

NAGY-BRITANNIA KARSZTVIDÉKEI

DR. JOHN GUNN–DR. KEVEINÉ BÁRÁNY ILONA*

THE KARST AREAS OF GREAT BRITAIN

Abstract

The karst areas of Great Britain are very varied regarding their formation and construction. There are considerable geomorphological differences between the older and the younger formations. The younger limestones do not usually contain substantial passage systems, in the older ones, especially in the Carbon limestones there are large cave systems formed. Both surface and underground karst formations are common in the Youkshire Dales, Peak District, Mendip Hills, and North and South Wales. Sedimentation took place in different environments and tectonical development was different too. The glacial and river water surface development was taking place in varied levels in these areas, and during the past 500 years human activity is altering the river system. The authors take the following areas in turn: the karst areas of the Yorkshire Dales and the North Pennines, the Peak District, the Mendip Hills, the magnisium limestone areas of Northern England, the Cretaceous chalk areas of Southeastern England, the Devonian carbonates of Southwestern England, the the karst areas of Wales and Scotland.

Nagy-Britannia karszterületei kialakulásukat és kőzettani felépítésüket tekintve egyaránt változatosak. Kőzetanilag őidei, elsősorban karbon mészkőből (Peak District, Mendip Hill, Észak- és Dél-Wales, Skócia), permi magnéziumos mészkőből (Északkelet-Anglia) és középidői, kréta mészkőből (Dél-Anglia) épülnek fel (1. ábra). Észak-Skóciában a késői prekambriumtól a korai ordoviciumig tartott a mészkő lerakódása, amelynek maradványa ma már csak kisebb foltokban nyomozható. A brit karsztvidékek kőzettani változatosságát jelzi, hogy a karbonátközetek között gyémánt-, homokos mészkő, dolomitos mészkő egyaránt előfordul.

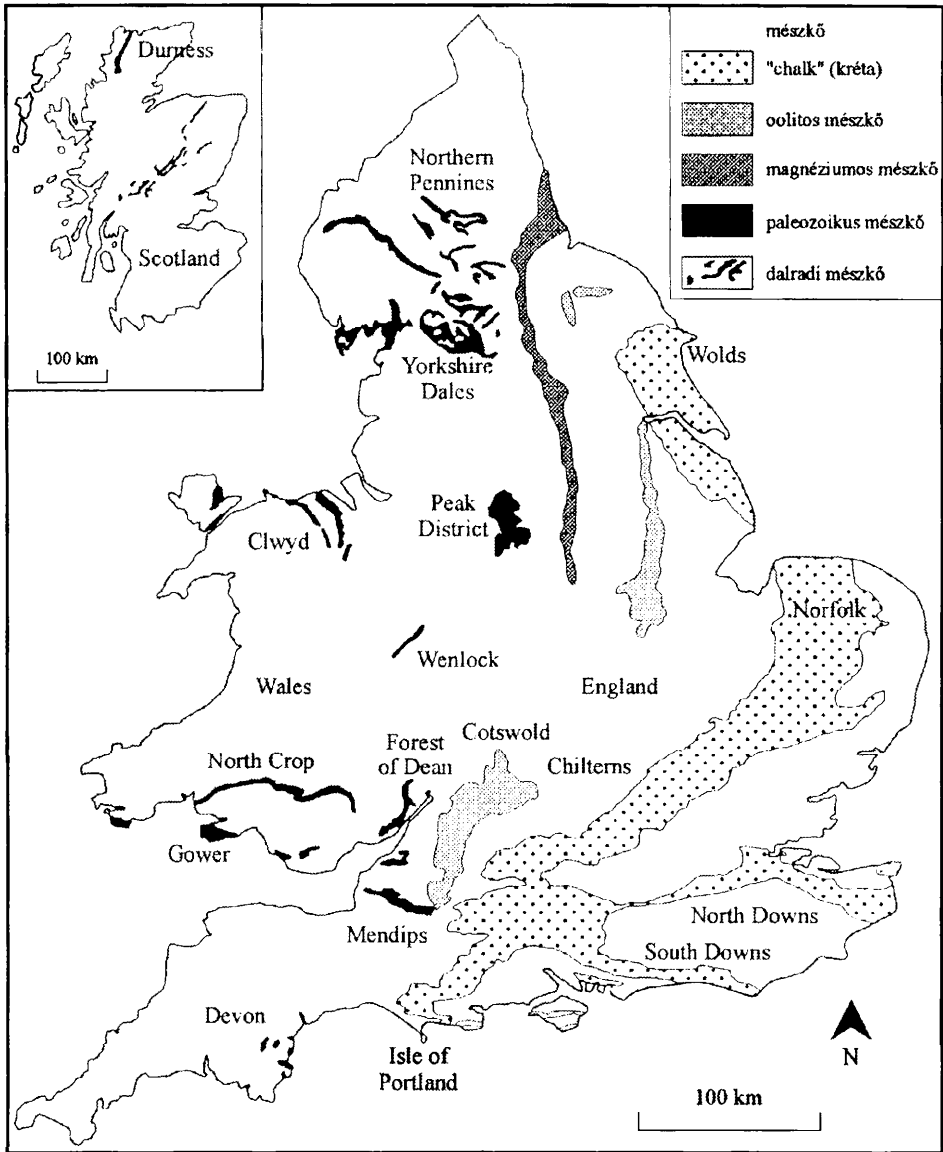
Hidrogeológiai szempontból a kréta mészkő (helyi nevén: chalk) képez összefüggő, nagy diffúz víztároló rendszert. A skóciai mészkövek vízrendszere nem egységes, a tárolók egymástól elkülönültek, a vízvezetés itt az oldásos üregekben kisebb jelentőségű, mint a többi mészkőterületen.

Geomorfológiai szempontból jelentős különbség van az idősebb és a fiatalabb képződmények között. A fiatal mészkövek általában nem rendelkeznek nagyobb járatrendszerrel, az idősebbekben, különösen a karbon mészkövekben viszont nagy barlangok jöttek létre.

A legnagyobb kiterjedésű, jól karsztosodó mészkövek Nagy-Britanniában a karbon dinanti emeletében rakódtak le, 600 km összhosszúságú barlangrendszerük teszi ki Nagy-Britannia barlangjainak 95 %-át. A karbon mészkő nagyobb része self-üledékekből áll, a helyenként jelentős hézagterefogatú és vízáteresztő képességű, általában tiszta mészkőben nagy barlangok alakultak ki. Vékonyabb-vastagabb nem karbonátos betelepülések és az egykori (paleo-) karsztosodás nyomai ismerhetők fel benne. A nemkarbonátos betelepüléseket homokkövek, agyagpalák, szén, vulkáni kőzet^{a1}, evaporitok kép-

*Department of Geography and Environment Sciences, Huddersfield University, Anglia.

**JATE Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék, 6722 Szeged, Egyetem u. 2.



1. ábra. Nagy-Britannia karsztjai
 Figure 1. The karst areas of Great Britain

viselik, amelyek szuperhalin körülmények között jöttek létre, porozitásuk és vízáteresztő képességük kicsi.

