

## KARROS FOLYAMATOK ÉS FORMÁK RENDSZEREZÉSE TOTES GEBIRGE-I PÉLDÁK ALAPJÁN

VERESS MÁRTON

Berzsenyi Dániel Tanárképző Főiskola, Földrajz Tanszék  
9700 Szombathely, Károlyi G. tér 4.

### Összefoglalás:

*A magashegységi karrosodási folyamatokat – főleg az ausztriai totesi példák alapján – tekintjük át. Oldódási típusokat, ezen belül oldódási folyamatokat különítünk el. Rendszerezünk az oldódási folyamatok során keletkező formákat, javaslatot teszünk a még eddig le nem írt oldódási folyamatok és formák nevezéktanára.*

### 1. Bevezetés

A karrok morfológiai csoportosítását már elvégezték (MONROE, W-WATSON, H., 1972; BÖGLI, A. 1976; BALÁZS D., 1990.). Újabban a karrosodási jelenségek csoportosítása és a formák genetikai értelmezése annak figyelembevételével történik, hogy az oldószer és az oldódó kőzet érintkezési felülete milyen geometriai formát képez (VERESS M.-PÉNTEK K. 1992; VERESS M.-PÉNTEK K., 1994). Alább rendszerezünk azokat az oldódási folyamatokat – főleg totesi példák alapján – amelyek a karrtípusok és az ezeket képező morfológiai elemek kialakulásáért felelősek (I. táblázat). A rendszerezés alapja, hogy az oldószer és a kőzet érintkezési felülete (az oldódás helye) milyen kiterjedésű és helyzetű. A rendszerezés során javaslatot teszünk a karros nevezéktan bővítésére.

Úgy tűnik, az oldódási folyamatok eredményeként többnyire a folyóvízi eróziós, ill. a karstos makroformákhoz hasonló (természetesen nagyságrendekkel kisebb méretben) formák képződnek. Ezért az itt leírásra került folyamatok, ill. formák elnevezésénél az eróziós (CHOLNOKY J. 1926, PÉCSI M.-SZILÁRD J., 1973) és karstos makroformáknál már meghonosodott nevezéktant használtuk.

### 2. Felületi oldódás

Elsősorban réteglapos felszíneken játszódik le. (Rétegfejes térszíneken lejtőkarr képződik, tehát a vonalas oldódás a meghatározó.) Eredményeként élek, gerincek, háta, kúpok, tornyok, esetleg törmelékdarabok maradnak vissza (maradvány térszínek).

Előfordulhat, hogy a felszínen a szelektív oldódás eredményeként lépcső, különböző formálódik ki. Ilyenkor a lépcsőhomlok önmagával többé-kevésbé párhuzamosan hátrál.

## Folyamatok és formák

FOLYAMAT	RÉSZFOLYAMAT	FORMA								
FELÜLETI OLDÓDÁS		gerinc, hát, kúp, torony (maradványtérzín) lépcső saroknyom								
VONALAS OLDÓDÁS	<i>vonalas, egyenes irányú oldódás</i>	egyszerű vályú: nagy vályú ( $\cup \cup$ alakkal), barázda (ld. az I. típusú vályút), rovátka ( $\cup$ alakkal)								
		összetett vályú: - I. típusú vályú ( $\cup \cup \cup \cup$ alakkal), - II. típusú vályú ( $\cup$ alakkal), - III. típusú vályú ( $\cup$ alakkal), gerincvályú (maradvány térzín)								
	<i>meanderező vonalas oldódás</i>	hasonló kényszer meander vályú								
	<table border="0"> <tr> <td style="padding-left: 20px;"> </td> <td>álmeanderezés</td> <td>elcsúsztatott kényszer meander vályú</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;"> </td> <td>igazi meanderezés</td> <td>szorított kényszermeanderes vályú</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;"> </td> <td></td> <td>szabad kényszermeanderes vályú</td> </tr> </table>		álmeanderezés	elcsúsztatott kényszer meander vályú		igazi meanderezés	szorított kényszermeanderes vályú			szabad kényszermeanderes vályú
	álmeanderezés	elcsúsztatott kényszer meander vályú								
	igazi meanderezés	szorított kényszermeanderes vályú								
		szabad kényszermeanderes vályú								
	<i>kanyarulat lesiklás</i>	kanyarulat szinlők (homorú oldal) szoknya (domború oldal)								

	<p><i>kanyarulat túlfejlődés</i> → karrványú zúg karrványú nyak nyaki barlang nyakivályú</p> <p>↳ <i>kanyarulat lefejeződés</i> → karrványú holtág korróziós szigethely (maradvány térszín)</p> <p><i>vályú regresszió</i> → regressziós szurdok</p> <p>↳ <i>vályú keresztveződés</i> → gerinc sziklahíd</p> <p>↳ <i>vályú lefejeződés</i> → karrványú vízvásztó obszkevns vályú függővályú vályú roncs</p> <p>↳ <i>önlefejeződés</i></p> <p>↳ <i>keresztirányú lefejeződés</i></p> <p>↳ <i>egyszerű</i>    <i>összetett</i></p>	
	<i>teraszosodás</i> → karrterasz teraszroncs, él, élroncs	
<b>LOKÁLIS OLDÓDÁS</b>	<i>madáritató</i> → vályútalp madáritató vályúvég madáritató függő madáritató összetett madáritató	
	<i>madáritató lefejeződés</i> → átréselődéses szurdok	
<b>VERTIKÁLIS OLDÓDÁS</b>	<i>kürtő képződés</i> → akna kürtő vályútalp kürtő vályúvég kürtő (vak kürtő, lefejeződéses kürtő) felnyílásos kürtő	
<b>TALAJ ALATTI OLDÓDÁS</b>		

<b>FELSZÍN ALATTI OLDÓDÁS</b>	<i>karrbarlang képződés</i>    <i>deltásodás</i> <i>lefejeződés</i>  <i>lefejeződés hátrálás</i>	víznyelőbarlang, forrásbarlang, átmenőbarlang karrvályú barlang emeletes karrvályú barlang  karrvályú barlang víznyelő kürtős vak karrvályú vakkarrvályú kürtős víznyelőbarlang
<b>ÖSSZEOLDÓDÁS</b>		saroknyom uvala kürtő uvala madáritató uvala vályútalp szakadék töbör felnyílásos karrvályú karrvályú sziklahíd mennyezetmaradvány

Valószínűleg a saroknyom karros térszínnek olyan felületi leoldás eredményei, ahol az oldódás helyenként nagyobb méretű, mint máshol. A megfigyelések arra utalnak, hogy a kialakuló saroknyom karrok az okozói más karros formák (karr-barázdák, madáritatók) képződésének.

### 3. Vonalas oldódás a felszínen

A vonalas oldódás eredményeként alakulnak ki a lejtőkarrok, amelyeket különböző méretű (rovátka, barázda, nagyvályú) egymással többé-kevésbé párhuzamos, különböző sűrűségű, hosszanti bemélyedések, vályuk alkotnak.

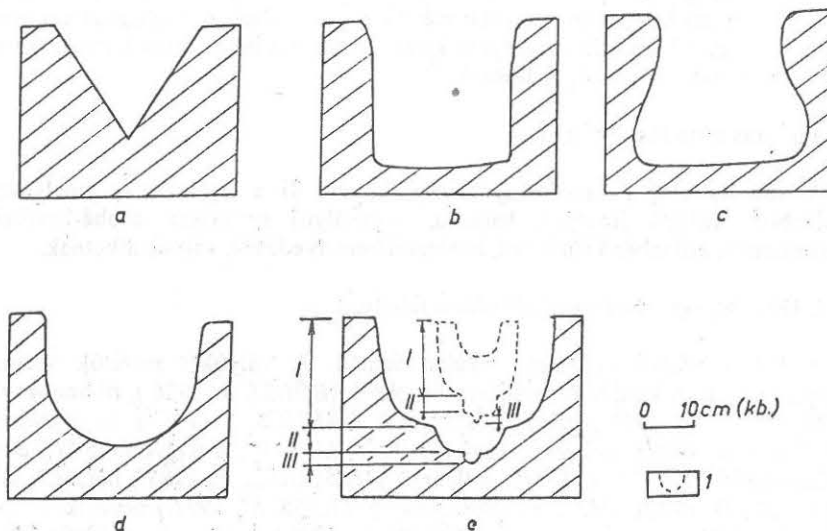
#### 3.1. Vonalas, egyenes irányú oldódás a felszínen

