

**TAGOLT FEKÜJŰ FEDETT KARSZT KARSZTOSODÁSÁNAK
MODELLEZÉSE GIPSZEN**

**MODELLING OF THE KARST DEVELOPMENT OF COVERED
UNEVEN BEDROCK ON PLASTER**

SZEMES MÁTYÁS

NYME, Földrajz és Környezettudományi Intézet
Szombathely, Károlyi Gáspár tér 4., szemesmatyas@gmail.com

Abstract: We studied the affect of the ridge on the bedrock to the water movement in the cover with modells, in order to get data from the function of the ridge on karst bedrock in natural conditions. It can be defined, that the ridge of the bedrock, in case of big grain sized cover, can damn the water in the cover. In the case of small gain sized cover the ridge of the bedrock can not stop the water movement in the cover. The vertical incidence of the horizontal solution defined by the grain size of the cover, the place of the water intake being ont he cover or on the bedrock, and the distance of the water intake and the ridge.

1. Bevezetés

A vizsgálat során arra kerestük a választ, hogy az egyenetlen karsztos fekü magaslatainak karsztosodása eltér-e és ha igen mennyiben a fekü alacsonyabb részeinek karsztosodásától. A karsztkutatásban a fekü morfológiájától függő karsztosodás vizsgálatának jelentőségét az adja, hogy az észak-bakonyi utánsüllyedésses töbrök ott alakulnak ki, ahol a fedő vékonyabb, tehát a fekün magaslat van (VERESS 1999), de a Kab-hegy depressziói is a fekü magaslatainál jöttek létre (NÉMETH 2005). Továbbá az is, hogy a fedővel borított karsztos depressziók (dolina, polje) növekedése horizontális oldódással történik (GAMS 1978, SWEETING 1973, ZÁMBÓ 1970). A kísérletben kialakított fekü magaslat tetején és oldalán végbemenő oldódás elemzésével adatokat nyerhetünk a karszt magaslatainak a tetőszintjében végbemenő karsztosodáshoz, továbbá a horizontális oldódáshoz.

A laboratóriumi vizsgálatoknak a karsztosodás tanulmányozására számottevő előzményei vannak. E vizsgálatokhoz gipszet használtak, miután e kőzetnek az oldódása elég gyors ahhoz, hogy az oldódási folyamatok eredményei a véges idejű kísérletek végén észlelhetők legyenek. Így GLEW – FORD (1980) rillenkarrok kialakulását tanulmányozták. DZULANSKY et al. (1988) ugyancsak gipszen a hasadékkarrok kialakulását vizsgálta. VERESS et al. (1998) a madáritatók és e formákhoz kötődő más karrformák (pl.

túlfolyási csatornák) létrejöttét modellezte. *SLABE* (2009) kísérletében fedett karsztos környezetet hozott létre. Gipsz oszlopokat alakított ki, amelyeket egy edénybe helyezett (az edényből folyamatos vízelvezetés történt) és az oszlopokat fedővel borította el. Az oszlopokon eltérő jellegű oldódás és formaképződés történt. Így az oszlopok alsó részén a vízelborítás szintjében színlők és vályúk alakultak ki, míg ezek felett, ahol állandó vízelborítás nem volt talaj alatti kagylók, csövek és vályúk.

A fedett karsztokon belül megkülönböztethető a fedőüledék jellege szerint eltemetett és rejtett karszt. A rejtett karszt fedője vízáteresztő, míg az eltemetett karszt vízzáró fedővel borított (*VERESS* 2004). Kísérleteinkben (ld. alább) a rejtett karsztot modelleztük.

A kutató csoport munkája során igazoltuk, hogy a hézagterefogat, ezáltal a fedő szemcsemérete döntő hatással van a fedő vízrendszerének a kialakulására, és így a fedett karsztos folyamatokra is (*VERESS et al.* 2014, *GÁRDONYI – SZEMES* 2015). Kísérleteink során megállapítást nyert, hogy finom szemcseméretű fedőüledékek esetén a vízmozgás főleg a fedőben oldalirányba történik, míg durva szemcséjű fedőben főleg vertikálisan. Továbbá az is, hogy főleg a finom szemcséjű fedőben víztest alakul ki. A különböző vízadagolási módokhoz a fedőn eltérő leoldódási módok tartoznak. Így előfordul folytonos oldódás a fekün, amikor az oldódásos formák nagy sűrűségben fejlődnek ki, valamint lokális oldódás, amikor a fekün csak egy-egy forma képződik (*VERESS et al.* 2014).

A karsztkutató csoport sík felszínű gipsztáblák oldatását vizsgálta a fedő alatt. Mi a kísérleteink során a sík gipsztábla helyett tagolt felszínű gipsztáblákat használtunk azért, hogy a fekü magaslatainak oldódását valamint a különböző áramlási módoknak a hatását megfigyeljük a feküre.

2. Hipotézis

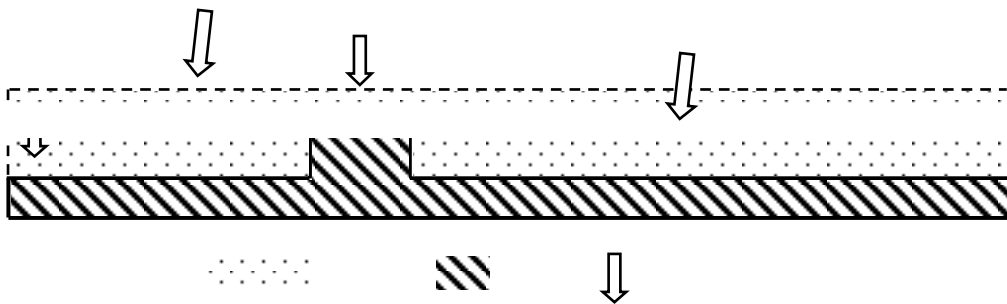
Feltételeztük, az irodalmi adatokból kiindulva, hogy a vékonyabb fedő alatt ahol a fekün magaslat van, az oldódás intenzitása és jellege eltér a fekü azon helyeitől, ahol a fedő vastagabb. Feltételeztük továbbá azt is, hogy miután a fedő szemcsemérete befolyásolja a szivárgás irányát, hogy a laterális oldódás a fedő szemcseméretétől is függ.

