*KARSZTFEJLŐDÉS XVI.*
*Szombathely, 2011. pp. 123-142.*

# A STRUNJANI FLIS PART FEJLŐDÉSE

KÉRI PÉTER

Nyugat-magyarországi Egyetem, Természettudományi Kar, Földrajz és Környezettudományi Intézet 9700 Szombathely, Károlyi Gáspár tér 4.
cousteau@sek.nyme.hu

*Abstract: The aim of this study is to inform the reader about the coast development of the Slovenian flis coast. We demonstrate the morphology of teh coast, those processes which create the coast and the development of the coast kliff based on the consequences which were drawn during an oweral survey. During the survey the methods were: observation on the coast, sampling from the flis layers, taking up cross segments and examination of the amples. Based on the results I madethe following conclusion: the destruction of the coast has been set by the pterological characteristic of the flis, the marl of high $CaCO_3$ content which were settled, the structure of the rock and the formalchanges in the levelof the water. Based on the following We made a distinction between the abrasion coast development on a few meters of the lower stage of the coast and the semicarbonate coast development on the upper stages of the coast. Beside them we can talk about complex coast development when the abrasion effecting the lower stages causes destruction ant at the same time there is a semicarbonate coast development on the upper stages of the coast.*

## 1. Bevezetés

Az Adriával határos országok közül Szlovéniának van a második legrövidebb tengerpartja. Mindössze 43,157 km hosszú. Lényegében az Isztriai félsziget É-i partszakaszát foglalja magába. Legnyugatibb pontja a Pirani-félsziget, a legkeletibb pedig a Koperi-öböl. A szlovén partszakasz az Adria összes más partjával együtt folyamatosan változik. Az Adria Ny-i része emelkedik, a K-i része pedig süllyed. Ennek megfelelően, a teljes szlovén szakaszon megfigyelhető flis fal pusztulásának jelenleg is megvannak a feltételei. Jelen tanulmányban ezen partszakasz két részének (*1. ábra*) a partfejlődésével foglalkozunk.

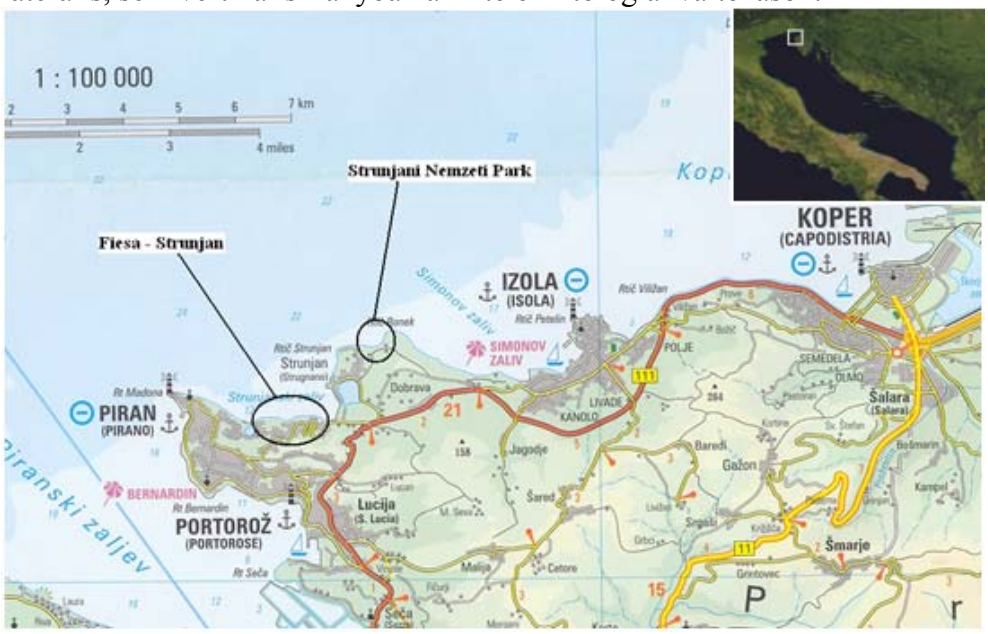
Munkánk célja, egyrészt egy átfogó leírás készítése a vizsgált partszakaszról, annak morfológiájáról és a partot alakító folyamatokról. Másrészt, hogy a flis kőzetrétegeinek anyagvizsgálatával, és ezen adatok, illetve a partot alakító hatások összevetésével, feltárjuk és bemutassuk a terület partfejlődését.

