

A KARSZTVÍZ, KARSZTVÍZSZINT, KARSZTERÓZIÓBÁZIS KARSZTNEVEZÉKTANI ALAPFOGALMAKRÓL

TÓTH GÉZA

(Közlésre érkezett: 1973. január 24.)

A szaktudományok fejlődése, új eredményei egyre többet tárnak fel, egyre pontosabbá teszik ismereteinket. Egy-egy karsztmorfológiai, karszthidrogeológiai jelenség, folyamat, forma nevezéktani meghatározása évtizedekkel ezelőtt fogalmazódott meg, azóta ismereteink gyarapodásával a fogalmak, meghatározások tartalmi bővítése vált időszerűvé és szükségessé. Más esetben pedig a jelenségek, karszthidrogeológiai képződmények pontosabb megismerését követően az új tartalom összeütközésbe került a régi meghatározással, elnevezéssel.

Természetesen elsődleges a jelenségek, folyamatok, képződmények mind teljesebb megismerése és másodlagos annak nyelvi, nevezéktani lehatárolása, pontos megfogalmazása. A tartalmilag pontosabb elnevezés vagy meghatározás a további munkához azonban feltétlenül szükséges. Lényeges a tartalom és a nyelvi kifejezés azonossága, továbbá a szakterületen történő egységes értelmezése és használata. E törekvéseknek tett eleget az 1954-ben elfogadott karsztnevezéktan. (24.) Azóta a szaktudományunk nagy léptekkel fejlődött, számos új felismerés gazdagította ismereteinket. Az 1954-es nevezéktan az akkori ismeretekre alapozva fogalmazódott meg. Új ismereteink a meglévő nevezéktan továbbfejlesztését, kiegészítését, helyenként átfogalmazását kívánják.

Dolgozatomban a karsztvíz, a karsztvízszint és a karsztos területek erózióbázisa fogalmakat emelem ki. Problémafelvetésként javaslatot teszek e fogalmak bővítésére, illetve újszerű értelmezésére.

A közelmúltban megjelent Rónaki László „Karsztnevezéktani javaslat” című munkája (19) és e sorok talán elindítanak egy folyamatot, melynek során az egyező és eltérő vélemények, valamint az új eredmények összhangba kerülnek és elvezetnek egy megreformált — a legújabb ismeretekkel összhangban álló — új karsztnevezéktanhoz.

A karsztvíz fogalma, meghatározása

Az 1954-ben elfogadott karsztnevezéktan a karsztvíz meghatározását a következőképpen adta:

„A csapadékból beszivárgó vizek a karsztosodó kőzetek hasadékaiban, rétegréseiben, barlangüregeiben a mélység felé haladnak, a vízrekesztő réteg felett meggyűlnek, az erózióbázis alatt levő részeken tárolódnak és a bázis fölött levő részeken felduzzasztódnak. A felszíni megcsapolások hatására a repedésekben visszaduzzasztott víz felszíne egy enyhén domború gömbsüveg képzeletbeli felületével fedhető le. A karsztvíz vegyi jellegét a kalcium, magnézium hidrokarbonát ionok oldótevékenység hatására kezelt túlsúlya határozza meg.”

Az előbbi meghatározás jelenlegi ismereteink birtokában tartalmilag bővíthető és pontosabbá tehető.

Ha a karsztvíz fogalmának lényeges tartalmi jegyeit keressük, akkor a karsztvíz megfogalmazásának tartalmazni kell:

1. Megkülönböztetését a hidroszféra más vízelőfordulásaitól
2. Eredetét
3. Elhelyezkedését, felszínének alakját a karsztosodó kőzetben
4. Mozgásának indítékát, irányát, a felszínre ömlésének okát
5. Fizikai és kémiai jellemzőit

A karsztvíz döntő és elégséges megkülönböztetője minden más felszín alatti vízelőfordulástól a karsztvizet befogadó kőzet átlagosnál jobban oldódó tulajdonsága. A karsztvíz általános megfogalmazásánál hangsúlyozni kell a közvetlenül a karszt felszínére hulló csapadékból *beszivárgó* és a víz-záró kőzetek közvetítésével nem karsztos eredetű területről *befolyó* karsztvíz eredetét.