A lejtőn lefolyó oldószer vályúkat formál. A vályúkat méretük szerint csoportosítják. A kisebb méretűeket rilleknek (BÖGLI, A. 1976.), ribbonoknak (TRUDGILL, S. 1985), gravitációs karnak (JAKUCS, L. 1980), rovátkáknak (BALÁZS, D. 1990), esőbarázdáknak (VERESS, M. 1992), a nagyobb méretűeket rinneneknek (BÖGLI, A. 1976.), rilleknek (TRUDGILL, S. 1985.) barázdáknak (BALÁZS, D. 1990), oldódási csatornáknak (VERESS, M. 1992.) nevezik. A kanyargó vályúkat meanderkarnak (BÖGLI, A., 1976.) hívják. A rovátkák nemcsak kisméretűek, hanem többnyire környezetükbe simulnak, míg a barázdák vagy egy másik barázdába csatlakoznak, vagy vakon elvégződnek (lefolyástalajok). A barázdák mérete igen változatos lehet. Adott barázda mérete valószínűleg attól függ, hogy ott mennyi az oldószer maximális mennyisége. A rovátkákhoz nem tartozik vízgyűjtő terület. Felső végük peremeknél, gerinceknél kezdődik. A barázdák nem rovátkákból fejlődnek, hanem valószínű, hogy egymás alatti saroknyomok összeoldódása és mélyülése során képződnek.

A vályúk alakját (1. ábra) valószínűleg nagymértékben meghatározza az oldószer mennyiségének időbeli alakulása. Ez viszont az oldószer eláramlási sebességétől (ami a hordozó terület lejtésétől függ), valamint az utánpótlás mértékétől (amit viszont a vízgyűjtő terület morfológiája, a hótakaró vastagsága, az olvadás intenzitása befolyásol) függ.

Aktív időszakokban az oldószer mennyiségének folyamatos csökkenése mellett az oldás egyre kisebb sávra terjed ki. Ekkor V-keresztmetszetű vályú képződik. V-keresztmetszetű vályú képződik akkor is, ha a vályúhoz oldalról is oldószer érkezik. A vályúk között azonban ilyenkor lekerekített vályúkői peremek, hátaik, gerincek képződnek. Előfordulhat, hogy a vályúkői gerincen is vályú képződik (gerincvályú).

Huzamosabb ideig változatlan vízhozamnál széles talpú, függőleges oldalú vályúk képződésére lehet számítani. Valószínűleg gyorsuló ütemű vízhozam csökkenés esetén félkör, ill. U (homorú lejtőkkel határolt) keresztmetszetű vályúk képződnek. Túlhajló oldalú, lefelé kiöblösödő vályúk képződnek, ha a vályúban áramló vízmennyiség tartósabban stabilizálódik. Hasonló vályú alak jöhet létre talaj alatti oldódás esetén. Ilyenkor a vályútalp talajelborítása alatt az oldódási idő meghaladja a vízáramlási időt, ill. az oldódás intenzitása is nagyobb lesz.



1. ábra: Különböző, egyszerű (a-d) és összetett (e) vályú keresztmetszetek  
Jelmagyarázat: I., II., III., vályútípusok, 1. idősebb vályúk

A fentebb említett egyszerű vályuktól jól elkülöníthetők az összetett vályúk, amelyeket LECHNER, J. (1953) ineinandergeschachtelten formának nevez.

Az oldószer mennyiségének nagyméretű csökkenése, majd ezen mennyiség tartósabb stabilizálódása eredményezi, hogy a már kialakult vályúban (I. típusú) újabb (II. típusú), majd az utóbbiban egy még kisebb (III. típusú) vályú képződik. Bár e kategorizálásnak a vályúk összetett kifejlődése esetén van értelme, az egyes vályútípusok méretük alapján is elkülöníthetők. Az I. típusú vályúk szélessége és mélysége néhány dm, míg a III. típusú vályúé néhány cm. A II. típusú vályúk mérete az I. és III. típusú vályúk közé esik. Bár e kategorizálásnak a vályúk összetett kifejlődése esetén van értelme, előfordulhatnak olyan II. típusú vályúmérettel rendelkező vályúk is (belsejükben III. típusú vályúval), amelyek nem I. típusú vályú talpon alakultak ki. Előfordulhat, hogy az I. típusú vályúban csak III. típusú (e vályútípusból egyetlen vályútalpon akár kettő is kialakulhat), fejlődhet ki, ill. az, hogy az I. típusú hiányzik. A nagyobb vályú növekedése esetén a benne elhelyezkedő kisebb is növekszik, míg a kisebb vályú növekedésekor a nagyobb vályú nem fejlődik.

A III. típusú vályú kialakulásának más okai is lehetnek:

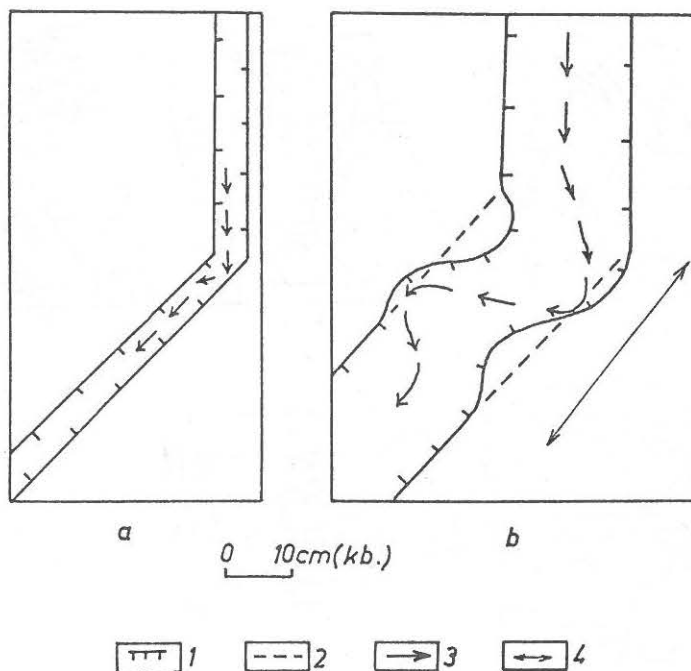
- kürtöktől visszahátráló oldódás,
- a nagyobb vályú talpát fedő talajból kiszivárgó oldószer oldóhatása.

A III. típusú vályúk talpán az oldódás nem egyenletes (kagylós oldódás). Eredményeként vályútalp (ill. a vályú egésze) néhány cm-es kiterjedésű bemélyedésekre tagolódik.

