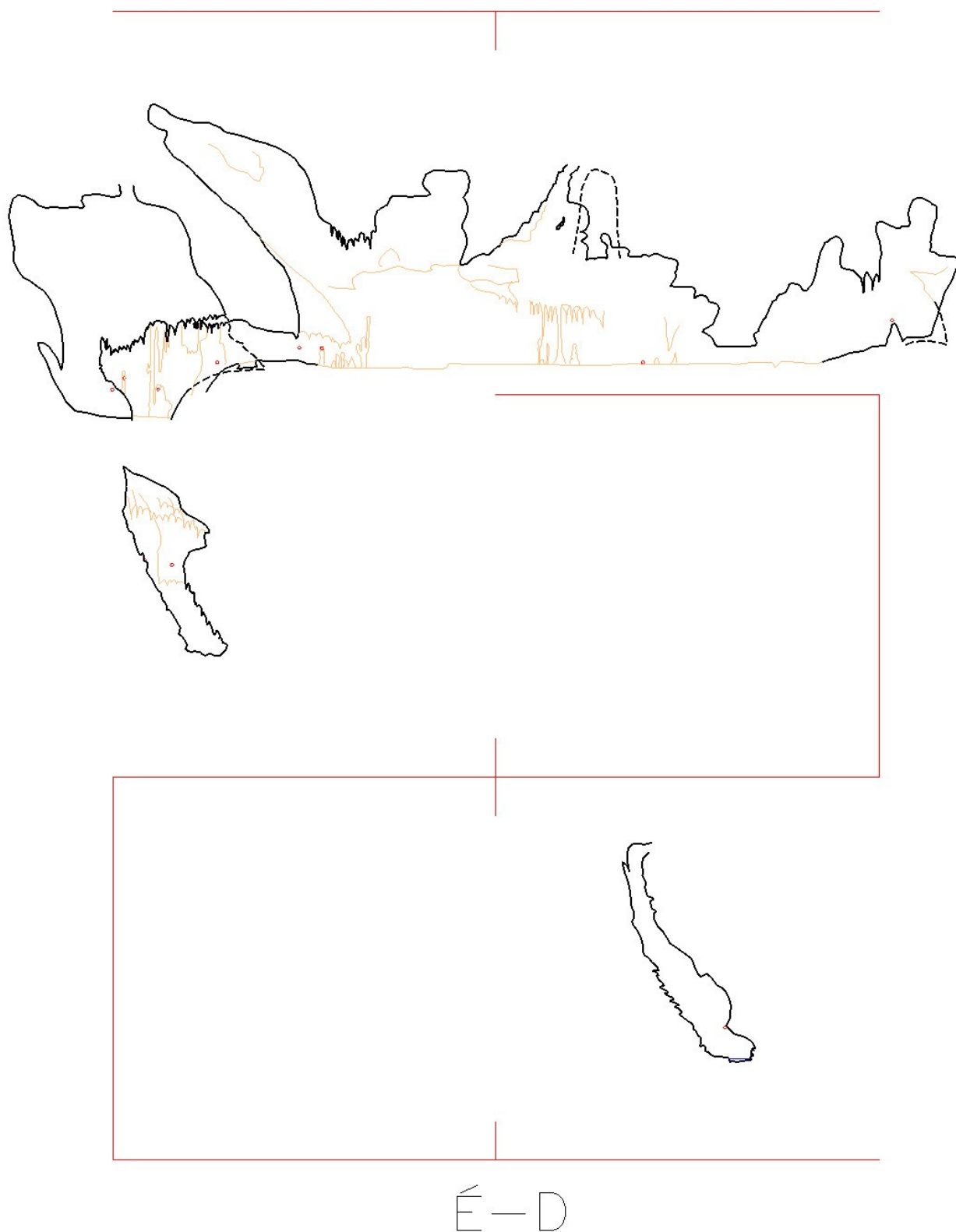
6. Kép: Vass Imre-barlang, Háromszög folyosó. Metszetkép készítése profilográfval.



