

NAGY TERÜLETET LEFEDŐ KARRVÁLYÚRENDSZER STRUK- TÚRÁJÁNAK ELEMZÉSE

SZUNYOGH GÁBOR*- LAKOTÁR KATALIN*- SZIGETI ILONA**

*Berzsenyi Dániel Tanárképző Főiskola, Természetföldrajzi Tanszék, 9700.
Szombathely, Károlyi Gáspár tér 4. POB. 170

**8200. Veszprém, Kőhid u. 2.

Abstract: All karren forms of a 500 m² rock surface area in Totes Gebirge were measured with map-board method, in 1:25 scale by the authors. The purpose of this work was to find the regularities of different karren formations in their situation compared to each other, to recognize and explain their effects for each other, to make a morphometric basis of limestone area of provenance and to make a clear picture about different forms of high-altitude karst in Totes Gebirge.

The examined territory was divided 20 pieces 5x5 metres square sections for measurement. All these sections were covered with a net which had 0.5x0.5 meter wide parts. Everything was drawn to scale and correctly which could be seen in one part. All the karren forms were shown without deformation on the final map (A/0 size).

After using this map the following results were found: the structure of drainage on this territory; the area of each forms; regularities of so-called type I rinnen and the rillens joined to rinnens; basins without through channel; pipes to lower part of limestone and aqueous territories which are the final part of drainage.

Quantitative analysis were used in the examination of characteristic forms of rinnens and regularities of their development were determined.

The so-called leaf-shaped or fan-shaped karren was separated as a new karren form. These are apparently not too important forms, but they have very important part in development of bigger forms.

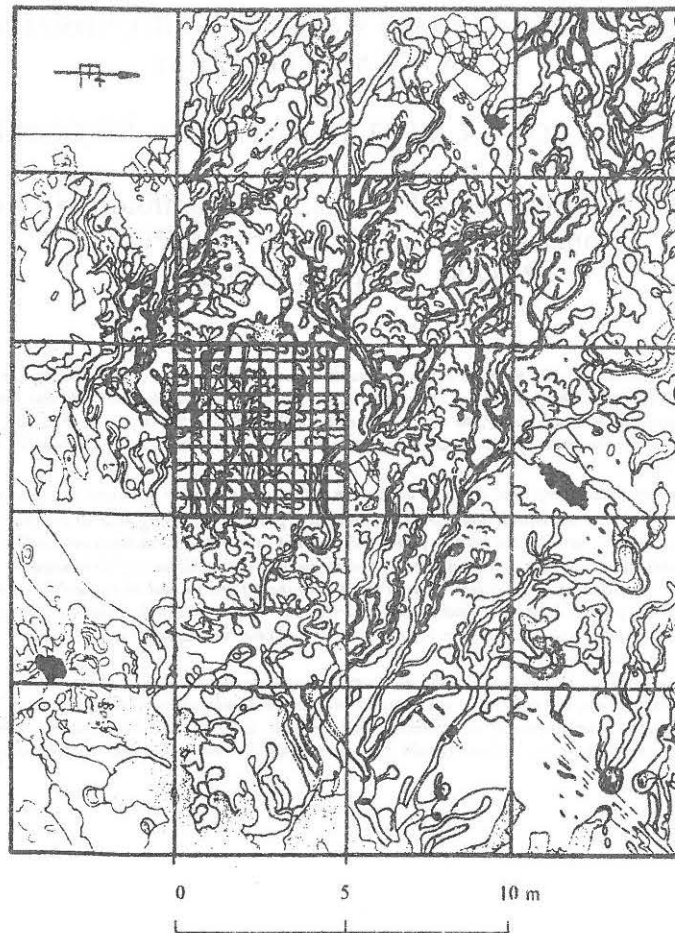
The causes of development of multichannel rinnens, islands and bifurcations were explained. The morphometric analysis of other small forms (pipes, basins, stepped karrens) of examined territory was also made.

Bevezetés

Előzmények

A Berzsenyi Dániel Tanárképző Főiskola Természetföldrajzi Tanszékének karsztkutató csoportja 1993 óta rendszeresen végez komplex karsztmorfológiai vizsgálatokat az ausztriai Totes-hegységben. E munkacsoporton belül mi a karros képződmények részletes (1:10, 1:20, 1:100 méretarányú) térképezésével és grafikus megjelenítésével foglalkoztunk. Kutatásaink első két-évében egyedi formaelemek felvételét végeztük, melynek célja a totesi területen előforduló jellegzetesebb karrtípusok grafikus dokumentálása, szemléltetési célokra ill. morfometriai vizsgálatok megalapozása érdekében. Az 1995-ös és 1996-os években (a Widerkar-csúcs közelében) viszont már egy nagy, mintegy 500 m²-es terület komplex feldolgozását végeztük el, amennyiben egy 20x25 méter kiterjedésű mészkőfelszín valamennyi karsztos képződményét felmértük és térképen ábráztuk. Célunk az volt, hogy:

- térképünkkel lehetőséget adjunk különböző karros képződmények egymáshoz viszonyított helyzetében mutatkozó törvényszerűségek feltárására, egy-



1. ábra. A részletpont-felvételt szolgáló hálózat
Figure 1: The network for measurement of sections

- másra gyakorolt hatásuk felismerésére és értelmezésére;
- megalapozzuk a mészkő lepusztulási folyamatának kvantitatív (morfometriai) jellemzését;
 - olyan oldalról világítsuk meg a karrosodás folyamatát, amelyet mindeddig (ilyen nagy terület egyidejű áttekinthetőségének korlátozottsága miatt) nem lehetett megtenni, így szolgálva e folyamatok újabb mozzanatainak felismerését;
 - szemléletes képet adjunk a Totes-hegységben még nem járt érdeklődőknek a magashegységi karsztosodás e különös alakzatairól.

Jelen tanulmányban beszámolunk a felmérés menetéről és a térkép értelmezéséről.

A felmérés módszere



2. ábra. Az alkalmazott jelek kulcsa
 Figure 2: The used codes

A térképezendő területet 20 db 5×5 méteres négyzet alakú szelvényre osztottuk. A négyzetek sarkát a mészkőbe süllyesztett, M4-es csavarokkal megjelöltük, helyüket geodéziai módszerekkel bemértük. E csavarok közé 5×5 méteres, 0,5 méter szemnagyságú hálót feszítettünk ki, mely a részletpontok felvételéhez nyújtott bázisvonalakat (1. ábra). Egy-egy 5×5 méteres terület térképét közvetlenül a helyszínen, gyakorlatilag végleges formába öntve, A/4-es milliméter-papírra rajzoltuk, éspedig M=1:25 léptékben. Pontosan, mérethelyesen mindent felvettünk, ami egy-egy hálószebenben látható volt. Szükség szerint mérőszalaggal kiegészítő méréseket iktattunk be, bár az esetek többségében elegendő pontosságot érthettünk el a hálószegek oldalai-

hoz viszonyított becsléssel is.

