KARSZTFEJLŐDÉS V.
Szombathely, 2000. pp. 57-76.

RECENS KARSZTOSODÁS VIZSGÁLATA A VESZPRÉMI-FENNSÍK DOLOMITTERÜLETEIN[1]

SZABÓ LEVENTE

Berzsenyi Dániel Főiskola, Természetföldrajzi Tanszék,
9700. Szombathely, Károlyi Gáspár tér 4.

Abstract: The limestone areas benefits from attention. Our other karstic rock the dolomite is less studied. The dolomite areas processe the above mentioned features as well but its different mineral composition shows significant differences from limestone karstic areas. The typical erosional progress of dolomite surfaces is not known in the needed depth. Although these knowledge are indispensable to environmental avaluate of these areas. This paper overlooks the main results on karstmorphology of our investigations on the Veszprém-plateou in the last three years. The rubble-formation of dolostones looks the key-question to comprehend the karstic morphology of these areas. There are many theories about rubble-formation. We would like to indicate the importance of the recent corrosion in these processes. Many profile of dolostones were analized of their changing calcium-abundance. The loss by the depth of the abundance of the calcium were detected, but there were not any calcite in the analized speciment rocks. There should be many dolomite-crystals with 2:1 rate Ca^{2+} : Mg^{2+} *in it because the calcium levels of the speciment rocks are above than the normal-dolostones'.*

Bevezetés

A karszttal kapcsolatos ismeretek döntő része mészkő területekre vonatkozik. Azonban más oldékony kőzetek, így a dolomitok is – sajátos kémiai összetétele, szövettani tulajdonságai következtében – jelentős különbségeket mutatnak a mészkőkarsztoktól.

A Dunántúli-középhegység felszínén az egyes kőzetféleségek a következő megoszlásban mutatkoznak (*JASKÓ S.* 1959):

- nem karsztosodó (agyag, homok, homokkő, kavics):	65%,
- dolomit:	21%,
- dachsteini mészkő:	5%,
- eocén (nummuliteszes) mészkő:	4%,
- egyéb mészkövek:	5%,
- összesen:	100%.

Vagyis a hegység karsztfelszíneinek mintegy 60%-át dolomit alkotja és csak 40%-át teszi ki a mészkő. E jelentős felszíni kiterjedés indokolja,

[1] a kutatást az OTKA F 026 590 sz. pályázata támogatta

hogy a dolomiton lejátszódó karsztosodással kapcsolatos ismereteket igyekezzünk bővíteni.

A dolomit ásvány-, kőzettani- és oldódási sajátosságai

A mészkővel összehasonlítva, az első lényeges különbség, hogy a dolomitkőzetet uralkodóan dolomit ásvány építi fel, mellette kalcit, magnezit illetve ankerit jelentkezhet különböző mértékben.

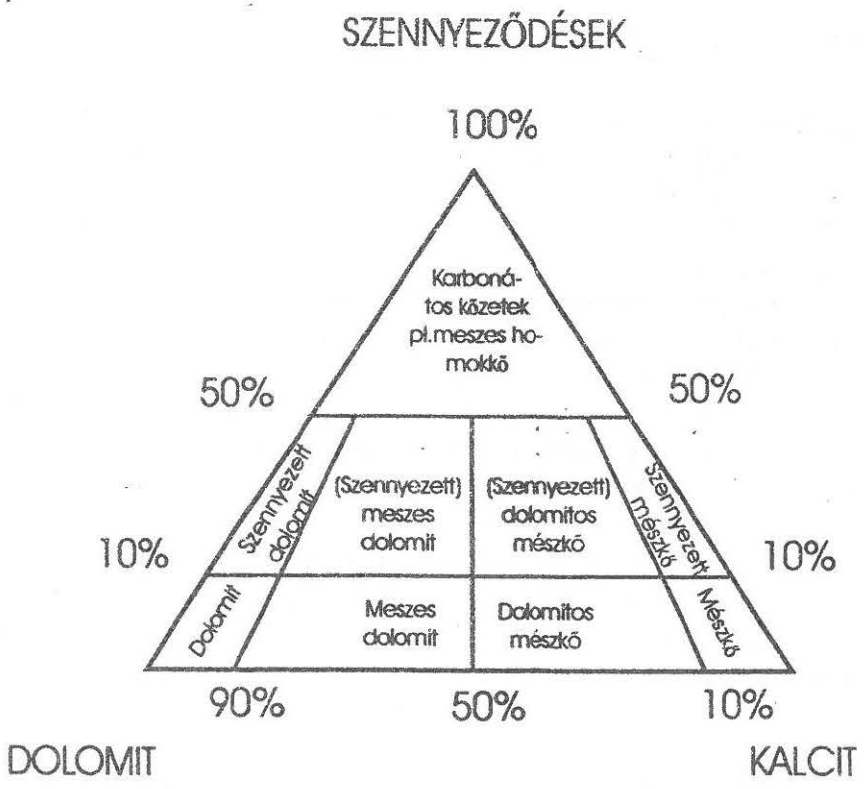
A dolomit ásvány kémiai összetétele: $CaMg(CO_3)_2$. Tehát normál felépítés esetén a Ca : Mg viszony 1 : 1. Rácsában a Ca- és Mg-kation síkok váltogatva sorakoznak. Kémiai értelemben egyenlő arányú kettős sónak is szokták tekinteni. A rácsépítmény feltételei nem ilyen szigorúak, vannak kristályok, melyekben minden harmadik kationsík áll Mg^{2+} -ból, vagyis 2 : 1-re módosul az arány (az adott kristályon belül) a Ca^{2+} javára (*KOCH S. – SZTRÓKAY K. I.* 1967).

I. táblázat
Table I.

A dolomitok osztályozása TEODOROVICS (1958) szerint
Classification of dolostones by TEODOROVICs, 1958.

	dolomit %	kalcit %	agyag %
dolomit	100-90	0-5	0-5
gyengén meszes dolomit	95-80	5-20	0-5
meszes dolomit	80-65	15-35	0-5
erősen meszes dolomit	65-48	30-50	0-5

A dolomit kőzet és a mészkő között a Ca/Mg arány tekintetében teljes átmenetek ismertek (*I. táblázat, 1.ábra*). A természetben előforduló dolomitok többségénél tehát, a csak dolomit ásványból álló un. normáldolomit elméleti összetételénél több Ca^{2+} mutatkozik. Ez a kalcium többlet – a már említett rácsmódosuláson kívül – a kőzet szövettani szerkezetében a dolomit romboédereket összetapasztó kalcit formájában is jelentkezhet. Az ilyen dolomitok oldódásakor el kell különítenünk a dolomit-kettőssó oldódását és az előbbi ásványszemcséket összetapasztó kalcit kioldódását (*JAKUCS L.* 1971).



1. ábra: A karbonátos kőzetek típusai (LEIGHTON – PENDEXTER, 1962 nyomán)
Fig.1.: Types of carbonate-rocks (by LEIGHTON and PENDEXTER, 1962)

Kísérletek alapján állítható, hogy az oldat hőmérséklete nagyban befolyásolja e két oldódási folyamat intenzitását. Hidegvizes (15°-os) oldáskor az oldat $CaCO_3$/ $MgCO_3$ aránya kb. 2:1, a hőmérséklet növekedésével az arány csökken, 40°-os oldatban a $MgCO_3$ javára meg is fordul (*MÁNDY T*, 1954).