3. Módszer

3.1. Oldatási modellkísérletek

A gipsztáblákon magaslat került kialakításra (továbbiakban küszöb). Ezeket a gipsztáblákat e célra kialakított öntőformákban készítettük. Méretük 45*30 cm, vagy 50*15 cm volt, vastagságuk pedig 5 cm. A küszöb lejtés-irányra merőlegesen helyezkedett el minden esetben. Ennek magassága 3 cm volt minden esetben, szélessége lehetett 2 cm, 5 cm, 10cm vagy 15 cm. A kísérletek során a gipsztáblák dőlése 5° volt, de sor került 0°-os dőlésű gipsztáblán elvégzett kísérletre is.

Az oldatási kísérletek során a gipsztáblákra fedőüledéket rétegeztünk (kis szemcseméret: 0,125-0,250mm, nagy szemcseméret: 1,0-2,0mm, külön-külön, vagy vegyesen). Kísérletenként 100 dm³ desztillált vizet adagoltunk rájuk (a gipsz oldódása a vízben oldott CO₂ nélkül is végbemegy, ellentétben a mészkővel, valamint így a víz összetétele állandó). A vízadagolás során a csepegés sebességét infúziós szerelék segítségével állítottuk be, hozzávetőleg 60±5 csepp/perc-re. Ez 4,1-6,5cm³/perc-nek felel meg (mérések alapján). A vízadagolás minden esetben pontszerű volt, és történhetett a fedőre, vagy a fekére (1. ábra).



1. ábra: Küszöb a gipsztáblán 1: fedőelborítás 2: gipsztábla 3: vízadagolás helye és iránya
Fig. 1: ridge on the plaster plate. 1: cover 2: plaster plate 3: place and angle of water intake

3.2. Vízmozgás megállapításának módja

Az egyes szemcsefrakciók fizikai vizsgálataiból, valamint az általunk végzett oldatási kísérletekből következtetni tudunk a víz mozgására a fedőben. A fizikai vizsgálatokból megtudhatjuk, hogy az adott szemcsetartományban a víz mozgásának fő irányát hogyan befolyásolja a kapilláris illetve aggregát hézagterefogat. Az oldatási kísérletek során a fekűn kialakult formák megmutatják a vízátadás helyét illetve intenzitását, ezáltal következtetni lehet a fedőben a víztest kifejlődésének helyére, vagy annak hiányára.

A fedőben a betáplált víz, ha függőlegesen mozog, a fekére jut. De szivároghat oldalirányban is. utóbbi esetben a fedőben víztest alakul ki. A függőleges mozgás főleg a durva szemű üledéket jellemzi, az oldalirányú

vízmozgás a finom szemcséjűt. A víztest szivárgó vizének a felülete alkotja a víztest vízszintjét. A szivárgó víz alsó felülete elérheti a gipsztábla felületét, vagy elhelyezkedhet a gipsztábla felülete felett is a fedőben.

Mint említettük, a gipsztáblán elterjedt formák alapján következtünk a fedőben a víztest oldalirányú és függőleges kiterjedésére. A gipsztáblán oldás akkor van, ha a tábla felületével érintkezik a szivárgó víz. Az oldásos formák (felületi) kiterjedése attól függ, hogy a szivárgó víz mekkora területen érintkezik a gipsztábla felszínével. Ha a víz pontszerűen érintkezik a gipszel, akkor akna alakul ki, ha az érintkezés nagyobb felületen történik, nagy sűrűségben jönnek létre például ujjbegyszerű formák.

4. Kiértékelés

A kísérleteink során létrejött formákat a *I. táblázatban*, jelüket a *II. táblázatban* mutatjuk be. A létrejött formákat alább röviden jellemezzük.

- Kis medence: Többnyire a fedőre történő vízadagolás során jön létre, a vízadagolás helyén. Szélessége maximum 1-2 cm, mélysége kisebb, mint fél cm.
- Lankás oldalú medence: A fedőn kialakuló, nagy kiterjedésű, kis mélységű mélyedés.
- Függőleges oldalú medence: A fedőn kialakuló kisebb átmérőjű, nagy mélységű, meredek falú mélyedés.
- Keresztirányú hasadék: A fedőn kialakuló, lejtésirányra merőleges helyzetű, kis szélességű, legalább 1 cm mélységű forma.
- Íves hasadék: A fedőn kialakuló, változatos irányú, ívesen kifejlődő, kis szélességű, legalább 1 cm mélységű hasadék a függőleges oldalú medence pereménél.
- Sugaras hasadék: A fedőn kialakuló, a vízadagolás helye felé irányuló, kis szélességű, legalább 1 cm mélységű hasadék, mely többnyire csoportos megjelenésű.
- Esővízbarázda: A fedő mélyedéséből kiinduló, lejtésirányba tartó „meder”, melynek szélessége nagyobb, mint a mélysége.
- Szabálytalan mélyedés: A fedő szabálytalan alakú, vagy összetett mélyedése.
- Madáritató: A fekűn kialakuló, nagy kiterjedésű, kis mélységű, lankás oldalú, zárt mélyedés.