A karsztvíz mozgása kétféle lehet: direkt és indirekt irányú mozgás. A direkt irányú karsztvízmozgás az áramló karsztvíz övében közvetlenül a karsztforrások irányába történik. (A karszterózióbázis vagy a karszt helyi erózióbázisa felé.) Direkt karsztvízmozgás elsősorban a karsztvízfelszín tetőpontjához közel elhelyezkedő karsztforrásokra jellemző. Ebben az esetben a vízzel kitöltött résrendszer felől áramlik a víz a vízzel kitöltetlen résrendszer irányába, közben szintkiegyenlítésre törekszik. Az indirekt karsztvízmozgás alkalmával a karszterózióbázis szintje alatti lassú vízáramlás jellemző a hegységperemek karszterózióbázisai felé. A direkt és indirekt karsztvízmozgásnál egyaránt a mozgási irányok eredője a karsztos hegység erózióbázisa vagy helyi erózióbázisa felé mutat.

A karsztvíz felületének formai jellemzésére használt óraüveg, gömbsüveg vagy lencse formák túlságosan sematikusak a karsztvíz térbeli alakjának jellemzésére. Ezek elsősorban a karsztvíz rajzi ábrázolási formái, amelyek a karsztvízfelszín tetőzése és a depressziós területek szélő értékeit tekintve feltétlenül helytállóak, de közben a karsztvíz felszínének formája kérdéses. A karsztvíz tetőzése vagy tetőzései és a depressziós peremterületek közötti forma a legkülönbözőbb lehet és általában szabálytalan. Ugyanakkor a rajzi ábrázolásban szinte kívánkozik egy íves vonal a karsztvízfelszínen tetőzési pontjának, a peremi depressziós pontjainak összekötésére. Egy rajzi sémában talán indokolatlan lenne szabálytalanságokat eszközölni. Megfogalmazásban azonban nem célszerű hangsúlyozni a karsztvíz szabályos formáját s ennek megfelelő mértani formahasonlatot adni. A karsztvízforma a beszivárgás és forrásaktivitás milyenségétől, a karsztok

típusától, fejlettségétől, vertikális és horizontális kiterjedésétől függően a legváltozatosabb lehet.

A beszivárgás a karszterózióbázis feletti víztömeget növeli, a források pedig csökkentik annak tömegét. A karsztforrások a vízzel kitöltött kőzet-részek hidrosztatikai nyomásminimumai, amelyek aktivitása mindaddig szükségeszerű, amíg a források szintje felett hidrosztatikai nyomást eredményező karsztvíz helyezkedik el a réshálózatban. A karsztos terület központjában jelentkező hidrosztatikai nyomásérték a karszt peremén a távolsággal és a réshálózat milyenségével arányban juttat karsztvizet a felszínre.

A karsztvíz fizikai és kémiai jellemzői nem kizárólagosan csak a karsztvizekre lehetnek jellemzőek, ezért nem önmagukban, hanem a fakadásuk körülményeivel, a karszt összes jellemzőivel együtt adnak jellegzetes és egyben a területre jellemző fizikai és kémiai értékeket.

Az előbbi szempontok figyelembevételével a karsztvíz meghatározását a következőképpen tehetjük teljesebbé:

A karsztvíz közvetlenül a csapadékból beszivárgó és a vízzáró kőzetek közvetítésével a karsztosodó kőzet rés- és üregrendszerébe hatoló és abban mozgó víz. A karszterózióbázis alatti tömege és formája a vízzáró fekü helyzetétől függ, karszterózióbázis feletti mennyisége és formája térben és időben állandóan változó, megemelkedő domború felületek összessége. Vertikális különbségeit meghatározza a karszt típusa, fejlettsége, méretei, valamint a beszivárgás és forrásaktivitás pillanatnyi értékei. A karsztvízmozgás oka hidrosztatikai nyomáskülönbség, áramlási irányának eredője a terület karszterózióbázisa. Kémiai és fizikai jellemzőit a karszt típusa, a beszivárgás és forrásaktivitás milyensége, a karsztforrások karszterózióbázishoz viszonyított helyzete határozza meg.