A perm és középidői mészkőben az üregek összetett vízvezető rendszerre fejlődtek. A víz több hónap alatt jut el a vadózus zónától a karsztvízrendszerig. A mélységi cirkuláció a hidrotermális konvekciós rendszerben melegvízű források kialakulását tette lehetővé (pl. Matlock, Baxton, Bristol és Cardiff környékén).

Bár az alsó karbon mészkő nagy területre terjed ki, szétszórtsága és törései megakadá-

lyozzák az egységes vízrendszer kialakulását. Mind a felszíni, mind a felszín alatti formák szempontjából legfontosabb előfordulásai a Yorkshire Dales, a Peak District, a Mendip Hill, valamint Dél- és Észak-Wales karsztjai. E területek éghajlati feltételeik, tengerszint feletti magasságuk alapján hasonlóak, illetve körülbelül azonosak, hidrogeológiai, -kémiai szempontból, valamint a barlangok fejlődése szemszögéből azonban eltérőek. Ennek oka, hogy az üledékképződés különböző környezetben zajlott, és a tektonikus fejlődés is eltérő volt. A pleisztocén glaciális és folyóvízi felszínfejlődés is sokszínű volt ezeken a területeken, 500 éve pedig az emberi tevékenység is módosítja a vízrendszert. A barlangrendszerekkel *Smith, D. I.* (1975), *Ford, T. D.* (1977, 1989) és *Waltham, A. C.* (1974) foglalkozott, a hidrológiai eltéréseket *Gunn, J.* (1992) tanulmányozta.

Anglia karszterületei

A Yorkshire Dales és az Észak-Pennine karsztja

A Yorkshire Dales alsó karbon mészkőterületét nyugatról és délnyugatról törések határolják, keleten pedig namuriai (felső karbon) törmelékes kőzetek zárják le (2. ábra). A tömeges mészkő 100–200 m vastagságú összlete befedte az óidő eleji impermeábilis kőzeteket. A mészkőre a Yordale-fácies 300 m vastagságú összlete települt, amelyben mészkő, homokkő, agyagpala és vékony szénbetelepülések váltakoznak. Ezt a sorozatot a felső karbon namuriai homokkő és a Millstone Grit formáció palarétegei borítják. A legnagyobb barlang az ún. Great Scar-fácies mészkővében alakult ki.

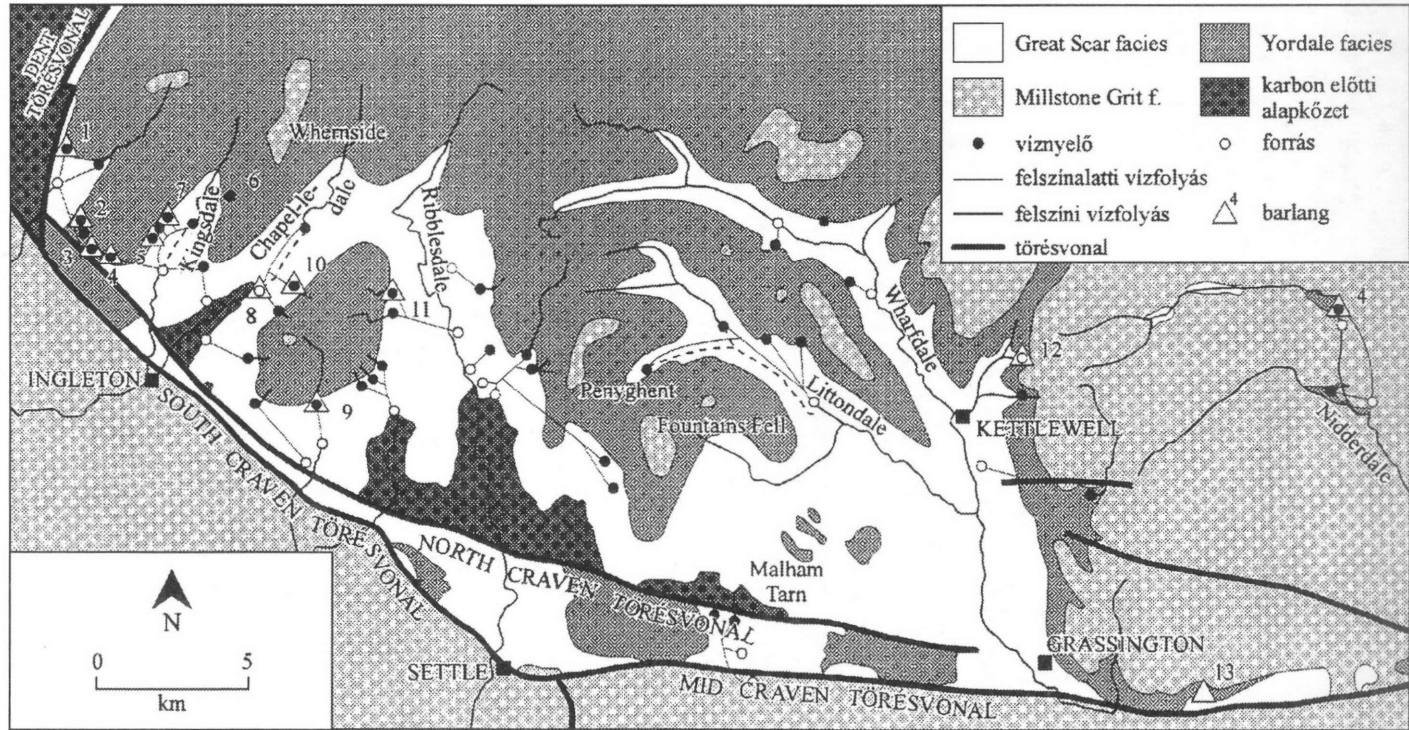
A területen több mint 1400 darab, 300 km összhosszúságú barlangot térképeztek fel (*Brook, A. et al.* 1988–1994). A legtöbb barlang aktív vízfolyással rendelkezik. A vadózus zónában kialakult barlangokban sok a függőleges járat, amelyek horizontális kanyonszerű folyosókkal kapcsolódnak egymáshoz. A vízvezető járatok bejutnak a freaticus zónába. A magasan elhelyezkedő folyosókat a pleisztocén során a glaciális folyamatok is tovább alakították (ilyen pl. az Ease Gill-barlangrendszer 70 km-t meghaladó összhosszával, valamint a 7 km hosszúságú Kingsdale-barlangrendszer).

A Yorkshire Dales karszterületeit a pleisztocén hideg periódusaiban a jég tarolta le. A mai felszíni formák az alpi würmnek megfelelő devensian eljegesedés idején (ez volt a jégborítás maximuma) jöttek létre. A legnagyobb eljegesedés Warfdale és Ribblesdale térségét érintette, ahol a mészkőplatót keskeny glaciális völgyek tagolják, amelyeket a felszíni vízfolyások formáltak tovább.