Az általunk vizsgált területen a part tagolatlan és a partfal magas. Meredeksége 70º és 90 º közötti. Magassága átlagosan 20-30 méter, de helyenként eléri a 80 métert is.

A tavi és tengerparti mozgó víztömegek által végzett pusztító és építő munkát, *abráziónak* nevezik. A rombolást előidéző, közvetlenül pusztító hatások közül a hullámverés a legjelentősebb, ami mellett a tengervíz kémiai hatása, a tengerjárás, és a tengeri áramlások is fontosak.

A flis kialakulásáról és üledéktani jellegzetességeiről több részletes munka is készült. (*BOUMA* 1962, *SENES* 1967, *VASSZOJEVICS* 1960).

A flis összletekben úgynevezett *ciklusok* különíthetők el. Egy ciklus, egy *zagyár* során kialakult rétegek sorozata, amelyben jól elkülöníthetően váltakoznak a durva, közepes és finom szemcsenagyságú *rétegek*. Egy-egy ciklusban lentről felfelé egyre finomabb szemcsenagyság jellemző. Az üledékszemcsék ilyen elrendeződését nevezi az irodalom normál gradált rétegzettségnek. Míg a gradált rétegzés a flisciklusok alsó durvább rétegeit jellemzi a felső finomabb részeken lamináció figyelhető meg. *BOUMA (1962)* szerint a 0,5 cm-nél vékonyabb finomszemű üledékrétegeit nevezzük laminának. A laminációt a szemcsenagyság és az ásványi összetétel változása okozza. Fontos megemlíteni azt is, hogy nem jellemzőek a flisben sem laterális, sem vertikális irányban a hirtelen litológiai változások.




*1. ábra: A Szlovén tengerparton vizsgált területek*
*Fig. 1. The examined area of the Slovenian coast*

## 2. Módszerek

A kutatási módszereink között szerepelt a terepi megfigyelés, mintavételezés a partfal rétegeiből, keresztszelvények felvétele és a minták anyagvizsgálata.

A kőzet mintavételek helyét jól kellett megválasztani, mivel csak viszonylag kevés minta anyagvizsgálatára volt lehetőségünk. Igyekeztünk minél jellegzetesebb helyeket találni. A mintavételi helyeknek olyan rétegeket választottunk ki, amelyek segítségével a partfejlődés minél teljesebben mutatható be.

A mintavételi helyeken keresztszelvényeket vettünk fel a partfalról. Emellett a magas, nehezen megközelíthető partfalszakaszokon ahol erre nem volt lehetőség keresztszelvény- rajzokat, vázlatokat készítettünk.

A minták anyagvizsgálata röntgendiffrakciós vizsgálati módszerrel, a MÁFI Röntgenlaboratóriumában, Philips PW 1710 diffraktométerrel, ill. a hozzá csatlakoztatott XDB Power Diffraction Phase Analytical System 2.7 version számítógépes vezérlő és kiértékelő rendszerrel történt, a következő felvételi körülmények között:

- Cu-antikatód,
- 40 kV és 30 mA csőáram,
- grafitmonokromátor,
- goniométersebesség 2°/perc,
- mérési tartomány 2 $^{o}$-66,2$^{o}$ 2È.

*1. kép: Mintavételi helyek a Fiesa-Strunjan partszakaszon*
*Picture 1: Sampling sites of the Fiesa-Strunjan coastal sector*