Terepi megfigyelések is azt támasztják alá, hogy trópusi területeken (vagy pl. hazai paleokarsztos fekütérképeken: Pataki A., 1983) a dolomiton képződött karsztos formák nem különböznek lényegesen a mészkőkarsztoktól.

Hazánk jelenlegi klimatikus viszonyai mellett azonban számolnunk kell a dolomitkőzetben lejátszódó mineralikus szelekcióval, valamint azzal a ténnyel, hogy a dolomitkőzet oldódási sebessége a mészkőének csak mintegy felére becsülhető.

A dolomit murvásodása

A dolomit kőzet igen erősen aprózódik (murvásodik, porlódik) s a finomszemcsés anyag könnyen áthalmozódhat – helyről helyre különböző mértékben – a csapadékvíz, szél vagy lejtős tömegmozgások hatására (*CHOLNOKY J.* 1938, 1940, *ZÓLYOMI B.* 1942, *PÉCSI M.* 1991, 1996). A dolomittérszíneken fenti folyamatok hatására kialakuló formaegyüttest a karsztos formákat elnyomó, nemkarsztos formakincsként tartják számon.

Vizsgálataink azt látszanak igazolni, hogy a felszínközeli murvás összletek képződésében illetve -továbbfejlődésében jelentős szerepe lehet a beszivárgó vizek által kiváltott oldódásnak, mely szálkőzeten illetve valamely más folyamat hatására már többé-kevésbé felmurvásodott kőzettömegben egyaránt kifejtheti hatását. Ilyen esetben a „*karsztos forma*" a kőzettömegben (többnyire a felszíntől 1-2 m mélységig jelentkezően) képződött, gyakran sajátos (pl. lencse-szerű) alakú murvásodott kőzettest. A finomszemű anyag kihordódásával képződő sekély, egy irányban megnyúlt, lefolyástalan vagy félig zárt mélyedéseket, völgykezdeményeket tehát kipreparált karsztformáknak tekinthetjük.

A dolomit murvásodásával kapcsolatban számos elgondolás létezik, amelyek az alábbiak:

- Beszivárgó oldatok hatására mineralikus szelekció játszódik le (*JAKUCS L.* 1971)
- Anizotróp hőtágulás következtében. *NAGY B.* (1979) budai-hegységi vizsgálatai során megállapítja, hogy a dolomitporlódás elsődleges feltétele a kőzet megfelelő szöveti felépítése (a diagenezis illetve a magnézium metaszomatózis során átkristályosodással kialakult aggregátumok megléte). Véleménye szerint a tektonikai mozgások elsősorban a törés- és litoklázis-rendszerek kialakítása miatt jelentősek. A hévizek kezdetben a tektonikai vonalak, kereszteződések mentén áramlottak fel, majd ezeknek a járatoknak a hévizes ásványokkal való eltömődése után – de ezzel egyidőben is – nagy területen a kőzet litoklázisaiban szivárogtak fel. Ebben az esetben már a hévizes hatásra létrejött anizotróp hőtágulással is számolni kell, mely újabb litoklázis rendszereket eredményezhetett – ez utóbbi litoklázisok többnyire az átkristályosodás során a kristályaggregátumok szélére kiszoruló agyagásványok mentén alakultak ki. A szerző szerint a hévizek szerepét ha kis mértékben is, lassan áramló karsztvizek vagy leszálló, reakcióképes (csapadék)víz is betöltheti.
- A folyamatot egyéb hidrotermális hatások is okozhatják. *SCHERF E.* (1922) és *JAKUCS L.* (1950) megfigyelései szerint dolomitporlódást hidrotermális hatások közvetlenül is kiválthatnak. A termák sokszor

különféle erős agresszivitású savakat (főként kénsavat) is magukkal hoznak, s ezek a mészanyaggal reagálva a kőzet kristályszemcséit szétlazítják. Másik eshetőség, hogy a feltörő melegvizek kontatktzónájában átmelegedett kőzetszövetben a pórusvizekből aragonit, esetleg anhidrit rakódik a szövetbe. Ezek az ásványok a hőhatás későbbi megszűntével térfogat nagyobbodással alakulnak át kalcittá és gipsszé – ennek következtében is szétlazulhat a dolomit kőzet szövete.

- Először *KEREKES J.* (1941) utalt rá, hogy a dolomit murvásodásában szerepe lehetett a jégkori kifagyásnak. Megemlíti, hogy a veszprémi és jutasi dolomitterületeken kitöltött fagyhasadékok és tundratalajok találhatók. (Többek között 2,5 m mély, kvarckaviccsal kitöltött fagyhasadékról számol be.) *SCHEUER GY.* (1969) a Balaton-felvidéken több dolomitfeltárásból is ismertet talajfagy jelenségeket: a krioturbációt szenvedett dolomittörmelékben sokszor egészen a háborítatlan dolomitfelszínig lösszerű anyag, vályog, vörösbarna fosszilis talajszintek maradványai dolgozódtak be. Összegezve: kifagyással areális elterjedésben, de kis területen is nagy különbségeket mutató mélységbeni kifejlődésben képződhetett dolomitmurva.

Jelenleg egy kijelölt területen csak a földtani előzmények, a tektonikai körülmények, illetve magának a murvásodott dolomitösszletnek a térbeni kiterjedése alapján lehet választ adni a murvásodást kiváltó okra, illetve – az esetek többségében – okokra (*II. táblázat*).

Recens oldódás vizsgálata

Vizsgálatainkat a Veszprém - Várpalotai fennsíkon, Kádárta, Hajmáskér valamint Litér és Királyszentistván térségében, a Séd középső vízgyűjtőjében folytattuk. Itt a Keleti - Bakony déli pereméhez kapcsolódó, nagyjából 180 - 200 méter tengerszint feletti magasságú, kisformákban gazdag, enyhén hullámos alacsony fennsík található, melyet *PÉCSI M.* (1987) Jutas - Hajmáskér - Inotai hegylábfelszínnek nevez. (*2. ábra*)

