

A KÍNAI KARSZTVIDÉKEK KÜLÖNLEGES KARSZTOS MÉLYEDÉSEI, A TIANKENGEK 2. RÉSZ

MÓGA JÁNOS–HORVÁTH GERGELY

SPECIAL KARSTIC DEPRESSIONS OF THE CHINESE KARST REGIONS:
THE TIANKENGES

Abstract

In the last decades, expeditions by karst and cave researchers have explored several huge depressions in the vast karst regions of China, reminiscent of classic dolines. However, due to their extreme extent they have been introduced as a new term in karst morphology under the name "tiankengs" ("heavenly pits" or "sky holes"). Tiankengs are giant dolines with steep walls and a depth of at least 100 m; their area both at the top and the bottom varies between 10,000 and 350,000 m², and their volume exceeds 1,000,000 m³ (however, the biggest, Xiaozhai, has a volume of almost 120 million m³). Most of them were formed as a result of the collapse of a large underground cave, whose roof was increasingly dissolved by underground rivers from underneath until it finally collapsed, forming a massive doline. Another, a smaller part of the tiankengs, has been formed by erosion. Tiankengs exist also in other parts of the world, among others at the Mulu Karst in Borneo (Sulawesi) and in New Guinea, but most of them can be found in the South China Karst Region. The first part of this paper dealt with some famous tiankengs in the Xingwen karst region (Sichuan Province), while this second part analyses the Wulong Karst region (Chongqing Municipality) including the famous Three Natural Bridges area. Their tiankengs are good examples of the origin and development of erosional tiankengs.

Keywords: South China karst, cave chamber, collapsed doline, tiankeng, Xingwen Karst Region, Wulong Karst Region

Bevezetés

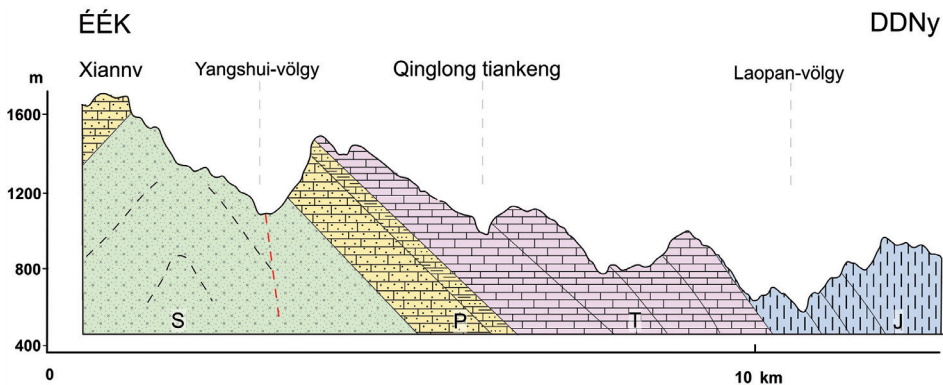
Kína hatalmas szubtrópusi-trópusi karsztvidékeinek alig néhány évtizede kutatott, óriási méretű karsztos képződményei a leginkább talán a mérsékelt övi karsztok szakadéktöbreihez hasonlítható tiankengek. A tanulmány első része ismertette a tiankengek fogalmát, keletkezését, típusait, és a ZHU X.–CHEN W. (2005) csoportosítása szerinti 7 nagy „tiankenges” karszterület közül példaként részletesen tárgyalta a Xingwen-karsztvidék tiankengjeit, amelyek egyúttal jól példázták ezeknek a különleges karsztos felszínformáknak a fejlődési szakaszait. A tanulmány második, itt közölt része pedig egy másik – tiankengekben és más különleges karsztos formákban gazdag – kínai táj, a Wulong-karsztvidék tiankengjeit ismerteti, ahol e formakincs egy másik sajátos típusának, az eróziós tiankengeknek láthatjuk több szép példáját.

A Wulong-karsztvidék tiankengjei

A Wu folyó alsóbb szakaszánál, Chongqing tartomány délkeleti részén található Wulong-karsztvidék a ritkán előforduló eróziós tiankengek legfontosabb előfordulási helye. Modellértékű hely az eróziós tiankengek tanulmányozása szempontjából (l. első rész 2b. ábra).

A Wulong-karsztvidék, amelyet átszel a Wu folyó (Wu Jiang), a kínai karszt típusok rendszerében sajátos helyet foglal el, ugyanis a karsztos fennsíkakat mély szurdokvölgyek tagolják, és a karsztos képződmények főleg a völgyek oldalában és alján jelennek meg; ennek alapján Wulong típusú karsztról lehet beszélni (ZHU X. 2001). A karszt lépcsőzetes elrendeződésű, a legmagasabb tetők és a Wu folyó völgytalpa között közel 2000 méteres relatív magasságkülönbség van. A lépcsőzetes elrendeződésű geomorfológiai szinteket a szakaszos kiemelkedések és a folyók bevágódása alakította ki. Két fő planációs felszín mutattak ki a kutatók, egy eróziós felszín és egy egykori teraszfelszín, utóbbi magasságában több nagyméretű barlang nyílik (ZHU X. 2001).