A felszínalatti vízrendszer fejletlen. A folyóvölgyeknek minden esetben van száraz szakasza. Ribblesdale és Warfdale területén a nagyobb vízfolyások a száraz időszakban is a felszínen szállítják vizeiket, a kisebb vízfolyások azonban eltűnnek a barlangokban és víznyelőkben.

A legjobban fejlett glaciokarsztok Ingleborough DK-i és Malham ÉK-i részén található. Találunk itt mészkőjárdákat, utánsüllyedékes dolinákat (a helyi nevezéktan szerint *shakeholes*). Néhány olvadékvíz hatására kialakult völgy (mint Gordale és a Frow Gill völgye) jelenleg igen száraz. Viszonylag kevés itt az oldásos dolina, a legtöbbet High Marknál és Malham környékén találjuk, de ezek az interglaciális karsztfejlődés reliktuimai.

A felszíni vízfolyások az impermeábilis Yordale-fáciesről a mészkőfelszínre lépve eltűnnek, és vak- vagy fél-vakvölgyekben végződnek. A batükapturát szenvedett allogén eredetű vizek agresszívek. A mészkőjárdákról és a kopár mészkőfelszínekről diffúz vízszivárgás megy végbe.

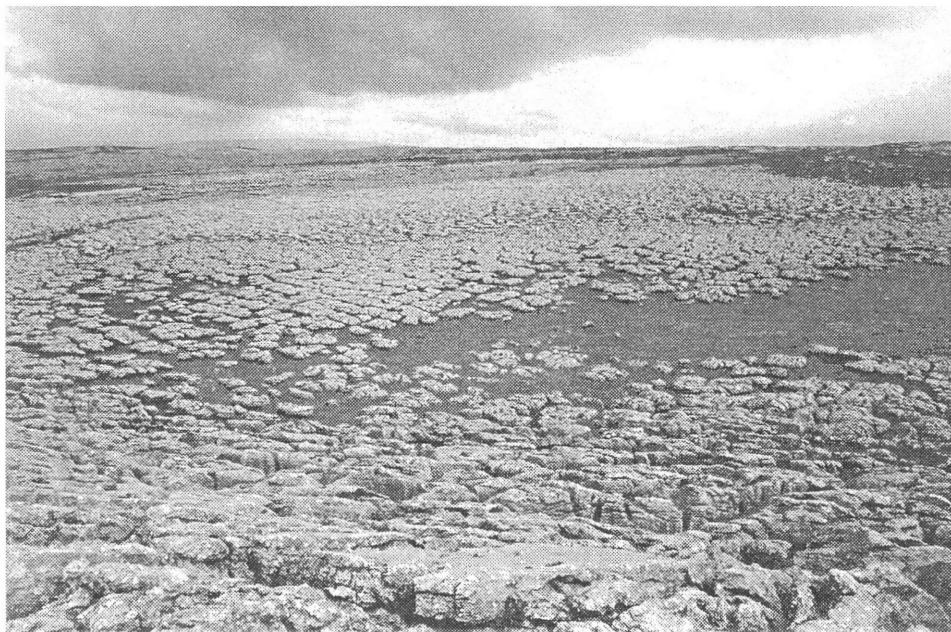


2. ábra. Yorkshire Dales karsztjai
 Figure 1. The karst areas of Yorkshire Dales

A vizek kémiai jellemzői jól tükrözik a víz útját. A Yordale- vagy a Millstone Grit-fácies kőzetösszetételéről érkező vizek agresszívek, kalcium-koncentrációjuk alacsony.

A mészkő vízvezető képessége jó, és – más karbon időszi mészkővidékekkel összehasonlítva – az itteni vizek kalciumtartalma általában kisebb (8–27 mg/l). Ahol az allogén vízgyűjtő a Yordale-fáciest is magába foglalja, az eltűnő víz kalciumtartalma magasabb.

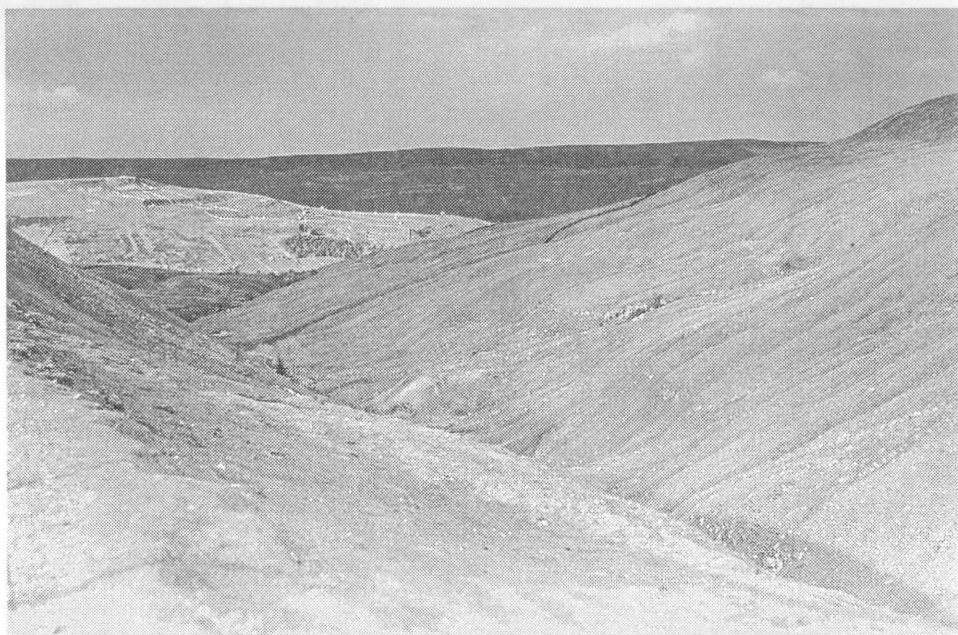
A Yorkshire Dales területén és az Észak-Pennine karsztjain mészkőjárdák (1. kép), nagy rétegfej-kibukkanások, mélyrevágódott völgyek (2. kép), valamint víznyelők és a számtalan dolina teszik változatosá a tájat.



1. kép. Mészkőjárda Észak-Pennine karsztjain (Fotó: Keveiné Bárány I.)
Pict. 1. Limestone pavement in the karsts of the North Pennines (Photo: Keveiné Bárány I)

A Yordale kevert fáciesében a vékony mészkőrétegek morfológiai és hidrogeológiai értelemben sem különülnek el az Észak-Pennine karsztjaitól. Alacsony fehér szirtek, a jégkorban lesimított területek, szűk sziklateraszok, kopár mészkőjárdák határozzák meg a karsztos táj képét.

Az Észak-Pennine területén a barlangmorfológia kialakításában azok a vékony mészkőrétegek jutnak jelentős szerephez, amelyeket gyér vízáteresztő képességű törmelékes üledékek tagolnak. A víz lassú áramlása és oldó hatása a tektonikusan preformált résrendszerek mentén alakította ki a barlangok és üregek hálózatát. A legnagyobb labirintusrendszert a Knock Fell Cavern alkotja.