### 3.2. Meanderező vonalas oldódás

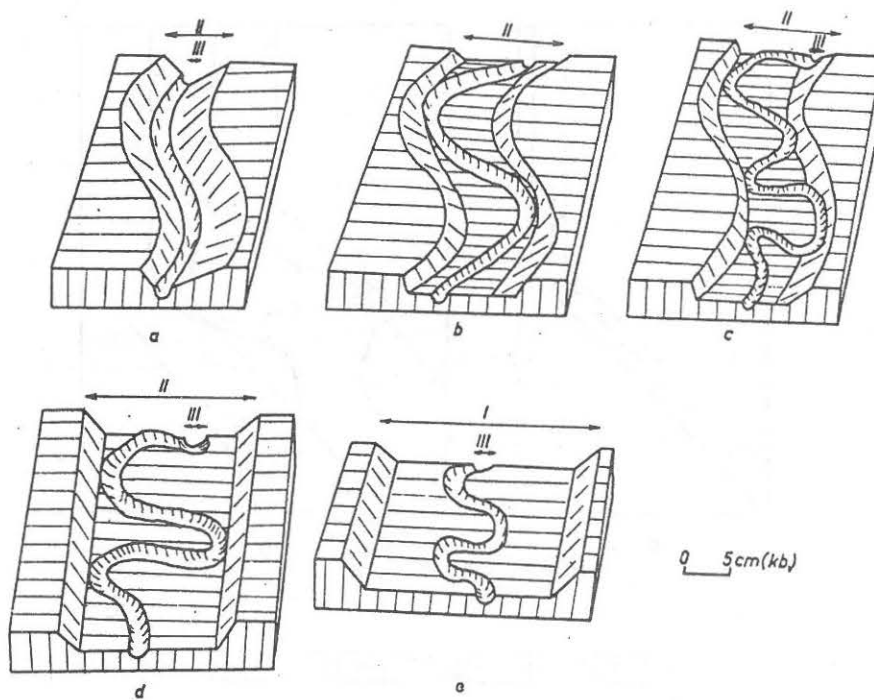
#### 3.2.1. Meander típusok

Az esővíz barázdák (rovátkák) – melyek sohasem kagylós morfológiájúak –, nem mutatnak meanderezést. Hasonlóan nem meandereznek a nagyvályúk (I. típusú) ez alól kivételt jelentenek a túlfejlett vályúk. Ezek talpa kis lejtésű és gyakran egy-egy kanyarulattal rendelkeznek. Minél kisebb a vályú, a meanderezés annál határozottabb és annál nagyobb szakaszokon fejlődik ki a meanderezés. Összetett karrvályúk II. ill. a III. típusú vályuinál többnyire fokozódik a meanderezés (a meanderek hossza nő, hullámhossza csökken) Gyakran ugyanannál a vályúnál megfigyelhető hogy lefelé a vályútalp irányába a meanderezés mértéke fokozódik (FRIDTJOF, B. 1954.).



2. ábra: Álmeanderképződés különböző irányú I. típusú vályúszakaszok érintkezésénél (fénykép után)  
 Jelmagyarázat: a. meanderképződés előtti állapot, b. meanderképződés, 1. vályúperem, 2. meanderképződés hiánya esetén a vályúperem várható pereme, 3. oldószor sodorvonala, 4. meander

Valószínű, hogy a vályúk meanderezése lehet ál- és igazi meanderezés. Álmeanderezés esetében a kialakuló vályú irányváltozásai készíthetők az oldószert meanderezésre. Ez kanyarulatok, félmeanderek kialakulását eredményezi. Ugyanis a sodorvonal kilendülése következtében a kőzet ezeken a helyeken az oldószert leggyorsabban áramló részeivel érintkezik. Ezeken a helyeken az oldás fokozódik, ami kanyarulat kialakulását eredményezi. Ilyen helyek lehetnek, ahol különböző irányú vályú szakaszok kapcsolódhatnak egymásba (2. ábra). Ennek lehetnek tektonikai okai, de oka lehet a felszín már meglévő morfológiája is. Pl. amikor egymás felett, de nem egyvonalban vályú szakaszok alakulnak ki saroknyom sorokból. Ezeket a lejtő csapásába eső szakaszok kapcsolják később össze, amely a vályú zezugos lefutását eredményezheti.



3. ábra: Összetett karrvályúk átöröklődő meanderei  
 Jelmagyarázat: I., II., III. vályútípusok, a. kialakulásától kényszermeanderező, hasonló szorított meander, b. kialakulásától kényszermeanderező, elcsúsztatott meander, c-d. szorított meander, e. szabad meander

Az igazi meanderezés esetében az oldószert sodorvonala eleve kanyarog, ami meanderező vályú kialakulást okoz. Ez a jelenség elsősorban III. típusú vályúknál figyelhető meg. Feltételezzük, hogy az igazi meanderezés akkor lép fel, ha az oldószert telített lesz és ezáltal munkavégző képessége csökken.

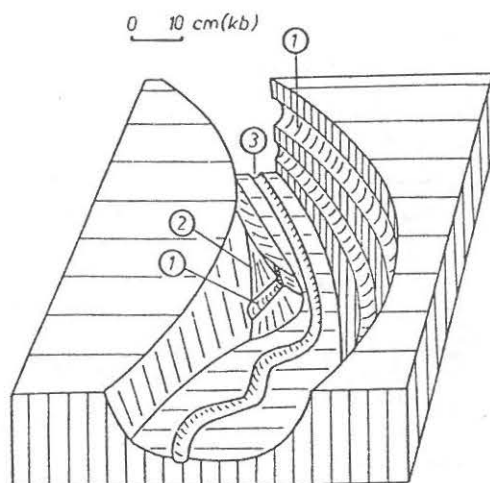


Mind az álmeander, mind az igazi meanderezés során átöröklődő vályúk képződnek. Az álmeanderező vályúkban kialakuló II. vagy III. típusú vályúk kényszermeanderezhetnek. Így hasonló és elcsúsztatott kényszermeanderek képződnek. Az igazi meanderezést végző vályúk lehetnek szorítottak vagy szabad meanderezésűek (3. ábra). Legváltozatosabb meanderezést a III. vályú típusok mutatnak esetenként teljes hosszukban, vagy csak bizonyos szakaszaikon. A III. típusú vályúk szorított meanderező, ill. szabad meanderű (3/e. ábra) szakaszai fölött, vagy alatt (vályú kilépés madáritatóból, ill. belépés kürtőbe) a lejtőszög számottevően változik.

### 3.2.2. Meander fejlődés

#### 3.2.2.1. Kanyarulat lesiklás

A meander mentén a bemélyülés lehet függőleges (meander szurdok képződik), vagy ferde irányú, ami a kanyarulat lesiklását eredményezi. Utóbbi oka az lehet, hogy az oldószelvény meanderezése miatt a sodorvonal a kanyarulat homorú oldalának irányába tolódik el. Ilyenkor a homorú oldal meredek túlhajló lejtővel, míg a domború lankás lejtővel határolt (4. ábra).



4. ábra: Kanyarulat lesiklás  
(fénykép után)  
Jelmagyarázat: 1. szinlő,  
2. szoknya,  
3. III. típusú vályú

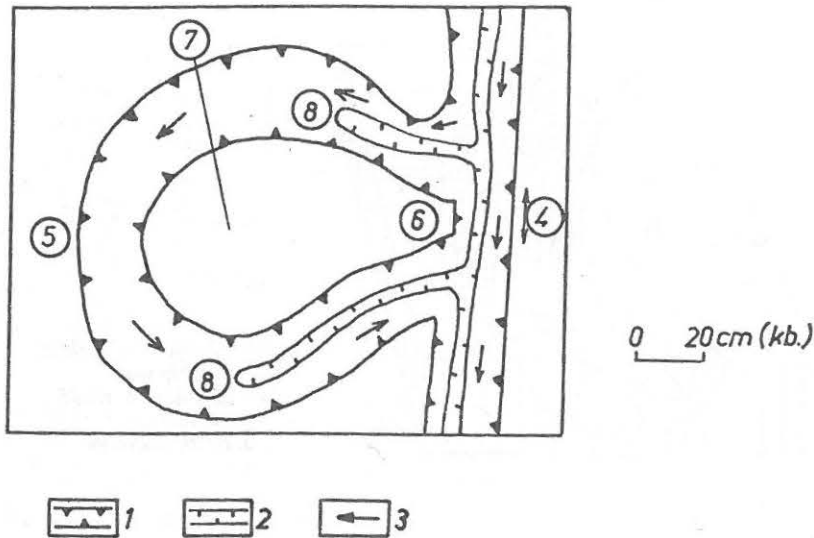
Ez a lejtő fent éles peremű, lefelé szoknyaszerűen kiszélesedő. A homorú oldalakon kanyarulat szinlő vagy szinlők fejlődhetnek ki, kevésbé markánsan a domború oldalon is előfordulhatnak szinlők. Kialakulásukat illetően az alábbiak jöhetnek szóba:

- a folyásirányba eső homorú ívben kialakuló, részben a domború oldalon is kifejlődő, de ott fokozatosan kiékelődő szinlő,
- idősebb II. vagy III. típusú vályú maradványok,
- kisvízhez tartozó sodorvonal helyek.

A fenti formakincs akkor fejlődik ki markánsan, ha az I. típusú vályúban a III. típusú vályú hasonló, vagy elcsúsztatott kényszermeanderezést végez.