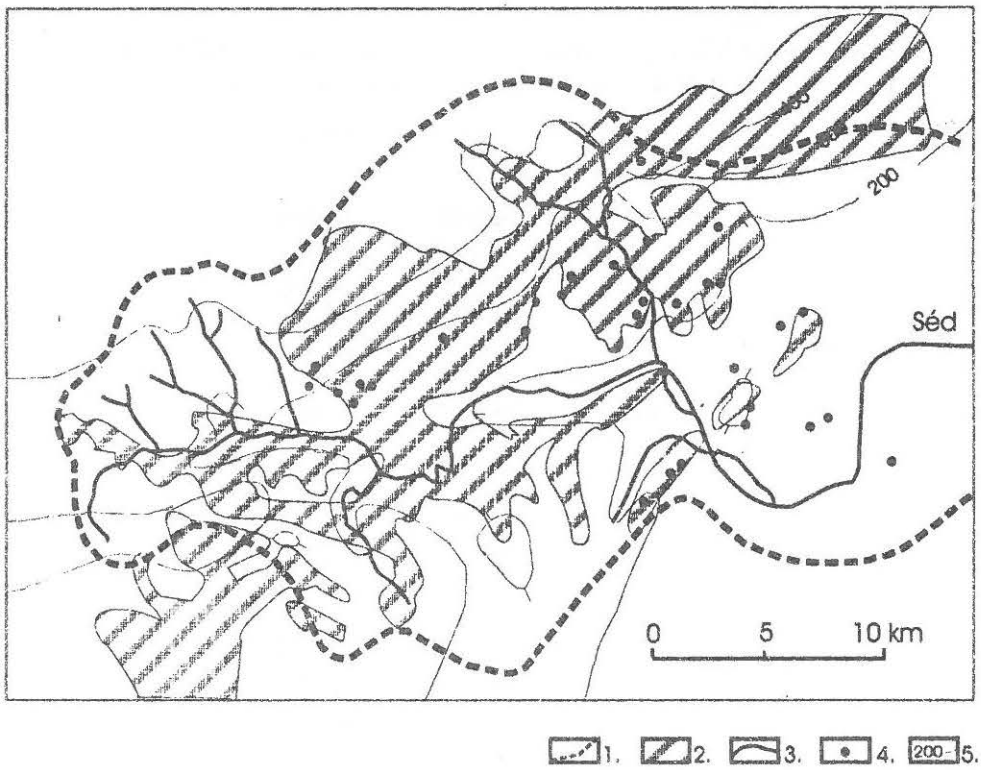
A túlnyomórészt triász dolomitokon kiformálódott sziklapedimenten változatos kiterjedésű, nagyjából egyenletes tetőmagasságú maradványtérszínek, és a közöttük elterülő, alacsonyabb, intenzívebben pusztuló felszínek alkotják. A maradványtérszínek kisformákban változatosabbak: többnyire különböző méretű kúpokra (köbörcökre) és sekély, lefolyásos - vagy a kisebb lejtésű területeken - lefolyástalan mélyedésekre tagolódnak.

A mélyedésekben többnyire vastagabb, helyben képződött murvás összlet alakul ki, míg egyes kiemelkedéseken a szálkőzet is előbukkan (*SZABÓ L.* 1998).

II. táblázat
Table II.

A dolomitmurva képződésének feltételei
Conditions of rubble-formation

A murva keletkezés típusa	A murva összlet térbeni kifejlődése	Egyéb sajátos bélyegek	A kialakulás feltételei		A murvásodás szempontjából optimális területek	A murvásodás szempontjából optimális időperiódusok
			Szerkezeti feltétel	Külső feltétel		
Tektonikai mozgások következtében	A felszíntől akár több 10 m mélységig. Törésvonalakhoz kötődő, jellegzetes, lokális előfordulású.	Dörzsbreccsa-szerű, osztályozatlan kifejlődés, kémiai megváltozás nélkül (azonban a vetőzónákban gyakoriak lehetnek a hidrotermális nyomok)	Tektonikai mozgások	Nincsen	Domborzattól függetlenül jelentkezik	Hegységképződési fázisok
Hidrotermális hatásra	A felszíntől akár több 10 m mélységig. Törésvonalakhoz kötődő, jellegzetes, lokális előfordulású.	Jellegzetes kémiai átalakulásokkal jár: aszideritesedés, gipszképződés illetve hőhatásra aragonit- és anhidrit-előfordulások.	Törésvonalak, vízvezető pályák, hidrotermák, valamint kristályos kőzetszövet	Nincsen	Domborzattól függetlenül jelentkezik	Hegységképződési fázisok
Anizotróp hőtágulás következtében	Areálisan és nagy vastagságban, nagytömegű kőzetösszletet érint	Hidrotermális kísérőjelenségek a törésvonalak mentén	Törésvonalak, vízvezető pályák, hidrotermák, valamint aggregátumok a kőzetszövetben	Nincsen	Domborzattól függetlenül jelentkezik	Hegységképződési fázisok
Felszíni karsztosodás (mineralikus szelekció) következtében	A felszíntől maximum 1-2 m mélységig. Areális kiterjedésű, bár nagyfokú egyenetlenség mutatkozik.	A hidegvizes oldódás következtében a kiindulási Ca/Mg arány csökken	Kristályos kőzetszövet, a normál dolomiténál magasabb Ca/Mg arány	Nedves, mérsékelt övi klíma	Elsősorban mélyedések, völgytalpak	Interglaciálisok
Fagyhatásra	A felszíntől mintegy 5 m mélységig. Areális kiterjedésű, bár nagyfokú egyenetlenség mutatkozik.	Nem jellemző a kémiai átalakulás	Kristályos, előzetesen már némileg fellazult kőzetszövet	Periglaciális klíma	Domborzattól függetlenül jelentkezik	Glaciálisok
Áthalmozott murva felhalmozódása	Mélyedésekben, völgytalpakon, változó (akár 30-40 m) vastagságban	Deráziós – szoliflukciós kevert összletek (vályog és murva) felhalmozódása	Nincsen	Periglaciális klíma	Elsősorban mélyedések, völgytalpak	Glaciálisok

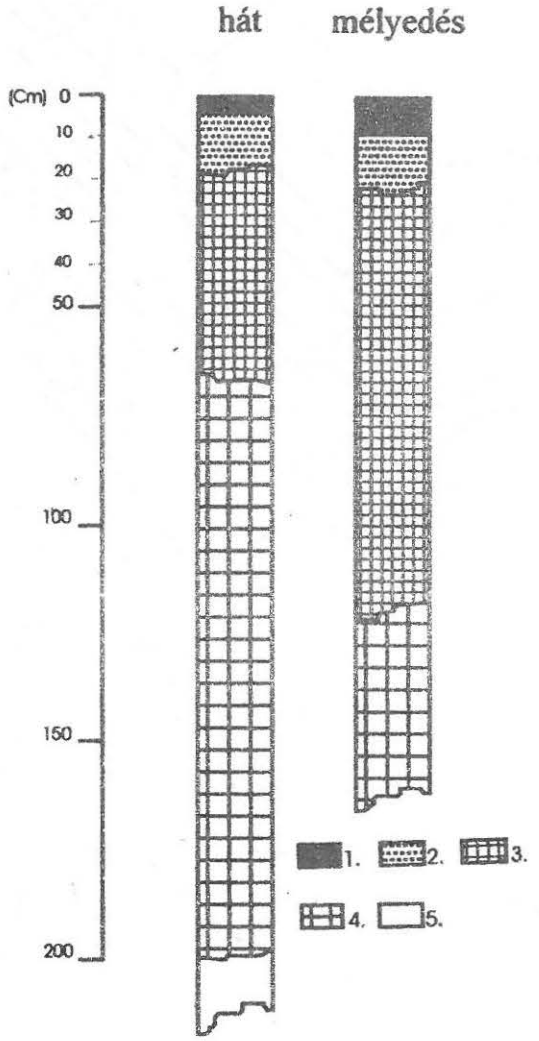


2. ábra: Felszíni dolomitkibúvások a Séd felső- és középső vízgyűjtőjén
Jelmagyarázat: 1. Vízválasztó, 2. triász dolomitok a felszínen, 3. Vízfolyás, 4. jelentősebb lefolyástalan mélyedések, 5. fő szintvonal (méretarány szerint általánosítva)
Fig.2.: Emersions of dolostones on the basin of the Séd-creek: 1. Watershed, 2. Emersion of triassic-dolostone, 3. Creek, 4. Dolines, 5. Main contour-lines

A vizsgált feltárásokban a felső 1-2m-es zóna kifejlődése (murvásodottság szempontjából) a következőképpen alakul (*VERESS M. – SZABÓ L.* 2000):
- talaj,
- felső murva szint,
- középső murva szint,
- alsó murva szint,
- szálkőzet (*3. ábra*).