A karsztvízszint nevezéktani és tartalmi ellentmondása

A karsztos kőzet réshálózatában elhelyezkedő karsztvíz felületét a szakirodalom karsztvízszint vagy karsztvíztükör elnevezéssel határolja le. A karsztvíz térbeli kiterjedésének milyensége, az összefüggő karsztvízszint létezése vagy annak tagadása hosszú ideig a karsztvízkérdés középpontjában állott. Az összefüggő karsztvízszint elmélet (Grund) elfogadása vagy tagadása (Katzer—Lehmann) ma már nem lehet vita tárgya. Megtörtént a karsztok fejlődéstípusainak részletes elemzése, és a két karsztípus: az „A” és „B” típus karsztvízmozgás és forma tekintetében is legalább olyan lényeges eltérést mutat, mint a két klasszikus karsztvízfelfogás. A karsztvízzel kapcsolatos kérdések egyre inkább a karsztvízforma felé tolódtak. Karsztvíz-térképek készültek s egyre nyilvánvalóbbá vált a karsztvízfelület vertikális tagoltsága, és ezzel összeütközésbe került az elnevezés és a háromdimenziós tényleges forma. A jelenleg használatos karsztvízszint, karsztvíztükör megnevezések helyett a valóságot jobban megközelíti a karsztvízfelület, karsztvízdomborzat vagy karsztvízfelszín elnevezés.

A korrekció szükséges, ugyanis a szintfelület azonos magasságú pontok összességét jelenti. Ilyen értelmű szintfelületet a karsztvízzel kitöltött résrendszerben nagyobb területen alig tételezhetünk fel, kivéve a felszín

alatti barlangi tavakat. A karsztvízszint vagy karsztvíztükör egy közlekedő edényrendszer nyugalmi szintjével lenne egyenlő. A közlekedő edények formai feltétele ugyan adott a karszt réshálózatában, de a szintkiegyenlítést, azaz a törvényszerűség érvényre jutását számos tényező megakadályozza (karsztvízáramlás, beszivárgás, forrásaktivitás, súrlódás stb.).

A karsztvízszint elnevezés ellentmondást fejez ki a karsztvíz kétségtelesenül meglévő és bizonyított megemelkedő, feldomborodó, hullámos felületével szemben. Tehát a karsztvízszint helyett javasolható a karsztvízfelszín vagy karsztvízfelület használata. A karsztvízfelület vagy karsztvízfelszín a karsztos terület erózióbázisához viszonyítható, állandóan változó hidrogeológiai képződmény.

A karszterózió-bázis fogalma

Eddig a különböző munkák szerzői a karszterózió-bázis fogalmát tartalmilag és elnevezésben a legkülönbözőbb formában szerepeltették a karsztos területekkel kapcsolatban. Sokszor azonosították a kőzet vízzel kitöltött szintjével, azaz a karsztvízfelülettel. Más esetben a földtani értelemben vett helyi erózióbázist tekintették a karsztos terület erózióbázisának. (Pl. Jósavölgye, az Aggteleki karszt esetében.) Sem a karsztvízfelület, sem a környék földtani erózióbázisa általában nem esik egybe a mészkőterületek erózióbázisával, sőt esetenként jelentős szintkülönbség is lehetséges. Szükséges a karszt réshálózatában mozgó víz tömegét a karszttal kapcsolatos kiindulási alapszinthez viszonyítani. Erre alkalmas a karsztos hegység erózióbázisa. Ez konkrét és viszonylag állandó kiindulási alap a karsztvíz mozgásának és vertikális méreteinek meghatározásához.

A karsztos hegység erózióbázisa nem lehet más, mint a legalacsonyabbban fakadó karsztforrások sora ott, ahol a karsztosodó kőzet a nem karsztosodó vízzáró kőzetre önti a vizét. Bármekkora kiterjedésű is a karsztos terület, minden esetben vízzáró kőzetek vagy a tenger szintje határolja, így önálló, lehatárolható hidrogeológiai egységet jelent. Ez a határoló vonal valóban erózióbázist jelent a karsztos területnek, hiszen a felszín alatti vizek ezen legalacsonyabb pontok felé törekednek, s a teljes karsztdenudáció számára is erózióbázist, lepusztulási alapszintet jelölne.