A karsztos formakincs a kambrium és a szilur, valamint a perm és a triász időszakok között lerakódott karbonátos kőzetekben alakult ki (11. ábra). A terület a középső triászban megemelkedett, majd a karbonátos kőzetek a késő jura szerkezeti mozgások során különféle deformálódásokon mentek keresztül (törések, vetődések és gyűrődések érték). A Wulong-karsztvidék antiklinálisok és szinklinálisok sorozatából áll, amelyek tengelye É-ÉK–D-DNY-i irányú. Az antiklinálisokban a kambrium, ordovícium és szilur időszaki, többnyire nem karsztosodó kőzetek, míg a szinklinálisokon a triász és jura időszaki karbonátos kőzetek bukkannak felszínre (SZCZYGIEL, J. et al. 2018)



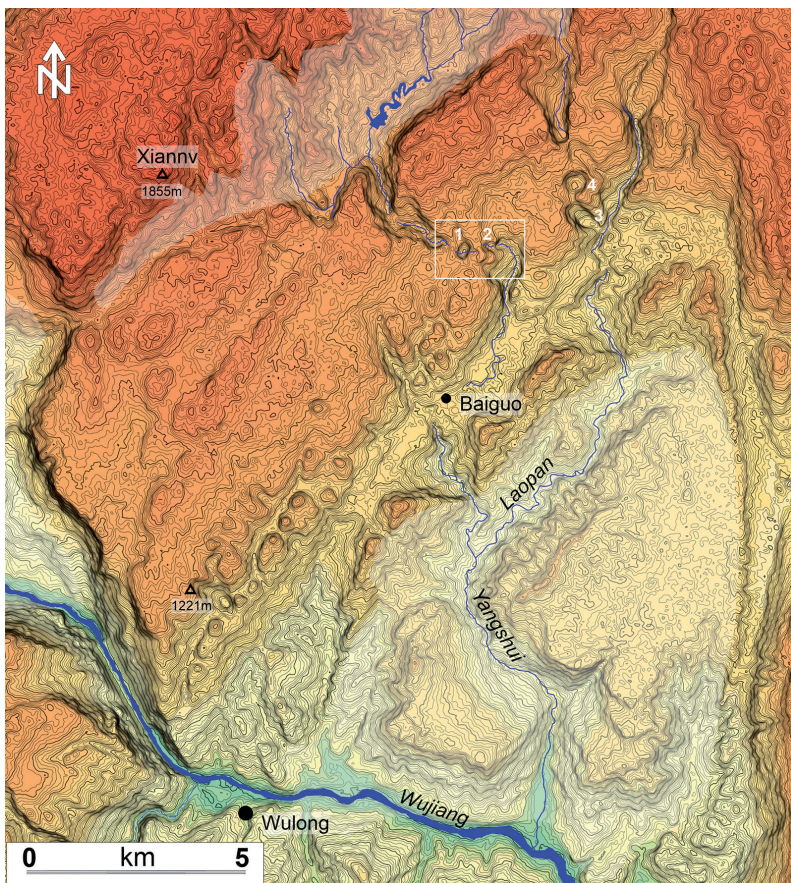
11. ábra A Wulong-karszt földtani és felszínalaktani keresztmetszelvénye
(szerk. MÓGA J., ZHU X.–CHEN W. [2005] nyomán).
Jelmagyarázat: S – szilur homokkő és pala; P – perm agyagpala és homokkő;
T – triász mészkő; J – jura agyagpala

Figure 11 Geological and geomorphic profile of the Wulong Karst
(ed. by MÓGA, J., based on ZHU, X.–CHEN, W. [2005]).

Legend: S – Silurian sandstone and shale; P – Permian shale and sandstone; T – Triassic limestones; J – Jurassic shale

A Wulong-karsztvidék három elkülönülő karsztos területet foglal magában. Ezek a kambriumi és ordovíciumi mészkőekben kialakult *Furong-barlang környéke* és a *Houping tiankeng karsztrendszere*, valamint a főleg triász karbonátos kőzetekben kifejlődött *Három Természetes Híd karsztvidéke*. A karbonátos kőzetek vastagsága helyenként elérheti a 2000 métert. A karsztvidék felépítésében szerepet játszó karsztosodó kőzetek, valamint a nem karsztosodó agyagpala és homokkő sávos megjelenése és váltakozása, továbbá a telítetlen zóna (vadózus zóna) nagy vastagsága – ami a mély szurdokvölgyek bevágódása miatt alakult ki –, és a kedvező éghajlati tényezők, főleg a bőséges csapadék kedvező feltételeket biztosított a fejlett karsztos formakincs, így a tiankeng kialakulásához (12. ábra).

