

Címképünk: **A Szaturnusz újonnan felfedezett gyűrűje** (fantáziakép A Szaturnusz láthatatlan óriásgyűrűje című cikkünkhöz)

1379 Első kézből

Gajzágó Éva

• **A SZATURNUSZ LÁTHATATLAN ÓRIÁSGYÜRÜJE**

• **VEGETÁRIÁNUS PÖK**

• **A FÉMESEBB CSILLAGOK KÖRÜL TÖBB A BOLYGÓ**

1382 Térképezések a láva nyomában



ALÁSZÁLLÁS IZLAND BARLANGJAIBA

Szabó Zoltán

1386 Csillagnaptár

NOVEMBER

Gesztesi Albert

1388 Szingapúr – mítoszok nélkül I.



A GAZDASÁGI CSODA HÁTTERE

Szalontai Balázs

1391 Diákolimpikonokkal a világ körül



KVANTUMEFFEKTUSOK ÉS LÉPCSŐS PIRAMISOK

Herczeg János

1394 TALPALATNYI ZÖLD

1395 A nyálkahártyához kapcsolódó védőszövet szerepe

A HIV CSAPDÁJÁBAN

Szulik Ákos

1398 Élet és Tudomány képekben

ÉT-GALÉRIA

Herczeg János

1400 KÖNYVTERMES

Élet-mód

AZ OLÍVAOLAJ

Marosi Kinga

1401 Lélektani lelemények

AZ ELTÉVEDT E-MAIL

Mannhardt András

1402 A tudomány világa



• **HATALMAS DINÓ-LÁBNYOMOK**

• **NYARANTA EL FOG TŰNNI**

A SARKI JÉG



• **UJJLENYOMATA ALAPJÁN**

AZONOSÍTOTTÁK LEONARDÓT

• **A HOLDBA CSAPODÁS**

HÖLÉNYOMATA

• **CSILLAGÁSZATI LÉZER GONDOK**

• **LUXUSCIKK LESZ A GABONA?**

1405 REJTVÉNYEK

1406 FIGYELMÉBE AJÁNLJUK

Kádár Márta

1407 A hátlapon

A DJÜPIHELLIR EGYIK FELNYÍLÁSA

Szabó Zoltán

Szerintem...

Örömteli fejlemény, hogy a gazdasági válság és a szigorú megszorítások közepette, amikor pedig az oktatás szereplői általában a jövő évi forrásszűkétől tartanak, hazánkban fellendülőben van a tehetséggondozás, – vagy ahogyan újabban, s korszerűbben nevezik – a tehetségszolgálat ügye.

Október 20-án indult útjára például a Gényusz Hálózat, a Magyar Gényusz Program kiemelt projektje, amelynek célja a tehetségszolgálat – tanárok, önkormányzati szakemberek, civil segítők és szülők – képzése és továbbképzése, valamint a magyar tehetségek országhatáron belüli és túli információs hálózatának, a Tehetségszolgálatnak a fejlesztése. Mivel az Európai Unió forrásainak a felhasználásával létrejött kezdeményezés egyik elindítója a Csermely Péter professzor által alapított kutató diákok mozgalma, ezért biztos, hogy a kétéves program a hazai tudományos utánpótlást is hatékonyan segíti majd.

A tehetséggondozás ügyét a Tudományos Ismeretter-

jesztő Társulat is fontosnak tartja, ezért nyílt lehetősége lapunknak – a Természet Világával karöltve – bemutatni a cikkeink révén szerkesztőségünkben folyó ilyen irányú munkát az Uránia Csillagvizsgálóban egy tartalmas októberi estén. A TIT által szervezett szakmai tanácskozás jó alkalom volt arra, hogy több, mint hatvan éves heti lapunk munkáját ebből a speciális szempontból rendszerezzük, s a magunk számára is kiderült: pályázataink, a fiatal szerzőket a lapkészítésbe bevonó akcióink, az iskolákkal fennálló kapcsolataink, a tanári szakmai és civil szervezetekkel kialakított együttműködésünk, valamint interaktív rovataink révén az Élet és Tudomány maga is egy tehetségszolgálati intézmény.

Ugyanakkor fel kellett figyelniünk rá, hogy amikor a tehetséggondozás intézményi hátteréről vagy elméleti alapjairól tájékozódunk, a tanulmányok, elemzések alig írnak a tudományos ismeretterjesztő média szerepéről. Pedig nem egy országos verseny vagy mozgalom épül a nyomtatott, elektronikus vagy online médiára. A tehetségszolgálat most kezdődő, igen aktív korszaka remélem, ezen a téren is előrelépést hozhat!