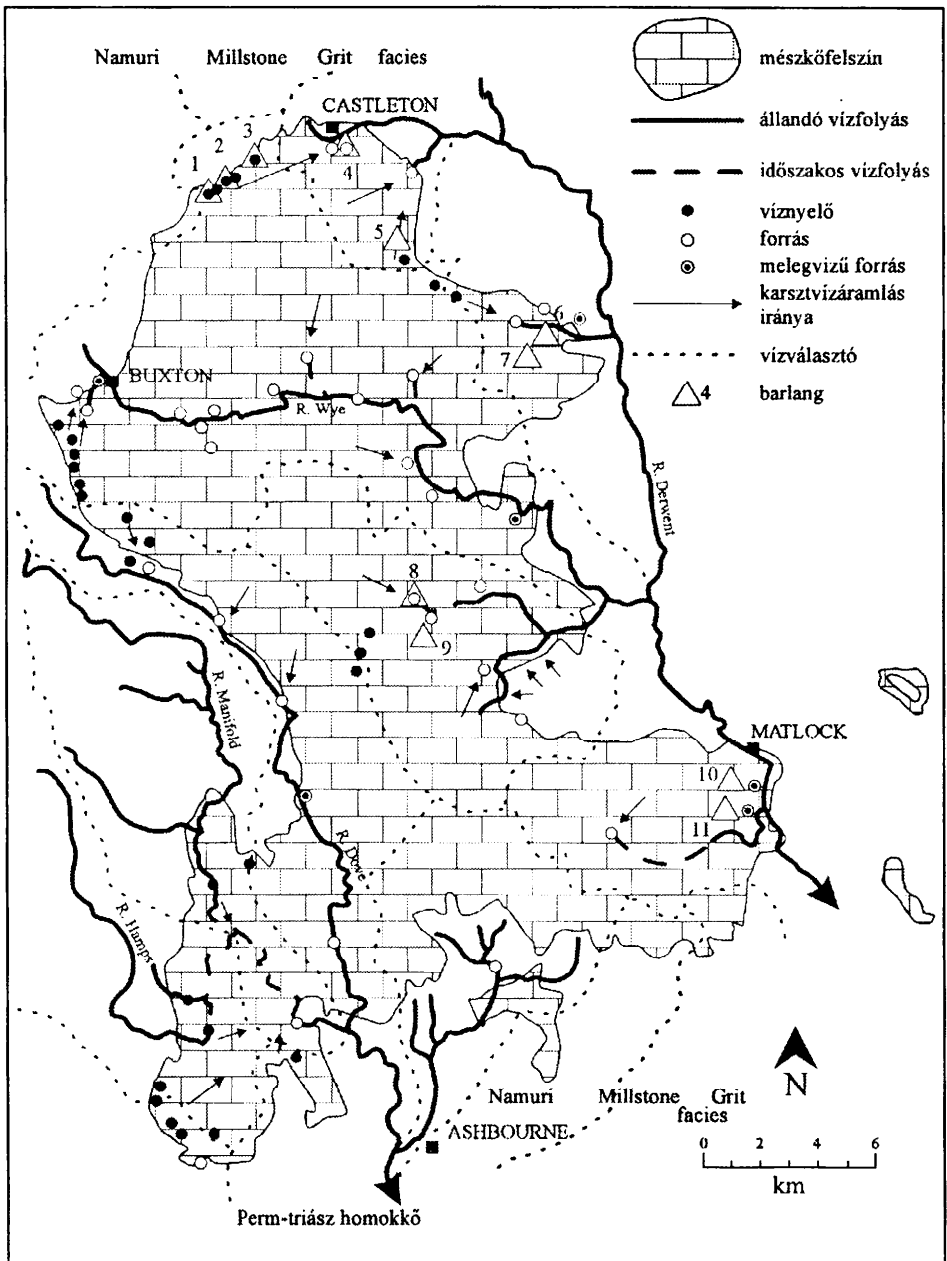
2. kép. Mélyen bevágódó völgy a Yorkshire Dales területén (Fotó: *Keveiné Bárányi I.*)
Pict. 2. Deeply downcutting valley in the Yorkshire Dales (Photo: *Keveiné Bárányi I.*)

A Peak District karsztja

A Peak District karsztja, ellentétben a többi brit karszterülettel, egységes felszín képez, É–D-i kiterjedése 40, szélessége 20 km (3. ábra). Délen triász homokkő, másutt a namuriai Millstone Grit határolja. A változatos geológiai szerkezetű mészkő vastagsága 200–1800 m, az alsó karbon sorozatot gyakran tagolják közbetelepült rétegek, így tufa és láva, de találunk vékony piroklasztikus rétegeket is, helyi nevükön ezek a „warboardok”.

A Peak District területén szerény a felszíni vízvezetés mértéke, csak a Dove és a Wye alkot állandó vízfolyást. Ennek ellenére a terület a fluviokarsztokra jellemző szárazvölgyek hálózatával rendelkezik, amely az impermeábilis fedőrétegen alakult ki és öröklődött át a mai karsztfelszínre. Amikor a vízfolyások bevágódása elérte a karsztvízszintet, a vizek a karsztban mélybe fejeződtek. A mészkőfelszínen kis zárt depressziók is vannak, amelyek közül sokat megváltoztatott az ólombányászat. A természetes depressziók többsége a vastagabb löszréteg, vagy más üledék alatt jött létre. Nagyságuk és előfordulási gyakoriságuk kisebb itt, mint a többi brit karszterületen, a tájra inkább a fluviokarsztos formák jellemzőek.

Az alpi mindennek megfelelő angliai eljegesedés idején a felszín erősen letarolódott, a fagy okozta aprózódás termékei betemették a karsztos felszíni formákat. Ahol a namuriai Millstone-rétegek közvetlenül érintkeznek a karszttal, ott a vízfolyások belépnek a karsztba. Rushupp Edge-nél 13 vízfolyás tűnik el a mészkőperemen, és jut be a Peak Speedwell igen fejlett barlangi járataiba (*Gunn, J.* 1991), de a 240 m magas Giant Ox-low-barlangrendszerben is nyolc vízfolyás tűnik el (3. kép). Mindezek ellenére a felszín alatti vízrendszer kevésbé ismert, mint más karbonmészkő régiókban, mivel az itteni szivárgási rendszer igen szórt. Vízrendszere a XVIII. század közepe óta jelentősen megvál-



3. ábra. A Peak District karsztjai
 Figure 3. The karst areas of the Peak District

tozott, mivel az ércbányászat (elsősorban cink- és ólombányászat) során jelentős mennyiségű vizet emeltek ki. A Peak District karsztvizeinek oldatkonzentrációja *Edmunds, W. M. (1971)* szerint magasabb, mint más területeken, mert a talaj CO₂ tartalma is