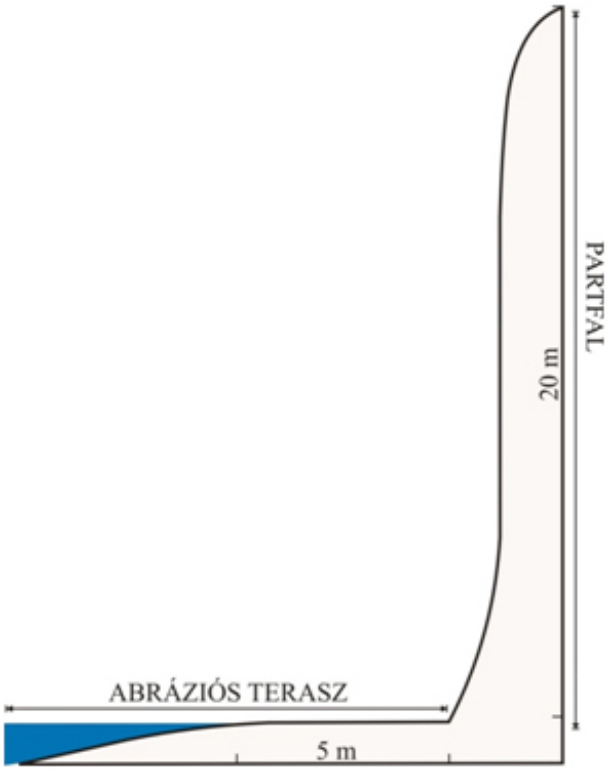
Az ásványok specifikus reflexióinak JCPDS korundfaktorai ($I_0/I$), ill. laboratóriumi kalibrálások alapján meghatározott faktorok alkalmazásával, számítógépes program segítségével határozták meg a mintában lévő ásványok arányait.

Összesen 10 helyen történt mintavétel. Ezeken a helyeken összesen 24 mintát vettünk. 7 helyszín 15 mintával a Fiesa-Strunjan partszakaszra (*1. kép*) míg, 3 helyszín 9 mintával a nemzeti park területére (*2. kép*) esett. Az ásványok, mintákban kimutatott százalékos értékeit átlagoltuk.

*2. kép: Mintavételi helyek a Strunjani Nemzeti Park területén*
*Picture 2: Sampling sites in the Strunjan National Park*

## 3. Morfológiai megfigyelések

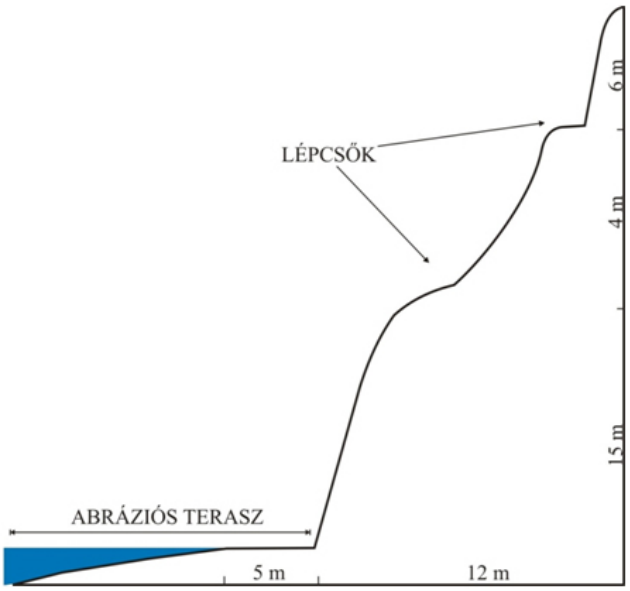
A part nagyformái az *abráziós partfal* és annak előterében, hosszú fejlődés során kialakult *abráziós terasz* (*2. ábra*). Az abráziós teraszokat a keletkezésük ideje szerint két csoportra osztjuk. Vannak korábban kialakult ma már abráziósan nem fejlődő, részben elpusztult vagy pusztuló fosszilis teraszokra és aktív recens abráziós teraszokra.




*2. ábra: Elvi keresztszelvény a partfalról*
*Fig. 2. Theoretical cross section of the cliff*

Az egymás felett elhelyezkedő korábban kialakult teraszok alakítják ki a fal helyenként lépcsőzetes morfológiáját (*3. ábra*). A fosszilis teraszok a magasabb tengerszinteknél alakultak ki, amikor csak a fal felsőbb része hátrált. Ezek a formák enyhébb lejtésű partfalrészek. Szélességük 4-6 m. Egyes helyeken az abráziós teraszok nem figyelhetőek meg teljes szélességükben, mert azokat törmelék borítja. A jelenleg is fejlődő, recens teraszok sekély lejtésűek, amelyek alsó felületét abráziós kavicsok és omlásos tömbök fedik be. A recens teraszok jelenleg is fejlődnek, vagy fejlődhetnek a partfal hátrálása során. A tenger által borított részen, a vízszint fokozatosan mélyül, majd a parttól 30-35m-re hirtelen megnő a vízmélység. Feltehetően itt ér véget az abráziós terasz és kezdődik egy korábbi – alacsonyabb tengerszintnél kialakult – fosszilis abráziós partfal.