GÓZON ÁKOS



TÉRKÉPEZÉSEK A LÁVA NYOMÁBAN

ALÁSZÁLLÁS IZLAND BARLANGJAIBA

A barlangtérképezés már önmagában is különleges és sok lehetőséget kívánó munka a hagyományos térképezéshez képest. Noha barlangjaink legnagyobb részében a mágneses északi irány alapján tájékozódunk, más munkamódszert kell alkalmazni, ha a térképezendő üregek – például a lávabarlangok – nagy vastartalmú bazaltban húzódnak. Izland föld alatti világának kutatása már csak ezért sem egyszerű felmérés. A barlangok vizsontagságos felmérését Kosztra Barbarával és a tanulmányait az idő tájt a szigeten folytató Bartucz Dorottyaival végeztem.

A Strompahraun járatai

Az izlandi nyár beköszöntével a havazást felváltja az esőzés, s az olvadó gleccserek folyói átrajzolják a partvonal árteraszait. A fehér éjszaka, a szikrázó napsütés izzásban tartja a sárga palagonithátakat*, vakító kontrasztot rajzolva a fekete bazalt és a gleccserek határvonalára. A *Reykjanes-félsziget* felől ilyenkor a *Bláfjöll* alatt elterülő fennsíkon keresztül akadálytalanul tör be a szigetre az egyre erősebben

Barlangok térképezése során a terepi munkatechnológia megválasztását mindig a körülmények határozzák meg. Mi az eszményi? Ha kiépített barlangban geodéziai műszerekkel nagy léptekkel mérhetünk. Mi a normális? Vacogni egy tágas folyosóban vagy szűk kuszodában, esetleg elázva egy vízeséses aknában, kötélén függeszkedve. Mi a nem normális? A levegőkészlet állandó ellenőrzése mellett egy 4 Celsius-fokos víz alatti barlangjáratban a felkavarodó agyaggal versenyezve jegyzőkönyvet vezetni. Izlandon a lávabarlangok térképezése – amelyben mi magyarok is részt vettünk – megfelel a normális kategóriának.

tomboló északnyugati szél. Maga a fennsík Izland egyik legnagyobb kiterjedésű lávamezeje, erre utal a neve is: *Strompahraun* (*stromp* 'kémény' és *hraun* 'láva').

Ha nagyon szélsőséges szemszögből vizsgáljuk a helyi vulkanikus közeteket, két nagyobb csoportot különböztethetünk meg. Az egyik a glaciális, azaz a jégkorszakban lezajlott, illetve a jéggel borított területeken végbemenő kitorések termékei, a másik a posztglaciális, illetve a jég-

gel nem fedett területek képződményei. A lávabarlangok kialakulásáért leginkább ez utóbbi okolható.

A felszínre ömlő lávaár levegővel érintkező külső része előbb-utóbb hűlni kezd, s emiatt kergesedik, majd lelassul, végül megszilárdul. Am alatta továbbra is áramlik az izzó láva. Megfelelő utánpótlás esetében a föld alatti lávafolyam még sokáig nyomul előre, alakítja medrét, majd az utánpótlás megszűnésével kiürül a csatornából, hátrahagyva a barlangot.

Az így kialakult – akár több kilométer hosszú – barlangok elágazhatnak, sőt többszintesek is lehetnek. A Stromp-ahraun barlangjainak hossza néhány tíz métertől néhány száz méterig terjed. Egyik leghosszabb lávacső a *Langihellir* ('Hosszú-barlang'). A gomblyuk-sorra emlékeztető felszakadások egy kanyargó lávaalagút bejáratai.