I. táblázat
Table I.

A saját kísérletek során létrejött formák
Forms developed in individual experiments

Kísérlet száma	Fedő szemcse-mérete (mm)	Fedő vastagsága (cm)	Küszöb szélessége; magassága (cm)	Gipszlap dőlése (°)	vízadagolás módja	Fedő formái	Fekü formái
XXVIII	0,125-0,250	5	2;3	5	feküre, oldalról	FM, HH	MD, KT
XIX	1-2	5	2;3	5	feküre, oldalról	ML	MD, UB, KT, AK
XX	1-2/0,125-0,250	5 (2+3)	2;3	5	feküre oldalról	ML, HH, IH	AK, UB, KT
XXI	-	-	2;3	5	feküre, oldalról	-	AK, KT
XXII	1-2	4	2;3	5	küszöb felett fedőre, felülről	MF, ML	KL, UB, MD
XXIII	1-2	4	2;3	5	Fedőre, felülről	ML	MD, AK
XXIV	0,125-0,250	4	2;3	5	Küszöb felett fedőre, felülről	MK, ML	KT, UB
XXV	0,125-0,250	4	2;3	5	Fedőre, felülről	MK, ML	AK, UB
XXVI	0,125-0,250	5	3,5	5	Küszöb felett fedőre, felülről	MK, EBT, HH	AK, KT, UB
XXVII	0,125-0,250	5	3,10	5	Küszöb felett fedőre, felülről	MK, ML	UB, KT, AK
XXVIII	0,125-0,250	5	3,15	5	Küszöb felett fedőre, felülről	MK, ML	UB, AK
XXIX	1-2	5	3,5	5	Küszöb felett fedőre, felülről	ML	MD, UB, KT
XXX	1-2	5	3,10	5	Küszöb felett fedőre, felülről	MF, MI	MD, UB, KT, AK
XXXI	1-2	5	3,15	5	Küszöb felett fedőre, felülről	ML	UB, AK
XXXII	0,125-0,250	5	-	0	Fedőre, közepén	MF	AK
XXXIII	1-2	5	-	0	Fedőre, közepén	ML, MF	AK, UB

A kialakult formák jelöléseinek megnevezése (GÁRDONYI-SZEMES, 2015)
The naming of the marks of developed forms (GÁRDONYI-SZEMES, 2015)

A fedőn kialakult forma neve		A fekűn kialakult forma neve	
Forma	Jele	Forma	Jele
Kis medence	<i>MK</i>	Madáritató	<i>MD</i>
Lankás oldalú medence	<i>ML</i>	Akna	<i>AK</i>
Függőleges oldalú medence	<i>MF</i>	Ujjbegy	<i>UB</i>
Keresztirányú hasadék	<i>KH</i>	Hosszanti csatorna (túlfolyási)	<i>HCT</i>
Hosszanti hasadék	<i>HH</i>	Keresztirányú csatorna	<i>KC</i>
Íves hasadék	<i>IH</i>	Bevezető csatorna	<i>BC</i>
Sugaras Hasadék	<i>SH</i>	Kürtő	<i>KT</i>
Esővízbarázda (túlfolyási)	<i>EBT</i>	Narancshéj szerű oldódásos forma	<i>NH</i>
Szabálytalan mélyedés	<i>SZM</i>	-	-

- Akna: A fekűn létrejött, azt átharántoló, meredek oldalú forma.
- Ujjbegy: A fekűn kialakuló, kisméretű, íves aljzatú mélyedés.
- Kürtő: A fekűn kialakuló, kis méretű, meredek oldalú, kör felülnézetű forma.
- Hosszanti csatorna (túlfolyási): A fekű mélyedéséből kiinduló oldásos, többnyire lejtésirányú forma.
- Keresztirányú csatorna: A fekűn kialakuló, lejtésirányra merőleges, hosszszűkás oldásos forma.
- Bevezető csatorna: A fekűn kialakuló, annak mélyedése felé tartó, oldásos forma.
- Narancshéj szerű oldásos forma: narancshéj felszínére emlékeztető, egyenetlen felszín.

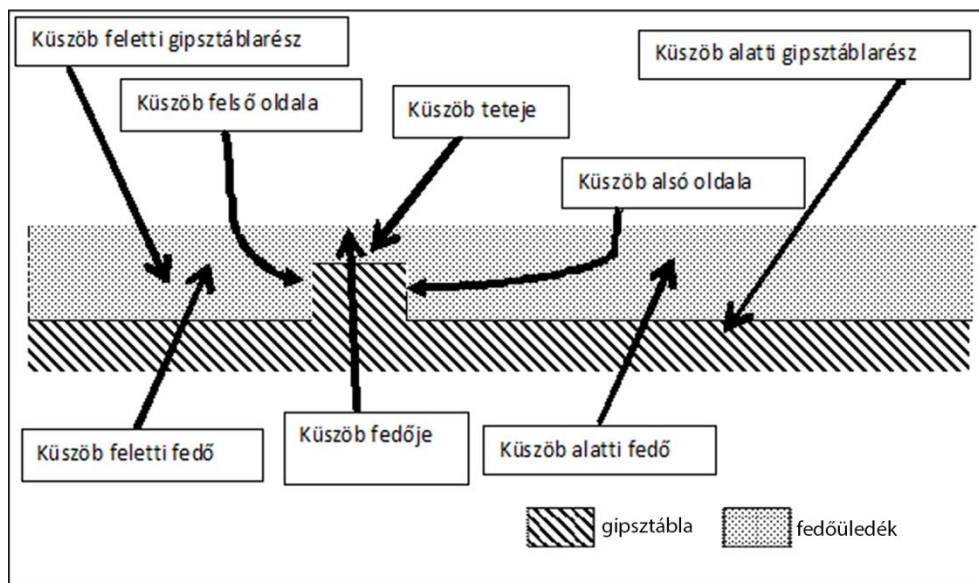
Kísérleteink során újabb a sík felszínű gipsztáblák kísérleteinél nem beazonosított formákat is felismertünk. Ezek az alábbiak.