A karsztosodó kőzet és a vízzáró kőzetek határa szükségszerűen egy karsztforrásort alkot a karsztok peremén. Ennek a változó magasságú határoló vonalnak a legalacsonyabb szakasza adja a karsztos terület legalacsonyabb fekvő karsztforrásait. Ez a legalacsonyabb forrásvonal kényszeríti a felszínre a terület karsztvizének jelentős részét, és adna teljes karsztvízlecsapolást, ha a beszivárgás megszűnne. A karsztos hegység előbb említett peremvonala a vízzáró kőzetek felett elhelyezkedő karsztos tömegek végső lecsapolási szintjét, tehát a karsztos terület erózióbázisát jelenti.

Hogyan szerepelt eddig a karsztos területek előbb említett képzeletbeli karsztvíz alapszintje? Amíg a karsztvízszintet a szó tartalmának megfelelően vízszintnek tekintették, addig maga a karsztvíz szintje képezte az alapszintet, a karszt erózióbázisát. A karsztos szakirodalomban nincs ha-

tározott jelentéskülönbsége a helyi erózióbázisnak, erózióbázisnak és a karszerózió-bázisnak. Szerepel a fő erózióbázis és helyi erózióbázis egymás mellett. A helyi erózióbázis földtani értelemben a karsztos hegység környezetében elhelyezkedő legmélyebb folyó völgyet jelenti. Az erózióbázis, általános erózióbázis, vagy abszolút erózióbázis pedig a tenger szintje. (22.)

Az 1954-es nevezéktan a karsztot vízzáró fekjével együtt a környék földrajzi helyi erózióbázisához viszonyítja és osztályozza. Több meghatározásban, így a középkarszt meghatározásában is egy értelemben alkalmazza a helyi erózióbázist és az erózióbázist.

„Középkarsztról akkor beszélünk, ha a karsztos kőzet vízrekesztő fekjéje a helyi erózióbázis alá nyúlik, de a karsztos kőzet bázis alatti részének vastagsága 100 m-t nem haladja meg s a karsztos kőzet egy része az erózióbázis felett helyezkedik el.” (24.) Ez a nevezéktani meghatározás is bizonyítja, hogy szükséges a karszt erózióbázisát egyértelműen meghatározni és célszerű az erózióbázistól és helyi erózióbázistól mint földtani fogalmaktól megkülönböztetni. Több lehetőség kínálkozik:

Használhatjuk a karsztos területekkel kapcsolatban az erózióbázist és a helyi erózióbázist földtani értelemben. Ha ezt fogadnánk el, akkor csak a helyi erózióbázissal dolgozhatunk, kivéve a tengerparti karszthatárokat.

Az 1954-es nevezéktan a karsztosodó és vízzáró kőzetek kapcsolatától függetlenül állapított meg helyi erózióbázist földtani értelemben. A legújabb szakirodalom (9—18) a karsztos hegység erózióbázisát, azaz a karszt és a vízzáró kőzetek határvonalát jelöli erózióbázis, másutt helyi erózióbázis vagy főerózióbázis elnevezésekkel. Az általános földtani fogalmaktól megkülönböztető karszterózióbázis meghatározással is találkozunk, ezzel nevezéktanilag is kihangsúlyozva, hogy a karszt önálló erózióbázisáról van szó. (10)

Az előbbi munkákból kitűnik, hogy az elnevezés pontosságától és sokféleségétől eltekintve, a tartalom általában új és többé-kevésbé megegyező a karsztos hegység saját erózióbázisával, és nem a földtani értelmezésű helyi erózióbázisról van szó, ahogy az az 1954-es nevezéktanban még félreérthetetlenül szerepelt. Felmerül egy tartalmi kérdés is akkor, amikor a karsztos területek erózióbázisának vagy röviden a karszterózióbázisnak tengerszint feletti magasságát akarjuk meghatározni. A karsztperemi legalacsonyabb karsztforrások sorát, vagy az egyetlen legmélyebben fekvő karsztforrást tekintjük karszterózióbázisnak, illetve karszterózióbázis alapszintnek?