Cseppkövek – lávából

A szabályos, 5–6 méter széles folyosó falairól mintha még most is csöpögne a híg kőzetolvadék: sokhelyütt apró nyúlványok – *lávasztalaktitek* – függnek. A „függőcseppkövek” alatt, a fekete páncélaljazaton pedig ott sorakoznak a lávacseppekkel összeforrt *lávasztalagmit*ek. Mindkét képződmény kialakulása merőben eltér a mészkőben megfigyelhető cseppkövek keletkezésétől. A lávacseppkövek létrejöttének megfigyelése jelenleg technikailag még nem megoldott, csak valószínűsíthető, hogy amint a lávaalagútban az áramló olvadék szintje fokozatosan lecsúsz, a mennyezetre kenődött s ott visszamaradt vékonyabb – és ezért az alatta sokkal nagyobb tömegű lávafo-lyamnál gyorsabban hűlő és viszkózusabb – lávaréteg úgy viselkedik, mint egy sűrű máz. Nyilván az alatta folyó magma hőhatására, de ez a „máz” is folyamatos mozgásban van, s időnként „megnyúlik”, cseppszerű képződményeket hoz létre. Az így keletkezett lávasztalaktit lassan megszilárdul, s mindig előbb kívül, a lehűlt felületén. Amiközben belül még folyós: a sztalaktitról lecsöppenő olvadékot elnyeli és elszállítja az alatta áramló láva.

Ha az alagút már éppen kiürült, a lecsöppenő láva a járat alá hullva szinte azonnal megszilárdul – így jön létre a lávasztalagmit. A kialakuló alsó képződmények tehát a cseppek egymásra halmozódásával alakulnak ki, gyakran magas tornyokat alkotva. Mivel az

igen magas hőmérsékletű magma egészen másként viselkedik, mint a legtöbb folyadék, benne lassan, de kristályok képződnek. Ezek a kristálygócok a lecsöppenő lávát a normális függőleges iránytól gyakran eltérítik, s egészen bizarr formájú lávasztalaktitek és -sztalagmitok születhetnek így.

Egy másik feltevés szerint a sztalaktitek a járatot befoglaló, még valamennyire hűlésben lévő lávatestből – az üreg falán át bepréslődve – jönnek létre. A hatalmas kiterjedésű lávamező ugyanis nem egyenletesen szilárdul meg, vannak benne olvadt állapotban lévő zárványok. A kőzet hűlés közbeni zsugorodása miatt hajszálrepedések keletkeznek benne, és azokon keresztül benyomódik a még híg láva a zárványokból.

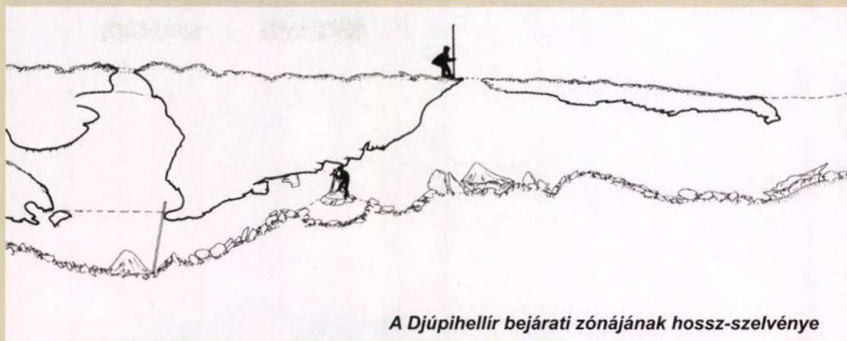
A *Róshellir* ('Rózsabarlang') változatos színű és formakincsű képződményeiről nevezetes. A barnásszürke bazalttestben egy felszakadozott barlangfolyosót többször is elöntött különböző összetételű híg láva. A talpzatba mélyült, vízmosáshoz hasonló árokban így zöld, sárga és vörös színű lávafolya-

sok láthatók. A barlang nevét a belső zónában kialakult utolsó elöntés különleges felszínének köszönheti: az egykor mélyebb szintről benyomuló lávanyelv felülete rózsaszíromhoz hasonló mintázatban kristályosodott ki. Máshol ilyen még nem figyeltek meg. A környéken számos más barlang található, nagy részük kényelmesen, alapfelszereléssel járható lávaalagút.

A Djúpihellir

A lávamező felkeresését megelőzően kellő információt gyűjtöttünk össze a területről. Bár a sziget barlangjairól olyan színvonalú monográfia létezik, amelyet még egyetlen más ország sem valósított meg, a színes fotókkal és térképekkel gazdagon illusztrált igényes kivitelű kétkötetes „*Björn-kódex*”, az *Islenskir Hellar* (Ízland barlangjai) sajnos csak izlandi nyelven került a könyvespolcra. Szerencsére a személyes információcseré és a GPS-koordináták megfelelő alapadatok voltak a kutatás megkezdéséhez.