- Üreg a fedőben: A fekű leoldódása átöröklődik a fedőre.
- Lépcsős mélyedés: A fedőn kialakuló, lejtésirányra merőleges, lépcsőre emlékeztető forma (általában a küszöb széle felett alakul ki).
- A küszöb részleges vagy teljes lokális leoldódása: A küszöb egy részen oldódással alacsonyabb lesz, mélyedés jelleget vesz fel.
- Íves mélyedés: A fekű felszínén létrejött kifli alakú bemélyedés a gipszen lejtésirányban a küszöbön túli részén.
- Félakna: Amikor az akna a gipsztábla peremén alakult ki, ezért ekkor nem zárt forma jött létre.

5. Eredmények

5.1. A víztest kifejlődésének vizsgálata különböző feltételek esetén

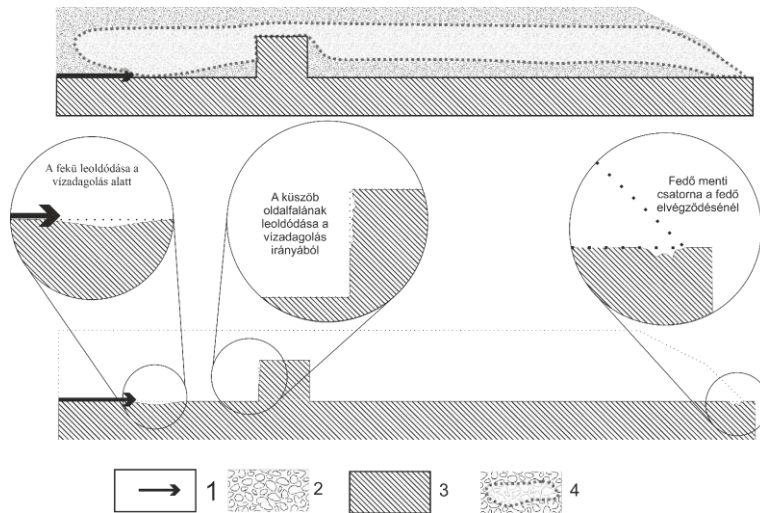
A kísérletek során létrejött formák helyét a 2. ábra mutatja.



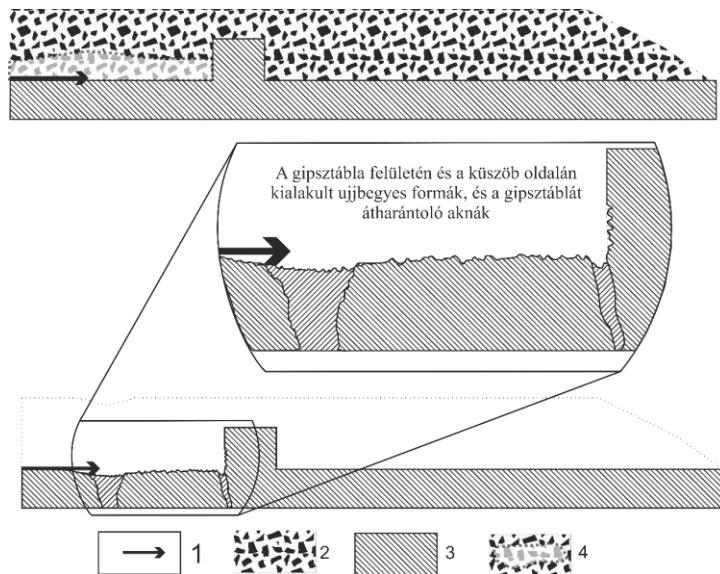
2. ábra: A megnevezések értelmezése.
Jelmagyarázat: 1: gipsztábla, 2: fedő
Fig. 2: The naming of the places
Legend: 1: plaster plate 2: cover

5.1.1. Azonos vízadagolási hely, változó szemcseméret

Kis szemcseméretű fedőnél, ha vízadagolás a küszöb feletti gipsztáblarészre, a fekére történt (XVIII kísérlet), lokális oldódás ment végbe a vízadagolás helyénél, a küszöbnek a felső oldalánál, valamint a fedő elvégződésénél. Az oldásos formák fenti megjelenése jelzi, hogy a fedőben olyan víztest alakult ki, amely oldalirányban kiterjedve elérte a küszöböt, a küszöb hatására megemelkedett, és innen a nagy méretű oldalirányban történő vízvezetés miatt már csak a fedő elvégződésénél került kapcsolatba a gipsztáblával (3. ábra).