A murvásodottság hasonló kifejlődését más szerzők is említik (*T.GECSE É.* 1974). Másik jellegzetes kifejlődési típus az egyes törésvonalak menti erőteljes murvásodás, mely álláspontunk szerint szintén képződhetett a beszivárgó vizek oldó hatására (*4.ábra*). Akár szálkőzet, akár valamilyen módon fellazult kőzetösszlet az elméleti kiindulópontunk,

feltételezhető hogy e felső összlet ilyen kifejlődése kapcsolatba hozható a beszivárgó csapadékvizek által kiváltott (recens) oldódással. Ennek igazolására kőzetmintáink Ca/Mg tartalmát meghatároztattuk.

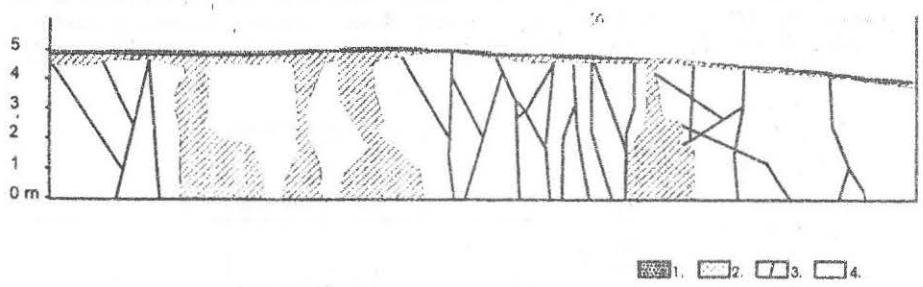


3. ábra: Murvaszelvények egy Hajmáskér és Kádárta közti feltárásból
Jelmagyarázat: 1. talaj, 2. felső murvaszint, 3. középső murvaszint, 4. alsó murvaszint, 5. szálkőzet
Fig.3.: Profiles from the area beetven Hajmáskér and Kádárta: 1. Soil, 2. Upper-rubble level, 3. Medium-rubble level, 4. Lower-rubble level, 5. Basin-rock

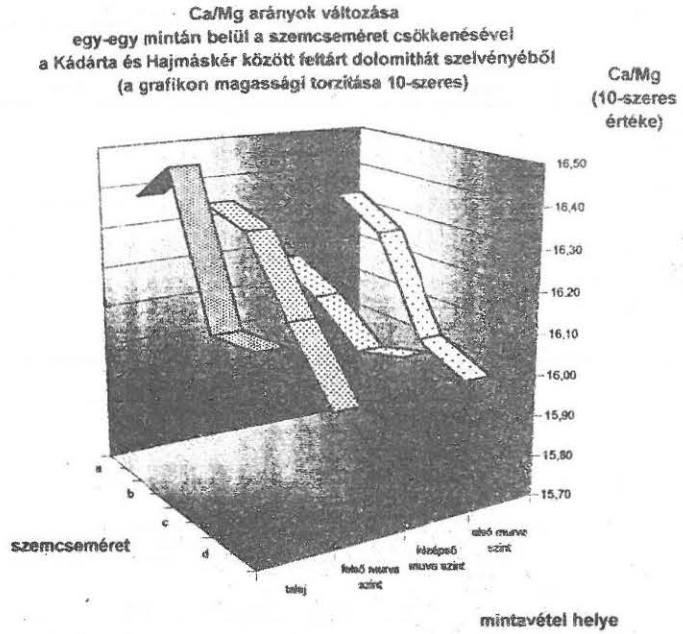
III. táblázat
Table III.

Dolomit anyagvizsgálatok bakonyi mintákon (HEGYINÉ-PODÁNYI-VITÁLIS, 1984 nyomán)
Results of any material tests speciments from Bakony-hills (according HEGYINÉ – PDÁNYI – VITÁLIS, 1988.)

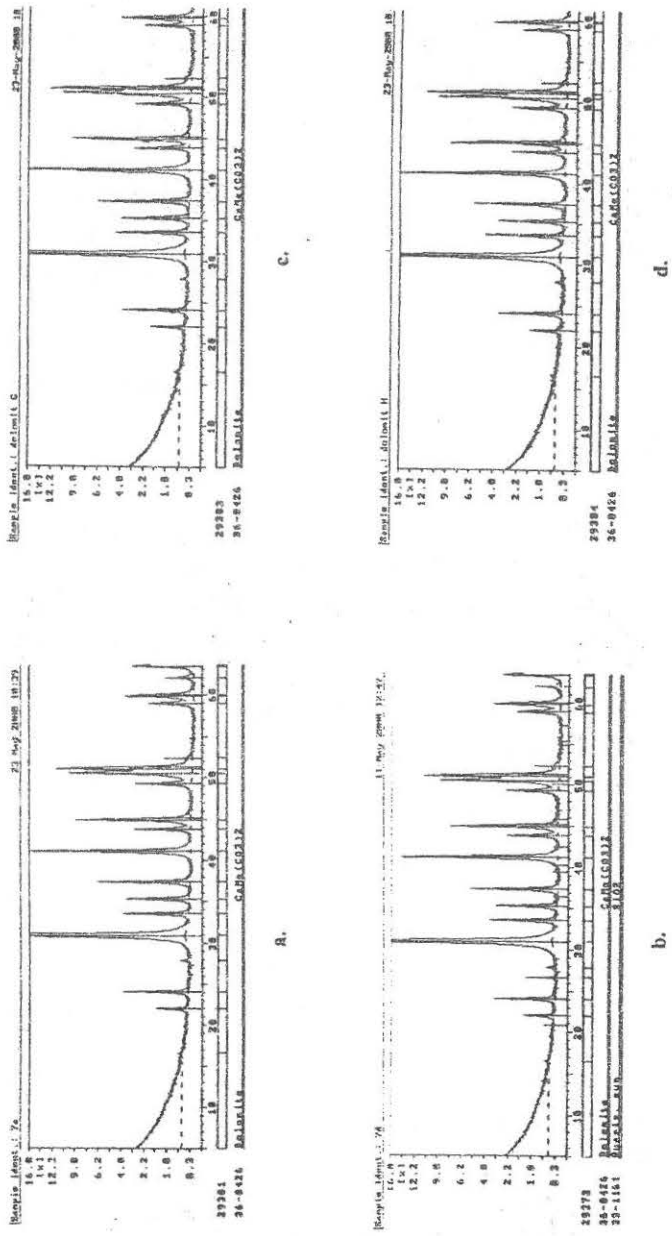
sor-szám	név és földtani kor	származási hely	CaO tömeg%	MgO tömeg%	CaO/MgO	ásványi összetétel	testsűrűség (kg/m3)	vízfelvétel tömeg%
62.	fehér, porlódott fődolomit	8-as út 51...52 km közti kf. (Márkó)	32,16	20,50	1,57	dolomit (földpát)		
61.	szürkésfehér, töredezett, meszes fődolomit	8-as út 51...52 km közti kf. (Márkó)	35,11	18,05	1,95	dolomit (kalcit)	2740	1,4
71.	sárgásbarna, limonitos, töredezett fődolomit	Litér, dolomitfejtő bejárati része	18,60	13,16	1,41	dolomit, göthit		
70.	sárgásszürke, hévforrás által erryhán bontott, meszes fődolomit	Litér, dolomitfejtő bejárati része	30,54	19,68	1,55	dolomit, kalcit, földpát		
69.	sárgásfehér, hévforrás által bontott, meszes fődolomit	Litér, dolomitfejtő déli része	38,60	14,93	2,59	dolomit ,kalcit		
68.	szürkésfehér, töredezett, meszes fődolomit	Litér, dolomitfejtő középső része	41,87	12,08	3,47	dolomit ,kalcit	2600	3,3
73.	sárgásszürke, hévforrás által erősebben bontott, meszes fődolomit	Sóly É-i határa kf.	32,11	20,31	1,58	dolomit (földpát)		
72.	sárgásszürke, hévforrás által bontott, meszes fődolomit	Sóly É-i határa kf.	32,28	20,17	1,60	dolomit (földpát)		
74.	szürkésfehér, megyehegyi dolomit (anizusi)	Sóly É-i határa útbevágás	32,36	19,77	1,64	dolomit (földpát)		
79.	szürkésfehér fődolomit	Várpalota, Kikeri kf.	32,00	20,44	1,57	dolomit (földpát)		
80.	szürkésbarna, kissé bitumenes fődolomit	Várpalota, Kikeri kf.	32,23	20,27	1,59	dolomit (földpát)		
81.	sárgásszürke, hévforrás álttal bontott, meszes fődolomit	Várpalota, Kikeri kf.	33,32	19,32	1,72	dolomit (kalcit, földpát)		
64.	fehér, porlódott, murvásodott fődolomit	Veszprém, Bakony Művek melletti kf.	31,80	20,99	1,52	dolomit (földpát)		
65.	szürkésfehér, töredezett fődolomit	Veszprém, Bakony Művek melletti kf.	31,88	20,85	1,53	dolomit (földpát)		
84.	sárgásfehér, hévforrás álttal bontott, megyehegyi dolomit	Vilonya-Peremarton közti kf.	31,53	20,87	1,51	dolomit (földpát)		
83.	szürkésfehér, megyehegyi dolomit (anizusi)	Vilonya-Peremarton közti kf.	31,99	20,26	1,58	dolomit		