A Wulong-karsztvidék domborzatát a különböző magasságra emelt karsztfennsík és a közöttük bevágódott szurdokvölgyek jellemzik, amelyek a helyi és tágabb környe-



12. ábra A „Három Természetes Hid” környezete a Wulong-karsztvidéken (szerk. MÓGA J.).
 Jelmagyarázat: 1 – Qinglong tiankeng; 2 – Shenyang tiankeng; 3 – Xiashiyuan tiankeng; 4 – Zhongshiyuan tiankeng.
 Az ábrán az áttetsző fehér szín a nem karsztosodó kőzetek területét jelöli.
 A körvonallal körülvev téglalap alakú terület kinagyítva a 13. ábrán látható.
 Figure 12 Vicinity of the Three Natural Bridges at the Wulong Karst Region (ed. by MÓGA, J.).
 Legend: 1 – Qinglong tiankeng; 2 – Shenyang tiankeng; 3 – Xiashiyuan tiankeng; 4 – Zhongshiyuan tiankeng.
 The translucent white colour marks the area of non-karstic rocks.
 The rectangled area is shown enlarged in Figure 13.

zet tektonikai folyamatai és a folyók eróziós tevékenysége alakított ki. Jól kirajzolódik két planációs felszín, egy eróziós felszín, valamint a Wu Jiang és mellékfolyói mentén mélyen bevágódott völgyek. A felső planációs felszín 1800-2000 méteres magasságban alakult ki, ez képezi a fő választó vonalat a Jangce és a Wu folyó vízgyűjtője között. Ez a legfelső geomorfológiai egység a legrégebbi planációs felszín, amely a késő paleogénben vagy a kora neogénben formálódott ki, és a későbbi denudációs folyamatok hatására vált tagoltabb felszínné (LIU J. 2003). A 12. ábrán megnevezett Xiannv-hegyvonulat ennek a legjellegzetesebb képviselője, ahol a karbonátos kőzetek felszínén típusos karsztos formakincs alakult ki. Az alsó planációs felszín a neogén elején formálódott ki meleg, nedves éghajlaton, folyóvízi eróziós és mállási folyamatok hatására. Az alsó planációs felszín 1200-1500 m között nagy kiterjedésű területen jelenik meg, körülveszi a felső szintet, és karsztfennsíkokat képez mindenhol, ahol a mészkő előbukkan. Habár az 1300 méte-

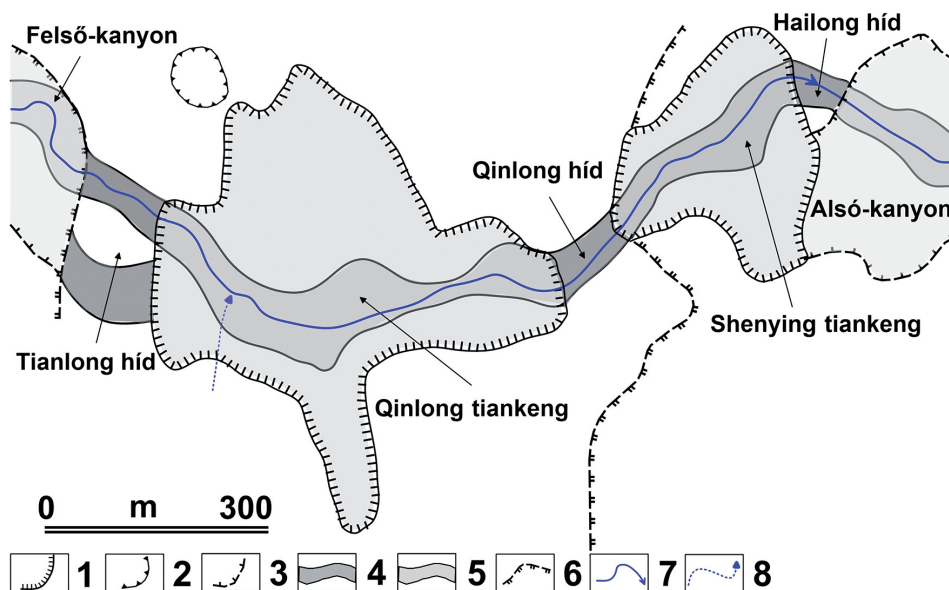
res magas Houping-karsztvidéken a poljék és a fengcongok közötti síkok a meghatározó formák, de több tiankeng is létrejött, ami lokális tektonikus emelkedést bizonyít. A két előző egyengetett felszín alatti eróziós térszínhez tartoznak a hegyközi medencék, uvalák és alacsonyabb karsztfennsíkok 800-1200 méteres magasságig (11., 12. ábra). A korrelatív üledékek vizsgálata szerint a felszín kora 2,0-1,8 millió év (Nomination 2006). A késő pliocéntól a kora pleisztocénig terjedően a vízhálózat átalakult a szerkezeti mozgások következtében átforgult domborzatnak megfelelően, a tektonikus emelkedés gyors bevágódásra kényszerítette a területen átfolyó vizeket. A természetes hidak, szurdokok és tiankengek fejlődése szorosan összefügg a folyóvölgyek mély bevágódásával, míg a több emeletes karsztbarlangok és az alluviális teraszok a szakaszos tektonikus emelkedés következményei.