Az abráziós terasz nem csak szélesedik, hanem felszíne is pusztul. Ennek során azon kisebb formák képződnek.




*3. ábra:* Elvi keresztszelvény a lépcsős szerkezetű partfalról
*Fig. 3. Theoretical cross section of the staged structure cliff*

## A vizsgált partszakasz kis formái

Ezek a formák – amelyek előfordulhatnak a partfalon vagy az abráziós teraszon – egyaránt, kialakulásuk szerint csoportosíthatók. Elkülöníthetők az abrázió által kialakított formák, a tömegmozgások során (omlások) képződő formák, valamint a part kőzetein lezajló oldódás során létrejövő formák.

## Abráziós formák

A *színlők* (fülkék) az abráziós partfalon helyezkednek el különböző magasságokban. Két fő csoportjukat különíttük el aszerint, hogy a jelenkorban is fejlődnek-e (*3. kép*) vagy nem (*4. kép*). Előbbiek a recens, utóbbiak a fosszilis színlők. Mindkét típuson belül, morfológiájuk szerint két altípus különíthető el. Előfordulnak vízszintes és ferde helyzetű színlők.

*3. kép: Vízszintes helyzetű recens színlők*
*Picture 3: Recent horizontal position notches*

*4. kép: Ferde helyzetű fosszilis színlők*
*Picture 4: Fossil salnting notches*

Vízszintes helyzetű színlők ott alakulnak ki, ahol a flis rétegei is vízszintes helyzetűek, míg a ferdék ott, ahol a flis rétegek is ferdék. A színlők nagy sűrűségben fejlődnek ki a partfalon. Számuk egyes helyeken a százat is elérheti. Kiterjedésük attól függ, hogy adott magasságban milyen vastagok a kevésbé ellenálló abráziósan pusztuló rétegek. Néhány cm-től akár méteres nagyságrendig is terjedhet a magasságuk. Előfordulhatnak csopor-

tosan (színlősorok) vagy magányosan. A magányosak nagyobb magasságúak. Ez utóbbiak a színlősorok egymásba kapcsolódása során képződnek, miután az azokat elválasztó ellenállóbb rétegek leomlanak. E formáknál, a nagyobb (1-2 m magas) színlő belsejét kisebb színlők tagolják. Ezek az *összszetett színlők*, amelyek gyakorisága kisebb.

A színlők mélysége változatos, néhány cm-től legfeljebb 1 m-ig terjedhet. Oldalirányban több m-es kiterjedésűek lehetnek (a vizsgáltak közül a legkiterjedtebb kb. 15 m hosszú). Ugyanabban a szintben a színlők több helyen is kifejlődhetnek. A színlővégeket gyakran a fedőrétegről lehullott törmelékdarabok bélelik.

*Párkányoknak* nevezzük a partfal síkjából kiemelkedő rétegfejeket. Ezek a partfal fejlődése során az ellenállóbb rétegekből alakulnak ki. A vizsgált szakaszon a partfal teljes területén megfigyelhetőek a különböző méretű párkányok. Akárcsak a színlők, a párkányok is lehetnek vízszintesek vagy ferde helyzetűek. A párkányok szélesedése a fedő és fekü rétegek lepusztulása során történik. Peremük egyes esetekben „*fűrészfogasan*" tagolt (*5. kép*).

*5. kép: Fűrészfogas peremű párkány*
*Picture 5: Ledge with saw-toothed edge*

Az *evorziós üstök* az abráziós teraszon lévő omladék tömbökön helyezkednek el. Az üstök gyakorisága (sűrűsége) nem nagy. Oldalirányú kiterjedésük 5-20 cm, mélységük 2-5 cm körüli. Elrendeződésük szabálytalan. Talpukon megtalálható a kialakulásukat okozó abráziós kavics. Kialakulásuk a mai, vagy a maihoz közeli tengerszintnél történhetett. Fejlődésük akkor történik, amikor a dagályt követően vízágak áramolnak a visszahúzódó tengervíz irányába.