A térképezésre kiválasztott egyik terepi helyszínünk a *Djúpihellir*. A bar-



KISLEXIKON

Palagonit: bazaltos összetételű vulkáni üveg hidratált átalakulási terméke. Általában a magma és víz kölcsönhatása során keletkező üveges vulkáni törmelék nedves, savas és meleg közegben történő lassú átalakulása során keletkezik. Nevét a szicíliai Palagónia közelében először leírt ilyen kőzetekből álló dombokról kapta.

ÜREGRENDSZEREK – SOKSZÖGVONALAK KÖRÉ ÍRVA

A föld alatti természetes üregrendszerek – a barlangok – térképezése a *bányamérstan* alapjaira támaszkodik. A föld alatti természetes képződmények és mesterséges létesítmények kívülről egyaránt láthatatlan, szabálytalan térbeli elrendeződésű üregrendszerek. Feltérképezésükkel teljes kiterjedésükben „kifordíthatók”, láthatóvá és áttekinthetővé tehetők. Ehhez az alakzatok sarokpontjait szakaszokkal kötjük össze, és minden szakasznak megmérjük a hosszúságát, az északkal bezárt szögét, illetve dőlésszögét. Ennek maig legfontosabb eszköze a *függőkompassz*, ismertebb nevén a *bányakompassz*. A kompassz a mágneses északi iránnyal bezárt szöget méri, a barlangok felmérésében ez a legelterjedtebb, nagy pontosságú műszer.

Az így kapott adatokból egy *sokszögvonalrendszert*, egy *poligont* szerkesztünk meg. A helyszínen erre a gerinchálózatra rajzoljuk fel a kontúrokat és a terepre jellemző, jelkulcs-készlettel stilizálható morfológiai jegyeket (kitöltés, lejtéviszonyok, képződmények stb.). Maga a térkép leírástázása, véglegesre rajzolása és számítógépes feldolgozása már irodai körülmények között történik.

langról korábban az angol Shepton Mallet Caving Club készített térképet, de ezek a felmérések a jelenlegi kutatásokhoz nem elég részletgazdagok. Számos ország geológusa és geomorfológusa folytat különféle vulkanológiai kutatást Izlandon – felméréseink részben nekik készültek. Térképezési munkánk célja az volt, hogy a morfológiai szempontból érdekes barlangokról kelő részletességű térkép készüljön. A Björn-kódexben ugyanis a Shepton-féle térképek vannak, amelyek igen vázlatosak. A mi térképeink 1:100-as méretarányúak, tehát bőven „fér beléjük információ”!

A bejáratnál mindenekelőtt GPS-alappontokat kellett kialakítanunk, amelyből a poligonhálózat felépítését megkezdhattuk. Ezt követte a geodéziai felmérés. A felszakadás peremén létrehozott bázispontokról teodolittal mértünk be a barlang bejáratí termébe,

majd a terem jellemzőbb sarokpontjainak adatait rögzítettük mérésekkel. Mivel a belső zónák csak nagy körütekintéssel járhatók, az igazában a nyílt terepi szintezésre való teodolitot nem volt célszerű tovább használni. Ezért átváltottunk a függő-, azaz *bányászkompasszal* való felmérésre.

Drága műszerek – életveszélyben

Am a bányászkompasszos felmérést megkezdve sorra jelentkeztek a bevezetőben említett problémák. Ahogy a tíz méter hosszúságban kifeszített mérőszinóron végigtoltuk a műszert, azon szélsőséges, csaknem 100 fokos eltérések mutatkoztak. Normális esetben ez az érték fél foknál nem lehet nagyobb. Nyilvánvalóvá vált, hogy a rendkívüli eltéréseket a bazalt nagy vastartalma okozza. Vissza kellett térni tehát a teodolit használatához. Ezt a műszert azonban nem ilyen körülményekre ter-