4. ábra: Dolomitszelvény részlete a 8-cas főút mellett (Sólyi leágazótól Ny-ra)
Jelmagyarázat: 1. talaj, 2. murvás összletek, 3. törések, 4. szálkőzet
Fig.4.: Profile from the area near Sóly:
Legend: 1. Soil, 2. Rubble levels, 3. Faults, 4. Basin-rock



5. ábra: Ca/Mg arányok változása egy-egy mintán belül a szemcseméret csökkenésével a Kádárta és Hajmástér között feltárt dolomithát szelvényéből (a grafikon magassági torzítása 10-szeres)
a-d.: csökkenő szemcseméret
Fig.5.: The loss of the abundance of the calcium by decreasing rubble a-d.: decreasing diameters of rubbles



6. ábra: Néhány dolomitminta röntgen-diffraktogramja
Jelmagyarázat: a.: durvaszemcséjű minta dolomithát szelvényéből, b. fenti (a.) minta finomszemű alkotórésze, c. durvaszemcséjű minta egy feltárt dolomittöbör szelvényéből, d. fenti (c.) minta finomszemű párja
Fig.6.: X-ray diffraction diagrams of any speciment-rocks: coarse-textured (a.) and fine-grained (b.) rocks from a profile at a monadnock; coarse-textured (c.) and fine-grained (d.) rocks from a profile at a doline

A dolomitosodás folyamatából következően egyazon formációhoz tartozó kőzet Ca/Mg arányaiban - akár egyazon feltáráson belül is – jelentős különbségek mutatkozhatnak (*III. táblázat*). Ezért nem vezetne korrekt eredményre, ha egy feltárásban egymás alatti minták Ca/Mg arányait hasonlítanánk össze a $CaCO_3$ oldódását vizsgálva. Reálisabb eredményre vezet, ha egyazon helyről vett mintát szitasorozattal különböző szemcséjű alkotórészekre különítünk, és az egyes frakciók Ca/Mg arányait hasonlítjuk össze. Mintáink alapján a szemcseméret csökkenésnek megfelelően a Ca/Mg arány csökkenése kimutatható (*5. ábra*).

A következő lépés a minták ásványtani összetételének meghatározása, mely alapján eldönthető hogy a normál dolomitét meghaladó, de a szemcseméret csökkenésével párhuzamosan egyre kisebb mértékű kalcium-többblet milyen ásványi formában van jelen a kőzetben. A röntgen-diffrakciós vizsgálatok eredményei szerint a minták gyakorlatilag tisztán dolomitot tartalmaznak; kvarc, földpát illetve kalcit csak nyomokban fordul elő. A kalcit előfordulása nem mutat a Ca/Mg arány csökkenésével párhuzamos tendenciát: egy mintasorozaton belül csak esetlegesen jelentkezik egy-egy frakcióban[2]. (*6.ábra*)

Összegezve a felszíni murva-feltárásokon végzett vizsgálatokat a következők állapíthatók meg.

- A vizsgált területen általánosnak mondható (és megfigyeléseink valamint irodalmi adatok alapján más dolomitterületeken is jellemző) hogy a felszínközeli (1-2 m mélységű) feltárásokban a murvásodottság mértéke lentről felfelé egyre előrehaladottabb mértéket mutat: a szemcseméretek finomodnak.
- Egy (gyakorlatilag pontszerűnek tekinthető) mintavételi helyről származó kőzetanyagot vizsgálva a kisebb szemcsékben egyre kevesebb kalcium-többblet mutatható ki a normál-dolomit elméleti összetételéhez képest
- Ugyanakkor a minták ásványtanilag homogén dolomitból állnak

Fentiekből arra következtethetünk, hogy az általunk vizsgált, ásványtanilag homogén dolomitkőzetben helyileg eltérő mértékben, de általában számottevő mennyiségben fordulnak elő módusult rácsszerkezetű kristályok, (melyekben minden harmadik kationsík áll Mg^{2+} -ból, vagyis 2 : 1-re módosul az arány a kristályon belül a Ca^{2+} javára). Úgy tűnik, a csapadékvizek beszivárgása nyomán az ilyen kristályok oldódása jelentősebb, tehát az oldódás előrehaladtával a kőzetben a Ca/Mg arány az 1:1-es

---

[2] a laboratóriumi vizsgálatok a Veszprémi Egyetem Föld-és Környezettudományi Tanszékén készültek

normál értékhez közelít. Ugyanakkor még nem tisztázott a közvetlen összefüggés ezen oldódási folyamat és a felszínközeli kőzetösszletek sajátos murvásodottsága között.