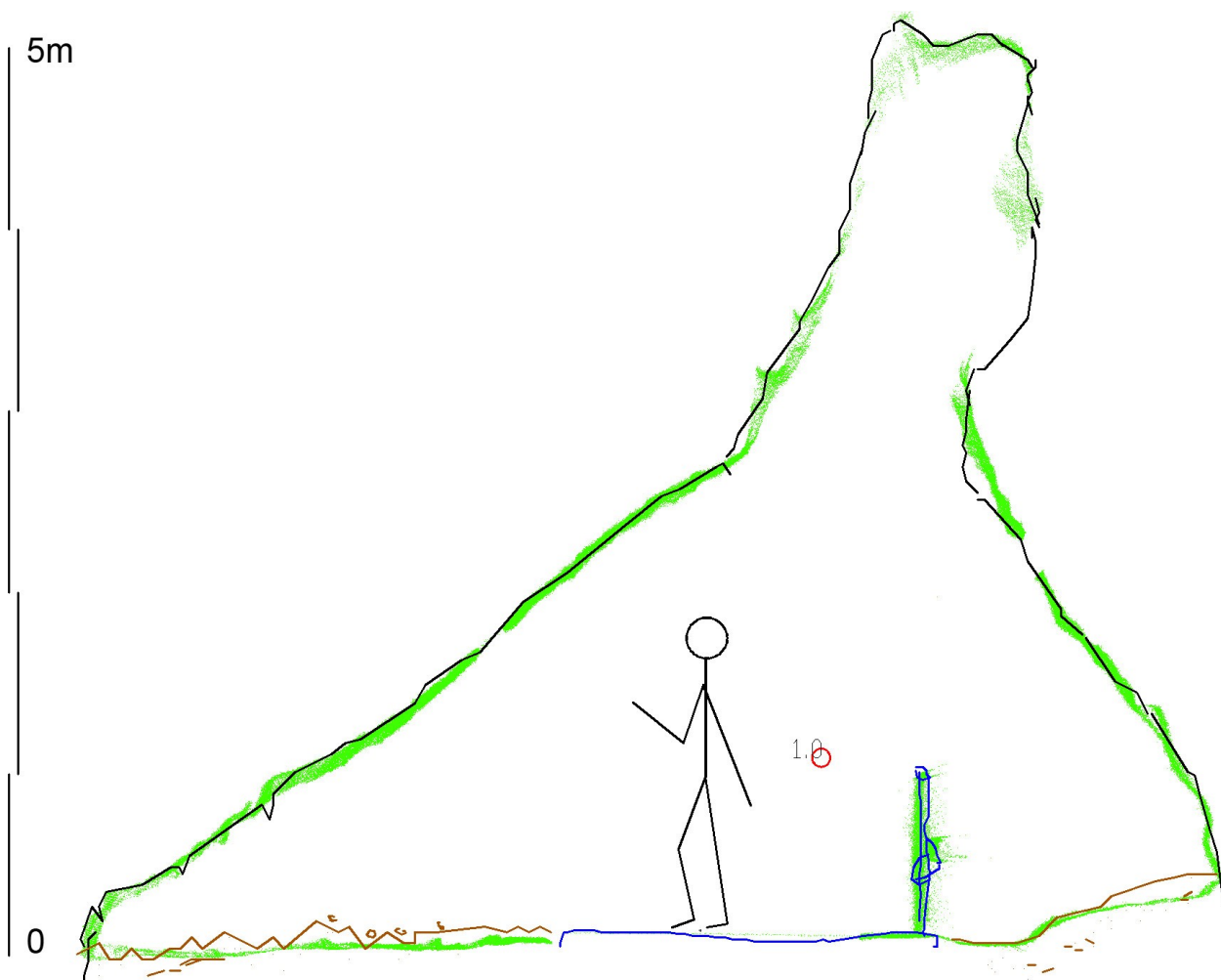
5. Ábra: Metszetkép kiértékelése (nem azonos helyen).