**Omlásos formák**

*Omladékhalmok* a teljes vizsgált területen megfigyelhetőek. Azokat az omlás során képződött formákat nevezzük így, amelyek egyik oldalukkal a partfalnak támaszkodnak. Mind hosszanti kiterjedésűk, mind magasságuk, mind pedig dőlésszögük igen változatos. Kialakulhatnak a párkányokon és az abráziós teraszokon is. A régebben kialakult omladékhalmokon már növényzet fejlődött ki. A halmokat felépítő omladék szemcsenagysága kicsi. A halmok hosszanti kiterjedése néhány métertől több 10 m-ig terjedhet. Magasságuk néhány dm és 20-25 m között lehet. Legnagyobb meredekségük elérheti a 70-75º-ot.

Az *omlásostömbök* (*6. kép*) az abráziós teraszon találhatóak. A partfalon lévő különböző vastagságú párkányok leomlásából keletkeznek. Méretük 10-20 cm-től az 1-2 m-es nagyságig terjed. A nagyobb méretű és magasabb mésztartalmú tömbök felszíne és oldalai karrosodnak. A tömbök abráziósan pusztulnak tovább.

*6. kép: Omlásos tömbök*
*Picture 6: Fall blocks*

Elsősorban az ellenállóbb rétegek fejénél figyelhetők meg az *omlások sebhelyei*. Tehát egykori párkányok pusztulásával jöttek létre. Kialakulásuk a rétegek oldásos-omlásos lepusztulása során történik. Az omlási sebhely alakja változatos. Egyes helyeken az így kialakult felület belesimul a falba, tehát nem is alakul ki a bemélyedés. Más helyeken viszont igen. Ezeknek az átmérője és mélysége néhány cm-től néhány m-ig is terjedhet. Az omlások sebhelyei megjelenhetnek magányosan vagy sebhelysorozatként. Ez utóbbi jellemzi a „*fűrészfogasan*" tagolt párkányokat. Kialakulásuk során először kioldódik a párkányok mésztartalma, majd a fellazult rétegrészlet kisebb-nagyobb darabokban leomladozik (ld. alább).

**Oldásos formák**

Az oldásos eredetű formák a karrformák csoportjába tartoznak. Gyakoriságuk kicsi. Gyakran egyesével fordulnak elő. Ott alakulnak ki, ahol a flis nagyobb mésztartalmú összletei előbukkannak az abráziós teraszon. Kialakulásuk másik feltétele, hogy ezeket a felszíneket érje a csapadék. A flis ezen előbukkanásai rendszerint kis dőlésű réteglapok. A karrformák ismertetését VERESS M. (1995, 2006, 2007) a karrokat bemutató munkáinak felhasználásával végeztük el.

A *madáritatók* tálszerű mélyedések. Az omlásos tömbök vízszintes felszínén és közel függőleges oldalain is megfigyelhetőek. Sűrűségük közepes. Átmérőjük változó, néhány cm-től dm-es nagyságrendig terjed, legnagyobb mélységük 10-15 cm. Alakjuk változatos, többnyire szabálytalan. Némelyikhez túlfolyási vályúk kapcsolódnak.

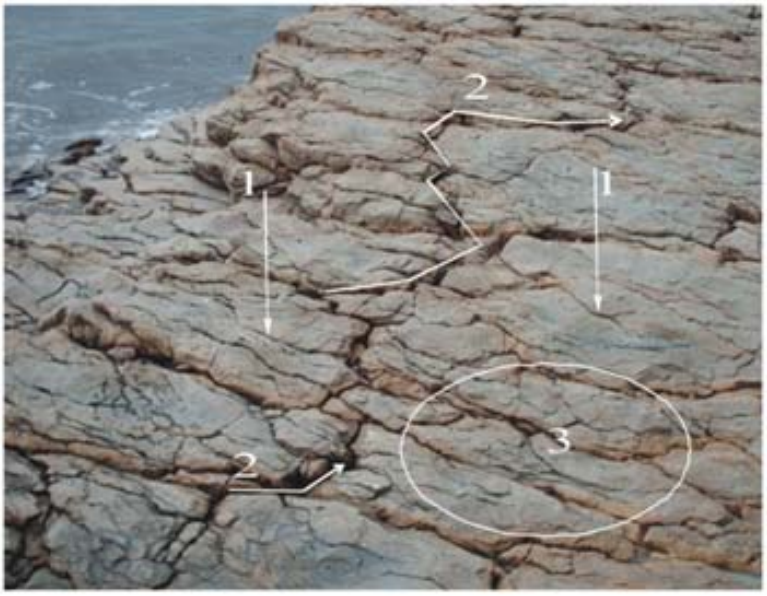
A *gyűszűkarrok* kis méretű (1-2 cm) kehelyszerű képződmények a kőzettömb felszínén. Kialakulásuk feltehetően az esőcseppek becsapódása nyomán történik. A vizsgált területen sűrűségük kicsi.