Recens oldódással képződött formák

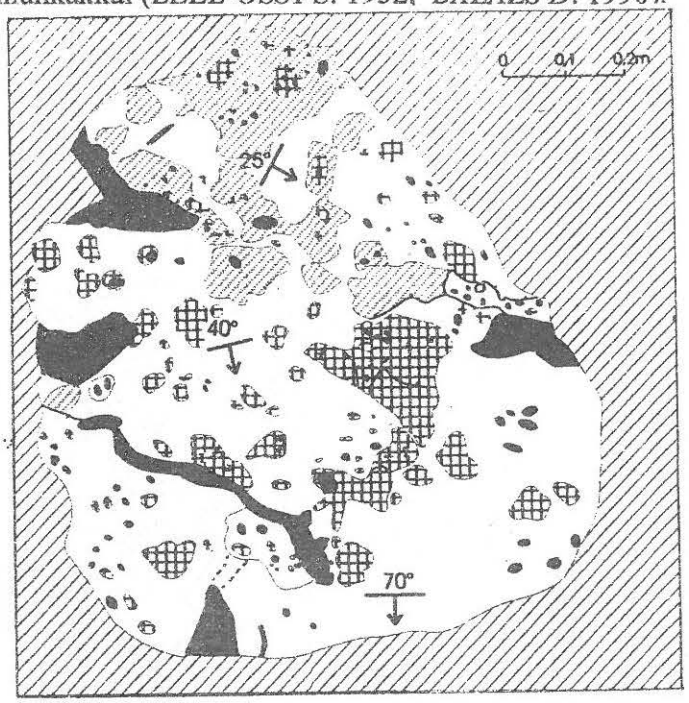
Noha fentebb megállapítottuk, hogy egyes, komplex genezisű formákat tulajdonképpen kipreparálódott karsztformáknak tarthatunk, jelen munkában csupán a valószínűsíthetően tisztán korróziós folyamatokkal kialakult formákat vizsgáljuk részletesen.

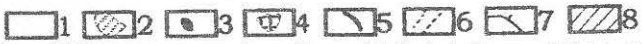
Két ilyen formacsoport különíthető el: a karrok és egyes lefolyástalan mélyedések.

Karros formakincs vizsgálata

7. ábra: Kádárta, nagy-mogyoró-szegi karros sziklakibúvás áttekintő térképe
Jelmagyarázat: 1. dolomit szikla, 2. talajjal kitöltött mélyedés (kamenyica), 3. Hasadékkarr, 4. feltételezett szerkezeti vonalak, 5. benövényesült térszín
Fig.7.: Skech of the karren rocks of Nagy-Mogyoró-szeg, near Kádárta
Legend: 1. Rock, 2. solution pans within soil, 3. Grikes, 4. Fissure-lines, 5. Grass-grown area

Megállapítható, hogy a vizsgált területeken a talaj alatti felszín nagyjából egységesen felmurvásodott. A (pl. szöveti különbségek miatt) kevésbé intenzíven felmorzsolódó kőzettömegek a völgyoldalakban kipreparálódhatnak. A murvásodás jelenségével szemben a karros formakincs viszonylag ritka, és az esetleges előfordulások kis területre korlátozódnak. Ez a megállapítás egyezik korábbi, dolomitkarrokkal foglalkozó munkákkal (*LEÉL-ŐSSY S.* 1952, *BALÁZS D.* 1990).





8. ábra: Kádárta, nagy-mogyoró-szegi karros felszínrészlet karrmorfológiai térképe
Jelmagyarázat: 1. karrmentes sziklafelszín, 2. Madáritató, 3. Gyűszűkarr, 4. Zsákkarr, 5. Réskarr, 6. Karrbarlang, 7. Lépcső, 8. benövényesült térszín,
Fig.8.: Karren-morphological map of the karren rocks of Nagy-Mogyoró-szeg
Legend: 1. Rock surface without karren forms, 2. Solution pans, 3. Thimble-karren, 4. Sack-karren 5. Splitkarren, 6. Karren-hole, 7. Karren-escarpment, 8. Grass-grown area

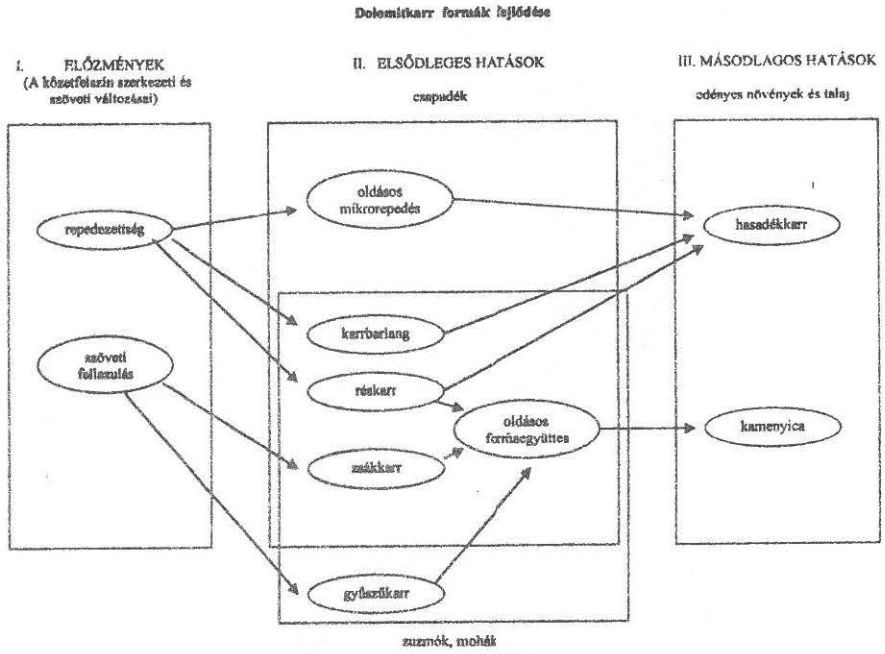
A vizsgált sziklafelszíneken elsősorban a lokális karrformák: gyűszűkarrok, zsákkarrok, madáritatókarrok, illetve ezek összenövésével kialakult formaegyüttesek jellemzők. A lineáris oldódással kialakultak közül a kezdetleges hasadékkarrok említhetők, színezőelemként egy-egy karrbarlang illetve színlő is megfigyelhető. A formák döntő többsége kis méretű, a nagyobb formákban aprószemű murva illetve esetenként talaj halmozódik

fel. Gyakran magasabb rendű növények (kőtörőfüvek, pázsitfüvek, cserjék) telepednek beléjük. (*7, 8. ábrák*)

Karrcsatorna a vizsgált sziklafelszíneken nem fordult elő. Ez valószínűleg annak a következménye, hogy az összefüggő sziklafelületek kiterjedése kicsi (elsősorban rétegfejek preparálódnak ki).

A felszínre bukkanó sziklákon többféle oldódási folyamat játszódhat le, amelyek az alábbiak.

- A talaj szintjében jelentős oldódás következtében (szénsav + szerves oldás egyaránt) színlőképződés. Ezek lokális illetve csatorna-szerű formák körben a sziklakibúvások peremein. E formák a kitakaródás előrehaladtával magasabb helyzetbe kerülve inaktivizálódnak, illetve csapadékvizek és a szukcessziós folyamat által más irányban fejlődhetnek tovább.
- A szabad sziklafelszínen a csapadékvíz oldó hatása.
- A szabad sziklafelszínen a növényzet oldó hatása (zuzmóktól a cserjékig).
- A sziklákon kialakuló nagyobb mélyedésekben ismét talajosodás történhet, így komplex oldó hatásegyüttessel számolhatunk.