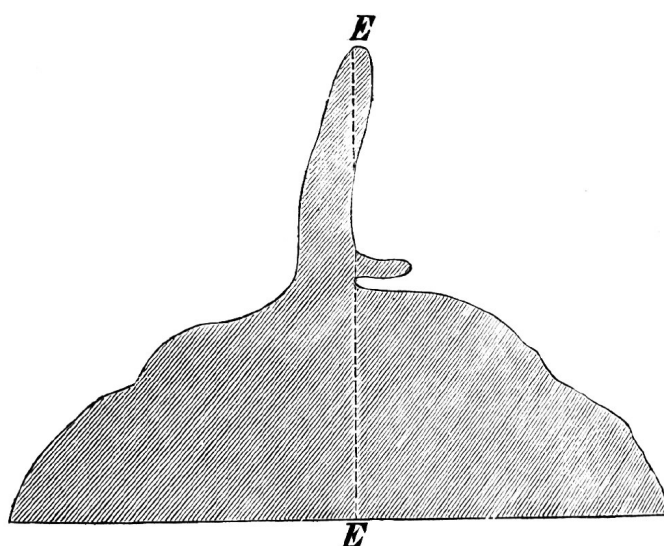
7. Ábra: Lépcsőzetes mérés poligon ponttól.



8. Ábra: Szelvény a Vass Imre-barlangból, Sajt, Vörös-tavi-ág, Fekete-ág. A piros vonalak a 10m-es térbeli koordináta-rendszer vonalai (a szelvény pont észak-déli, a Sajt oldalnézete is erre a síkra van vetítve).

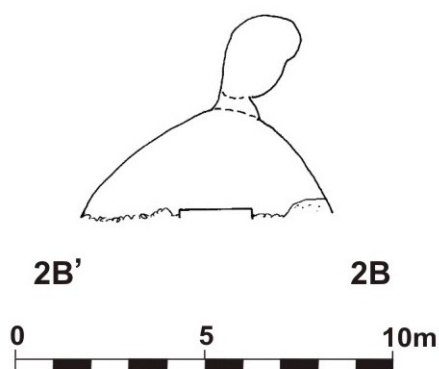


9. Ábra: Baradla-barlang, Temetkezési folyosó. Lézerszkenneres pontfelhőből kivágott metszet és DistoX-PocketTopo-val készített metszetrajz egymásra vetítése.

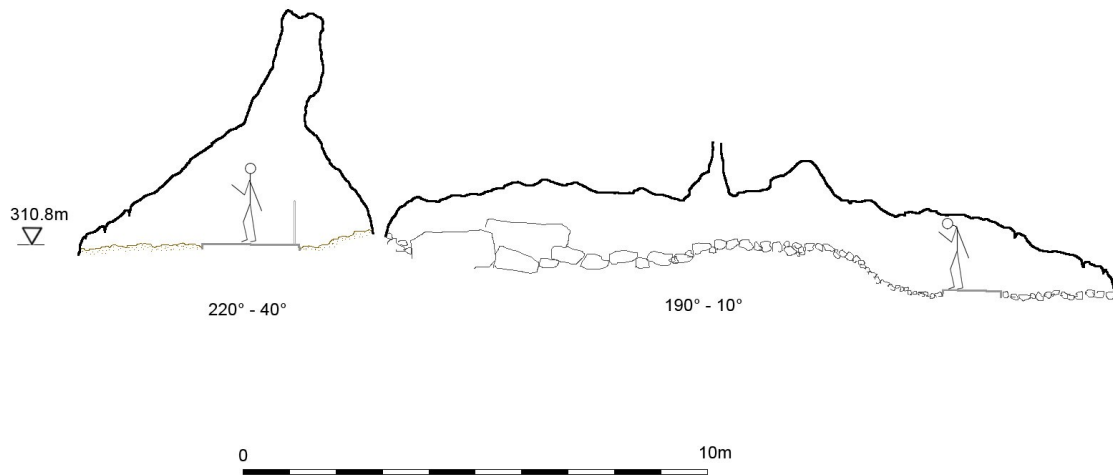


316. ábra. Keresztmetszet E. E-nél.