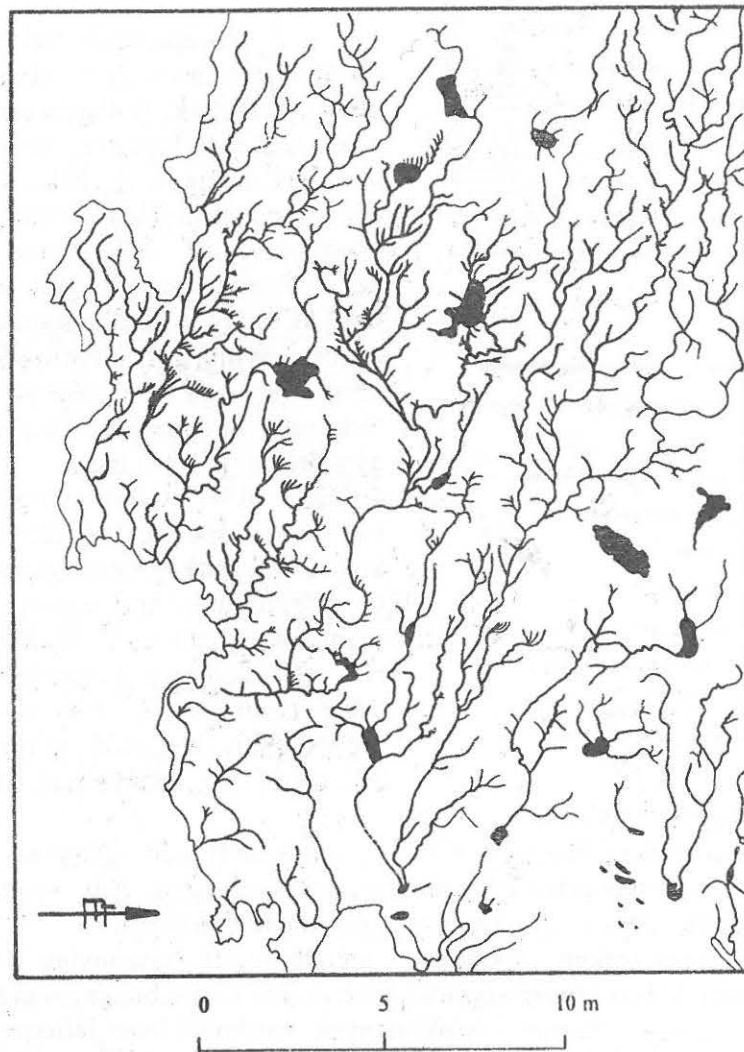
A teljes térkép felvétele kb. 240 munkaórát vett igénybe, melyet mintegy 50 irodai munkaóra követett, amikor is egyetlen, A/0 méretű pauszon egyesítettük a részletrajzokat, és megformáztuk térképet.

A végleges térkép (tekintélyes mérete miatt) viszonylag nehezen kezelhető, ezért A/3-as lapokra bontva atlasz-szerű kivitelben is megjelentettük. Alább viszont a karros képződmények struktúrájának jellegzetesebb elemeit önállóan, (a többi elem zavaró hatásától mentesítve) a térképből külön kiemelve mutatjuk be.

Az alkalmazott jelkulcs igazodik a karsztkutatásban szokásos jelekhez, de néhány, speciális képződmény dokumentálásához különleges jelekre volt szükség (2. ábra). Valamennyi vizsgált karrforma torzítás mentesen került bemutatásra.

A vizsgált terület általános jellemzése

A terület vízhálózatának szerkezete



3. ábra. A terület vízhálózatának szerkezete
Figure 3: The structure of drainage on the territory

A 3. ábrán a terület vízhálózatának szerkezete látható. A bemutatott térkép tulajdonképpen a karrvályúk rendszerének „csontváza”, amennyiben nem tűnteti fel, hogy az egyes formaelemek milyen kiterjedésűek, hanem csak legmélyebb pontjaikat összekötő vízgyűjtő-vonalait ábrázolja.

Vastag vonallal az u.n. I-es karrvályúk nyomvonalát jelöltük. A vékony vonalak az I-esbe csatlakozó alsóbbrendű karrvályúk.

A fekete foltok átvezető csatorna nélküli medencéket tükröznek, melyek több bevezető, de csak egyetlen elvezető csatornával rendelkeznek. Ha valódi folyóvizek hálózatához hasonlítanánk a karrvályúk szóban forgó rendszerét, akkor e medencék átfolyásos tavakként lennének értelmezhetők.

A 3. ábrán szürkével jelölt területek a mészkő mélyébe vezető kürtőket mutatják. Figyelemre méltó, hogy e kürtőkhöz vagy egyáltalán nem, vagy csak elenyésző számban vezet karrvályú. E kürtők tehát a vízhálózattól bizonyos mértékben függetlenül fejlődhetnek, különben összeköttetés lenne közöttük. Elhelyezkedésükben bizonyos törvényszerűség megfigyelhető: a terület keleti (a dőlésirányt figyelembe véve alsó) részén nagyobb számban fordulnak elő.

A vályúhálózat nem izolált kürtőkbe, hanem a megfigyelt terület déli részén elterülő, növényzettel vastagon beborított (a 3. ábrán fehéren hagyott) „mocsárba” vezet. E vizenyős terület tehát a vízhálózat végső befogadójaként működik.

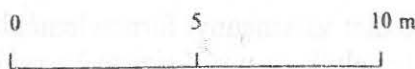
Figyelemre méltók a csatornába kapcsolódó kis erecskék („forráspatakok”). Ezek az u.n. levélkarrok nyomvonalai (morfológiájukról alább lesz szó), melyek - feltételezésünk szerint - központi szerepet játszanak a vályúhálózat kialakításában.

A 3. ábra alkalmas további, morfometriai vizsgálatok elvégzésére (pl. a hálózat rendűségének, magnitúdójának és vízfolyássűrűségének meghatározására, vagy fraktál-tulajdonságainak feltárására, stb.)

Az I-típusú vályúhálózat áttekintő térképe

A 4. ábrán a terület valamennyi formaelemét bemutató térkép megfelelő befeketéssel kiemeltük az u.n. I-típusú karrvályúk rendszerét. A fentebb adott hasonlatot tovább fejlesztve: az I-típusú vályúk alkotják a karrképződmények rendszerének „törzsét”.

E csatornák 20–60 cm széles, 30–80 cm mély, U-keresztmetszetű vályúk. Szélességük változó ugyan, de fokozatos kiszélesedés nem jellemző rájuk (ami pedig a valódi folyóhálózatok általános törvényszerűsége); az összefolyási pontok alatt (ahol pedig nyilvánvalóan több vizet szállítanak) szelvényük nem bővebb. Különös tulajdonsága az I-típusú karrvályúknak az is (amint az a 4. ábra alapján is érzékelhető), hogy felső végük soha sem keskenyedek el, hanem az alsó szakaszaikra is jellemző teljes szélességet kialakító félkör alaprajzú völgyfőben záródnak. Ez alátámasztja azt a feltételezésünket, hogy az I-es karrvályúk kialakulásuk után rögtön végleges formájukat felvéve, hátravágódással keletkeznek. Ezen hipotézis szerint az I-es



4. ábra. Az I-es típusú karrvályú-hálózat áttekintő térképe
 Figure 4: The index map of type I rinnen

vályúk gyakorlatilag csak felső végükön, az említett félkör alakú völgyfőben fejlődnek, többi részükön a további bővülés csak alárendelt, ill. csak a II-es és III-as vályúk kifejlődésére korlátozódik. (Karros térszíneken azonban ettől eltérő mechanizmus is vezethet vályúképződéshez. ZENTAI Z.-HORVÁTH E. T. (1995) a Totes Gebirge egy másik, az általunk vizsgátnál lényegesen meredekebb területén a lejtés irányába bővülő csatornákat is megfigyelt).

Az I-típusú karrvályúk talpán szinte kivétel nélkül mindig találhatunk u.n. III-as típusú vályúkat is, amik tulajdonképpen téglalap keresztmetszetű, 1-2 cm széles, 5-10 mm mély, kicsiny, gyakran kanyargó, fiatal vízvezető-csatornák. Az I-es vályúkban előfordulnak II-es csatornák is, melyek 5-10

cm szélesek, 5-20 cm mélyek, és szintén U-alakúak, de (értelemszerűen) sokkal kisebbek, mint az I-es vályúk.

Amint a 4. ábra alapján is érzékelhető, az I-es csatornák a terület fő vízlevezető vonalai. Helyzetükre egy ÉÉNy-DDK irányultság jellemző. Ez az irány nem esik egybe a terület Ny-K-i helyzetű dőlésirányával, tehát az I-es csatornák áldőlésben vezetnek. Nyomvonalukra jellemzőek az éles törések, derékszögű kanyarok. A kanyarok eredményeképpen az I-esek irányultságában így bár alárendelten, de egy KÉK-NyDNy összetevő is megjelenik.

A 4. ábrán feltűnő, hogy némelyik I-es karrvályú igen határozottan kanyarog, ill. félkör alakú kiöblösödések sorozata képezi oldalát. (Ez utóbbiak is a hátravágódás hipotézisét támasztják alá: a kiöblösödések fejlődésében megrekedt hátravágódás-kezdemények.)