Tiankengek a Wulong-karsztvidéken belül a *Houping-karsztvidéken* és a *Három Természetes Híd karsztvidékén* alakultak ki, így tanulmányunkban a továbbiakban ezekkel foglalkozunk.

A Három Természetes Híd karsztvidéke

A *Három Természetes Híd karsztvidéke* szemléletesen mutatja be a szurdokkarszt kialakulásának folyamatát és formakincsét, továbbá az eróziós tiankengek morfogenetikáját. A közel kétezer méter magas Xiannv-hegyvonulat szilur és perm időszi agyagpalából és homokkőből felépülő lejtőiről tucatnyi vízfolyás fut le K–DK-i irányban a Wu folyó völgye felé. A Wulong településtől északra emelkedő mészkőszáv kiemelkedése bevágódásra kényszerítette a folyókat, amelyek mély szurdokvölgyet véstek a mészkőbe, illetve a karsztfennsíkot alkotó szinklinális triász mészkőrétegeinek a dőlését követve mélybefejeződtek és barlangfolyosókat kialakítva törtek utat a Wu folyó felé. A Három Természetes Híd a Yangshui folyó középső szakaszánál alakult ki, ahol 26 km-es szakaszon belül a folyó 1415 métert esik, ennek köszönhetően jött létre a különleges szurdokkarszt. A Yangshui gyors bevágódása és mélybefejeződése alakította ki a folyó szurdokvölgyét és hatalmas föld alatti járatrendszerét, amelynek szakaszos beomlásával természetes hidak (Tianlong, Qinglong és Heilong híd) alakultak ki (13., 14. ábra, 1. táblázat) az egykori barlangfolyosó tetején, köztük pedig a Qinglong és a Shenyang tiankeng hatalmas szakadécai nyílnak (15. ábra, 2. táblázat). Ezen a helyen is jól látszik, hogy az eróziós tiankengek egy allogén térszínről érkező, felszínről mélybefejeződő folyó alábukási helyén alakulnak ki. Az különbözteti meg őket a beomlásos tiankengektől, hogy azoknak nincs közvetlen hidrológiai kapcsolatuk a felettük húzódó térszínnel. A másik fontos különbség az, hogy az eróziós tiankengen nem átfolyik egy föld alatti folyó, mint a beomlásos tiankengeknél, hanem a felszínről érkező folyó – amely eróziós munkájával szerepet játszott a tiankeng kialakulásában – a szakadék alján egy barlangi folyosón keresztül folyik el. Az eróziós tiankeng kialakulása egy föld alatti folyórendszer fiatal (juvenilis) stádiumához köthető, míg a beomlásos tiankeng az érett felszín alatti folyó tágas folyosójának beomlásával alakul ki (ZHU X. et al. 2019). A Három Természetes Híd területén megmaradt eróziós formák, a szurdokvölgyben nyíló barlangok és ott fakadó karsztforrások is tanúsítják a különleges formák karsztos eredetét.

A Három Természetes Híd karsztvidék természetes kőhídjai a világörökségi listán szerepelnek, a kiemelkedő természeti értékek közé tartoznak. A Yangshui folyó egykori barlangfolyosójának első maradványa az impozáns *Tianlong híd*, amely a legnagyobb a három híd közül, és világviszonylatban is a legnagyobb természetes hidak egyike. A hidak méreteit (1. táblázat) jól jelzi az is, hogy a 800 méterre található *Qinglong híd*



13. ábra A Három Természetes Híd területe és a köztük fekvő tiankengek
(szerk. MÓGA J., ZHU X. – CHEN W. [2005] nyomán).

Jelmagyarázat: 1 – tiankeng pereme; 2 – töbör; 3 – kanyonvölgy pereme; 4 – barlangi folyosó a természetes hidak alatt;
5 – a föld alatti folyó felszakadt kanyonvölgye; 6 – szakadék pereme, illetve tereplépcső;

7 – a Yangshui folyó felszíni és felszín alatti szakaszai; 8 – a felszínről a tiankengbe befolyó patak

Figure 13 Area of the Three Natural Bridges and the tiankengs between them

(ed. by MÓGA, J., based on ZHU, X. – CHEN, W. [2005]).