10. Ábra: Ugyan az a keresztmetszet. Báró Nyáry Jenő rajza AZ AGGTELEKI BARLANG MINT ŐSKORI TEMETŐ című 1881-ben megjelent könyvéből. A méretekhez leírja hogy: "A temetkezési folyosónak magasságát ...E-nél 2 öl, ...-nak találtam."



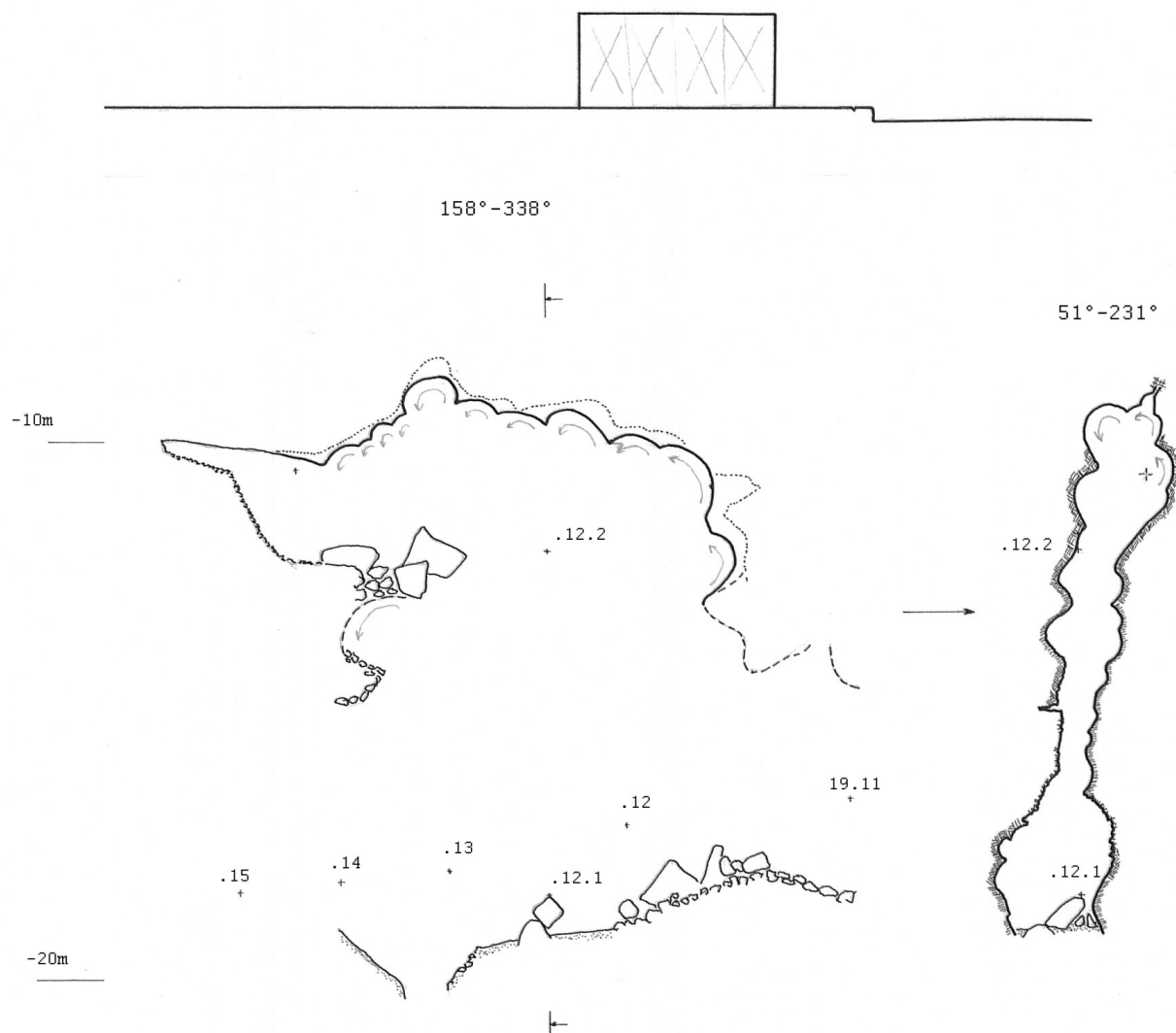
11. Ábra: Szunyogh Gábor rajza a folyosó keresztmetszetéről.