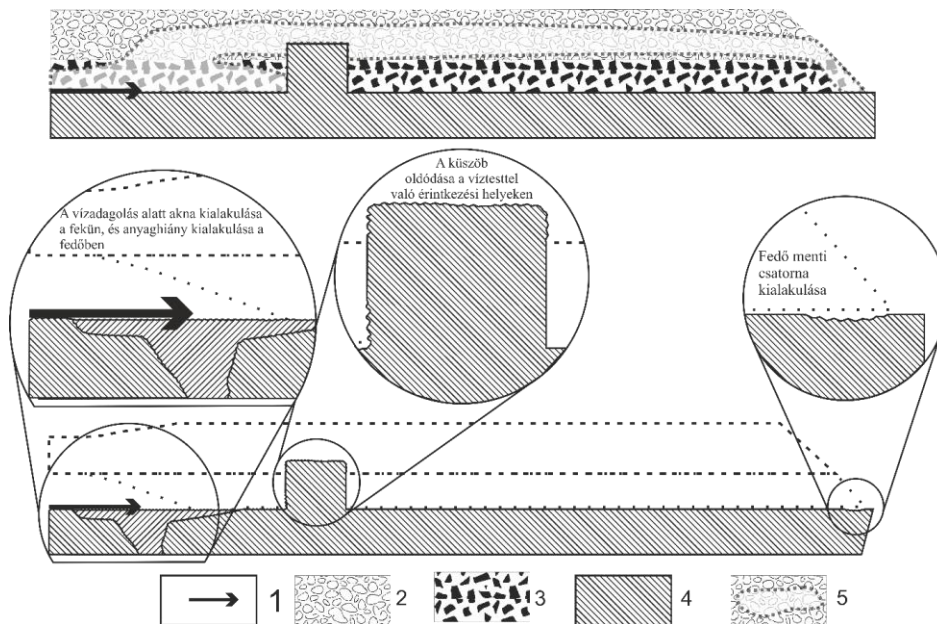


3. ábra: Feltételezett vízmozgás kis szemcseméret esetén fekére történő vizadagolásnál (XVIII kísérlet)
 1: vizadagolás helye és iránya 2: kis szemcseméretű fedő 3: gipsztábla 4: víztest a fedőben
 Fig. 3: Assumed water movement in the cover in case of small grain size, water intake to the bedrock
 1: the place and angle of water intake 2: small grain sized cover 3: plaster plate 4: water body in the cover



4. ábra: Feltételezett vízmozgás nagy szemcseméret esetén fekére történő vizadagolásnál (XIX kísérlet)
 1: vizadagolás helye és iránya 2: nagy szemcseméretű fedő 3: gipsztábla 4: víztest a fedőben
 Fig. 4: Assumed water movement in the cover in case of big grain size, water intake to the bedrock
 1: the place and angle of water intake 2: big grain sized cover 3: plaster plate 4: water body in the cover

Nagy szemcseméretű fedőnél, ha a vízadagolás a küszöb feletti gipsztáblarészre, a fekére történt (XIX kísérlet), lokális oldódás játszódott le a vízadagolás helyénél, valamint folytonos oldódás a küszöb feletti gipsztáblarész teljes felületén, és a küszöb vízadagolás felőli oldalának alsó részén. Az oldásos formák ezen elterjedése azt jelzi, hogy a fedőben nem fejlődött ki víztest. A beadagolt víz a feké felszínén mozgott, mely mozgást azonban a küszöb megváltoztatta (a vizet visszaduzzasztotta. 4. ábra)



5. ábra: Feltételezett vízmozgás vegyes szemcseméret esetén fekére történő vízadagolásnál (XX kísérlet)

1: vízadagolás helye és iránya 2: kis szemcseméretű fedő 3: nagy szemcseméretű fedő 4: gipsztábla 5: víztest a fedőben

Fig. 5: Assumed water movement in the cover in case of mixed grain size, water intake to the bedrock
1: the place and angle of water intake 2: small grain sized cover 3: big grain sized cover 4: plaster plate 5: water body in the cover

Vegyes szemcseméretű fedő esetén, ahol alsó helyzetben nagy szemcseméretű, felső helyzetben kis szemcseméretű fedő volt, ha a vízadagolás a küszöb feletti gipsztáblarészre történt és a fekére (XX kísérlet), változatos oldásos formák fejlődtek ki. A vízadagolás helyénél lokális oldás történt, a küszöb feletti gipsztáblarész teljes felületén folytonos oldásos formák jelentek meg. A küszöb felső oldalának alsó, és felső részén is megjelentek ujjbegyes formák, valamint a küszöb tetején, és a küszöb alsó oldalának felső

részén is. Oldódást történt még a fedő elvégződésénél is. Az oldásos formák ilyen elterjedése azt mutatja, hogy a fedőben kifejlődött a víztest. Összetett víztest fejlődött ki. Ez a durva szemcséjű fedőben a küszöbig terjedt, a finomszemcséjű fedőben azonban kiterjedt a küszöb alatti fedőre is (5. ábra).

5.1.2. Változó szemcseméret, változó vízadagolási hely

Kis szemcseméretű fedőnél, ha a vízadagolás a fedőre történt a küszöb felett (XXII kísérlet), a küszöb tetején néhány kürtő, és korlátozott kiterjedésben ujjbegyek alakultak ki. A küszöb két oldalán folytonos oldódás ment végbe, ennek során ujjbegyek jöttek létre. Ettől távolabb, dőlésirányban oldódás a gipsztábla elvégződésénél valamint a táblát borító fedő elvégződésénél történt. Az oldásos formák fenti elterjedése arra utal, hogy a fedőben egy olyan víztest alakult ki, amelynek az alsó felülete elérte a gipsztábla felszínét a küszöbnél, ettől távolabb viszont már nem. Ezért oldódás csak ott történhetett, ahol vízkilépés a fedő elvégződése miatt bekövetkezett.

Szintén kis szemcseméretű fedő esetén, ha a vízadagolás a küszöb alatti gipsztáblarész fedőjére történt (XXIII kísérlet), a vízadagolás alatt valamint a fedő elvégződésénél lokális oldódás harántolta át a gipsztáblát, valamint kis mértékben kifejlődött folytonos oldásos nyomok, ujjbegyek jelentek meg a küszöb mindkét oldalán és tetején. A feké ezen oldásos nyomai arra utalnak, hogy a fedőben kifejlődött a víztest, mely a vízadagolás alatt érintkezett a gipsztáblával, és oldalirányban mindkét irányban kiterjedt. Lejtésirányban a fedő elvégződésénél lépett ki a fedőből, oldva a gipsztáblát, míg lejtésiránnyal ellentétesen a küszöb felett átjutva mindkét oldalán és a tetején is oldotta azt.