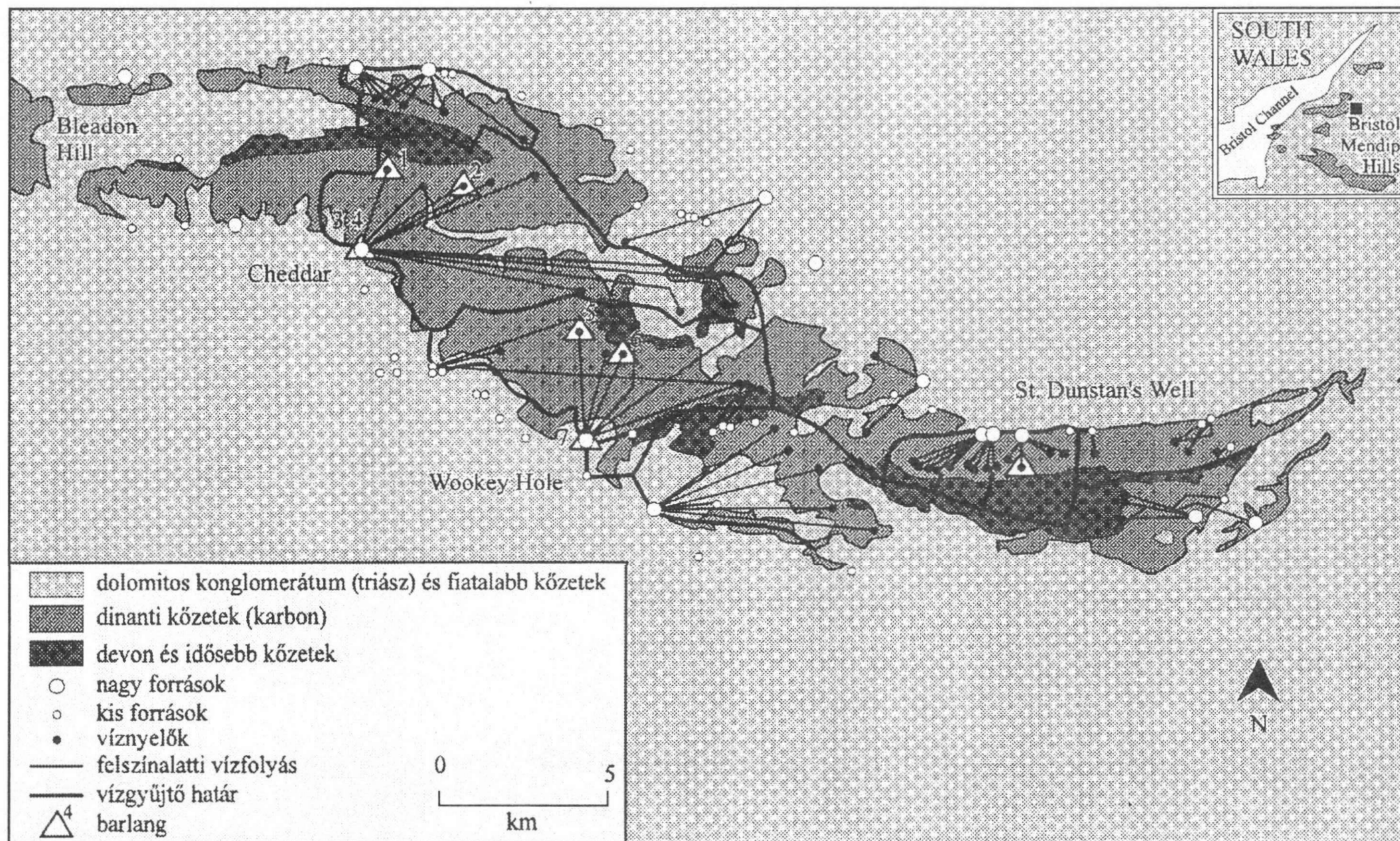
3. kép. Víznyelő barlang a Peak District-en (Fotó: *Keveiné Bárány I.*)
Pict. 3. Ponor cave in the Peak District (Photo: *Keveiné Bárány I.*)

nagyobb a hosszabban tartó átszivárgás és az intenzívebb talajmikrobiális aktivitás miatt.

A Peak District egyedi jelensége a perm-triász ásványosodás során képződött hidrotermális lerakódás. Matloc területén ásványérctelepek találhatóak, és a bányászat néhány paleokarsztformát is kitakart (*Ford, T. D.* 1984). A fluvioglaciális üledékek között a Mason Hill-barlangnál *Noel, M.* (1987) 730 ezer éves anyagra is bukkant, ami arra utal, hogy a barlang kialakulása igen hosszú fejlődés eredménye.

A Mendip Hills karsztja

Bristoltól délre, a Brean Down és Bleadon vonalában 48 km hosszúságban húzódik a Mendip Hills karsztja (4. ábra). A fő tömegét alkotó, 10 km széles és 225–250 m magas plató pliocénkori szubaerikus eróziós felület.



4. ábra. A Mendip Hills karsztjai
 Figure 4. The karst areas of Mendip Hills

Geológiai szerkezete igen összetett, legidősebb kőzetei a szilur agyagpala és egy hasonló korú vulkáni kőzet, valamint a devon vörös homokkő.

A Peak Districthez hasonlóan ez is uralkodóan fluvio-karszt, ahol az impermeábilis fedőrétegről szárazvölgyek öröklődtek át. A völgyek mély nyelőkbe torkollanak, ami a periglaciális túlmélyítésre utal. Az itteni völgyeket a zárt depressziók hiánya különbözteti meg más karsztok völgyeitől, az oldás ugyanis a gyenge ellenállóképességű szerkezeti vonalakon ment végbe. Az ólombányászat itt is módosította a formákat, a karsztvízszint viszont a mai mészkőbányászat hatásaként süllyed.

A Mendip Hills a talajon és a fedőüledékeken átszivárgó autogén vízrendszerrel rendelkezik (95%-ban), allogén hatás csak a szilur és devon kőzeteken mutatható ki.

A Mendip Hillsen 200 barlang van, amelyek összhossza 50 km (*Irwin, D. J.–Jarrat, A. R.* 1992). A leghosszabb a Swildon's Hole (9000 m), amelynek hosszú vízrendszere kapcsolatban áll a freatikus rendszer járataival és labirintusaiival. Ez Nagy-Britannia legnagyobb üregrendszere.

Észak-Anglia magnéziumos mészkőterülete

A perm időszakai mészkő – evaporit és agyagpala betelepüléssel – a Kelet-Pennine dombvidékén, Nottinghamshire-től Durhamig húzódik. Ez a rétegsor összefoglalóan magnéziumos mészkőként ismert. A perm felszín nagyrészt változó vastagságú glaciális üledékek fedik. A magnéziumos mészkő hidrogeológiája egyöntetű, a rés- és töréshálózatban mozgó víz hozama a felszíni üledékek vastagságával változik. Durham tartományban a kiterjedt vízáteresztő rétegek aktív vízadók. Egyes vízvezető járatokon a víz feljut a karbon időszakai mészkőbe. A vízzállítás általában 300 m³/nap, de elérheti az 1500 m³/nap értéket is.