#### 3.2.2.2.2. Kanyarulat túlfejlődés

Valószínűleg, ha aktív időszakban a vályúban hosszú ideig sok oldószert áramlik, a kanyarulat gyorsabb ütemben fejlődik oldalirányban mint lefelé. Kanyarulat túlfejlődés játszódik le, karrvályú zug és karrvályú nyak képződik. Ezt követően bekövetkezik a kanyarulat lefejeződés, karrvályú holtág alakul ki, amely korróziós szigetehelyet fog közre (5. ábra). Ez a folyamat elsősorban hurok vályúknál fordul elő. A lefejeződést valószínűleg elősegíti a nyak részénél végbemenő barlangképződés (nyaki barlang), ill. az itt bekövetkező oldószert túlfolyás (nyaki vályú).



5. ábra: Kanyarulat lefejeződés (fénykép után)  
 Jelmagyarázat: 1. I. típusú vályú, 2. III. típusú vályú, 3. vályútalp lejtés iránya,  
 4. lefejeződési hely, 5. karrvályú holtág, 6. karrvályú nyak,  
 7. karrvályú zug (korróziós szigetehely), 8. hátráló vályúk

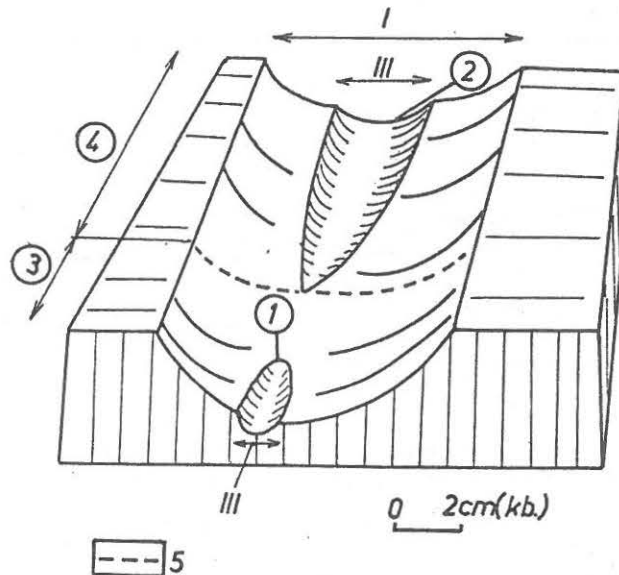
### 3.3. Vályú regresszió

A különböző vályútípusok hátrálnak. A hátrálást kísérő bemélyülés különösen nagy esésű részeken jelentős (regressziós szurdokok). Hasadékperemek hátrálást kísérő erőteljes feltagolódásával fésűs karr képződik. (Itt a vályúk mellett félkürtők is kifejlődnek.)

A hátráló II. típusú vályúknál gyakori, hogy közöttük a gerinc elkeskenyedik, végül átréselődik (gerinc sziklahíd).

A III. típusú vályúk hátrálását — amelyek különösen I. típusú vályú talpakon gyakoriak — gyakran kísérik vályú szétágazások (10. ábra). A szétágazó vályúk azonban igen gyakran nem hegyesszöget, hanem derékszöget zárnak be egymással.

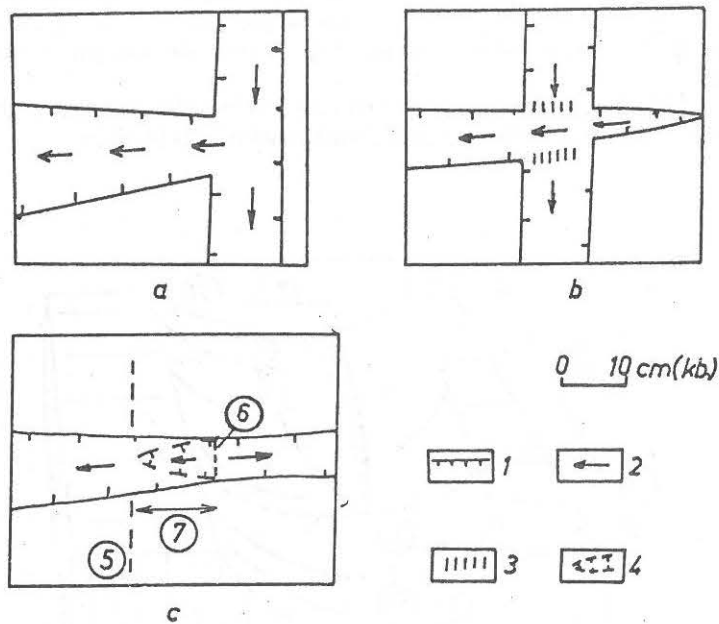
A vályú visszahátrálás általában lejtésirányú. Előfordul azonban regresszió vízszintes felületeken is, sőt a lejtéssel ellentétes irányba is (6. ábra).



6. ábra: Karrvályúvízválasztó kialakulás és vízgyűjtő differenciálódás regressziós fiatal vályúk hatására

Jelmagyarázat: I., III. vályútípusok, 1. lejtésirányba hátráló vályú, 2. lejtésiránnyal ellentétes irányba hátráló vályú, 3. lejtésirányba hátráló vályú vízgyűjtő területe, 4. lejtésiránnyal ellentétes irányba hátráló vályú vízgyűjtő területe, 5. vízválasztó

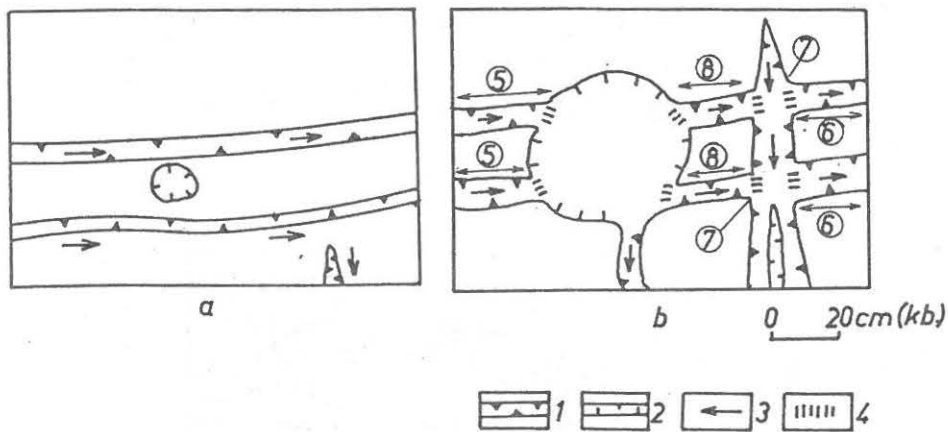
A II., de főleg a III. típusú vályúknál gyakori, hogy az egyik vályú a másikra merőleges helyzetű. A hátráló vályúvég lefejezheti (vályú lefejeződés), ill. át-metszheti (vályú keresztződés) a másik vályút (7/a. ill. 7/b. ábra).



7. ábra: Vályú lefejeződések regresszióval (fénykép után)

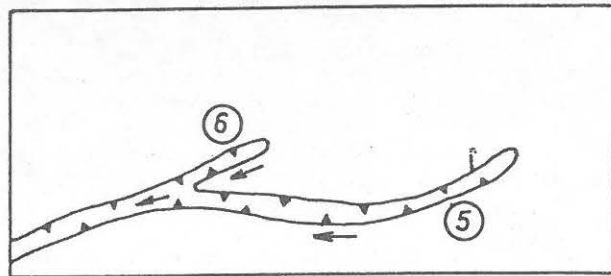
Jelmagyarázat: a. vályúlefejeződés, b. vályúkeresztződés, c. vályúvégek eltérő regressziója  
1. vályúperem, 2. vályútalp lejtési iránya, 3. lépcső, 4. hajdani vályúperem, 5. hajdani vízválasztó, 6. jelenlegi vízválasztó, 7. obszekvens vályúrészlet

A karrvályú karrvályúhoz hátrálás eredményeként karrvályú vízválasztó alakulhat ki (7/c ábra). Akkor, ha valamelyik intenzívebben mélyül, részben fel-emészti a kevésbé intenzíven mélyülő talpát, annak lejtése a korábbihoz képest ellentétes irányú lesz (obszekvens karrvályú részlet). Vályúroncs keletkezik, ha a vályúnak nemcsak a felső, hanem az alsó vége is lefejeződik (8. ábra). Önlefejeződések játszódnak le, amikor a gyorsabban hátráló mellékvályúk a fővályút fejezik le (9. ábra).