Látható, hogy a víznyelőkürtőkbe torkolló csatornák sokkal rövidebbek, mint a mocsaras terület vízgyűjtőjéhez tartozó csatornák. Ennek magyarázata is visszavezethető az I-es csatornák hátravágódására: a szóban forgó kürtők viszonylag fiatalok (vagy legalább is kevesebb ideje képesek kellő mennyiségű vizet elvezetni), és a belőlük hátravágódó karrvályúk kifejlődésére még viszonylag kevés idő állt rendelkezésre. Ha az I-es vályúk mérete kapcsolatban állna az általuk szállított víz hozamával, akkor a hosszabb vályúknak nagyobb keresztmetszetűeknek kellene lenni. Márpedig, amint a térkép mutatja, a rövid (tehát kis vízgyűjtőjű) vályúk átlagos szélessége és mélysége a hosszú, nagy vízgyűjtőjű vályúkéival nagyjából megegyezik.

A teljes vízvezetőhálózat térképe

Az 5. ábrán kiemeltük mindazokat a karos képződményeket, melyek valamely vízvezetőhálózat részét képezik: kürtöket és növényzettel lefedett vízgyűjtő területeket, az I-es karrvályúkat a hozzájuk kapcsolódó, több méter hosszú (morfológiájuk alapján II-es karrvályúk csoportjába sorolható) mellékágakat, az u.n. levélkarokat és a levezető csatornával rendelkező kamenyicákat. A képződmények e teljes hálózatának rajzolata olyan benyomást kelt, mintha a csatornák robbanásszerűen futnának-terjednének szét, és most e „robbanás” egy pillanatnyi helyzetét látnánk.

Valamennyi formaelem közös tulajdonsága a lekerekítettség: nem találhatók fokozatosan elkeskenyedő vízgyűjtő barázdák, hanem csak széles, kerekded formájú medencékből vagy negyed-gömbökből összeálló mélyedések.



5. ábra. A teljes vízvezetőhálózat térképe
 Figure 5: The map of drainage on the territory

Meglepő, hogy a köztes (az 5. ábrán befeketéssel nem kiemelt) területek semmiféle morfológiai kapcsolatot nem mutatnak a karvályúhálózattal: nem látható közöttük „aktív” hidrológiai kapcsolat nyoma, azaz nem alkotnak közös, együttműködő hidrológiai rendszert. A köztes térszínre hulló csapadék vize nem a közeli csatornák irányába folyik, hanem a terület átlagos dőlésirányának megfelelően keletre. Nem találhatók továbbá vízválasztó gerincek sem az egyes csatornák között: a karvályúkat lapos „fennsíkok” választják el egymástól.

Az I-es és II-es csatornák oldalaiba (elsősorban kanyarulataiknál) hosszúkás, erősen elnyúlt ellipszisre emlékeztető medencék torkollanak.

Térképi megjelenésük szerint úgy illeszkednek a csatornák oldalaihoz, mint a fák levelei szárukhoz, törzsükhöz. E hasonlóság miatt levélkaroknak neveztük e karos kisformát. (Részletes jellemzésükre alább kerül sor). Feltételezzük, hogy e levélkarok preformálják a hátraharapódzó I-es és II-es csatornák nyomvonalát. Az 5. ábra alapján megállapíthatjuk, hogy e levélkarok irányultsága nem véletlenszerű, amennyiben irányuk minden esetben ellentétes a terület általános lejtési irányával (azaz a levélkarok „dőlésben felfelé” növekednek), tehát a csatornák hátravágódása valamilyen módon „érzékel” az átlagos lejtésirányt.

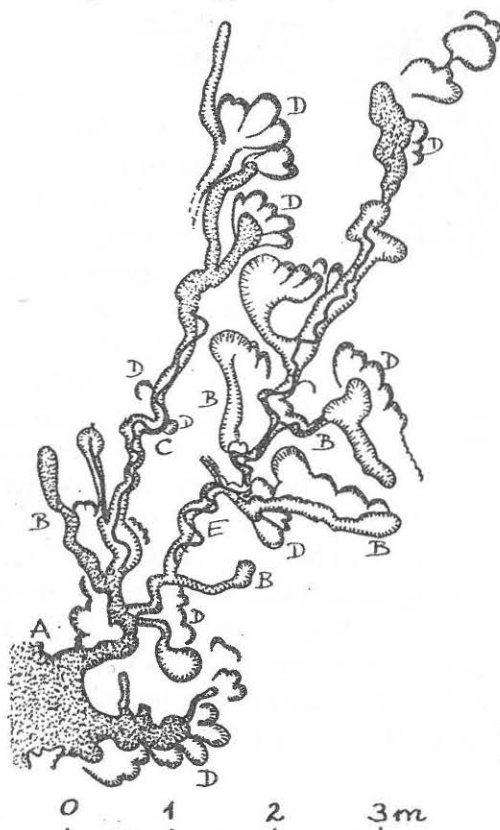
Jóllehet a karrvályúk a hozzájuk kapcsolódó képződményekkel együtt a terület igen nagy hányadát lefedik, mégis előfordulnak vályúszerű régiók. E tartományok viszont rendszerint egy vagy több kürtöt foglalnak magukba. Úgy tűnik, mintha a kürtök „taszítanak” a karrvályúkat.

(Legfeljebb a kürtő „saját” vályúja töri meg a kőzetfelszín egyenletességét.)

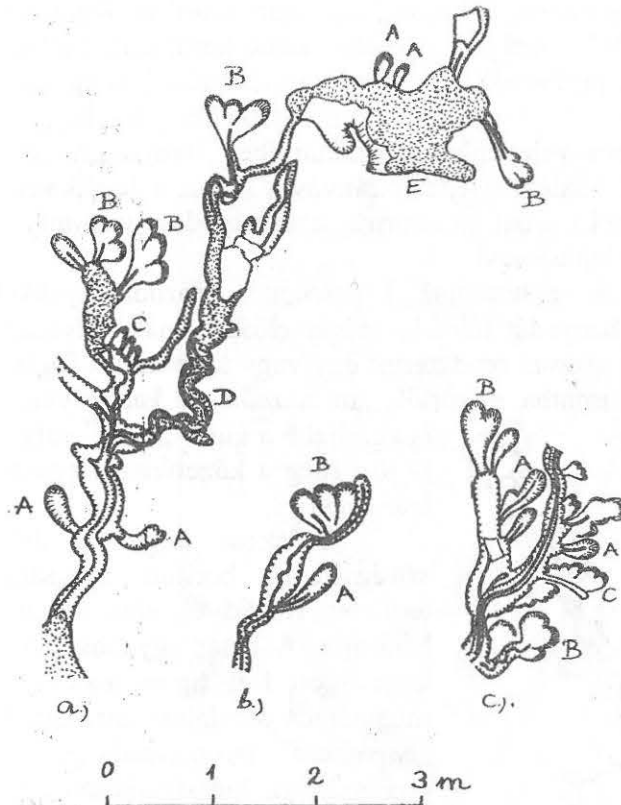
Érdekes, hogy a déli, növényzettel borított mocsaras területet rendkívül éles vonal határolja. A határ egy hosszában kettévágott I-es típusú karrvályú megmaradt oldalához hasonlít. E „partvonal” nyomvonala zezugos, számos, hierarchikusan egymásra épülő öböl tarkítja. Ez a körívekből álló cakkos perem is valami instabil, robbanásszerű hátrálás pillanatképét idézi. Mint-hogy ilyen peremvonal csakis a növényzettel vastagon beborított területek határán fordul elő, feltételezhető, hogy a partvonal hátrálásának okát elsősorban biogén tényezőkben kell keresni. (A növényzet feltételezett medenceformáló szerepének tudományos vizsgálata még várat magára).

A növényzettel benőtt zónából több felé a környező

(növényzetmentes) térszín magasságával egyező szigetek emelkednek ki. Peremük általában köríves bemélyedésekből áll: eltűnt I-es típusú karrvályúk



6. ábra. Egy tipikus karrvályú szerkezete
Figure 6: The structure of a typical rinnen



7. ábra. Néhány példa levélkarrok elhelyezkedésére
Figure 7: Some examples for lamellar karren

rogva-meanderezve halad. E főágakból 1–3 méter hosszú (B-vel jelölt) mellékágak válnak ki. Némelyek ezek közül különösebb elvékonyodás és elágazás nélkül (váratlanul) elvégződnek, többségük azonban u.n. legyezőkarrból álló völgyfőből ered. A főágak (és néhány mellékág) talpán u.n. III-as típusú csatornák kanyarognak-meandereznek. (Bár a meanderezésnek soféle válfaja van, jelen tanulmányban e kérdés behatóbb vizsgálatával nem foglalkozunk). Az I-es és II-es vályúk oldalához (D-vel jelölt) levélkarrok illeszkednek.