A kettős osztatú, alsó és felső magnéziumos mészkőben sok kis barlang van, de a tektonika itt jobban érvényesült, mint a karsztosodás. A víznyelők a Creswell Crags-en keresztül, Nottinghamshire–Derbyshire határán öt barlangot alakítottak ki. A sztalagmitok időssek (*Rowe, P. J. et al.* 1989), a törmelékes üledékekben főként devensian korú emberi és állati maradványokat találtak (*Jenkinson, R. D. S.* 1984, 1989). A devensian jégkorszak interstadiálisában az ún. cresswellien kultúra telepedett meg e területen.

A perm kőzeteken található felszíni karsztformákat általában kis zárt depressziók és száraz völgyek alkotják. A paleokarsztos felszín jelentősen befolyásolja a karsztvíz mozgását.

A kréta „chalk” Délkelet-Angliában

A kréta „chalk” a többi mészkőhöz viszonyítva nem üreges, tiszta, fehér, viszonylag puha, gyengén litifikálódott, porózus mészkő. Kőzetmátrixa nagy kristályokból áll, részecskéinek mérete 0,002 mm-nél kisebb, újrakristályosodott, felső részében kevés magnéziumkalcit található. A kb. 300 m vastagságú mészkő 98%-ban kalciumkarbonátból áll. Fő szennyező anyagai a márga, a kvarc, valamint biológiai eredetű szilíciumos üledékek.

A kréta „chalk” csak Délkelet-Angliában fordul elő. A felszín közép- és újidei üledékek borítják. Vívezetése teljesen eltér az idősebb karsztokétól, néhányan ezért nem is tartják karsztnak. Az oldási folyamatok, a geomorfológiai és hidrológiai fejlődés azonban ugyanolyan, mint a többi karsztterületen.

A kréta „chalk” puha kőzet, felszíni vízfolyásai nincsenek. A rétegfejekben kibukkanó mészkő kiemelkedéseit agyag- és homokösszletek fogják közre. A downland-nek

vagy down-nak nevezett táj képét a nemkarsztos térszínek füves legelői határozzák meg.

A devensian jege csak kis részét borította be, a felszínt a korábbi glaciálisok anyagai fedik. Legnagyobb részét legalább 10 m vastagságú fagytermelék borítja, új képződménye a murvás chalk (*Higginbottom, I. E.* 1966). A devensian jégkorszak hideg fázisában nagy területeket érintett a szoliflukció, ami a chalk egy részét a völgyekbe hordta le. A korábban erdővel borított területeken, a mezolitikum és a középkor között füvesedés és gyors tőzegesedés ment végbe.

A kréta mészkőbukkanások szárazvölgyei nagyrészt a szoliflukció és az olvadék-víz-erózió hatására alakultak ki a devensian jégkorszakban. A források az alacsonyabb területeken lépnek ki, és a téli periódusban a megnőtt karsztvízszint szezonálisan áradásokat okoz. A diffúz vízvezetés néhány dolinát hozott létre. Az enyhe lejtőkön az allogén vízrendszer hozta létre a víznyelőket, az oldásos és az utánsüllyedésszerű dolinákat. A peremterületeken, például a Londoni-medence harmad-, és Kelet-Anglia negyedidőszaki üledékekkel fedett felszínein helyenként nagy dolinák fordulnak elő. Angliában itt a legnagyobb a népsűrűség, ami a vízellátás szempontjából nagy feladatot ró e vidékre. Mindennél többet mondó adat, hogy Nagy-Britannia vízszükségletének fele innen származik (*Downing, R. A. et al.* 1993; *Price, M.* 1994).

A chalk porozitása igen magas, 80%-nál is nagyobb. Néhány helyen azonban a chalk vízáteresztő képessége kicsi, ami a devensian-beli permafrost számlájára írható.

Az oldás hatására megnövekedett járatok irányultsága általában azonos a kevésbé fejlettekével. Ez arra utal, hogy folytonos kapcsolat van a tektonikus preformáció által kialakított és a jól fejlett karsztos topográfia között. Különbséget kell tenni azonban a felszín alatti járatok és a nyitott, de hidraulikai szempontból igen fontos nagy járatok között. A vízvezetés a chalk-ban 10–100 m³/nap.

Az aktív járatok a dolináknál 1 m³/s vizet is elnyelnek. A rekord 5500 m³/nap, ami világosan jelzi, hogy ez esetben nyitott, oldással szélesített járatrendszer alakult ki. A tengerparton meredek sziklafal vág át egy vízzel kitöltött 370 m-es folyosót (*Reeve, T.* 1981). Devonshire-ben, Flamborough Head és Yorkshire környékén rövid járatokat fedeztek fel. A víz sebessége a chalkban az 1 km/napot is elérte (*Atkinson, T. C.–Smith, D. I.* 1974; *Price, M. et al.* 1992), de az is lehetséges, hogy sok oldásos járat teljesen ki van töltve harmadidőszaki homok és kavics üledékekkel.

Délnyugat-Anglia devon karbonátjai

Dél-Devonshire-ben metamorfizálódott, magas fosszília tartalmú devon mészkő fordul elő, több mint 50 barlanggal. Berry Headnél sok kis barlangot formált ki a tengervíz a pleisztocén kori magas vízszint idején (*Proctor, C. J.–Smart, P. L.* 1991). A Torquay közelében fekvő Kent Cavern 400 m hosszú maradványbarlang (*Proctor, C. J.–Smart, P. L.* 1989). A barlangi sztalagmitok kora legalább 50 ezer év. Az angliai eljegesedés előtti barlangi medvecsontokat magukba foglaló faunamaradványok igen jelentősek (*Campbell, S.–Sampson, G. G.* 1971). Az alsó szedimentumokból és a devensian jégkorszakból mammut- és rinocérosz-, a középső szintből szarvascsontok kerültek elő.

Wales karszterületei

Dél-Wales és a Dean Forest karsztja

A Mendip Hills-t kialakító törésvonal nyugat felé elérte a dél-walesi szinklinálist. Az alsó karbon mészkő fő egységei Prembrok és Gower, valamint az angol-walesi határtól keletre, Monmouth–Chepstow és a Dean Forest területén található.

A Gower-félsziget mészkőterülete 150 m-rel helyezkedik el a tengerszint felett, az évi csapadékmennyiség 1000–1500 mm. Az autogén és allogén vízvezetéssel egyaránt jellemezhető terület számos barlangja közül az 1525 m járathosszú Tooth Cave a legnagyobb.

A North Crop a karbon dinanti emeletéből származó rétegsora 200 m vastag, amelyből a mészkő 100–150 m-t tesz ki. A felszíni topográfiában azonban nem hangsúlyosak a mészkőformák, aminek részben az az oka, hogy a mészkőveket körülvevő homokkő formái mind a felszín felett, mind az alatt jellegzetesebbek. A területet emellett még kemény namuriai bazalt-kibukkanások tarkítják. A mészkőfelszín a devensian eljegesedés során preparálódott ki, mészkőjárdái is akkor fejlődtek ki. A felszíni üregeket ma már többnyire glaciális üledékek töltik ki, így a mészkőjárdák már nem fejlődnek tovább. A jégkorszakot megelőzően kialakult völgyekben délről Wales központi része felé mozgó jég csak keskeny mészkőkibukkanásokat hagyott maga után (*Campbell, S.–Bowen, D. Q.* 1989). A jelenlegi vízfolyások enyhén hullámos völgyeket hoznak létre. A Traff és Tawe folyók a mészkőfelszínhez érve belépnek a rendszerbe. A többi patak is mélyül a mészkő felé, hiányoznak a mély víznyelők, azonban a lejtőkön fehér sziklafelszínek és kis szárazvölgyek jöttek létre.