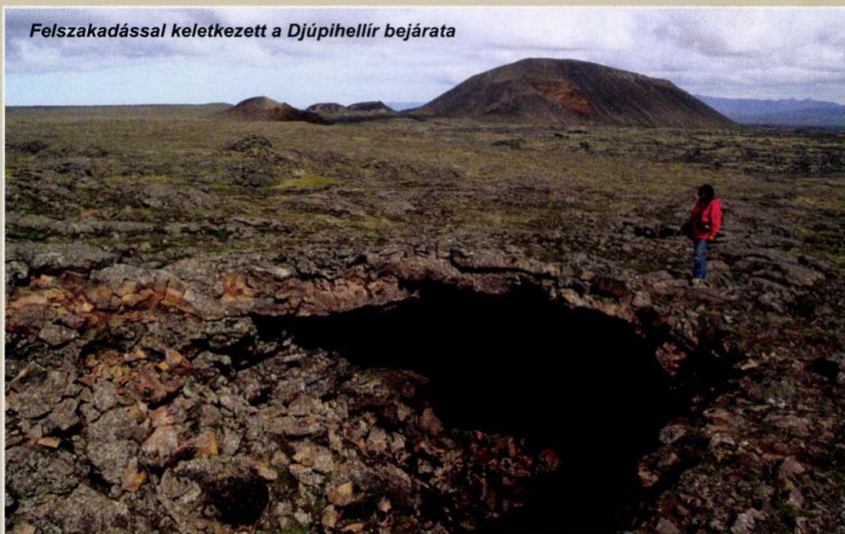


veztek. Betonozott felületen vagy erdei talajon könnyen használható stabil mérőállomás alakítható ki vele. Itt, az ingatag kötömbökön szabadon mozogni is életveszélyes, nemhogy egy félmillió forintos „hímes tojással”. A barlangi fotóssal ellentétben ugyanis a barlangterképész lusta ahhoz, hogy a ketyeréjét 10 méter megtétele miatt rendre összecsomagolja. A sziklás aljzaton állandósított pontot létrehozni ugyanakkor nem könnyű feladat. A műszer labilis talajra támaszkodó lábai mintha még mozgó lávaáron állnának – azok általában a mérés megkezdése előtt halk roppanással engedtek a nyomásnak.

A szűkebb szakaszokon – amelyek csak kúszva járhatók – a mágneses alapú műszer maradt az egyetlen fegyverünk. A módszernek azonban hasonlitania kell a teodolitos, azaz a szögművelés mérésén alapuló technikához. A mágneses anomália az egy ponton történő mérésnél ugyanis nem okoz akkora szögeltérést, ezért a két szakasz egy pontból való bemérése azonos mágneses hatás alatt végezhető el. Így már bemérhető a szögművelés, amelyet itt egy kis kézi irány- és lejtésmérő műszerrel, a távolságot pedig lézeres távmérővel határoztuk meg. A helyenként mindössze 40 centiméter magasságú, kanyargó járatban csak fekvő lehetett mérni. Az aljzat felszíne pengeéles redőzetbe fagyott láva, a mennyezetet farkasfogszerű sztalagmitok borítják, így az ember máris két egymás felé fordított sajtreszelő között érezheti magát. A könyöklés és a térdelés hamar könnyeket csal az ember szemébe – de nem az örömtől.

A térképezés egyik külön attrakciója

Felszakadással keletkezett a Djúpihellir bejárata



volt a felső szint megközelítése. A feljáróba egy hevenyészett kötéllel volt beépítve, ám az az egyedül végzett munkaszakaszban nem tűnt biztonságos segédeszköznek. Szükségessé vált ezért, hogy a háromméteres alumíniumlétránkat a helyszínre szállítsuk. Ez a feladat szélcsendben nem okozott volna bonyodalmat, de a 120 kilométeres orkánban véres küzdelem volt a barlangig eljuttatni.

A felmérés három napig tartott, ez alatt a Djúpihellirt 185 méteres hosszúságban sikerült feltérképezniünk. Az elkészült alaprajzi poligonra rákerült a barlang kontúrja, a járatot kitöltő omladék és egyéb, a talajon megfigyelhető képződmények – például lávacsatornák, színlők stb. A hossz-szelvényen megfigyelhetők az egymástól elkülönülő szintek és az azokat összekötő átjárók és kürtők.

A Grjótagjá hasadékában

A *Myvatn-tó* (jelentése: *szűnyog*) közelében várt minket expedíciónk második felméréndő barlangja, a *Grjótagjá* ('Sziklahasadék'). Ez a barlang a nagyobb hasadékbarlangok közé tartozik egy nagyobb teremmel. A termen azonban nem lehet átkelni, mert – a vulkáni utóműködés jeleként – több mint 40 Celsius-fokos víz tölti ki (lásd nyitóképtünk – *A szerk.*). Térkép még egyáltalán nem készült róla.

A területre éjszaka érkeztünk, és mivel az eltelt néhány hét alatt az éjszakák meghosszabbodtak, már a nap is több órára a horizont alá bukkott. A kékes derengésben jól láthatóvá váltak a lávamező gőzkitörései. Szinte mindenhol kisebb nagyobb repedések húzódtak a töredezett lá-

vával borított talajon, egyik-másik alján ott csillogott a forró vízfelszín.