Levélkarrok, legyezőkarrok

A vizsgált terület formakincsének talán az egyik legmeglepőbb elemei a levélkarrok. Bár terepbejárás során ezek nem feltűnőek, mert a mély csatornák, medencék és kürtők markáns formái mellett szinte észrevétlenek

peremének maradványainak tűnnek. Izolált, rendszertelen elhelyezkedésük azonban inkább arra utal, hogy a növényzettel borított medencék biogén fejlődésének egy speciális változatát nyújtják.

A karrvályúk jellegzetes formakincse

Egy tipikus karrvályú szerkezete

A 6. ábrán egy átlagos karrvályú szerkezete látható. Torkolata a növényzettel borított (A-val jelölt) mocsaras területre esik, ahonnan (folyásiránnyal ellentétesen haladva) kb. 1 méterrel egy elágazáshoz jutunk. A két ág közelítőleg párhuzamosan, kanya-

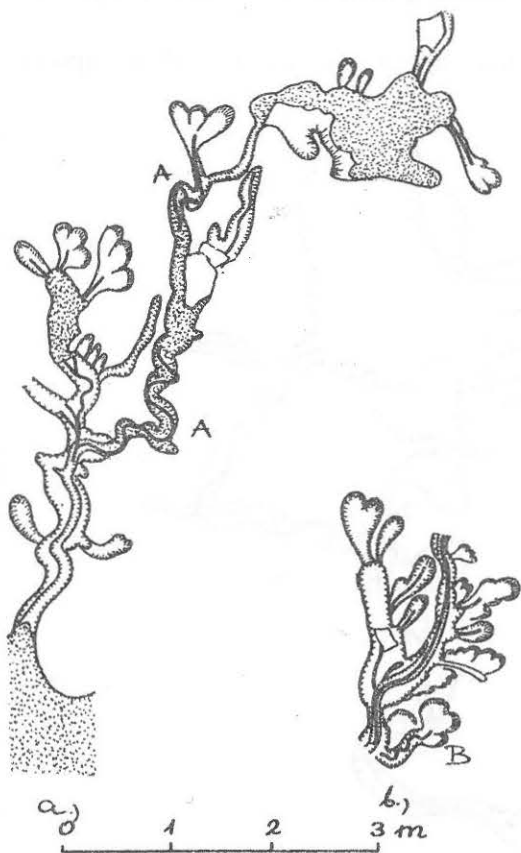
maradnak, de térképi ábrázolásuk nyomán kitűnik központi szerepük a karrvályúk kialakulása szempontjából (7. ábra).

A levélkarok hosszúság, 0,5–1 méter hosszú, 5–10 cm széles, lejtés-irányukkal ellentétesen kiszélesedő, erősen megnyúlt ellipszissel záródó mélyedések (a 7. ábrán A-val jelölve). Keresztmetszetük alakja széles teknő (U-alakú). Soha nem fordulnak elő sík talpú levélkarok (ezért nem téveszt-
hetők össze a saroknyom-karokkal). Köznapi életből vett hasonlaltal azt mondhatnánk, hogy olyanok, mintha fagylaltos kanállal kiemelték volna egy

hosszú csatornát a mészkő felszí-
néből.

A levélkarok gyakran csoportokban jelennek meg: ilyenkor szétnyitott legyezőre emlékeztetnek (a 7. ábrán B-vel jelölve). Sokszor láthatunk I-es karrvályúk pereme mentén sorakozó, szorosan egymáshoz tapadó levélkarokat is (a 7. ábrán C-vel jelölve).

A levélkarok genetikai jelentősége abban áll, hogy véleményünk szerint ezek preformálják az I-es és II-es csatornák nyomvonalát. Szerepük különösen jól látszik a 7/b. ábrán. A B jelű legyezőkarr jobb oldali „levele” kimélyült, és a hozzávető I-es karrvályú szerves folytatását alkotja. Feltehető tehát, hogy valamikor a szóban forgó I-es a még szimmetrikus (azonos levélmélységű) legyező tövénél végződött, majd a jobboldali levél mélyülése meghaladta a többiét, és mélyen bevágódva megadta a



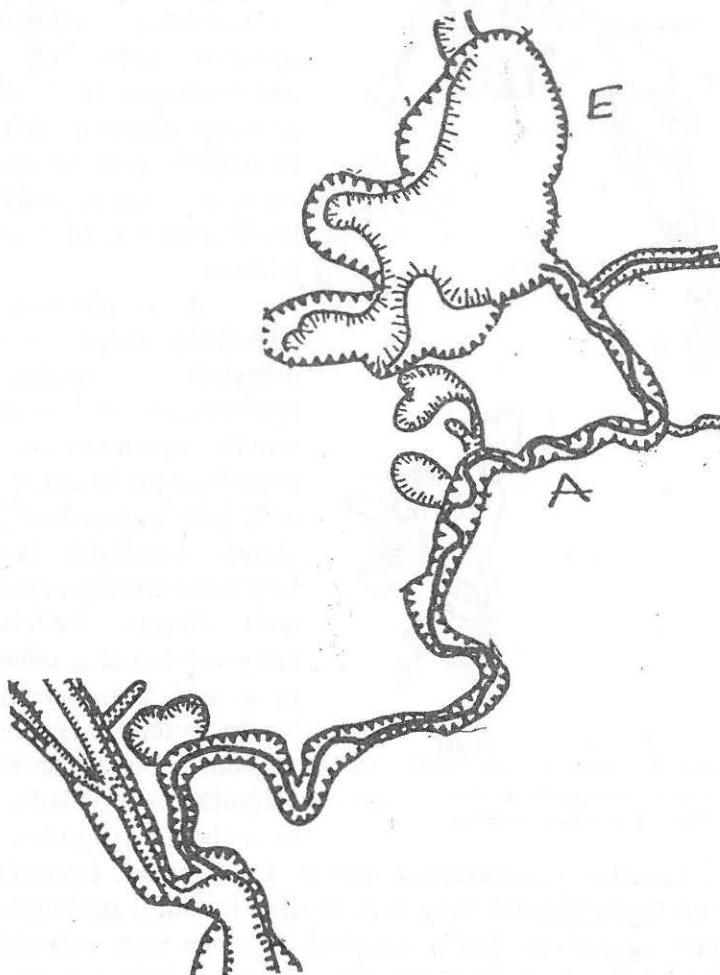
8. ábra. Kényszermeanderezés
Figure 8: Forced meandering

hátráló I-es következő szakaszának irányát. Ezen modell értelmében a 7/a. ábrán látható legyezőkarok még csak kezdeti fejlődési stádiumban vannak. Találni olyan legyezőkarokat is, amelyek esetében nem valamelyik szélső, hanem egy közbülső levélnél indult meg a hátravágódás, így ma a főcsatornának ugyanazon pontjához mindkét oldalról becsatlakoznak levélkarok.

A levélkarok genetikai szerepének fenti hipotézisét megerősíti az a megfigyelés is, hogy igen sok esetben az I-es (vagy II-es) karrvályú határozott kanyarulattal rendelkezik egy-egy levélkar becsatlakozásánál. Ez azzal magyarázható, hogy korábban ott egy kétlevelű legyezőkarr volt, amelynek egyik levele felemésztődött az I-es vályú hátravágódása során. Gyakoriak mind az egy-, mind a két-, mind a háromlevelű legyezők.

A csoportos levélkar az egyetlen olyan képződménytípus, amely mentén víz folyhat az I-es vályúkba peremükön (oldalvonalukon) keresztül. Az I-es csatornák u.i. általában éles pereműek, nem látszik rajtuk az agresszív víz lekerekítő hatása.