Legend: 1 – rim of tiankeng; 2 – doline; 3 – rim of canyon valley; 4 – cave passage under the natural bridges;

5 – disrupted canyon valley of the underground river; 6 – rim of ravine, or scarp;

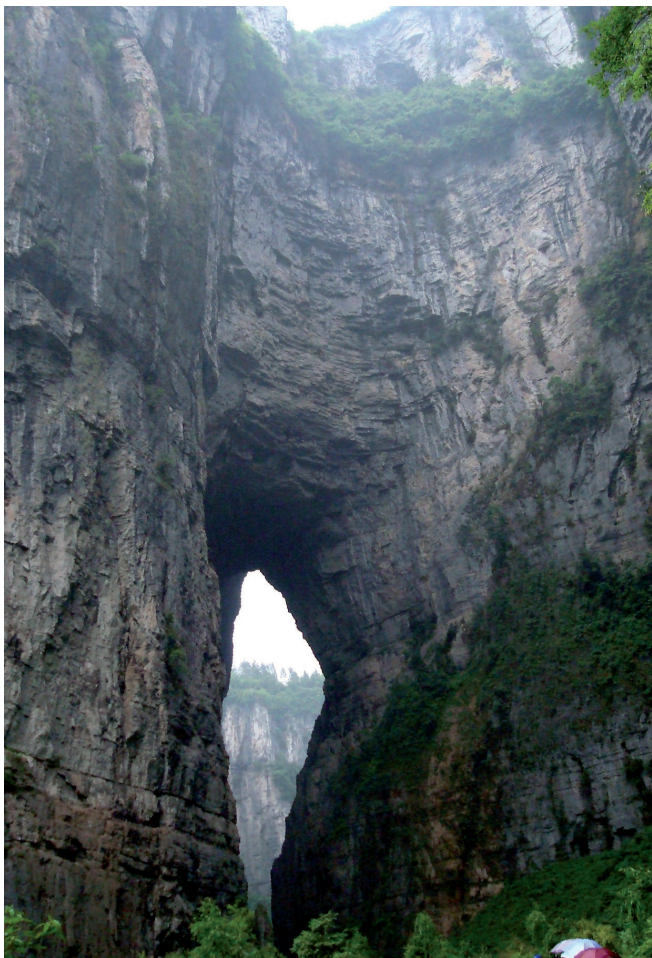
7 – surface and underground sections of the Yangshui River; 8 – brook flowing to the tiankeng from the surface

boltívei közül a keleti (ahol a patak befolyik) 96 méter, a nyugati 110 m magas, sőt az újabb 700 méterre fekvő harmadik *Heilong híd* esetében a keleti boltív magassága már 141 méter.

1. táblázat – Table 1

A Három Természetes Híd méretei (Nomination 2006 adatai alapján)
Dimensions of the Three Natural Bridges (by data of Nomination 2006)

	Tianlong	Qinglong	Heilong
Tetőszint (m)	1146	1186	1075
Talpszint (m)	911	905	852
Szélesség (m)	147	124	193
Fesztávolság (m)	30–40; átlag 34	13–58; átlag 31	16–49; átlag 28
A boltozat magassága (m)	n. a.; átlag 96	96–110; átlag 103	90–141; átlag 116
A híd közettrétegének vastagsága (m)	150	168	223



14. ábra A Qinglong és Shenying tiankengeket összekötő barlangjárát feletti Qinglong híd a Három Természetes Híd területén (fotó HORVÁTH G.)

Figure 14 The Qinglong Bridge above the cave passage joining the Qinglong and Shenying tiankengs (photo by HORVÁTH, G.)

2. táblázat – Table 2

A Három Természetes Híd karsztvidék négy tiankengjének méretei
(Nomination 2006 adatai alapján, kerekítéssel)

Dimensions of the four tiankengs of the Three Natural Bridges Karst region
(by rounded data of Nomination 2006)

	Qinglong	Shenying	Xiashiyuan	Zhongshiyuan
Átmérő (m)	522–398	260–300	545–1000	555–697
Az „ablak” területe (m ²)	194 000	51 200	352 000	278 000
Legnagyobb mélység (m)	276	285	373	214
Térfogat (millió m ³)	32	10	31	35



15. ábra A Shenyong tiankeng a Három Természetes Híd területén (fotó HORVÁTH G.)
 Figure 15 The Shenyong tiankeng in the Three Natural Bridges area (photo by HORVÁTH, G.)