Néhány említésre méltó dolinamező található itt utánsüllyedéssel dolinákkal, amelyek a vastagabb glaciális köpenybe mélyülnek bele. A besüllyedés és beszakadás ott ment végbe, ahol az oldás miatt a nemkarsztos fedő alatt anyaghiány lépett fel. A North Crop mészkőfelszíne déli részén található dolinák az összes többi brit dolinától különböznek, mivel ezek szűk csatornán keresztül szállítják a csapadékvizet a karsztba (ilyen dolinák vannak a Mynydd Llangyndrewn területén). Hidrológiai szempontból érdekes, hogy a szerény drénkapacitással rendelkező felszíni üledékekben nagyobb a vízraktározás, mint a szubkután zónában (*Thomas, T. M.* 1974). Az allogén rendszernek e speciális formája tölcészerűen koncentrálna a vizeket, és szállítja azokat a karsztvízrendszerbe. Az autogén vízvezetés az üledékmentes mészkőjárdákra korlátozódik, ahol a vízszintes és függőleges repedések mentén gyors a víz elvezetése.

A North Crop vízrendszerére jellemző, hogy délről vízfolyások haladnak a devon időszaki vörös homokkő térszínről észak felé, amelyek a mészkőfelszínhez érve kaptúrát szenvednek. Ugyan kevesebb itt a barlang, mint a Yorkshire Dales területén vagy Dél-Walesben, de a meglévők meglehetősen hosszúak és mélyek (*Ford, T. D.* 1989). Az Ogof Ffynnon Ddu (összhossza 50 km, mélysége 308 m) és hat másik barlang tartozik ide. A járatok a Mynydd Llangattwg mészkővébe is behatolnak, és úgy tűnik, hogy a két rendszer – egy közel 70 km hosszú járatrendszer kialakítva – a közeli jövőben összekapcsolódik. A freatikus vízrendszer továbbmélyülése a szubszekvens völgyképződés felújulásához vezet, és a vadózus zóna vize, keresztetve az idősebb freatikus víznyelő barlangokat, bejut a rendszerbe, nagykiterjedésű járatrendszert hozva így létre. A völgyekből nagy mennyiségű víz jut le a barlangokba. Ilyen a Porth-yr-Ogof és a Little Neath folyó barlangja, ahol a nagy völgyek folytatásában tekintélyes folyosók alakultak ki. A Swansea-völgy barlangjai közül az Ogof Ffynnon és a Dan-yr-Ogof egyaránt jól tükrözik a geológiai szerkezet és a völgyirányok kapcsolatát.

A Dean Forest karsztja sztratigráfiailag hasonlít a dél-walesi karsztokhoz, szerkezeti szempontból azonban eltér azoktól. Központi részét a felső karbon időszi Goal Measures impermeábilis kőzetei alkotják. Sok meredek lépcsős, de lankás felszín is van a területen. A három közbetelepült szinttel tagolt mészkőréteg maximális vastagsága 150 m. A mészkőben több mint 11 km-es járatrendszer alakult ki. A Symond Yat déli részén a Wye folyó víznyelővel fut be a mészkőbe. A vízvezetés nyomai az alsó dolomitban is megtalálhatók.

Délen az Otter Hole nagy barlangrendszere helyezkedik el a Wye közeli Chepstownnál.

Észak-Wales karsztjai

Az alsó karbon korú karbonátos kőzet a Clwyd keleti oldalára és Shropshire területére terjed ki. A változó rétegvastagságú mészkő sorozatában barnamészkő, középső mészkő, felső szürke mészkő, valamint homokos mészkő következik egymásra. A mészkő folytonosságát törések és ásványi telérek szakítják meg.

A fiatalabb üledékekkel és tőzeggel összekeveredett vastag glaciális törmelék a mészkő nagy részét betakarja, és kitölti a mélyedéseket is. A karbonátos réteg helyenként erősen kristályosodott, sok benne a fémérc (ólom-, cink- és vasérc). A bányászat elérte a korábbi karsztos üregeket, a mély vízvezető járatokat és a freatikus rendszer egy részét. Ilyenek az Ogof-Hesp Alyn és az Ogof Hen Ffynhonau freatikus barlangok, amelyekből a vizet már több mint 100 éve elvezették (*Appleton, P.* 1989). Az Ogof Llyn Parc és az Ogof Llyn Du barlangok folyosói és mélybevágódott kanyonjai is elvesztették vizüket a bányászat következtében.

A felszíni karszt változatos, benne törések, ásványi betelepülések váltakoznak az oldásos dolinákkal. A dolinák szűk oldásos nyelőáknái jól jelzik az agyagpaláról bejutó víz agresszivitását. A felszíni víz viszonylag kevés, a barlangi folyosók is kis méretűek.

Száraz vakvölgyek találhatók a terület nagy részén. A völgyek a felszíni vízfolyások hatására jöttek létre. A mai vízvezető rendszer batükaptúrát szenvedett, és csak néhány, ember által kialakított csatornában van víz Minera és Halkyn területén. A kaptúrába jutó víz St. Vinifride's Holy-nál bukkan ki újra. Átlagos vízhozama 300 l/s, ami azonban a csapadékos időszakban jelentősen megnövekszik. Az autogén vízbeszivárgás az uralkodó. Az oldási koncentráció általában magas (300 mg/l CaCO₃).

Skócia karsztterületei

A Durness-csoport karbonátjai

A Durness-csoport Észak-Skóciában hét különböző dolomit formációt foglal magába. A legidősebb kőzet a korai kambriumban rakódott le, a fiatalabb rész ordovíciumi eredetű. A késő kambriumi szerkezeti mozgások az üledékekben számos változást eredményeztek (*Palmer, T. J. et al.* 1980). Sok üledékciklus és eróziós nyom fordul elő a sorozatban. A 150 m vastagságú kora kambriumi formáción jól kirajzolódik az oldásos paleokarszt felszín.

A kora ordovíciumi formáció anyaga szennyezett, benne párhuzamos rétegződésű breccsa található. Az evaporit betelepüléseket beszakadások tarkítják, ami arra utal, hogy a Durness-csoport leülepedése idején a karsztosodás igen aktív volt (*Young, H. R.* 1979). A nagyobb üregek egyesültek a nagy vastagságú üledékben, és az oldódás és a

szubaerikus erózió révén a felszínen és a felszín alatt is nagy mennyiségű anyag szállított el.