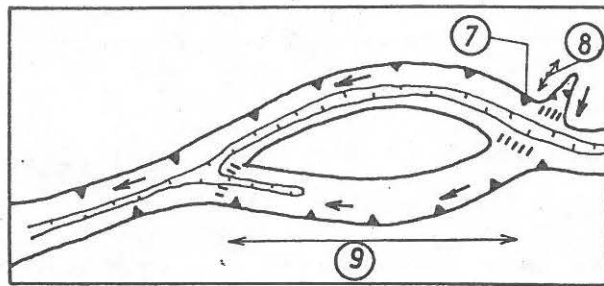


8. ábra: Lefejeződés madáritató által és vályúkeresztződés (vázlatrajz és fénykép után)  
 Jelmagyarázat: a. lefejeződés előtti állapot, b. lefejeződés és vályúkeresztződés, 1. I.vályú pereme, 2. III. vályú pereme, 3. vályútalp lejtésiránya, 4. lépcső, 5. vályúlefejeződés alsó szakaszon, 6. vályú lefejeződés felső szakaszon, 7. vályúkeresztződés, 8. vályúironcs

Előfordulhat, hogy I. típusú vályúk egyikéből a másikba keresztirányba képződő III. típusú vályú hátrál vissza és azt lefejezi. A lefejeződés lehet egyszerű, vagy összetett. Egyszerű lefejeződés akkor következik be, amikor a lefejezett I. vályúban még nem alakult ki III. típusú vályú (10/a. ábra). Ekkor az I. típusú vályútalpon lejtésirányba, ill. azzal ellentétesen hátrál a III. típusú vályú. Összetett lefejeződés akkor következik be, amikor a lefejezett I. típusú vályúban a lefejezés idejére ugyancsak kialakul egy regressziós III. típusú vályú (10/b. ábra). Ekkor nemcsak az I, hanem a III. típusú vályú is lefejeződik. Ebben az esetben a lefejeződési hely feletti vályútalp vizeit vezeti el a lefejezést végző III. típusú vályú (azt a vizet, ami nem folyik túl), míg az ez alatti szakaszát nem. Megjegyzendő, utóbbi vályútalp vizei is egyre nagyobb arányban kerülhetnek a lefejezést végző III. típusú vályúba. (Ugyanis a lefejeződési helytől megkezdődik a lefejező III. típusú vályú lejtéssel ellentétes irányú hátrálása a lefejezett III. típusú vályú lefejeződés alatti szakaszába.)

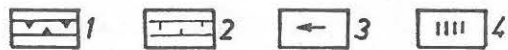


a

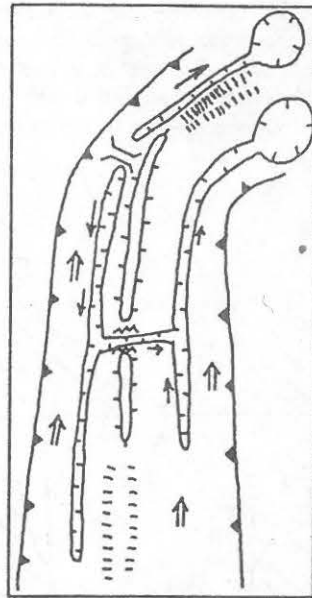


b

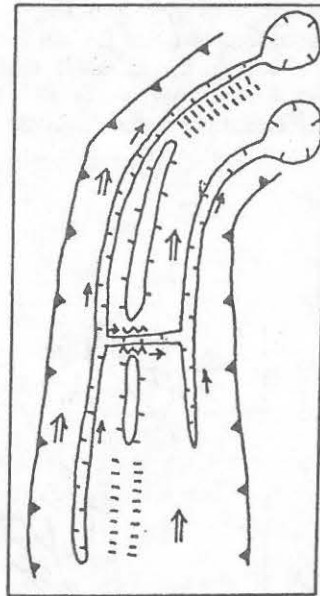
0 20 cm (kb)



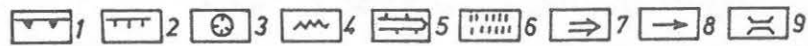
9. ábra: Önléfejeződés vályúkereszteződéssel  
 Jelmagyarázat: a. lefejeződés előtti állapot, b. lefejeződés utáni állapot, 1. I. vályú,  
 2. III. vályú, 3. vályútalp lejtésiránya, 4. lépcső, 5. fővályú, 6. mellékvályú, 7. lefejeződési hely  
 (vályúkereszteződés), 8. függővályú, 9. vályúroncs



a



b 0 10cm (kb.)



10. ábra: Egyszerű (a) összetett (b) lefejeződés (fénykép és vázlatrajz felhasználásával)  
 Jelmagyarázat: 1. I. típusú vályú pereme, 2. III. típusú vályú pereme, 3. kürtő,  
 4. keresztiszurdok, 5. vályúközi gerinc, 6 vályúközi hát, 7. I. típusú vályú talpának lejtésiránya, 8.  
 III. típusú lejtő talpának lejtésiránya, 8. III. típusú lejtő talpának lejtésiránya,  
 9. vályútalp vízválasztó

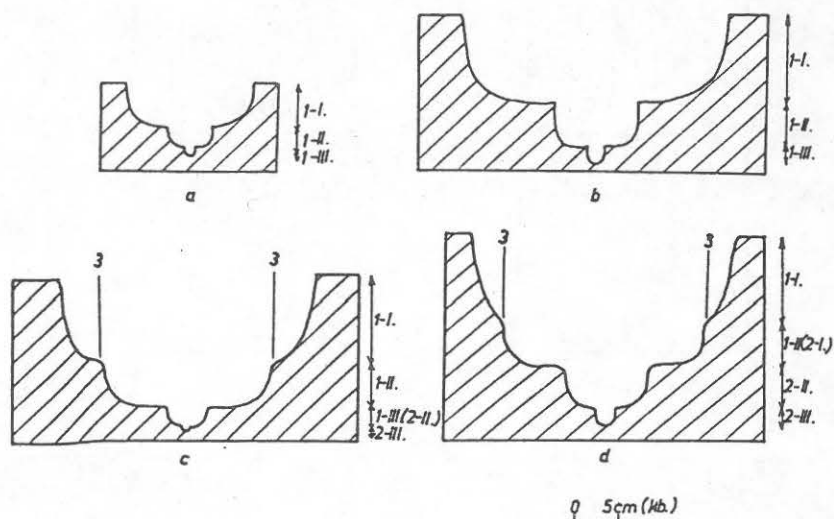
### 3.4. Teraszosodás

A karr teraszok olyan kis lejtésű vályútalp maradványok (ezek a vályú belseje és alsó vége felé lejtnek) összetett széles talpú vályú belsejében, amelyek fokozatosan mennek át a vályú oldallejtőjébe, míg befelé éles peremmel folytatódnak egy alsóbb helyzetű vályú meredek oldalában.

Akkor képződnek, ha az idősebb, nagyobb vályú növekedése leáll, ill. lelassul (pl. az oldószér mennyisége csökken, vagy a vályú túl nagy lesz), a fiatalabb kisebb vályú (vagy vályúk), növekedése során felemészti(k) az idősebb vályú (vagy vályúk) talpát (11. ábra). Hasonló folyamat játszódik le akkor, ha az oldószér elvezetésének intenzitása nő meg. Ennek egyik oka lehet, amikor mélységi

lefejeződésénél következnek be (12. ábra). Valószínű, hogy a teraszok kialakulásában mindkét jelenség szerepet játszik.