Nagy szemcseméret esetén, ha a vízadagolás a küszöb feletti fedőre történt (XXIV kísérlet), a küszöb lokálisan leoldódott, valamint folytonos oldásos formák alakultak ki a gipsztábla teljes felületén. A fenti formák arra utalnak, hogy a fedőben nem fejlődött ki víztest, a víz a vízadagolás helyénél gravitációs úton lefelé mozgott, majd a küszöböt elérve oldotta azt. A víz ezt követően a küszöbről lejutva a feké felszínén kiterjedt, kialakítva a folytonos oldási formákat mind a küszöb felett, mind a küszöb alatt.

Nagy szemcseméret esetén, ha a vízadagolás a küszöb alatti gipsztáblarész fedőjére történt (XXV kísérlet), a vízadagolás alatt madárita-
tő alakult ki a fekűn, és a küszöb alatti gipsztáblarész teljes felületén ujjbegyes formák képződtek. A gipsztáblán a fedő elvégződésénél akna jött létre. Ezen formák arra utalnak, hogy a fedőben nem alakult ki víztest, a beadagolt víz a gipsztáblára jutott, és annak felszínén terjedt tovább a fedő elvégződéséig, illetve a küszöbig.

5.1.3. Azonos szemcseméret, azonos vízadagolás hely, változó küszöbszélesség

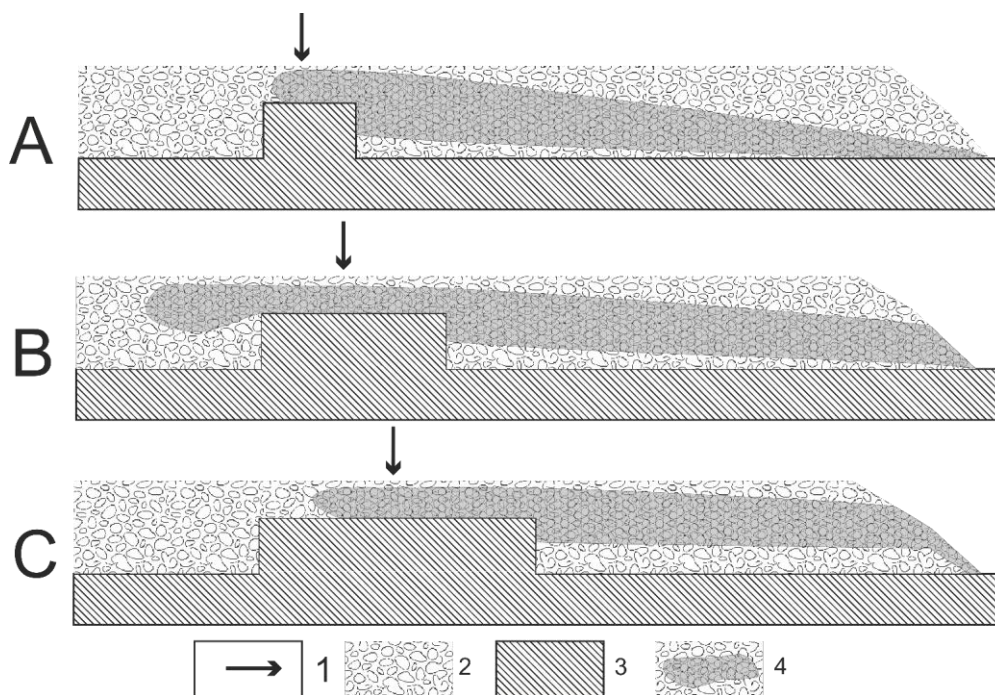
5.1.3.1. Kis szemcseméret

Kis szemcseméret esetén, ha a vízadagolás az 5 cm széles küszöb feletti fedőre történt (XXVI kísérlet), a vízadagolás alatt a küszöb tetején ujjbegyek és kürtök alakultak ki, valamint a küszöb oldalainak felső részén szintén folytonos formák (ujjbegyek) fejlődtek ki. A küszöb alatti gipsztáblarészen lejtésirányban haladva egyre nagyobb mértékben fejlődtek ki a folytonos formák (ujjbegyek és kürtök). Ezen formák arra utalnak, hogy a fedőben kifejlődött a víztest, mely a küszöb tetejével és a határoló oldallejtők felső részével érintkezett, majd a fedő elvégződése felé egyre alacsonyabb helyzetbe került, és egyre közelebb került a gipsztábla felszínéhez, és így egyre nagyobb mértékben történt meg a vízátadás a fekére. A fentiekkel párhuzamosan küszöbhez közelebb a kísérlet során használt oldalfal (amely a fedőt megtartotta) mentén helyi oldásos formák alakultak ki, feltehetően a fal mentén végbement vízkilépés miatt. És ezen helyeken a fedőben üreg alakult ki, melynél szintén kiléphetett a víztestből a víz (6A. ábra).

Szintén kis szemcseméret esetén, ha a vízadagolás a 10 cm széles küszöb feletti fedőre történt (XXVII kísérlet), a küszöb tetején, a vízadagolás alatt valamint a küszöb oldalán kis mértékben történt oldódás, kürtök alakultak ki. A küszöb alatti gipsztáblarészen nagyméretű kürtök jöttek létre lejtésirányban növekvő sűrűséggel. A fedő elvégződésénél a gipszlap teljes szélességében átoldódott. Ezen oldásos formák arra utalnak, hogy a fedőben létrejött a víztest, mely érintkezett a küszöb felső részével, és a küszöb alatti fedőben egyre alacsonyabb helyzetbe került, és lejtésirányban haladva egyre több víz adódott át a fekére. A fedő elvégződésénél kilépett a fedőből, és a fekére kerülve lokálisan oldotta azt. (Az oldalfal mentén szintén kialakultak aknák a fel mentén a fedőből kilépő víz hatására, 6B. ábra).