A levélkarok tengelyvonalában sokszor előfordul III-as típusú



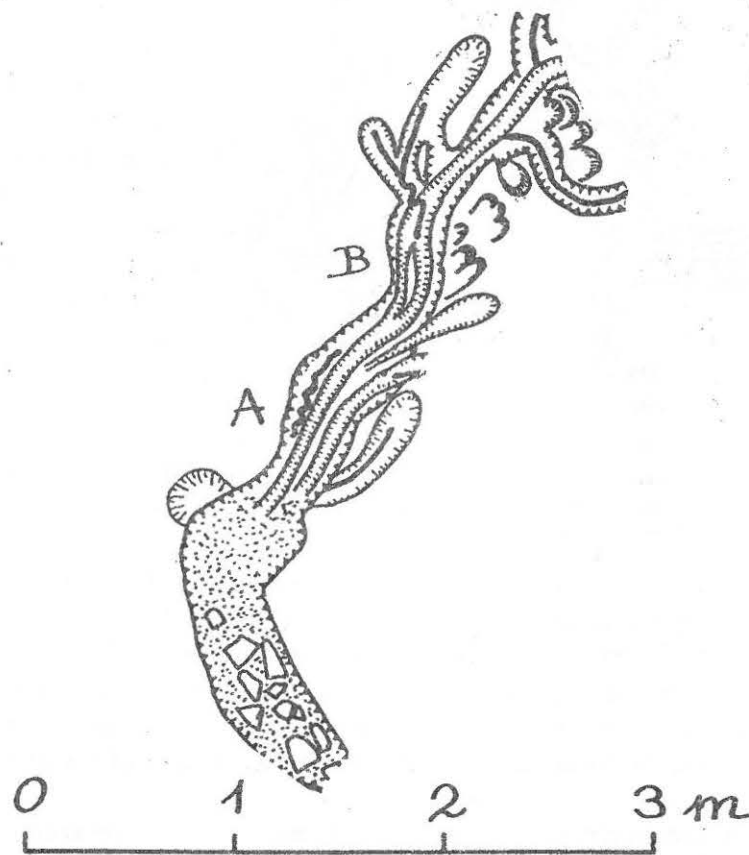
9. ábra. Szorított meanderezést végző III-as karrvályú
Figure 9: Pressed meandering type III rinnen

karrványú is, jelezve, hogy a levélkarrok jelentős vízszállítási feladatokat látnak el.

Karrmeanderek

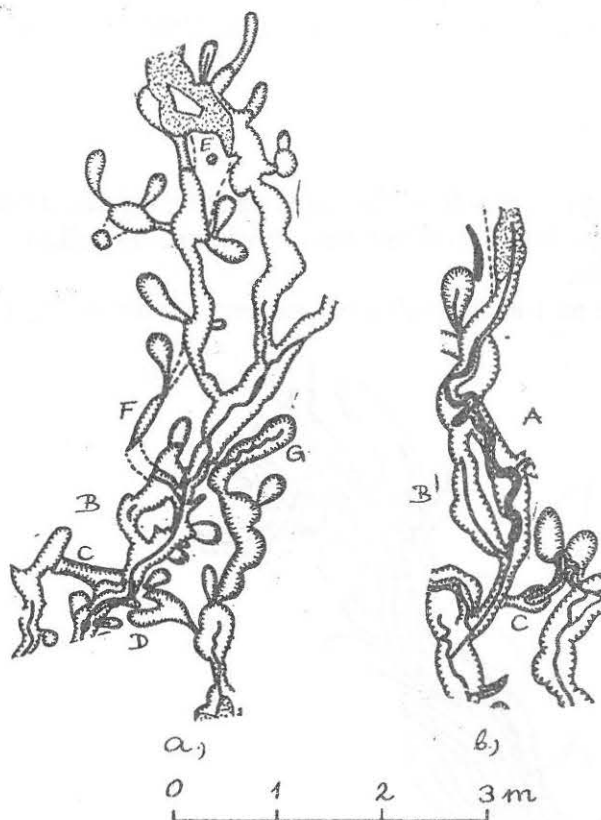
A karrványúk egyik legjellemzőbb tulajdonsága meanderezésük. Jelen tanulmányban a meanderezés kialakulásával nem kívánunk foglalkozni, csupán főbb típusait emeljük ki.

Előfordul, hogy maga az I-es karrványú meanderez. (A meanderezés



10. ábra. Többsatornás vályú
Figure 10: Multichannel rinnen

abban különbözik az egyszerű kanyargástól, hogy felismerhető rajta a kanyarulat-lesiklás jelensége, azaz mélyebb szinteken a kanyarulatok a magasabb szintiekhez képest eltolva helyezkednek el. Ilyen meanderkanyarulat ismerhető fel pl. a 6. és a 7/a ábrák D-vel jelölt szakaszain.



11. ábra. Bifurkációk, karr-szigetek
Figure 11: Bifurcations, karren islands

A meanderezés azonban elsősorban a III-as csatornák jellemzője. Attól függően, hogy meanderezés szempontjából milyenek szóban forgó III-ast magába foglaló csatornák, több típusuk lehetséges.

Ha az I-es karrvályú valamilyen oknál fogva kanyargott, akkor az alján kialakuló III-as szükségképp követi az I-es nyomvonalát, de annak kanyargása miatt meanderezésre kényszerül (8. ábra A-jelű szakasza).

Meanderező III-assal levélkarokban is találkozhatunk (lásd. a 8/b. ábra B-vel jelölt részét).

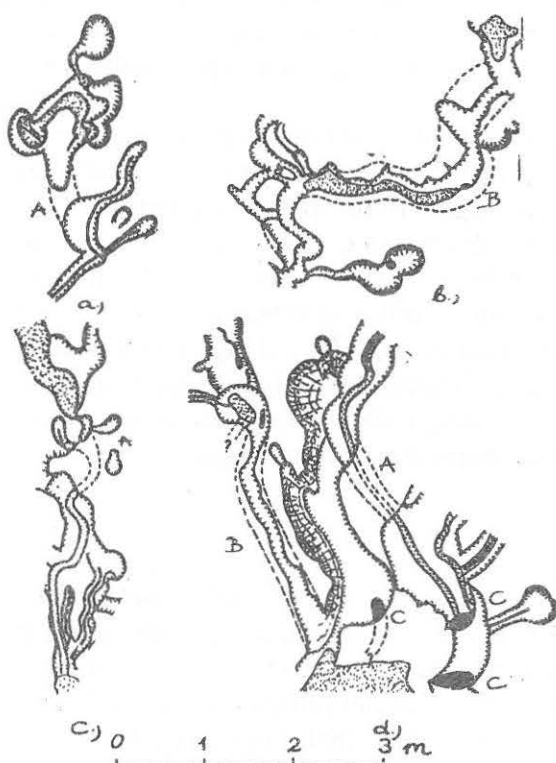
Ha az I-es karrvályú nem meanderez, hanem egyenes szakaszokból áll, akkor a III-as szorított meanderezést végez (9. ábra A-val jelölt szakaszán).

E meandertípusok szép együttesét mutatja a 11/b. ábra. Az A-val jelölt szakaszon az I-es karrvályú nem meanderez, hanem enyhe kanyarokat alkot csupán. Ennek belsejében jól fejlett szorított meanderezést végez a II-es karrvályú, melynek talpán kialakult III-as viszont kényszermeanderezést mutat.

A meanderkanyarulatok növekedésére-fejlődésére szép példát láthatunk a 6. ábra E-vel jelölt területén. E szakaszon az I-es enyhe kanyargással fejlődött ki, mely (kezdetben) értelemszerűen kényszermeanderezésre készítette a III-ast. A III-as meanderezéséhez szükséges feltételek azonban olyan kedvezőek lehettek, hogy nem maradt az I-es által „előírt” határok közé szorulva, hanem egyre nagyobb amplitúdával lengve túllépett az I-es peremén is.

A karrvályúk ritkán előforduló formakincse

Többcsatornás karrvályúk



12. ábra. Felszín alatti karrvályúk
Figure 12: Rinnens under the surface

Egy-egy I-es típusú karrvályúban rendszerint csak egy-egy II-es (vagy III-as) vályú alakul ki. Bár ugyan alárendelten, de találhatunk olyan I-es is, melynek talpába szorosan egymás mellett több II-es karrvályú is mélyült. Ilyen esetet mutat a 10. ábra. Mint látható, az A-jelű helyen két, kb. 10 cm széles II-es, és közvetlenül mellettük egy kb. 1 méter hosszú, meanderező III-as alakult ki. A 10. ábra B-vel jelölt szakaszánál pedig a II-es vályú ketté ágazik, és szigeteket alkot.