A Grjótagjá kialakulása a *Krafla-vulkán* közelmúltban lezajlott kitörésének köszönhető. A felfokozódott vulkáni tevékenység hatására a mélyben elszórtan több magmakamra is kialakult. A kamrák – attól függően, hogy mekkora energia halmozódott fel bennük – vagy kitörési központot hoztak létre, vagy lassan visszahűtek. Területünk egy ilyen kihűlt magmakamra fölött keletkezett depresszió, amely az összehúzódó kőzet hatására alakult ki. Az ívelt mélyedés peremén egy majdnem 10 méteres függőleges elmozdulás jött létre, a megbillenő bazalttrétegek alatt pedig egy járható üregrendszer született. A nagy mennyiségű csapadék és a még mindig forró közettest kölcsönhatására a mélyben jókora mennyiségű gőz képződik, amely vagy természetes úton tör a felszínre, vagy mélyfúrások útján juttatják az erőművekbe. Egy ízben egy ilyen fúrás katasztrofális kitörést okozott, mert egy magmakamrát ért el. A földhő a geotermikus vizeket a felszín közelébe emeli és azokat 40–70 Celsius-fokos hőmérsékleten tartja.

A megbillent kőzetlap mentén 6–8 méter mély nyílt hasadék mutatja a barlang elhelyezkedését. A kőzetlap alján több nyíláson át is be lehet bújni az alá, tehát az üregrendszerbe. A térképezést elsőre GPS-es méréssel kezdtük, ezzel kirajzolódott a nyílt hasadékrendszer. A bejáratoknál létesített alappontokhoz rendeltük hozzá a barlang első alappontjait, teodolitos felméréssel.

A barlang első termei szinte ideális geodéziai mérőterepnek bizonyultak. A leszakadt kőtömbök több helyen is egye-

nes hátukkal felfelé heverték az aljazaton, biztonságos terepet szolgáltatva a műszer felállításához. A 40 Celsius-fokos víz jövöltából kellemes meleg volt, a besütő nap pedig otthonos fénybe burkolta a termeket. Így viszonylag könnyen sikerült a legfontosabb kiindulópontokat létrehozni a további mérésekhez.

Beljebb haladva már szélsőséesebb körülmények között, csak a kéziműszeres módszerrel tudtunk dolgozni. A kellemetlenül éles sarkos kőtömbök között áthaladni fájdalmas mutatvány, kiváltképp úgy, hogy a nagy meleg miatt kénytelenek voltunk néhány ruhadarabtól megszabadulni. A belső tavak nagy részét a kőhidakon és –tömbökön keresztül „könnyen” megkerülhettük. Amúgy se lett volna gusztusunk belemerülni, mert azokban melegkedvelő kocsonyás szürke algatelepek lengedeztek. A bejárattoktól távolabb eső belső termekben ott, ahol a légáramlás is lelassul, „trópusi” kábító meleg gőzben mértünk. Minden elázott és bepárasodott. Valamennyi megpróbáltatásért kárpótolt azonban a barlang egyedisége: a belső fekete termek falait az Univerzum csillagaiként borították a hófehér *gipszkristályok*.

A barlang teljes felmérését nem sikerült befejezni, mert az utolsó tavon csak csónakban ülve folytathattuk volna a munkát. A 40 Celsius-fokos vízben néhány percnél hosszabb időt ugyanis nem lehet eltölteni a szívinfarktus és az ájulás veszélye nélkül.

Információcsomag

A felmérésekből – hazaérkezve – poszterhez hasonló térképi anyag készült. A térképlap tartalmazza a barlang alaprajzát a megfelelő jelkulcsi elemekkel, a hossz-szelvényt, amely a barlangjáratok jellemző függőleges és vízszintes kiterjedését mutatja be. Kiegészítésként néhány kereszt-szelvény szemlélteti a járatok főbb szelvénytípusait.

Az informatív térkép további lényegi eleme a rövid szöveges bemutató, amely tartalmazza a barlang elhelyezkedését, keletkezésének körülményeit és bejárási útmutatóját. Fontos lehet egy helyszíni térképkivágat és néhány fénykép a barlang jellemző részeiről. Az így kézbevert térkép egyszerre jelent egy olyan információcsomagot, amilyenhez a legtöbb esetben csak több forrás felkutatásával juthatunk.

SZABÓ ZOLTÁN