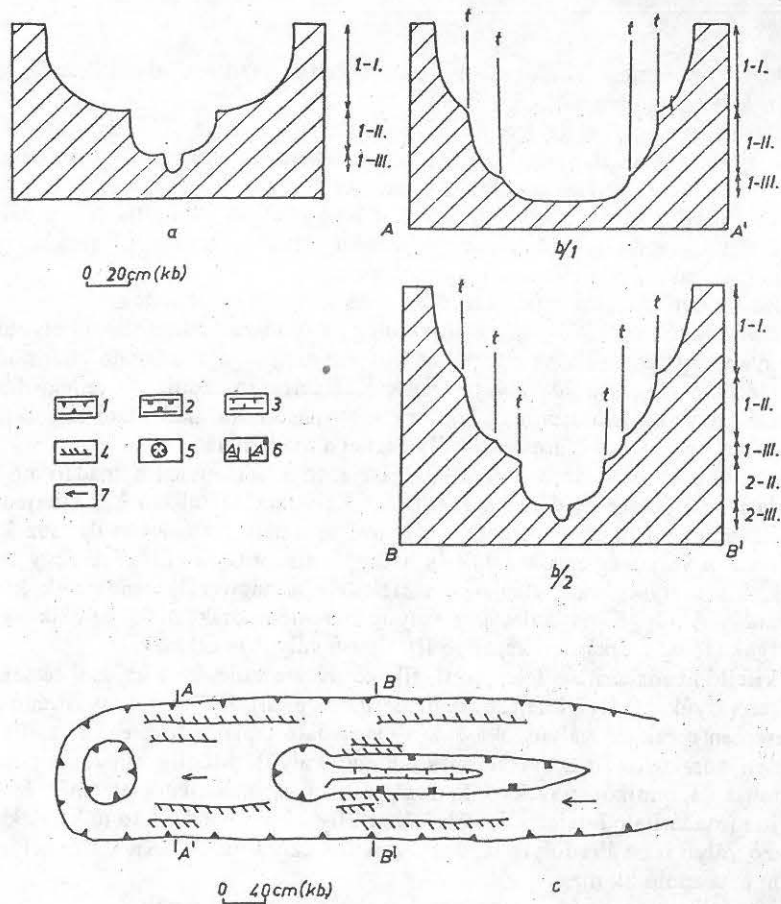
A teraszok a vályútalp utólagos oldódása következtében többnyire nem alkotnak összefüggő felszínt (teraszroncsok). Előfordulhat, hogy a vályúnak csak az egyik oldalfalán nyomozhatóak (páratlan teraszok). Teljesen el is pusztulhatnak, ilyenkor a hordozó vályú oldalában, az eltérő meredekségű oldallejtők metsződésénél élek nyomozhatóak. Gyakran az élek is meg-megszakadnak (élroncs), feltehetően az oldalról beáramló oldószer oldóhatására.



11. ábra: Teraszképződés az I. típusú vályú növekedése vagy vízhozam csökkenés esetén (felmérés, vázlatrajz és fénykép után)

Jelmagyarázat: a-b. a különböző vályúk hasonló ütemű növekedése, c-d. a fiatalabb vályúk gyorsabb ütemű növekedése, I, II, III. vályútípusok, 1. az a-b. fejlődési szakasz idején képződő vályúk, 2. a c-d. fejlődési szakasz idején képződő vályúk, 3. terasz





12. ábra: Teraszképződés mélyégi lefejeződések esetén (felmérés, vázlatrajz és fénykép után)  
 Jelmagyarázat: a. lefejeződések előtti fejlődési szakasz, b. lefejeződések utáni fejlődési szakasz,  
 b/1. első lefejeződési hely utáni inaktív vályúszakasz, b/2. második lefejeződési hely utáni aktív  
 vályúszakasz, c. felülnézet I., II., III. vályútípusok (keresztmetszeteken), t. terasz  
 (keresztmetszeteken), 1. 1-I. vályú pereme, 2: 2-II. vályú pereme, 3: 2-III. vályú pereme,  
 4. terasz, teraszroncs, 5. kürtő, 6. szelvény helye az alaprajzon, 7. vályútalp lejtésiránya

#### 4. Lokális oldódás

A viszonylag vastagon kifejlődött áramló oldószernek elsősorban a kőzet felszínhez közelebbi részei telítődnek. Akkor, ha az oldószer turbulensen áramlik a telítődés sokkal inkább végbemehet annak teljes vastagságában.

Kellően rövid úthosszú lamináris áramlásnál az oldószernek a kőzetfelszíntől távolabb eső részei viszont oldóképesek maradhatnak. Ekkor a törések mentén elszivárgó oldószer még telítetlen része lefelé irányuló oldást fejt ki. Ezért foko-

zottabb vízvezetési helyeken a helyi oldódás eredményeként kürtők (ill. madáritatók) alakulhatnak ki.

Adott helyen a turbulens áramlás laminárisba mehet át az alábbiak miatt:

– a lejtő, vagy a vályútalpak felső részén végbemenő nagyobb oldódás miatt a lejtőszög csökken, ami az áramlási sebesség csökkenését eredményezi,

– a leoldódás az egyenetlen felületeket legömbölyíti, elsimítja (pl. a vályukanyarulatok legömbölyödnek, vagy saroknyomok összenövésével kialakuló vályútalpak fokozódó mértékben elsimítódnak).

A kis területű felszíni leoldódás során jönnek létre a madáritatók.

A madáritatók morfológiáját valószínűleg az oldószer utánpótlás és elvezetés viszonya szabja meg. Ha az utánpótlás hirtelen megző, a madáritató átréselődik. A madáritató megcsapoló vályúja annak éles peremén szurdokos jellegű (átréselődési szurdok). Előfordulhat, hogy nem a túlcsonduló madáritató tó alakít ki karrvályút, hanem egy regresszáló vályú éri el a madáritatót.

Akkor, ha az oldódás a karrvályú belsejében eredményezi a madáritató kialakulását, vályútalp madáritató képződik. Ezek horizontálisan kis kiterjedésű formák, amelyek növekedésének a vályúméret határt szab. Karrvályúhoz kapcsolódnak a vályúvég madáritatók és a függő madáritatók. Előzőek nagy területűek, kis mélységűek. Jelenlétük előfeltétele a nagy vályúrendszerek kialakulásának. A függő madáritatók a vályúk peremén sorakoznak, belőlük vályú oldalágak (főleg markánsan képződő III. típusú vályúk) vezetnek.

A kifejlődő madáritató felemészti, ill. két részre különíti a hajdani térszínen futó karrvályukat (vályú lefejeződés madáritatók által). Ilyenkor a madáritató felső peremén sorakozó vályúszakaszok a madáritató táplálói lesznek, az átellenes peremen sorakozók inaktivizálódnak (függő vályú). Megfigyelhető a fentiek fordítottja is, amikor növekvő karrvályú eléri a madáritató peremét és azt felnyitja (madáritató lefejeződés vályú által). Ilyenkor a madáritató tó kisvízkor a lefejező vályú irányába folyik le, nagy vízkor viszont másik, magasabb helyzetű vályún át csapolódik meg.

Előfordulhat, hogy két megcsapoló vályú képződik, amelyekből az egyik intenzívebben mélyül. A kevésbé mélyülő fokozatosan inaktivizálódik, függő mederré alakul.

A madáritató belsejében kialakuló időszakos tó változó területű, kisebb kiterjedésű kifejlődéséhez a madáritató talpán újabb madáritató, vagy madáritatók képződnek (összetett madáritató). Létrejöttük valószínűleg a madáritató tóban lejátszódó keveredési korrózióval magyarázható.

## 5. Vertikális oldódás

A vertikális oldódás uralkodóan a felszíntől lefelé függőleges irányba fejlődik ki, eredményeként kürtők képződnek.

Az oldódás végbemehet vályúkon kívül (akna kürtők), vagy vályúk belsejében (vályútalp kürtők). A vályútalp kürtők egyik típusa (vak kürtő) ott alakul ki, ahol a vályukat jól fejlett oldódási hasadékká fejlődött törések harántolják. E típusba

Akna kürtők jellemzői az alábbiak:

tartozó kürtők valószínűleg vakon végződnek, belsejükben számottevő talajkitöltés lehet növényzettel. A vályútalp kürtők másik típusába tartozó kürtők átmérője nagyobb nem feltétlenül végződnek vakon, talaj és növénykitöltés nélküliek, vályuk lefejeződése során képződnek (lefejeződéses kürtő). A vályúvégi kürtők a vályúk alsó végében fordulnak elő, de nem a vályútalpról, hanem a vályúperemről nyílnak (peremük a vályú peremével egyezőmagasságú). Morfológiájuk hasonlít az akna kürtők morfológiájához (íves, homorú oldallejtő, amely félkürtőkkel, ill. oldódási csatornákkal tagolt). Az akna kürtők átmenetet mutatnak a mezo karsztos formák, az akna felé.