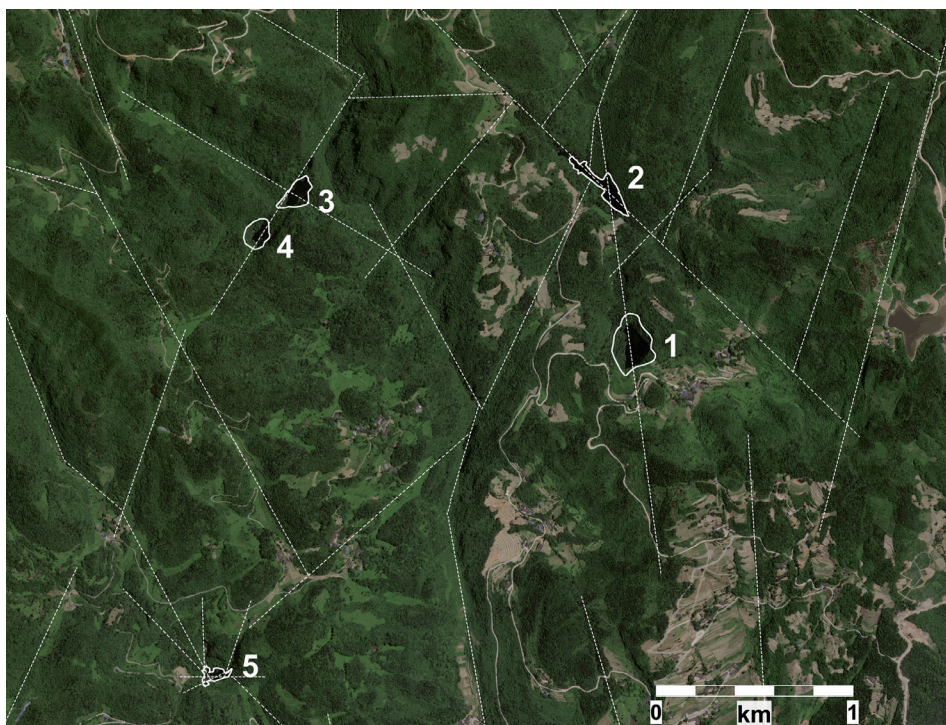
A karsztvidéket több hatalmas tiankeng tarkítja (12., 13., 15. ábra, 2. táblázat). A három híd között két hatalmas karsztos szakadék, a már említett *Qinglong* és a *Shenyong* tiankeng fekszik, tőlük ÉK-re, néhány kilométerrel távolabb a *Xiashiyuan* tiankeng, annak közvetlen közelében pedig a Föld második legnagyobb térfogatú tiankengje, a *Zhongshiyuan* tiankeng található. Az utóbbi kettő hosszabban elnyúló ovális, ill. körte alakú, degradálódó állapotú tiankeng; széles, lapos, növényzettel borított talpukon tanyák, farmok vannak, amelynek lakói mezőgazdasági művelést folytatnak.

A Houping-karsztvidék

A *Houping-karsztvidék* a *Wulong-karsztvidék* része, annak északi vízválasztó hátságán található átlagosan 1300 méteres magasságban. Felszínét karsztos és nem karsztos kőzetek mozaikos elrendeződése jellemzi. A terület kiemelkedése során a fedett karsztos

rögök különböző mértékben emelkedtek ki, a szelektív lepusztulás és a hosszú ideig tartó intenzív karsztosodás miatt érett karsztformák alakultak ki a nyílt karsztok felszínén. Az allogén térszínekről kiinduló folyók tágas barlangfolyosókat alakítottak ki a fedett karsztos területek alatt az alsó ordovíciumi vastag mészkőben. A Muzong folyó vízgyűjtő területén – ahol a tiankengcek csoportja kialakult – a folyóágak eredetileg a fedett karszt paleozoikumi homokkő és agyagpala fedőrétegeinek felszínén folytak le egy széles, lapos völgyben. Az allogén térszínek vízfolyásai később mélybefejeződtek. A fedett karsztos rögök közötti tektonikus hasadékok mentén kialakult víznyelőkbe nagy eséssel alábukó vízfolyások idővel tágas aknává formálták a víznyelőket. A vadózus zóna vastagsága, ill. az erózióbázis mélysége kedvezett az aknák mélyülésének, az oldási folyamatok, az erózió és az omlások együttesen szélesítették és mélyítették az aknát, hatalmas tiankengcek alakultak ki a vízesések mentén.

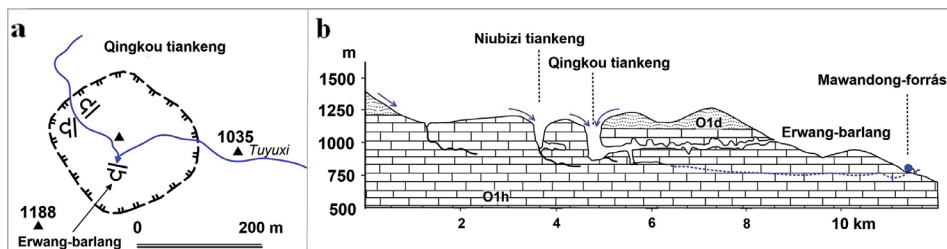
A Houping-karsztvidéknek jórészt fedett karsztos térszínén – mint a karsztba vezető hatalmas bejárati aknák – öt nagy eróziós tiankeng található (16. ábra). Közülük legismertebb és az eróziós tiankengcek legjellegzetesebb képviselője a *Qingkou* tiankeng (17. ábra). Ez egy ellipszis keresztmetszetű szakadék, a kiterjedése keletről nyugatra 250 méter, délről északra 220 méter, a területe 40 750 m². Az óriás töbör tetejének legmagasabb pontja dél-délnyugaton található 1100 méteres magasságban, a legalacsonyabb északnyugaton 1000 méteren; aljzatának legalacsonyabb pontja pedig 805 m-en. Tehát a tiankeng



16. ábra A Houping tiankeng karsztrendszerének tiankengjei és a kialakításukban szerepet játszó törésvonalak (szerk. MÓGA J.).