Szigetek, bifurkációk

Szigetképződés nem csak a II-es és III-as karrvályúk körében mutatkozik, hanem az I-es csatornák esetében is. A 11. ábrán B-vel jelölt

szakaszokon az I-es ketté ágazik, és hosszú, széles szigeteket ölel körül.

A szigetképződés a vályúk hátravágódásos fejlődésével hozható kapcsolatba. Több helyen megfigyelhető, hogy ugyanannak a vályúrendszernek két ága (hátrálásuk során) megközelíti egymást, sőt a fiatalabb belevág az idősebb, az adott területen már korábban hátravágódott csatorna oldalába, azaz bifurkáció alakul ki. Erre példaként szolgál a 11/b. ábra C-jelű pontja, ahol is egy legyezőkarr egyik, II-essé fejlődött, hátravágódó ága elérte egy másik vályú levélkarját, azaz behatolt ez utóbbi vízgyűjtőjébe. Kialakuló bifurkáció nyoma ismerhető fel a 11/a. ábra C-jelű szakaszánál is. Itt egy levélkar mélyedése köti össze két önálló karrvályú vízrendszerét.

Bifurkációt megelőző „pillanatot” örökít meg a 11/a. ábra D-jelű részlete is: mindkét oldalról egymás felé halad a hátravágódás.

Felszín alatti bifurkációk

A bifurkációnak egy igen különös: felszín alatti formájával is találkozhatunk. A 11/a. ábrán az E-jelű területen két I-es típusú karrvályú között a felszín alatt alakult ki széles, "felszín alatti I-es kapcsolat. Külön érdekessége, hogy egy kis aknán keresztül e rövid barlangocska kapcsolatban van a külszínnel.

A felszín alatti bifurkáció valamennyi karrvályú-típussal előfordulhat. A bifurkációt pl. I-es vályú valósítja meg a 11/a ábra A-jelű barlangja esetében. II-es típusú vályú teremt meg a földalatti összeköttetést a 12/c ábrán. A 11/a ábrán G-vel jelölt mélyedés vizét pedig egy III-as erecske vezeti a mészkő belsején át közeli I-esbe. Úgy tűnik tehát, hogy a bifurkációk kialakulásában nem érvényesül olyan fejlődési sorrend, mely szerint az I-es (vagy II-es) feltétlenül előbb kell kialakuljon, mint a III-as. Végül létrejöttek olyan földalatti járatok is, melyek a normális karrvályúk teljes hierarchiáját tartalmazták: a 12/d ábra A-jelű barlangja alapvetően I-es, de alján megszakítás nélkül folytatódik e csatorna "normális" részén megjelenő II-es.

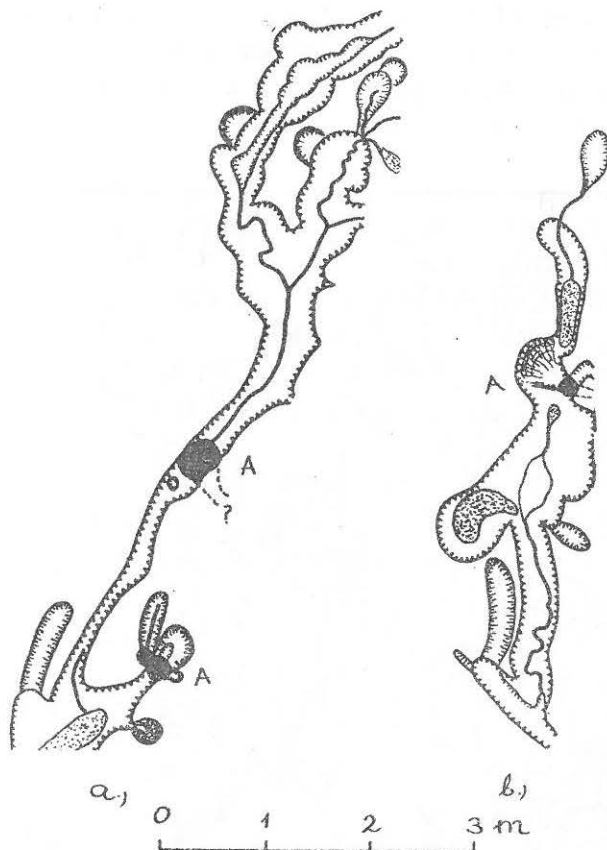
Karrbarlangok

Az I-es csatornák egy része „szakadékdolinákra” emlékeztet, amennyiben teljes hosszukban kapcsolódnak a külszínhez, de a kapcsolódási vonal sok esetben (a vályú szélességéhez képest) igen keskeny (12/b és 12/d ábrák B-jelű részein). Keresztszelvényük lefelé öblösödő jelleget mutat. Kialakulásukról több hipotézis is napvilágot látott: előfordulhat, hogy egy felszín alatti csatorna mennyezetének átfűrészselődésével, esetleg beomlásával jöttek létre (VERESS, 1995), de nem lehetetlen, hogy a vályú mélyülése egy tágulási folyamattal járt együtt. Az előbbi mellett szól az a megfigyelésünk, hogy a felszín alatti járatok nem ritkán kis kürtőkkel a külszínhez kapcsolódnak (11/a ábra E és F-jelű zónáiban). Elképzelhető, hogy e kürtőcskék az oldódás hatására kitágultak, végül kiterjedtek a fedett vályúszakasz teljes hosszára.

A karrvályúk mélyülésükkel együttjáró kiszélesedésüket támasztja alá az, hogy az I-es vályúk más területeken is gyakran áthajló oldallal rendelkeznek, tehát a mélyülést kísérő bővülés nem idegen az I-es típusú csatornáktól.

A karrbarlangok csoportosításával és kialakulásuknak a fenti elgondoláson kívül szóba jövő változataival részletesen VERESS (1995) tanulmánya foglalkozik.

Mélységi lefejeződések



13. ábra. Karrvályúk mélységi lefejeződése
Figure 13: Abyssal capture of rinnen

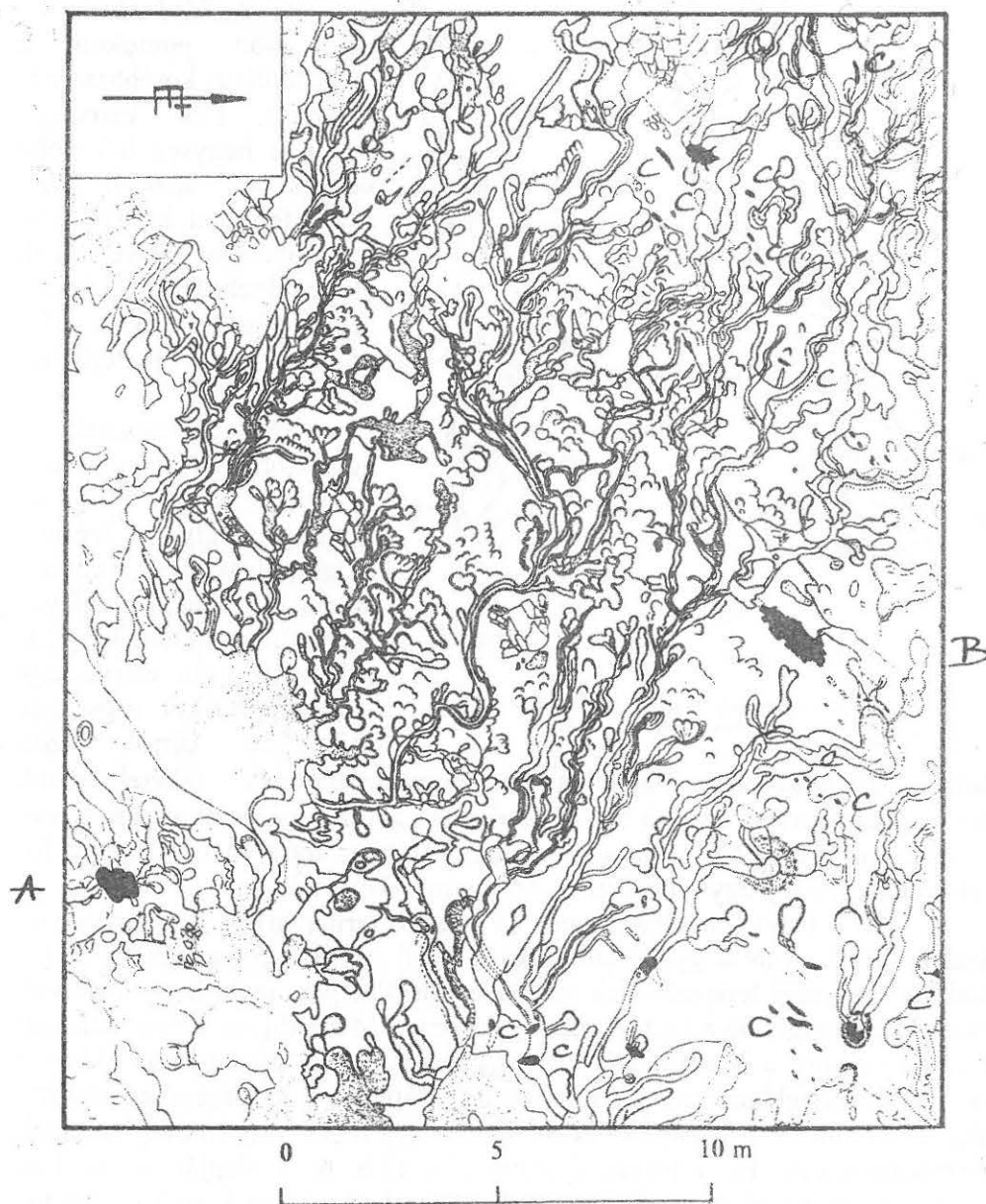
Egy-egy karrvályú vizének „különleges” elvezetési módja a csatornák mélységi lefejeződésével történik. A 12/d ábrán C-vel jelölt pontokon a (feltehetőleg) korábban már kialakult I-es karrvályú talpán a hegység belsejébe vezető ún. karrvályú-víznyelő fejlődött ki, amelybe a csatornában folyó vizek elnyelődnek. Hasonló jelenséggel állunk szemben a 13. ábrán A-val jelölt területeken.