(40 kép)

(39 kép)

## 6. Talaj alatti oldódás

A mélyedéseket kitöltő talaj alatt játszódik le. Eredményeként sík aljzatú, kevésbé tagolt lefelé kiszélesedő jelleget vehetnek fel a karrvályúk és a madáritatók.

## 7. Üregesedés, barlangképződés

A felszín alatti üregesedés törés, vagy réteglap mentén megy végbe. A felszín alatti üregesedés történhet a felszíni oldástól függetlenül, ill. attól függően. Ekkor a képződő üregek kialakulhatnak:

- karos mélyedések között,
- karrvályúk alatt.

(43, 44 kép)

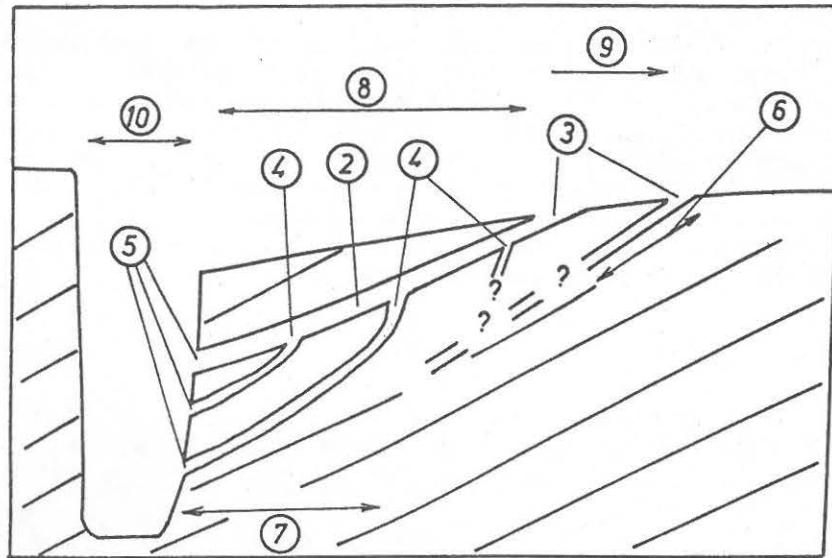
ábra

33

A barlangok lehetnek víznyelő, forrás és átmenő karrbarlangok (13. ábra). A víznyelő karrbarlangok indulhatnak madáritatóból és karrvályúból. Forrásbarlangok nyílnak kürtőbe, karrvályúba, madáritatóba, hasadékba. A karrvályúk alatti karrbarlangok (karrvályú barlang) esetében mindkét típus deltásodást mutathat. A deltásodó víznyelőbarlang a vályútalpon mélységi lefejeződés hátrálása esetén képződik. A deltásodó forrásbarlangokhoz a hasadékok oldalában különböző magasságokban nyíló forrasszajak tartoznak. Az egymás alatti forrasszajak akkor fejlődnek ki, amikor a karr barlangban barlangi lefejeződés játszódik le (karrbarlang víznyelő). Ez a folyamat valószínűleg nemcsak karrvályú alatti barlangban megy végbe. Valószínű, hogy a karrvályúk alatt (ott ahol az üregesedés réteglapok mentén megy végbe) emeletes karrvályú barlangrendszerek is kialakulnak.

(43 kép)

(33 ábra)



0 30 cm (kb.)



13. ábra: Karrvályubarlang rendszer (felmérés)

Jelmagyarázat: 1. réteglap, 2. átmenő karrvályubarlang, 3. karrvályú víznyelő, 4. karrbarlang víznyelő, 5. forrásszáj, 6. víznyelő karrbarlang, 7. fórrás karrvályubarlang, 8. átmenő karrvályubarlang, 9. lefejeződési hely hátrálása, 10. hasadék

### 8. Mélységi lefejeződés

Előfordulhat, hogy a karrbarlang olyan karrvályút és pl. madáritatót kapcsol egymásba, amelyek egy szintben helyezkednek el. A karrbarlang felett a felszínen a vályúnak nincs folytatása (vak karrvályú). A karrbarlang felett a barlang mennyezete és a felszín között kürtő helyezkedhet el. Ennek kialakulása részben, vagy teljesen utólagos oldódással (esetleg fölharapódzódással) történt (felnyílásos kürtő). Az ilyen kürtőhöz vezető vályú (kürtős vak karrvályú) a kürtő kialakulása után képződött regresszióval (14/a. ábra).

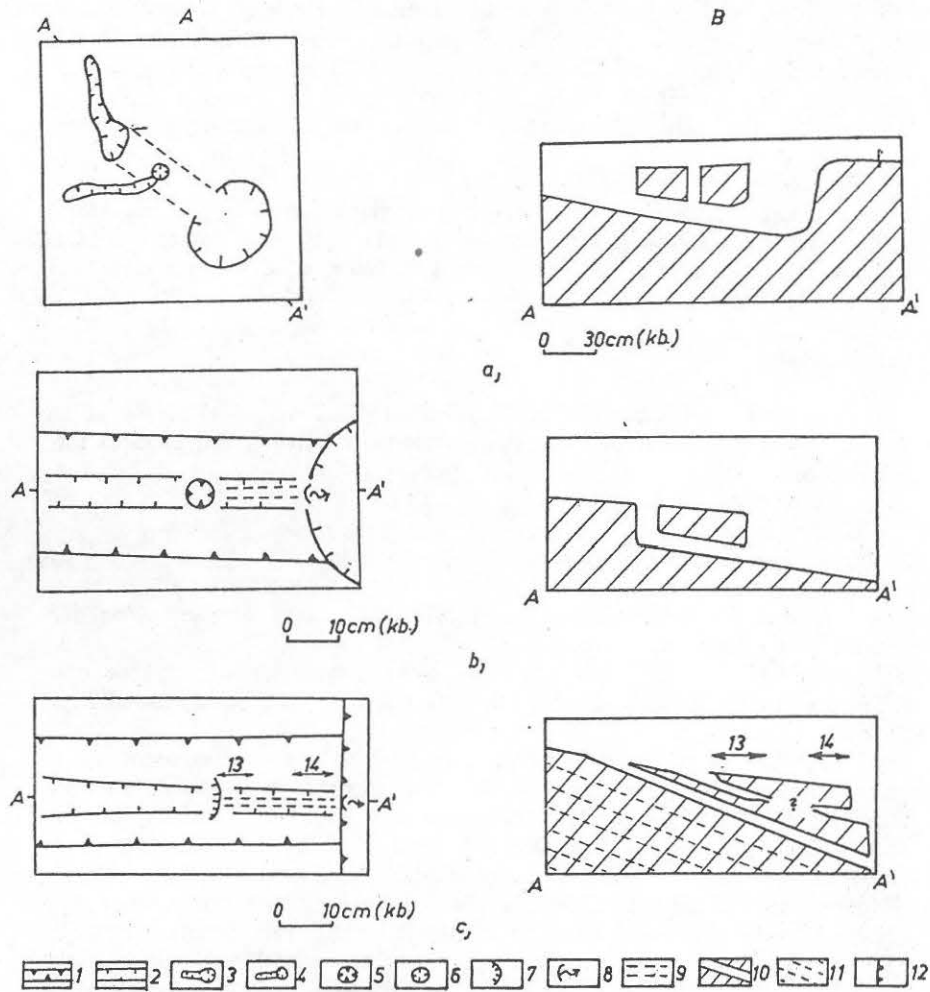
Akkor, ha a vályúk lefejeződnek (karrvályú mélységi lefejeződés) a vályú a lefejeződési ponton túl is folytatódhat (14/b. ábra). E helyeken alakulnak ki a karrvályú víznyelők (morfológiailag kürtők). A lefejeződési helyen karrvályú víznyelőbarlang is képződhet pl. ha az oldódás réteglap mentén megy végbe kürtőszakasz nélküli víznyelő barlang vagy átmenő barlang képződik (14/c. ábra).

A vályúk alatt barlangok alakulhatnak ki az alsóbbi módokon.