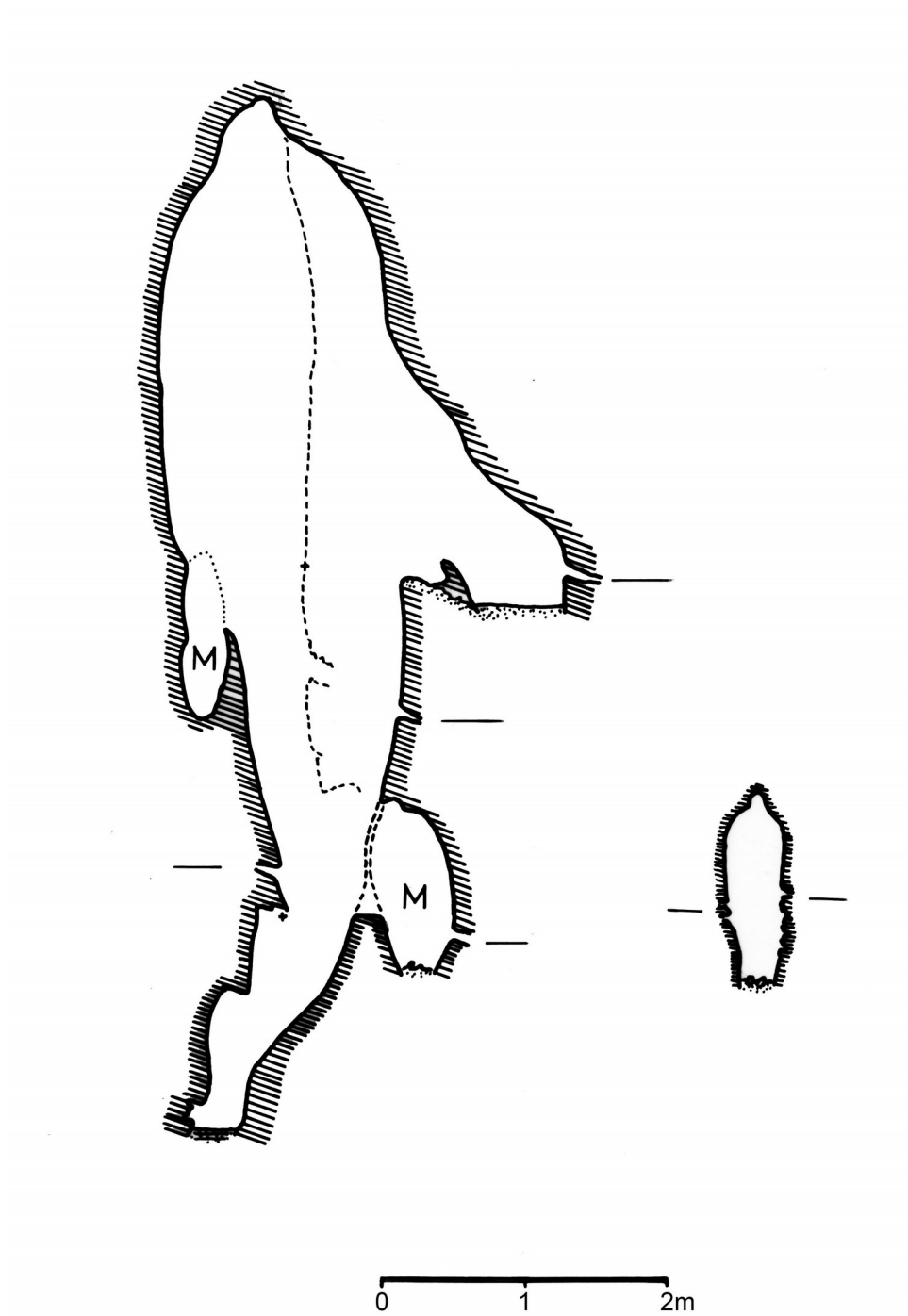
12. Ábra: Ami viszont egyik metszeten sincs rajta: a folyosótól néhány arasznyira folytatódik a járat a patak felé. Nyáry idejében még erre ment a túra útvonal, bár mint látszik kicsit le kellett hajolni a járatban és a patakon is át kellett kelni. Itt kényelmetlenebb rajzolni és a lézerszkennerral sem könnyű dolgozni.