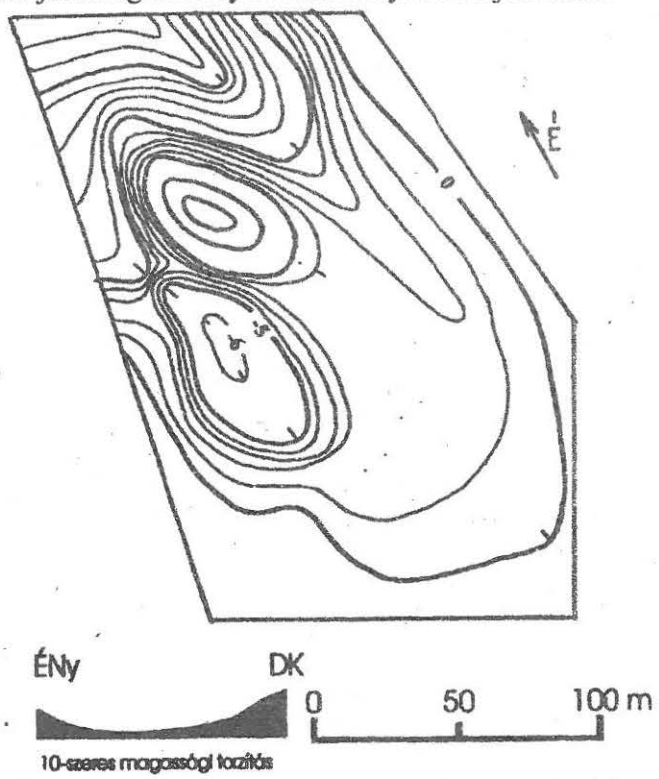
9. ábra: Dolomitkarr formák fejlődése
Fig.9.: Evolution of karren forms on dolostone

A dolomit esetében, sajátos ásvány- és kőzettani felépítésének köszönhetően a karrosodás és a felszín karsztos alakulása – bár egyaránt oldódásról van szó –, merőben eltérő módon játszódik le.

Karros sziklaalakzatok megjelenésére ott adódik lehetőség, ahol az oldódás hatására vagy -közreműködésével felmurvásodott (karsztosodott) kőzetanyag áthalmozódása gyorsabb, mint maga a murvásodás. A kitakaródott szálkőzeten (mely tehát kőzetszerkezeti illetve –szöveti okokból környezeténél jobban ellenállt a murvásodásnak) a talaj hiánya – így a felszínén ható oldatok csekélyebb szénsav-tartalma miatt – a hidrokarbonátos oldódás kevésbé érvényesül. A dolomitkarr formák képződése elsősorban a kőzetre homogénebben ható oldó hatásokra (szerves savakra) vezethető vissza (*9. ábra*).

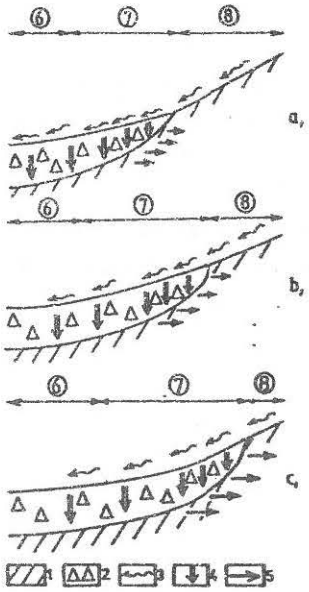
Lefolyástalan mélyedések vizsgálata

A hidrokarbonátos oldódás kiváltotta murvásodás illetve a sziklafelszíneken bekövetkező karrosodás mellett a recens karsztosodásra utaló harmadik jelenség a lefolyástalan mélyedések jelenléte.

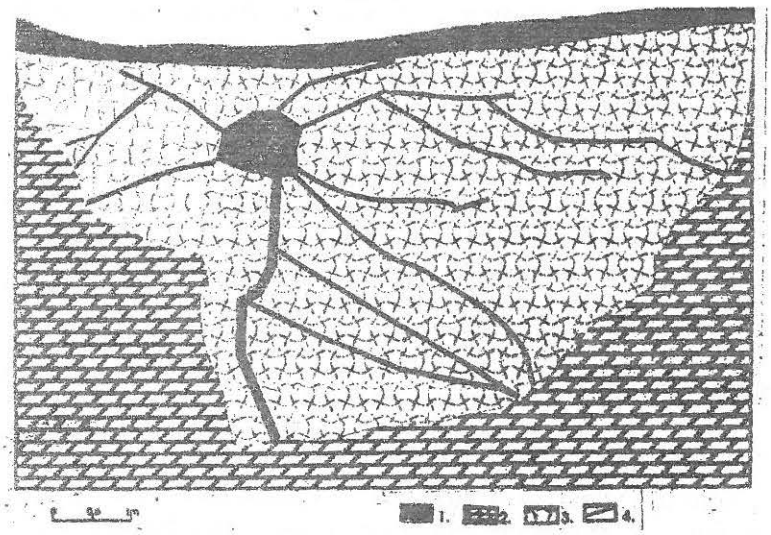


10. ábra: Dolomiton képződött lefolyástalan mélyedés szintvonalas térképe
Fig.10.: Contour-line map of a doline on dolostone

A Veszprémi-Séd felső szakaszának vízgyűjtőjén nagy számban találunk dolomiton kifejlődött sekély, tálszerű formákat (*2, 10.* ábrák).



11. ábra: Dolomitdolina lehetséges fejlődése (VERESS M. – SZABÓ L.,2000 nyomán)
Jelmagyarázat: 1. Szálkőzet, 2. aktív zóna, 3. felszínen áramló csapadékvíz, 4. aktív zónában szivárgó víz, 5. aktív zóna kiterjedése, 6. stabilizálódott aktív zóna, 7. fejlődő (vastagodó) aktív zóna, 8. aktív zóna nélküli térszín, a-c. különböző fejlődési állapotok
Fig.11.: Evolution of a doline on dolostone (according M. VERESS – L. SZABÓ, 2000.)
Legend:1.: basin-rock, 2. active-zone, 3. Water-flow on the surface, 4. Infiltration in the active-zone, 5. Spread of the active-zone, 6. Unfluctuating zone 7. Spreading zone, 8. Surface without active-zone, a-c.: different stadiums of evolution



12.ábra: Litéri kőfejtőben feltárult mélyedés szelvénye
Jelmagyarázat: 1. Talaj, 2. Szálkőzet, 3. murvás összletek, 4. törések (dolomitporral kitöltve)
Fig.12.: Profile from the rock-mine of Litér:
Legend: 1.soil, 2. Basin-rock, 3. Rubbles, 4. Faults (within dolostone-powder)

Képződésük a *VERESS M. – PÉNTEK K.* (1996) mészkőre kifejlesztett modelljének adaptációja alapján a következő:

Az oldásos eredetű dolinaképződés az un. aktív zónában (oldóképes beszivárgó vizek zónája; a zóna talpa a telítődési szintnél van) megy végbe. Ennek vastagsága a beszivárgó oldatok agresszivitásának és a kőzet oldhatóságának függvénye. Az aktív zóna fentről lefelé történő eltolódása során megy végbe a karbonátos térszín lepusztulása, s az aktív zóna eltolódásának helyi sebesség-különbségei eredményezhetik a töbrös formakincs kialakulását.