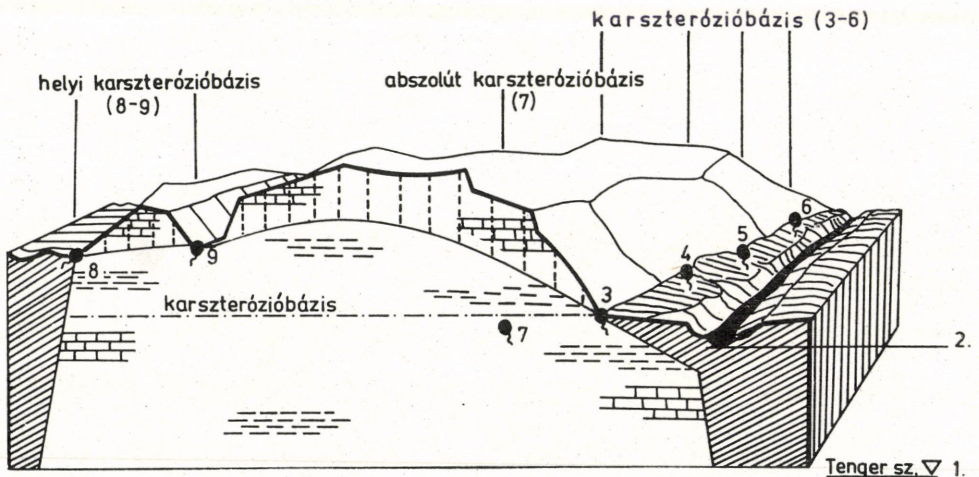
Ha a legalacsonyabb tengerszint feletti magasságban fakadó nagy aktivitású karsztforrást vesszük a karsztos terület erózióbázisának, ahogy Rónaki László javasolja és főerózióbázisszintnek, ill. statikus karsztvízszintnek nevezi, akkor egyértelmű és numerikusan is pontosan meghatározható szintet kapunk az egész karszt területére. A legalacsonyabb karsztforrás elméletileg az egész terület erózióbázisát jelenti. Ha azonban a karsztos terület természetes hidrogeológiai folyamatát tekintjük, megállapíthatjuk, hogy egyetlen nagy aktivitású karsztforrás, még ha a legalacsonyabbban is fekszik, csak a karszt egy részének alkot karszterózióbázist. Általában a vízzáró kőzetek legalacsonyab vonalán, a karszt peremén fakadó

karsztforrások egész sora együttesen alkot folyamatos lecsapolást a karszt jelentős tömegének. Ha a karsztperemi legalacsonyabb karsztforrások sorát tekintjük karszterózióbázisnak, akkor a karszterózióbázis tartalmi követelményeinek jobban eleget teszünk az egész hegység részrendszerét tekintve. Ugyanakkor nem kapunk egy konkrét tengerszint feletti magasságot, csupán egy tól-ig értékkel jellemezhetjük a terület karszterózióbázisát. Az így kapott karszterózióbázis forrásmagasságainak plusz-mínusz 10—20 m-es magasságkülönbségei a karszt egész részrendszerét tekintve olyan kis különbségek, amelyek a források szerepét és jellegét nem befolyásolják. E peremi karszterózióbázis források közül a legalacsonyabb fekvésű sokszor csak néhány méter szintkülönbséggel tűnik ki, tehát csak numerikus különbség jellemző. Ugyanakkor, ha a néhány méterrel alacsonyabban fekvő karsztforrást neveznénk karszterózióbázisnak, ill. a tengerszint feletti magasságot karszterózióbázis-szintnek, akkor a felette fakadó karsztforrások már a karsztos terület helyi karszterózióbázisát képviselnék. Ezzel azonos nevezéktani besorolást kapnának az esetleg több száz méterrel magasabban fekvő lényegesen más eredetű és jellegű, valóban helyi karszterózióbázist jelentő karsztforrásokkal.