Az ábrán ábrázolt tiankengcek: 1 – Qingkou; 2 – Niubizi; 3 – Daluodang; 4 – Taipingmiao; 5 – Shiwangdong
Figure 16 Tiankengs of the karst-system of the Houping tiankeng and tectonic lines which played role in their evolution (ed. by MÓGA, J.).

Tiankengs: 1 – Qingkou; 2 – Niubizi; 3 – Daluodang; 4 – Taipingmiao; 5 – Shiwangdong



17. ábra A Qingkou tiankeng a) alaprajza és b) metszete (szerk. MÓGA J., ZHU X. – CHEN W. [2005] nyomán).

Jelmagyarázat: O1h – alsó ordovíciumi mészkő; O1d – ordovíciumi homokkő és agyaggala

Figure 17 a) Ground-plan and b) profile of the Qingkou tiankeng (ed. by MÓGA, J., based on ZHU, X. – CHEN, W. [2005]).

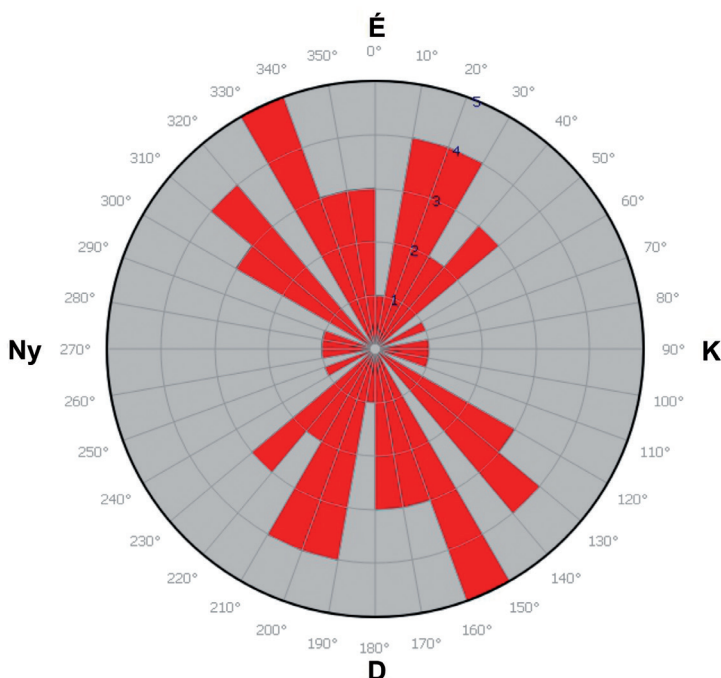
Legend: O1h – lower Ordovician limestone; O1d – Ordovician sandstone and shale

mélysége 295 m, a térfogata 9,2 millió m³. A tiankengből egy több km hosszú, tágas, ma is aktív vízfolyással rendelkező folyosó, a kb. 10 km hosszú Mawandong-barlang alsó folyosója nyílik. A felszín alatti folyó a Mawandong-forrásban tör elő pár km-rel távolabb dél felé, amely a Muzong folyó bölcsője. A tiankeng oldalában magasabb szinten nyílik az Erwang-barlang, egy már száraz barlangi folyosó is, amely a barlangrendszer egy korábbi fejlődési szakaszában alakult ki, az tiankeng akkori aljáról vezette el a szakadékbá befolyó vizet (ZHU X. – CHEN W. 2005).

A Qingkou tiankeng északi szomszédja, a tágas hasadérendszerben nyíló *Niubizi* tiankeng esetében jól érzékelhető a szerkezet meghatározó szerepe (16. ábra). A Qingkou-tól nyugatra ugyancsak egy éles törésvonal mentén fekszik két szomszédos tiankeng, a *Daluodang* és a *Taipingmiao*. Látható, hogy a tiankengek a törésvonalak keresztezésénél alakultak ki, némelyiknek az alakja is jól mutatja a szerkezeti előrejelzettséget. Az ötödik tiankeng, a *Shiwangdong* tág nyílása egy aszölvölgyben nyílik a Mawandong-karsztforrás irányában. Egészében tehát a Qingkou tiankeng csoport valamennyi tagja a terület szerkezeti mozgásai, kiemelkedése idején kialakult fő törésvonalaihoz kapcsolódik, amelyek jellemző irányait egy rózsadiagramon ábrázoltuk (18. ábra).