Tört vonalú szelvény a Baradla Pitvar – Folyosó részéből

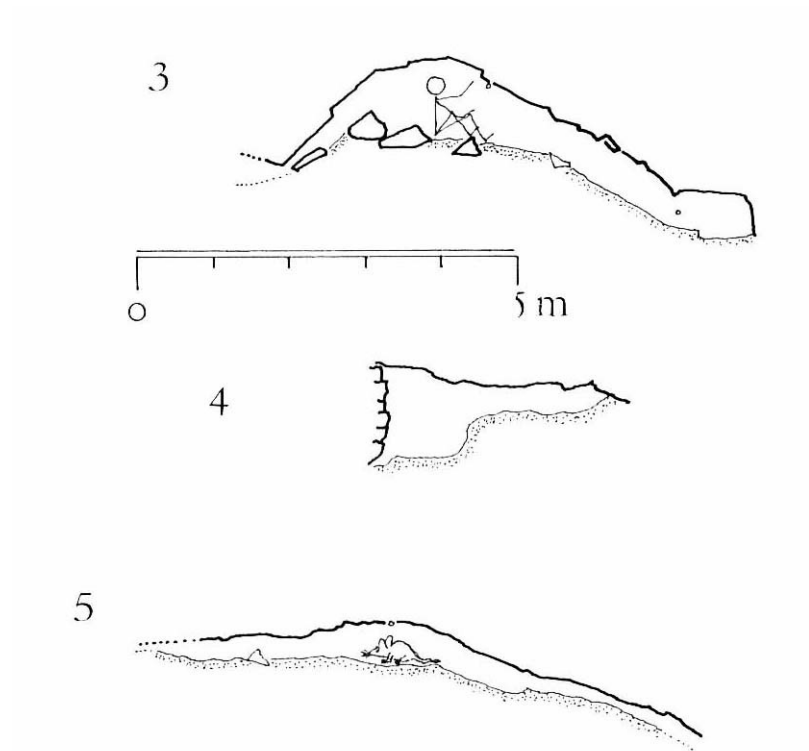
0m



13. Ábra: Ferenc-hegyi-barlang, Törekvés-útja. Oldalnézet és metszet oldásformák és kiválások jelölésével.



14. Ábra: Létrási-vizes-barlang, Labirintus. Bálna. Meanderek metszete.



15. Ábra: Dinó-rejtekek (Pilis, Macska-barlang mellett).  
Arányok érzékeltetése metszeteken (az egér azért egy kicsit nagy...).