Leginkább javasolható megoldás az előbbieket szem előtt tartva az általános földtani elnevezéstől függetlenül három új elnevezést alkalmazni:

1. A karsztos hegység erózióbázisát (karszterózióbázis)
2. A karszt abszolút erózióbázisát (abszolút karszterózióbázis)
3. A karszt helyi erózióbázisát

1. A karsztos terület erózióbázisa vagy karszterózióbázis a legalacsonyabban fakadó, de még természetes úton felszínre ömlő karsztforrások sora a karszt peremén, a vízzáró kőzetek határán.



1. abszolút erózióbázis (Földtani)

2. helyi erózióbázis (Földtani)

A földtani erózióbázisok és a karszterózióbázisok összehasonlítása

2. Az *abszolút karszterózióbázis* a karsztos kőzet részrendszerét legalacsonyabb tengersizint feletti magasságban megcsapoló természetes vagy mesterséges karsztvíz előfordulás.

3. A *karsztos terület relatív vagy helyi erózióbázisa* (helyi karszterózióbázis) új értelmezésben a karsztforrások egy magasabb sora, általában a karszt belsejében eróziós völgyekben, vagy a vízzáró kőzetekkel az átlagosnál magasabban lehatárolt peremeken. Egy karsztos területrészt karsztvízeinek részleges lecsapolója. (Lásd az ábrát!)

Összefoglalás

A dolgozat a karsztvíz, karsztvízszint és a karszterózióbázis karsztnevezéktani alapfogalmakat a jelenlegi karszthidrogeológiai ismereteinkkel összhangban tárgyalja.

A karsztvíz fogalmának meghatározásakor néhány új tartalmi jegyet hangsúlyoz. Kiemeli a csapadék beszívárgásból és a nem karsztosodó területekről átfolyó karsztvíz eredetét. A karsztvíz mozgásirányának eredője a karsztterület karszterózióbázisa felé mutat. A karsztvízfelület szabályos lehatárolása csak sematikus rajzi ábrázolás lehet, és nem helyes a karsztvíz térbeli alakjának meghatározásakor szabályos mértani formahasonlatot adni.

A karsztvíz meghatározása:

A karsztvíz közvetlenül a csapadékból származó és részben a vízzáró kőzetek felszíni közvetítésével a karsztosodó kőzet rész- és üregrendszerébe hatoló és abban mozgó víz. A karszterózióbázis alatti tömege és formája a vízzáró fekvő helyzetétől függ, karszterózióbázis feletti mennyisége és formája térben és időben állandóan változó, megemelkedő domború felületek összessége. Vertikális különbségeit meghatározza a karszt típusa, fejlettsége, méretei, valamint a beszívárgás és forrásaktivitás pillanatnyi értékei. A karsztvízmozgás oka hidrosztatikai nyomáskülönbség, áramlási irányának eredője a terület karszterózióbázisa. Kémiai és fizikai jellemzői a karszt típusával, a beszívárgás és forrásaktivitás milyenségével, a karsztforrás karszterózióbázishoz viszonyított helyzetével összhangban állnak. A dolgozat továbbá rámutat a karsztvízszint elnevezés és a háromdimenziós karsztvízfelület nevezéktani és tartalmi ellentmondására. Javasolja a karsztvízfelület vagy karsztvízfelszín elnevezést az eddig használt karsztvízszinttel szemben.

A földtani értelmezésű erózióbázis, helyi erózióbázis fogalmak mellett célszerű a karsztos területekkel szorosan összefüggő karszterózióbázis, helyi karszterózióbázis és abszolút karszterózióbázis fogalmakat használni.

1. A *karsztos terület erózióbázisa vagy karszterózióbázis* a legalacsonyabban fakadó, de még természetes úton felszínre ömlő karsztforrások sora a karszt peremén, a vízzáró kőzetek határán.