Dolomit-dolina képződési sajátosságai: mindenekelőtt, hogy a kalcit (illetve a $CaMg_2(CO_3)_2$ kioldódása viszonylag nagy vastagságban (1-2 m) kialakítja illetve fokozhatja a murvásodást. Mivel maga a dolomit ásvány mintegy fele sebességgel oldódik, mint a kalcit ezért az aktív zóna a gyors kialakulás után (a megfelelő vastagságú murvás összlet létrejöttével) stabilizálódik, a lefelé való elmozdulása viszonylag lassú.

Ezért adott helyeken (pl. ahol valamilyen okból hozzáfolyás van) egy kezdeti mélyedés létrejötte után a mélyedés térségében lefelé korlátozottan (illetve csak a dolomitmurva feloldódásának mértékében), oldalirányban viszont intenzíven történik a murvásodás (*11. ábra*).

A dolomitmurva (dolomitásványok) feloldódása a már felmurvásodott térszínen indulhat meg (minél inkább felmurvásodott, annál több $CaCO_3$ illetve $CaMg_2(CO_3)_2$ fogyott el és már nem puffereli a dolomit oldódását).

A mélyedés mélybeli fejlődése tehát lassú és korlátozott az oldalirányú terjeszkedéshez képest ezért széles, kiterjedt, de igen lapos mélyedések képződnek (*12. ábra*).

A dolomit töbrök aljzatán elszórva a Csatkai Kavics Formáció anyagából kikerült kavicsok fordulnak elő. Tehát ezek nem a kavicselborítás *előtt* képződött mélyedések közé tartoznak, mert akkor ki lennének töltve üledékkel ugyanis a lejtésiránnyal ellentétesen nem szállítódhatott ki a kavics (*VERESS M. – SZABÓ L.*, 2000).

Összegzés

A dolgozat áttekinti a Veszprémi-fennsík dolomittérszínein az utóbbi három évben folytatott vizsgálódásaink főbb karsztmorfológiai eredményeit. A dolomiton kialakult recens karsztformák, formacsoportok közül elsősorban a dolomit oldódásos eredetű murvásodása, az ezzel kapcsolatos mélyedések képződése valamint a karrosodás emelhető ki.

Elsősorban morfológiai tapasztalatok alapján úgy tűnik, a térség jelenlegi karsztos formaképződésében központi jelentőségű a murvásodás. A dolomitmurva képződést számos szerző – többféle módon – magyarázza. Dolgozatunk egyik célja felhívni a figyelmet a jelenleg is zajló, oldódásos murvaképződésre.

A kérdés jobb megértése céljából végeztetett anyagvizsgálatok kimutatták a vizsgált szelvényekben a murvásodás előrehaladtával bekövetkezett Ca-csökkenést, azonban kalcit a minták ásványtani összetételében nem mutatkozott. A normáldolomiténál nagyobb Ca-tartalom azzal magyarázható, hogy vannak kristályok, melyekben minden harmadik kationsík áll Mg^{2+} -ból, vagyis 2 : 1-re módosul az arány (az adott kristályon belül) a Ca^{2+} javára.

IRODALOM

BALÁZS D. (1990): Karrformák – karregyüttesek – Karszt és Barlang II. p.117-122.

CHOLNOKY J. (1938): Veszprém – A Balatoni Társaság Könyvtára 4.

CHOLNOKY J. (1940): Különös magaviseletű kőzetek II. A dolomit in: A csillagoktól a tengerfenékig III. Hegyek-völgyek – Franklin Kiadó, Budapest

HEGYINÉ-PODÁNYI-VITÁLIS (1984): A dolomit bányászata és felhasználása – Műszaki Könyvkiadó, Bp. 312 p.

JASKÓ S. (1959): A földtani felépítés és a karsztvíz elterjedésének kapcsolata a Dunántúli Középhegységben – Hidrológiai Közlöny 4. p. 289-297.

JAKUCS L. (1950): A dolomitporlódás kérdése a Budai-hegységben – Földtani Közlöny, LXXX. p. 361-380.

JAKUCS L. (1971): Szempontok a dolomittérszínek karsztosodásának értelmezéséhez – Földrajzi Értesítő, XX.2. p. 89-98.

KEREKES J. (1941): Hazánk periglaciális képződményei – Beszámoló a Földt. Int. Vitaüléseinek munkálatairól

KOCH S.–SZTRÓKAY K. I. (1967): Ásványtan II.kötet – Tankönyvkiadó, Bp.

LEÉL-ŐSSY S. (1952): Karrosodás és karros formák – Hidrológiai Közlöny 32.7-8. p.298-303.

LEIGHTON - PENDEXTER (1962): Limits of mixed carbonate rocks in: Jennings, J.N.: Karst – Australian National University Press, Canberra 1971.

MÁNDY T. (1954): Mészkövek és dolomitok oldódási vizsgálata – Hidrológiai Közl. XXXIV. P. 508-510.

NAGY B. (1979) : A budai-hegységi porlott dolomitok ásvány-kőzettani, geokémiai és genetikai vizsgálata – Földtani Közlöny 109. 1.füzet p. 46-74.
PATAKI A. (1983): Karsztmorfológiai megfigyelések a nyírádi és az iharkúti bauxitelőfordulás területén – MÁFI évi jel. Az 1983-as évről p. 121-133.
PÉCSI M. (1991): Lejtőmorfológia és negyedidőszaki lejtőülrdék-képződés in: Geomorfológia és domborzatminősítés – Elmélet-Módszer-Gyakorlat 53. MTA FKI p. 101.
PÉCSI M. (1997): Szerkezeti és váztalajképződés Magyarországon – Elmélet-Módszer-Gyakorlat 57. MTA FKI
SCHERF E. (1922): Hévforrások okozta kőzetelváltozások a Buda-Pilisi hegységben – Hidrológiai Közl. 2. p. 19-88.
SCHEUER GY. (1969): Talajfagyjelenségek dolomitfelszíneken – Földrajzi Értesítő XVIII. 2. 177.-191.p.
SZABÓ, L. (1998): Geomorphological Observations of Dolomite-karstic Areas of Balaton-Uplands National Park - 17th International Speleological School Ojców (Poland)
SZABÓ L.(2000): Karros formák vizsgálata a Veszprémi-fennsík dolomit-területein – megjelenés alatt (Földrajzi Értesítő)
T. GECSE É.(1974): A dolomitok képződése, elterjedése és szöveti bélyegei in: A karbonátos kőzetek vizsgálata és gazdasági jelentősége – Magyarhoni Földtani Társulat kiadványa, Budapest
TEODOROVICS, G.I. (1958): Ucsenyije ob oszadocsnüh porodah – Gosztroptyehizdat, L.
VERESS M. – PÉNTEK K. (1996): Theoretical model of surface karstic processes – Z. Geomorph. 40. 4. p. 461-476.
VERESS M. – SZABÓ L.(2000): Adatok a dolomit térszínek morfogenetikájához – megjelenés alatt (Földrajzi Értesítő)
ZÓLYOMI B. (1942): A középdunai flóraválasztó és a dolomitjelenség – Botanikai Közlemények XXXIX.5. p. 209-231.