Ugyancsak kis szemcseméret esetén, ha vízadagolás a 15 cm széles küszöb feletti fedőre történt (XXVIII kísérlet), a küszöb felszínén valamint a küszöb alsó oldalának felső részén kis mértékben kifejlődött folytonos oldásos formák alakultak ki. A küszöb alatti gipsztáblarészen íves mélyedések alakultak ki, a fedő elvégződésénél lokális oldásos forma, fedő menti csatorna fejlődött ki, valamint egy helyen akna harántolta át a gipsztáblát. A küszöb feletti gipsztáblarészen a küszöb tövében az oldalfal mentén aknák képződtek. Ezen formák arra utalnak, hogy a fedőben a víztest kifejlődött, és az kiterjedt mind a küszöb alatti, mind a küszöb feletti fedőre. A víztestből a víz nagyrészt a fedőben szállítódott, és csak kismértékben adódott át a

feküre. A fedőből a fedő elvégződésénél lépett ki, és ott a feküre kerülve oldotta azt (6C. ábra).



6. ábra: Feltételezett vízmozgás a fedőben kis szemcseméret esetén, fedőre történő vízadagolásnál (XXVI, XXVII, és XXVIII kísérletek)

1: vízadagolás helye és iránya 2: kis szemcseméretű fedő 3: gipsztábla 4: víztest a fedőben

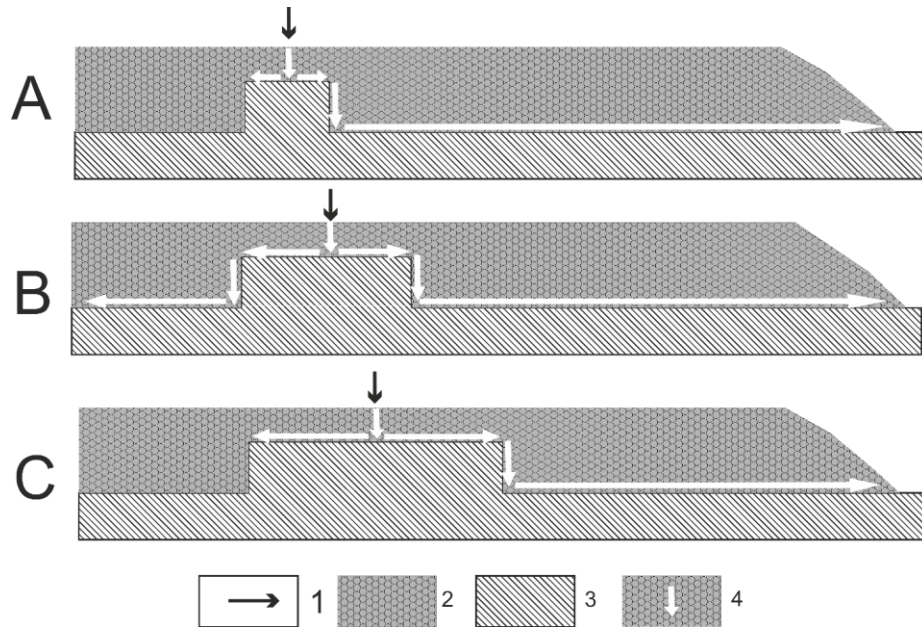
A: 5 cm széles küszöb B: 10 cm széles küszöb C: 15 cm széles küszöb

Fig. 6: Assumed water movement in the cover in case of small grain size, water intake to the cover
1: the place and angle of water intake 2: small grain sized cover 3: plaster plate 5: water body in the cover
A: 5 cm wide ridge B: 10 cm wide ridge C: 15 cm wide ridge

5.1.3.2. Nagy szemcseméret

Nagy szemcseméret esetén, ha a vízadagolás az 5 cm széles küszöb feletti fedőre történt (XXIX kísérlet), a küszöb tetejének teljes felületén, valamint a küszöb alatti gipsztáblarész teljes felületén ujjbegyek alakultak ki, a vízadagolástól távolodva csökkenő sűrűségben és méretben. A küszöb tetején a vízadagolás alatt, aszimmetrikusan, lejtésirányban megnyúlva madáritató fejlődött ki. Ezen formák arra utalnak, hogy a fedőben nem jelent meg víz-

test, hanem a víz a fekün haladva fejtette ki az oldó hatását a vízadagolástól távolodva csökkenő mértékben. (7A. ábra)



7. ábra: Feltételezett vízmozgás a fedőben nagy szemcseméret esetén, fedőre történő vízadagolásnál (XXIX, XXX és XXXI kísérletek)

1: vízadagolás helye és iránya 2: nagy szemcseméretű fedő 3: gipsztábla 4: víztest a fedőben
A: 5 cm széles küszöb B: 10 cm széles küszöb C: 15 cm széles küszöb

Fig. 7: Assumed water movement in the cover in case of big grain size, water intake to the cover
1: the place and angle of water intake 2: big grain sized cover 3: plaster plate 5: water body in the cover
A: 5 cm wide ridge B: 10 cm wide ridge C: 15 cm wide ridge

Szintén nagy szemcseméret esetén, ha a vízadagolás a 10 cm széles küszöb feletti fedőre történt (XXX kísérlet), a gipsztábla teljes felületén (a küszöb tetején, annak oldalain, valamint a küszöb alatti és feletti gipsztáblarészen) ujjbegyes formák alakultak ki. A küszöb tetején a vízadagolás alatt, aszimmetrikusan, lejtésirányban megnyúlt madáritató alakult ki. A küszöb feletti gipsztáblarészen, a küszöb tövében aknák alakultak ki a fal mentén. Ugyancsak akna fejlődött ki a fedő elvégződésénél. Ezen formák arra utalnak, hogy a fedőben itt sem alakult ki víztest, a beadagolt víz a fekün terjedt tovább, ám kis mértékben lejtésiránnyal ellentétesen is mozgott, eljutott a küszöb feletti gipsztáblarész fedőjébe is. De lejtésirányban a fedő alsó rétegeiben mozogva eljutott a fedő elvégződéséig, ahol abból kilépve lokális formát hozott létre. (7B. ábra)