A Durness-csoportban a barlangformálódás Inchnadamph és Knockam környékén többször megismétlődött. A területet minden glaciálisban jég borította, ami a korábbi karsztfelszínt erősen átalakította. A mészkőkibukkanásokat glaciális és glaciofluviális törmelék fedte be, de szerephez jutott a fagy okozta aprózódás és a szoliflukció is. Nincs jelentős kiterjedésű dolinás vagy mészkőjárdás felszín, csak néhány szurdok és magas szirt alakult ki. A süllyedékek és a szárazvölgyek képezik a karsztfelszín uralkodó formáit. Az allogén vízvezetés a Breabag és Conival magasabb területeiről a dolomiton keresztül délkelet felé halad. A vízfolyások, kivéve a nagy csapadékú időszakokat, a felszín alatt futnak. A barlangok a posztglaciális vizek munkája nyomán alakultak ki, de sok járat még az eljegesedést megelőző időszakban keletkezett (*Atkinson, T. C. et al.* 1995). Az északi parton számos paleokarsztos formát, közöttük tengerparti barlangokat találunk (Smoo Cave és a Balnakil Gloup).

Az ún. dalradi mészkőfelszínek

Az e néven összefoglalt vastag üledéksor a késői prekambriumtól a kambriumig rakódott le, majd később deformálódott, metamorfizálódott. A nem túl tiszta mészkövön kívül dolomit, grafit és szerpentin is idetartozik. Mivel az összetett sorozatban csak vékony egységek találhatóak, ezért itt a víz munkája nem volt jelentős. Az Argillishire-i területeken vékony mészkőegység, a Ballachullish mészkő játszott jelentős szerepet a táj formálásában. Eddig a területet nem nagyon tanulmányozták, bár több kis barlang található benne, sőt itt van Nagy-Britannia legmélyebb barlangja, a 895 m mély Uamh nan Uachdart Cove.

- Appleton, P.* 1989: Limestones and caves of North Wales. – In.: Limestones and Caves of Wales (ed. *Ford, T.D.*), Cambridge University Press, Cambridge, pp. 217–254.
- Atkinson, T.C.–Lawson, T.J.–Hebdon, N.J.* 1995: Karst geomorphology. – In: The Quaternary of Assynt and Coigah: guide.(ed. *Lawson, T.J.*), Quaternary Research Association, pp. 61–86.
- Atkinson, T.C.–Smith, D.I.* 1974: Rapid groundwater flow in fissures in the Chalk: an example from South Hampshire. – Quarterly Journal of Engineering Geology. 7. pp. 197–205.
- Brook, A.–Brook, D.–Davis, G.M.–Griffiths, J.–Long, M.H.–Ryder, P.F.* 1988–1994: Northern Caves. – Dalesman, Clapham. Volumes 1–3. 853 p.
- Campbell, S.–Sampson, G.G.* 1971: A new analysis of Kent's Cavern, Devon, England. – University of Oregon, Anthropological Paleontology, 3. pp. 1–40.
- Campbell, S.–Bowen, D.Q.* 1989: Quaternary of Wales. – Nature Conservancy Council, 237 p.
- Downing, R.A.–Price, M.–Jones, G.P.* (eds). 1993: The Hydrology of the Chalk of Northwest Europe. – Clarendon Press, Oxford, 300 p.
- Edmunds, W.M.* 1971: Hydrochemistry of groundwaters in the Derbyshire Dome. – Institute of Geological Sciences, Report, 71/7.
- Ford, T.D.* (ed). 1977: Limestones and Caves of the Peak District. – Geo-Books, Norwich, 469 p.
- Ford, T.D.* 1984: Paleokarst in Britain. – Cave Science, 11, pp. 246–264.
- Ford, T.D.* (ed). 1989: Limestones and Caves of Wales. – Cambridge University Press, Cambridge, 257 p.
- Gunn, J.* 1991: Water tracing experiments in the Peak District, 1950–1990. – Cave Science, 18(1), pp. 43–46.
- Gunn, J.* 1992: Hydrogeological contrasts between British Carboniferous aquifers. – In: Hydrogeology of selected karst regions. International Association of Hydrogeologists. 13. pp. 25–42.
- Higginbottom, I.E.* 1966: The engineering geology of chalk. Proceedings of Symposium on Chalk in Earthworks and foundation (1965). – Institute of Civil Engineers. pp. 1–13.
- Irwin, D.J.–Jarrat, A.R.* 1992: Mendip Underground. – Mendip Publishing, Castle Cary.
- Jenkinson, R.D.S.* 1984: Creswell Crags: late pleistocene sites in the East Midland. – British Archeological Records. British Series. 122. 371 p.
- Jenkinson, R.* 1989: The archeological caves of Creswell Crags. – Transaction of the British Cave research Association. 16. pp. 91–94.
- Noel, M.* 1987: The magnetostratigraphy of cave sediments in Masson Hill, Derbyshire. – Proceedings of the Yorkshire Geological Society, 46., pp. 193–201.
- Palmer, T.J.–McKerrow, W.S.–Cowie, J.W.* 1980: Sedimentological evidence for a stratigraphical break in the Durness Group. – Nature. 287., pp. 720–722.
- Price, M.* 1994: Cretaceous limestone (chalk) environments. – In: An introduction to British limestone karst environments (ed. *Gunn, J.*). British Cave Research Association. Cave Studies series. 5. 30–35.
- Price, M.–Atkinson, T.C.–Barker, J.A.–Wheeler, D.–Monkhouse, R.A.* 1992: A tracer study of the danger posed to chalk aquifer by contaminated highway runoff. – Proceedings of the Institute of Civil Engineers: Water, Maritime and Energy Journal. 96. pp. 9–18.
- Proctor, C.J.–Smart, P.L.* 1989: A new survey of Kent's Cavern, Devon. – Proceedings of the University of Bristol Speleological Society. 18. pp. 422–429.
- Proctor, C.J.–Smart, P.L.* 1991: A dated cave sediment record of Pleistocene transgressions on Berry Head, southwest England. – Journal of Quaternary Science. 6. pp. 233–244.
- Ramsbottom, W.H.C.* 1973: Transgression and regression in the Dinantian: new synthesis of British dinantian stratigraphy. – Proceedings of the Yorkshire Geological Society 39. pp. 567–607.
- Reewe, T.* 1981: Beachy Head Cave. – Caves and Caving. 12. pp. 2–5.
- Rowe, P.J.–Atkinson, T.C.–Jenkinson, R.D.S.* 1989: Uranium-series dating of cave deposits at Creswell Crags Gorge, England. – Transactions of British Cave Research Association. 16. pp. 3–17.
- Smith, D.I.* (ed.). 1975: Limestones and Caves of the Mendip Hills. – David and Charles, Newton Abbot. 424 p.
- Thomas, T.M.* 1974: The South Wales interstratal karst. Transactions of the British Cave Research Association. 1. pp. 131–152.
- Waltham, A.C.* (ed.). 1974: Limestones and Caves of North-West England. – David and Charles, Newton Abbot. 477 p.
- Young, H.R.* 1979: Evidence of former evaporites in the Cambro-Ordovician Durness group, Northwest Scotland. – Sedimentary Geology, 22. pp. 287–303.