Összefoglalás

Kétrészes tanulmányunkban kísérletet tettünk a Kínában felitárt rendkívüli méretű szakadéktöbrök – kínai irodalomból származó nevük alapján *tiankeng*ek – ismertetésére és mint új karsztmorfológiai fogalomnak a bevezetésére, összefoglalva felszínalaktani és morфомetriai jellemzőiket, valamint morfogenetikájukat, kiemelve, hogy ezek az óriás töbrök az egyéb dolináktól nemcsak méretükben és genetikájukban, hanem a karsztos rendszerben elfoglalt helyük szerint is különböznek. A tiankengek az oldott töbrökkel ellentétben nem az epikarsztos rendszerben, hanem a vadózus zóna mély szintjében keletkeznek. Tanulmányunkban ismertettük a tiankengek fő típusait, rámutatva, hogy fejlettségük és koruk alapján elkülöníthetők a fiatal, az érett és a szenilis, másképpen degradált tiankengek. Bemutattuk a fejlődéstörténetükben és felszínalaktanukban is eltérő tiankengtípusokat, a főleg beszakadással keletkezett beomlásos tiankengeket és az alapvetően erózió által kifejlődő eróziós tiankengeket. Három mintaterületen ismertettük az ott kialakult tiankengeket a környező karsztfelszínnel és karsztos rendszerrel való kapcsolatukkal együtt. Vizsgáltuk a tiankengekre ható tektonikai viszonyokat két területen, a Xingwen-karsztvidéken és a Wulong-karsztvidék részét alkotó Houping-karsztvidéken, rózsadiagramon szemlélítve egyrészt a fő törésvonalak irányát, másrészt a tiankeng



18. ábra A Houping-karsztvidék tiangkengjeinek kialakításában fontos szerepet játszó törésvonalak rózsadiagramja (szerk. MÓGA J.)

Figure 18 Rose diagram showing tectonic lines which played important role in forming the tiangkengs of the Houping Karst (ed. by MÓGA, J.)

és az ovális alakú dolinák megnyúlásának irányát. Vizsgálataink is igazolták, hogy a tiangkengek alakja, elhelyezkedése és megnyúltsága lényegében megegyezik a vizsgált karsztvidék törésvonalainak irányával, ezzel szemben az oldásos dolinák megnyúlását nem a fő törésvonalak, hanem az epikarsztos rendszer tényezői határozzák meg. A használt Google-műholdfelvételek és DDM-ek felbontása csak a 30 m-nél nagyobb felszínformák tanulmányozását tette lehetővé, így vizsgálatunk a mintaterületeken a nagyméretű töbrökre és a tiangkengekre korlátozódott. A három mintaterület domborzatát, a karsztos és nem karsztos térszínnek egymáshoz való viszonyát, a felszíni és felszín alatti hidrológiai kapcsolatokat és az adott méretarány szerint megjeleníthető karsztos morfológiát a DDM alapján szerkesztett térképeken ábrázoltuk, azokat esetenként földtani és morfológiai szelvényekkel egészítettük ki, és a vizsgált jelenségek jobb megértésére szemléltető ábrákat készítettünk. Munkánkkal szeretnénk volna hozzájárulni ennek a különleges karsztformának a megismertetéséhez.

MÓGA JÁNOS
ELTE TTK FFI Természetföldrajzi Tanszék, Budapest
janosmogal2@gmail.com

HORVÁTH GERGELY
ELTE TTK FFI Környezet- és Tájföldrajzi Tanszék, Budapest
horvrger@gmail.com

- LIU J. 2003: A re-discussion on the developing history of the high cluster peak in the west and northwest Guangxi. – *Carsologica Sinica* 22. 3. pp. 191–196.
- SZCZYGIEL, J. – GOLICZ, M. – HERCMAN, H. – LYNCH, E. 2018: Geological constraints on cave development in the plateau-gorge karst of South China (Wulong, Chongqing). *Geomorphology* 304. pp. 50–63.
- ZHU X. 2001: China's karst tiankeng and its value for science and tourism. – *Science & Technology Review* 10. (160.) pp. 60–63 (kínai nyelven, angol összefoglalóval).
- ZHU X. – CHEN W 2005: Tiankengs in the karst of China. – *Cave and Karst Science* 32. 2-3. pp. 55–66.
- ZHU X. – CHEN W. – ZHANG Y. 2019: Tiankeng, Definition of. – In: White, W. B. – Culver, D. C. – Pipan, T. (szerk.): *Encyclopedia of caves*. Elsevier. pp. 1071–1076
- South China Karst. World Natural Heritage Nomination 2006. – Ministry of Construction of People's Republic of China. Beijing. 231 p + Appendices 358 p.