2. Az *abszolút karszterózióbázis* a karsztos kőzet részrendszerét legalacsonyabb tengersizint feletti magasságban megcsapoló természetes vagy mesterséges karsztvíz-előfordulás.

3. A *karsztos terület relatív vagy helyi erózióbázisa* (helyi karszterózióbázis) új értelmezésben a karsztforrások egy magasabb sora, általában a

karszt belsejében eróziós völgyekben, vagy vízzáró kőzetekkel az átlagosnál magasabban lehatárolt peremeken. Egy karsztos területrészt karsztvízeinek részleges lecsapolója.

I R O D A L O M

- ¹ Abel F.: Újabb elgondolások a karsztvízkérdéssel kapcsolatban. Hidr. Közl., 1950. 11—12.
- ² Balázs D.: Karsztgenetikai problémák. Földrajzi Értesítő, 1963. 4.
- ³ Bulla B.: Magyarország természeti földrajza. Bp. 1960. Egyetemi tankönyv: Magyarország ősföldrajza 11—67-ig. A résvíz, a sziklavíz és a karsztvíz 291—294. Források. 294—298. Bükk, az aggteleki karsztos hegység. 158—166.
- ⁴ Ernst L.: A keveredési korrózió kérdéséhez. Karszt és Barlang, 1965. II.
- ⁵ Horusitzky F.: A karsztvíz elhelyezkedése a Kárpát-medencében. MTA Műsz. Tud. Oszt. Közl. 1953. I.
- ⁶ Jakucs L.: A barlangi árvizekről. Földr. Közl. 1956. 4.
- ⁷ Jakucs L.: Az aggteleki barlangok genetikája a komplex forrásvizsgálatok tükrében. Karszt- és Barlangkutató, 1960. I.
- ⁸ Jakucs L.: Általános karsztgenetikai, morfológiai és hidrográfiai problémák vizsgálata az Aggteleki karszton. Kandidátusi értekezés. Bp. 1960.
- ⁹ Jakucs L.: A karsztok morfogenetikája. Bp. 1971.
- ¹⁰ Jakucs—Kessler: A barlangok világa. Bp. 1962.
- ¹¹ Kessler Hubert: A karsztból tartósan kitermelhető vízmennyiség és a beszivárgási százalék megállapítása. Hidrológiai Közöny, 1954—55. 213. old.
- ¹² Kessler H.: A beszivárgási százalék és a tartósan kitermelhető vízmennyiség megállapítása karsztvidéken. Vízügyi Közl., 1954. 2.
- ¹³ Kessler H.: A karsztos hévforrások utánpótlásának kérdése. Hidrológiai Közöny, 36. évf. II. szám, 127—128
- ¹⁴ Láng S.: Hidrológiai és morfológiai tanulmányok a Bükkben. Hidr. Közl., 1948.
- ¹⁵ Leél—Össy S.: Magyarország karsztvidékei. Karszt- és Barlangkutató, 1960. I.
- ¹⁶ Németh E.: Hidrológia és hidrometria. Bp. II. kiad. 1959.
- ¹⁷ Pávay—Vajna F.: A „Karsztvíz” és a „Karsztvíztérképek”. Hidr. Közl., 1950. 11—12.
- ¹⁸ Rónaki László: Karsztnevezéktani javaslat. Karszt és Barlang, 1970. II.
- ¹⁹ Öllös Géza: A karsztrendszerben lejátszódó hidraulikai folyamatok kismintavizsgálata. Hidrológiai Közl., 1964. 1. sz. 21. old.
- ²⁰ Szabó László szerk.: Általános természeti földrajz. Bp. 1968.
- ²¹ Szádeczky-Kardoss Eleinér: Természettudományi Lexikon. II. kötet D—G. Bp. 1965. 415. old.
- ²² Tóth Géza: Az intermittáló karsztforrások működése. Egeri Tanárképző Főiskola Tud. Közl., 1966.
- ²³ Venkovits I.: Karsztnevezéktani vita. Karszt- és Barlangkutató, I. évf. 1959. 67. old.
- ²⁴ Venkovits I.: A karszt fogalmi meghatározása. Karszt- és Barlangkutató, 1960. okt.