Ugyancsak nagy szemcseméret esetén, ha a vízadagolás a 15 cm széles küszöb feletti fedőre történt (XXXI kísérlet), a küszöb tetején, valamint a küszöb alsó oldalán, és a küszöb alatti gipsztáblarészen ujjbegyes formák alakultak ki. Az ujjbegyek kifejlődése nem egyenletes, a küszöb tetején a vízadagolás körül, aszimmetrikusan, lejtésirányban jobban kifejlődve fordulnak elő, míg a küszöb alatti gipsztáblarészen ennél jóval kisebb méretben és sűrűségben alakultak ki. A fedő elvégződésénél akna harántolta át a gipsztáblát. Ezen formák arra utalnak, hogy a fedőben nem alakult ki víztest, a beadagolt víz a fekü felszínén mozgott, ám a fedőben kis mértékben oldalirányba mozogva eljutott a fedő elvégződéséig, ahol abból kilépve lokális oldásos formát hozott létre. (7C. ábra)

6. Összefoglalás

A küszöb feletti gipsztábla felszínére történő vízadagolásnál, amikor a víz közvetlenül a feküre jut, a küszöb oldalán oldódás történik. Az oldott rész helyzete a fedő szemcseméretétől függ. Különböző szemcseméretnél oldódik a küszöb oldala és teteje is. Kiterjedtebb az oldódás akkor, ha a vízadagolás a küszöb felett történik a fedőre finomszemcsésű fedőnél, de a küszöbön akkor is végbemegy az oldódás finom szemcsésű fedőnél, ha a vízadagolás a küszöb alatti részen történik a fedőre. Nagy szemcseméretű fedőnél az a küszöb tetőszintjén a jelentős, ha a vízadagolás a küszöb fedőjére történik. Finom szemcsésű fedőnél, ha a vízadagolás a fedőre történt, minél szélesebb volt a küszöb, annál kisebb volt az oldódás a küszöbön, és a küszöb alatt gipszfelszínen annál kevésbé volt kiterjedt a jelenség. Nagy szemcseméretű fedőnél a küszöb szélessége nem befolyásolta az oldódást. Az kifejlődik a küszöbön, de a küszöb alatti gipsz felszínén is.

Ezért várhatóan a karszt magaslatainak és oldalainak, valamint környezetüknek az oldódása és a kialakuló formakincs jellege függ attól, hogy a víz közvetlenül vagy közvetve jut-e a gipsz felszínére, a víz a fekü melyik részével érintkezik, milyen szemcseméretű a fedő, és milyen szélességű a magaslat.

A magaslat tetőszintje elsősorban akkor oldódik, ha a vízbejutás a magaslat fedőjénél történik, nagy szemcseméretnél az oldódás erősen lokális, míg kis szemcseméretnél kisebb mértékű és kiterjedtebb. A magaslat tetőszintjének az oldódása kis szemcseméretű fedőnél távolabbi vízbejutás esetén is bekövetkezhet.

A horizontális oldódás akkor megy végbe, ha nagy szemcseméret esetén a vízbejutás a fekünek a magaslattal ellentétes dőlésű lejtőjén van. Míg fi-

nom szemcséjű fedőnél a víz akár a fekün mozog, akár a fedő felszínére jut, akár a küszöbtől távolabb is, horizontális oldódás történik.

A horizontális oldódás magassági elterjedése a magaslaton attól függ, hogy milyen a fedő szemcsemérete.

IRODALOM

DZULANSKY, S. – GIL, E. – RUDNICKI, J. (1988): Experiments on kluftkarren and related lapir form – Zeitschrift für Geomorphologie 32(1) pp. 1-16.

GAMS I. (1978): The Polje: The problem of definition – Zeits. für Geomorphology 22: 170-181

SWEETING M. M. (1973): Karst Landforms – Columbia University Press, New York, 362 p.

GÁRDONYI I. – SZEMES M. (2015): Fedett karsztosodás vizsgálata laboratóriumi körülmények között – OTDK dolgozat

GLEW, J.R. – FORD D.C. (1980): Simulation study of the development of rillenkarren – Earth Surface Processes, 5.p 25-36

NÉMETH R. (2005): A Kab-hegyi bazalttakaró depresszióinak vizsgálata – Karszt és barlang, 2000-20001 évf, pp. 33-41.

SLABE T. (2009): Karren simulation with plaster of Paris models – In: Ginés Á, Knez M, Slabe T, Dreybrodt W (eds), Karst Rock Features. Karren Sculpturing Založba ZRC. Institut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, Postojna. Carsologica 9 pp. 47-61

VERESS M. (1999): Északi-Bakony fedett karsztja – Zirc, Bakonyi Természettudományi Múzeum, 1999. 167 p.

VERESS M. (2004): A karszt – BDF, Természetföldrajzi Tanszék, Szombathely 215 p.

VERESS M. – PIDL K. – MANTLER M. (1998): A gipsz karsztosodásának modellezése laboratóriumi körülmények között – A szombathelyi tanárképző főiskola tudományos közleményei 11 (Természettudományok 6) pp. 147-166.

VERESS M. – GÁRDONYI I. – DEÁK GY. (2014): Fedett karsztosodás vizsgálata fedővel borított gipsztáblán – Karsztfejlődés XIX. pp. 159-171

VERESS M. – GÁRDONYI I. – DEÁK GY. (2015): Gipsz hasadékkarrjainak vizsgálata modellkísérletekkel – Karsztfejlődés XX. pp. 231-250.

ZÁMBÓ L. (1970): A vörösgyagok és felszíni karsztosodás kapcsolata az aggteleki karszt délnyugati részén – Földrajzi közlemények 94(18) pp. 281-293.