34

34

34



14. ábra: Mélységi lefejeződések (fénykép és vázlatrajz után)  
 a. Vak karrvályú és rányelés kialakulása, karrvályú a barlang kialakulásával egyidős; a kürtő kialakulása a barlang kialakulását követően történt b. III. típusú vályú lefejeződése kürtővel: a karrvályú barlang a vályú kialakulása után képződött, c. III. típusú vályú lefejeződése réteglap mentén képződött karrvályú víznyelőbarlang által  
 Jelmagyarázat: A: felülnézet, B: oldalnézet, 1. I. típusú vályú, 2. III. típusú vályú, 3. karrbarlangos vak karrvályú, 4. kürtős vak karrvályú, 5. karrvályú víznyelő (kürtő), 6. madáritató, 7. karrvályú víznyelő, 8. karrvályú forrásszáj barlang, 9. barlang (felülnézet), 10. barlang (oldalnézet) 11. réteglapok, 12. hasadék, 13. víznyelőbarlang, 14. forrásbarlang

A nagyobb vályúk belsejében a lefejeződési helyek - hasonlóan a karsztok epigenetikus völgyeinek mélységi lefejeződési helyeihez (JAKUCS, L. 1971) - hátrálnak a vályú felső végek felé. A II. és III. típusú vályúk ezt a hátrálást egyértelműen bizonyítják. (Ugyanis a felsőbb helyzetű lefejeződési helyekhez kisebb méretű II. ill. III. típusú vályúk vezetnek annak ellenére, hogy a vízgyűjtő területek lényegében hasonlóak.)

A lefejeződési helyek kialakulásának oka - miután kőzethatár elborítás hiányában nem fejlődhet ki - feltehetően az, hogy a leoldódás miatt a vályútalp lejtőszöge egyre kisebb lesz. (Ez elősegíti a lamináris áramlás állandósulását.) A megfigyelések arra utalnak, hogy a vályútalpak ellankásodása az alsó végektől a felső vályúvégek felé megy végbe. Ez maga után vonja az oldószér lamináris áramlási módjának a felső vályúvég irányába történő kiterjedését, ami a lefejeződési hely hátrálását (újabb kürtők kialakulása) eredményezheti.

### 9. Összeoldódás

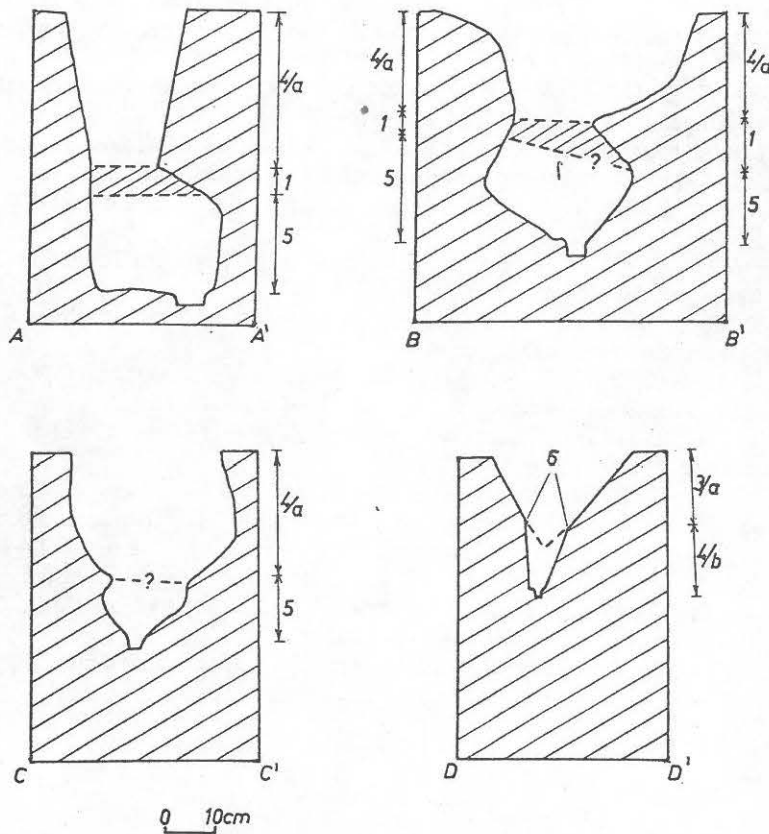
A már kialakult különböző karros formák oldalirányú növekedésük során összekapcsolódnak. Az eredeti térszín csonkakúpok, ívelt lefutású gerincek formájában marad meg.

Az összeoldódás végbemehet:

- kürtő és kürtő,
- saroknyom és saroknyom,
- madáritató és madáritató között,
- karrvályú és barlang között (az összeoldódás természetesen különböző karrformák között is végbemehet).

Hasonló felszíni formák (kürtő és kürtő, saroknyom és saroknyom, madáritatók és madáritató) összeoldódásakor kürtő, saroknyom és madáritató uvalák képződnek.

Felszíni (karrvályú) és felszín alatti (karrvályú barlang) is összeoldódhat. A karrvályúk alatti barlangok mennyezetüket részben oldódással (az alulról felfelé ill. a fentről lefelé oldás következtében a vályú és a karrvályú barlang összeoldódik) részben beomlással elveszítik (15. ábra). A mennyezet részleges pusztulása során keletkeznek a karrvályú sziklahidak. (Ha a karrbarlangba közel merőlegesen képződő vályú alatt történik a felnyílás, vályútalp szakadék többör képződik.) A hajdani barlangok víznyelőpontjáig jellegzetes keresztmetszetű vályúk keletkeznek (felnyílásos karrvályú). E típus szelvényben lefelé keskenyedő, majd közel kör keresztmetszetet mutat. A vályú oldalában mennyezetmaradványok fordulnak elő.



15. ábra: Felnyíltos karrvályú (felmérés)

Jelmagyarzat: 1. hajdani mennyezet, 2. felszíni vályúrész korábbi, ma már hiányzó része, 3. III. típusú vályú, 4/a. felszíni oldódással mélységi lefejeződéstől függetlenül kialakult vályúrész, 4/b felszíni oldódással mélységi lefejeződés hatására kialakult rész, 5. terasz, 6. felszín alatti oldódással kialakult vályúrész,

Megjegyzés: A-A' és B-B' közötti szakaszon a felnyílás a karrvályú barlang mennyezetének beomlásával, C-C' szelvényél összeoldódással történt; C-C' és D-D' szelvények között ment végbe a mélységi lefejeződés

## Irodalom

- BALÁZS D.* (1990): Karrformák-karregyüttesek – Karszt és Barlang II. sz. pp. 117–126.
- BÖGLI, A.* (1976): Die wichtigsten karrenformen der kalkalpen – In: Karst processes and relevant landsforms. ISU Commission on Karst Denudation. Ljubljana pp. 141–149
- FRIDTJOF, B.* (1954): Verkarstung und Bodenschwund im Dachsteingebiet. Mitteilungen der Höhlenkommission I. p 53–56.
- CHOLNOKY, J.* (1926): A földfelszín formáinak ismerete (Morfológia) – Bp.
- JAKUCS, L.* (1971): A karsztok morfogenetikája – Akadémia Kiadó, Bp.
- JAKUCS, L.* (1980): A karszt biológiai produktum – Földr. Közl. 28., 4. pp. 331–444.
- LECHNER, J.* (1953): Neue Formen des Hochgebirgskarstes im Toten Gebirge - Mitteilungen der Höhlenkommission, pp. 47–49.
- MONROE, W.-WATSON, H.* (1972): A glossary of karst terminology – US Geological Survey, Washington
- PÉCSI, M.-KEREKES, S.* (1973): A folyóvízi eróziós formák és folyamatok értelmező szótára – Földr. Közl. 21., 1. p 473–478.
- TRUDGILL, S.* (1985): Limestone geomorphology – Longman, London and New York
- VERESS, M.-PÉNTEK, K.* (1992): Physical and chemical aspects of hydrodynamics of some karstic process. – New perspectives in Hungarian geography, Studies in Geography in Hungary 27, Akadémia Kiadó, Bp. pp. 91–104.
- VERESS, M.-PÉNTEK, K.* (1994): Néhány karsztos folyamat leírása fizikai-kémiai hidrodinamika alapján – Berzsenyi Dániel Tanárképző Főisk. Tud. Közl. IX. Természettudományok 4. pp. 145–172.
- VERESS M.* (1992): A karsztosodás mikroformái a karrok – Természet Világa 3. pp. 129-131.