Keletkezésüknek egy kézenfekvő magyarázata lehet, hogy a szóban forgó I-es vályú (a fentebb megfogalmazott hipotézis szerint) teljes, végleges méretében vágódik hátra. E folyamat során elérve egy keresztaszadékat vagy már kifejlődött kürtőt, azon

áthalad. (Áthaladása azáltal lehetséges, hogy az oldódás - feltételezésünk szerint - elsősorban a vályú hátoldala mentén zajlik, így kialakulására nézve érdektelen, hogy a róla lefolyó víz a már korábban létrejött vályútalpon folyik-e végig, vagy egy kürtőn elszivárog a mélybe.

Azt a feltételezésünket, hogy (a vizsgált területen) az I-es karrvályúk kialakulása, bővülése gyakorlatilag csak felső végük környezetére korlátozódik a mélységi lefejeződések azáltal is igazolni látszanak, hogy a vályúk mérete nem nagyobb a kürtők feletti szakaszon. Márpedig ha a már kialakult I-es karrvályúk a bennük folyó víz hatására tovább bővülnének, akkor a kürtők alatt kisebb méretű szelvényt kellene látnunk. Ezzel szemben különbség legfeljebb az I-es talpán látható II-es vagy III-as vályú bevágódásának mértékében van. Ez a folyamat sejthető a 13/a. ábra alapján is: az I-es karrvályúban a mélybe vezető kürtőnél megszakad a III-as karrvályú folyto-

nossága, és csak kb. 2 méterrel lejjebb jelenik meg újra. A lefejeződés tehát csak a III-as vályúra volt hatással. (Természetesen más, általában meredekebb területeken ZENTAI – HORVÁTH (1995) megfigyelései szerint előfordulnak lefelé szélesedő karrvályúk, melyek esetében a fent vázolt mechanizmus értelemszerűen alárendelt szerepet kap).



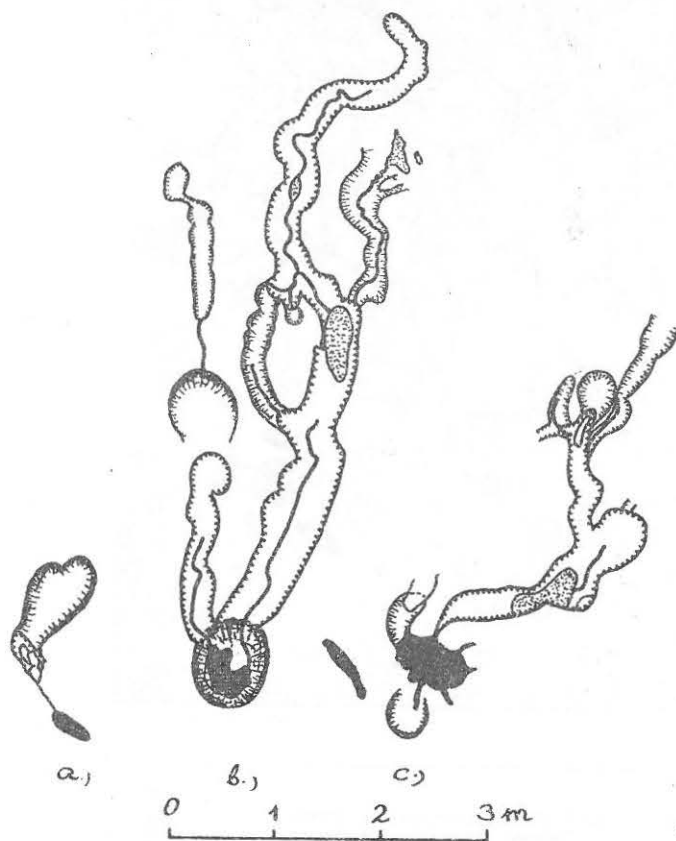
14. ábra. A hegység mélyébe vezető kürtők elhelyezkedésének áttekintő térképe
Figure 14: The index map of pipes carrying to depth of mountain

A vizsgált terület egyéb kisformái

Kürtők

A vizsgált 500 m²-es területen kevés kürtő található. Jellemzőjük, hogy (a 14. ábrán A-val jelölttől eltekintve) hozzáfolyás nélküliek, vagy csak igen kis vízgyűjtővel rendelkeznek. Ezek VERESS (1995) által kidolgozott rendszer szerint az un. *aknakürtők* csoportjába sorolhatók. Különösen feltűnő a térkép közepe táján elhelyezkedő B-jelű akna, mely tekintélyes (1×2 méteres) mérete ellenére sem rendelkezik vízbevezető csatornával. Úgy tűnik, hogy a kürtők fejlődése teljesen független a karrvályúk rendszeréről, ellenkező esetben nagyobb kürtők kialakulása nagyobb hozzáfolyást követne meg.

A területen előfordulnak azonban víznyelő funkciót is ellátó un. *vályúvégkürtők* (VERESS, 1995). De a vízszállítási funkció ezek esetében is alárendelt, mert nem egy esetben viszonylag nagy keresztmetszetű kürtők csak kis kiterjedésű csatornarendszerrel állnak kapcsolatban, míg hatalmas hálózatú karrvályúk vizét egy-egy kicsiny méretű lefejeződés teljes egészében a mélybe tudja szállítani. Ha a kürtők és a vályúk között szoros genetikai kapcsolat lenne, akkor karakterisztikus méreteikben is arányosságnak kellene lát-



15. ábra. Kürtők és karrvályúk kapcsolata
Figure 15: Connection between pipes and rinnens

szani.

Feltételezésünk szerint a kürtők és a karrvályúk közötti kapcsolat elsősorban abban áll, hogy a már kialakult kürtőkből kiindulva I-es típusú

karrvályúk vágódnak hátra. E folyamatot tükrözik a 15. ábra térképrészletei. Különösen a 15/b. ábra támasztja alá az elmondottakat: egy nagyméretű (kb. $0,5 \text{ m}^2$ keresztmetszetű) kürtőből két, jól fejlett I-es indul ki, az egyik mindössze 2 méter, a másik 8 méter hosszú. Mindkettő üstszerű völgyfővel zárul,



16. ábra. Nagyméretű medencék áttekintő térképe
Figure 16: The index map of bigger basins

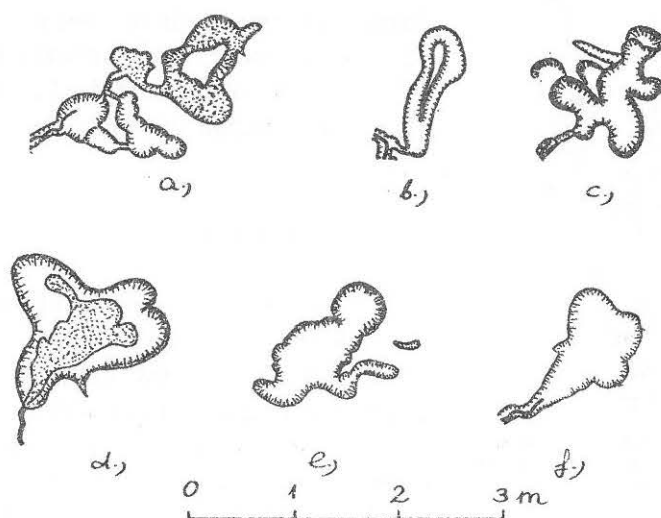
jelentősebb hozzáfolyás nélkül.

A kürtők többsége kicsiny méretű, általában erősen elnyúlt ellipszishez hasonló alaprajzú, tektonikus irányítottágú függőleges üreg (14. ábrán C-vel jelölve), melyek a VERESS (1995) -féle rendszer szerint vályútalpkürtők közé sorolhatók.

Kamenycák

A felmért területen viszonylag nagy számban fordulnak elő tekintélyes méretű 1-2 m² alapterületű, lapos medencék (a 16. ábrán feketével kiemelve).

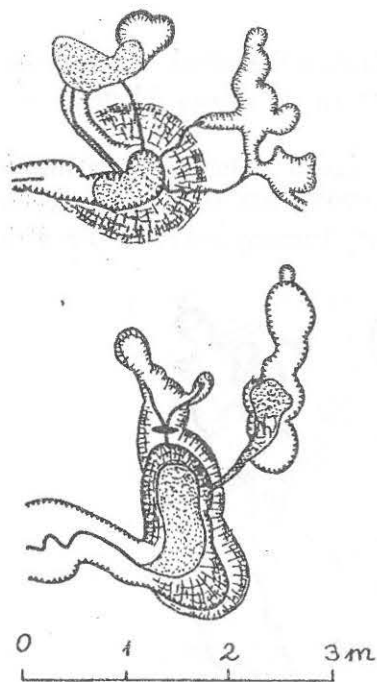
E medencék nyilvánvalóan a lokális oldódással kialakult madáritatók különféle válfajaihoz kapcsolhatók (VERESS, 1995), bár formakincsükben kissé eltérnek a „hagyományos értelemben vett” kamenycákétól. (Ez arra



17. ábra. Néhány példa nagyterjedésű medencékre
Figure 17: Some examples for bigger basins

utal, hogy a kamenycák formagazdagsága igen tekintélyes, és vizsgálatuk, osztályozásuk még további kutatást igényel.) Mélységük általában meggyezik a be- ill. kivezető I-es vályú mélységével, bár magukban a medencékben átvezető csatornák nyomai nem láthatók. Peremük minden esetben határozott, nem ritkán aláhajló (17. ábra). Gyakran növényzet települt aljzatukra (lásd pl. a 7/a. és a 9. ábrák E-vel jelölt, valamint a 17. ábra a. és d. jelű részeit). Legmélyebb pontjuk nem mindig a medence közepén található, u.i. ott kiemelkedések (szigetek) is mutatkozhatnak (17/a, 17/b ábrák). Alaprajzuk teljesen szabálytalan, amőbaszerű.

Egy különleges, igen szép változatukat képezik az u.n. „románkori keresztelő medencék” (18. ábra). Ezek a fent említettektől minden tekintetben elkülönülnek. Alaprajzuk szabályos kör, vagy kissé megnyúlt ellipszis. Középpontjukban kiflihez-veséhez hasonló alakú, tökéletesen sík, vízszintes aljzat található, mely csaknem függőleges falakkal van körbevéve. E falak feljebb fokozatosan ellankásodnak, és szinte éles határ nélkül, folyamatosan



18. ábra. "Románkori keresztelő medencék"
Figure 18: "Baptizing basin in Roman-
esque age"

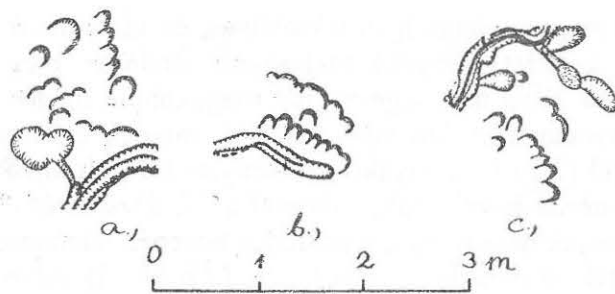
olvadnak a környező térszínbe. Nem lefolyás-
talanok: igen jól fejlett, áthajló oldalú I-es
karrvályúk indulnak belőlük. A medence
aljzatát mindig vékony talajréteg borítja,
melyből - megfigyeléseink szerint - soha
nem távozik el a víz: állandóan nedves. A
medence oldalait mindössze III-as típusú
karrvályúk törik meg. Felületük mindig telje-
sen ép, törés- és repedésmentes. Színük üde,
friss, algásodás nyomai nem vehetők észre.
Mindezek arra utalnak, hogy a „románkori
keresztelő medencék” folyamatosan, teljes
felületük mentén fejlődnek. Kialakulásuk
mikéntje azonban előttünk mindeddig tisztá-
zatlan.

Saroknyomkarrok

Bár a saroknyomkarrok nem tartoznak
a karrvályúrendszer elemeihez, de a vizsgált
terület oly jellegzetes képződményei, hogy
érdemes pár szóval megemlékezni róluk.

Mint ismeretes, a saroknyomkarrok
tökéletesen sík alapú, meredek, félkörszerűen
ívelő hátoldalból, és lankás előtérből álló

kisformák. A karrvályúk közötti térszín leggyakoribb képződményei: átlago-
san minden négyzetmé-
terre jut egy-egy.



19. ábra. Saroknyomkarr-csoportok
Figure 19: Trittkarren groups

Általában csoportosan fordulnak elő (19.
ábra); csoportjaik burkoló
gömbje közelítőleg
egybe esik a terület csa-
pásirányával, attól max.
 ± 30 fokkal térnek el.
Úgy tűnik, hogy e cso-
portok (akárcsak az I-es
karrvályúk) hátráló moz-

gást végeznek, és mint valami gyalu, letarolják a területet. Megfigyelhető,
hogy egyes helyeken a karrvályúk pereme mentén sorakoznak fel (19/b.
ábra), másutt attól (már) 0,5 – 1 méterre vannak, (de még a peremmel közel

párhuzamos helyzetben), ill. előfordulnak a vályúktól nagyobb távolságban is (19/c. ábra). Feltételezhető, hogy e különböző helyzetek a saroknyomcsoportok vándorlásának különböző fázisai, de határozott véleményt csak további vizsgálatok után lehet kimondani.

IRODALOM

- VERESS M.* (1995): Karros folyamatok és formák rendszerezésének szempontjai a Totes-gebirgei példák alapján. Karasztfejlődés I. (Totes Gebirge karrjai) Szombathely, p. 7-31
- VERESS M.-LAKOTÁR K.* (1995): Saroknyomkarok morfogenetikai csoportosítása Totes-gebirgei példák alapján. Karasztfejlődés I. (Totes Gebirge karrjai) Szombathely, p. 89-105
- BALOGH Z.* (1997): Saroknyomkarok vizsgálata az ausztriai Totes-hegységben. Szakdolgozat. Szombathely.
- SZABÓ L.* (1995): Karrvályúrendszerek térképezése a Totes-hegységben. Karasztfejlődés I. (Totes Gebirge karrjai) Szombathely, p. 61-71
- SZUNYOGH G.* (1995): Mészkefelszínnek kisformáinak grafikus ábrázolása. Karasztfejlődés I. (Totes Gebirge karrjai) Szombathely, p. 41-61
- ZENTAI Z.,-HORVÁTH E. T.* (1995): Totes-hegységi lejtőkarok morfometriai vizsgálatának eredményei. Karasztfejlődés I. (Totes Gebirge karrjai) Szombathely, p. 79-89