A *hasadékkarrok* néhány cm szélességű, néhány dm mélységű és néhány m hosszúságú, függőleges oldalfalakkal határolt, egymással párhuzamos hasadékok a kőzettömbök felszínén (*7. kép*).

A kőzettömbök felszínén néhány m hosszú csatornák un. *vályúk* alakulnak ki (*7. kép*). A tipikus vályútól különböznek mivel nem lefolyástalan formák. Esetleg nagyméretű rillenkarrok, ahol a rovátkák nem nagy sűrűségben fejlődtek ki.

A *rácskarrok* a vízszintes illetve a kis dőlésszögű réteglapok felszínén alakulnak ki. A formákat egymásra közel merőleges hasadékok rendszere alkotja. A megfigyelt rácskarrok hasadékai alaprajzban többnyire szabálytalan lefutásúak (*7. kép*). A hasadékok mélysége változatos. A vizsgált

területen mindössze egy helyen figyeltünk meg ezeket a formákat de itt a sűrűségük nagy.




***7. kép: Hasadékkarrok***
*Jelmagyarázat: 1. hasadékkarr, 2. vályú, 3. rácskarr*
*Picture 7: Grikes*
*Legend: 1. grike 2. rinnenkarren 3.grike*

*Réteghézagkarrok* alakulnak ki a magas mésztartalmú kőzettömbök oldalán, vagy a fal lépcsőinek lépcsőhomlokánál. Akárcsak a rétegek a réteghézagkarrok is egymással párhuzamosan helyezkednek el.

## 4. A minták ásványi összetételének vizsgálata

Az *I. táblázat* látható adatok összehasonlításánál a legszembetűnőbb az, hogy a mintákban a kalcit a magas Si tartalmú ásványok (kvarc, káliföldpát, plagioklász) valamint az agyagásványok jelentős mennyiségben vannak jelen. A kiértékelésnél ezen ásványok százalékos részarányait hasonlítottuk össze. A egyes mintavételi helyek egyedi vizsgálata mellett összehasonlítottuk egymással a Strunjani Nemzeti Parkban és a Fiesa-Strunjan partszakaszon vett mintákban az említett ásványok arányát.

*I. táblázat*
*Table I.*

*A minták ásványi összetétele*
*The mineral composition of samples*

| *Minta* | *RTG felvétel* | *montorillonit* | *illit/montmorillonit* | *illit 2M1* | *illit 1M* | *klorit* | *kaolinit* | *muszkovit* | *kvarc* | *káliföldpát* | *plagioklász* | *dolomit* | *kalcit* | *amfibol* | *piroxén* | *hematit* | *goethit* | *pirit* | *barit* | *gipsz* | *amorf fázis* | | *104kalcit* | *Mg-beépülés* | *104dolomit* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | 52-08 | 4 | 2 | 6 | | | 2 | | 43 | 1 | 3 | | 39 | | | | | | | ny | | | 29,44 | 0 | |
| 2. | 53-08 | 3 | 3 | 4 | 9 | | | | 32 | 2 | 3 | | 42 | | | | 2 | | | | | | 29,44 | 0 | |
| 3. | 54-08 | 3 | | 5 | | | 2 | | 50 | 1 | 7 | | 27 | | | | 5 | | | | | | 29,44 | 0 | |
| 4. | 55-08 | 5 | 2 | 11 | | 3 | | | 32 | 3 | 3 | | 40 | | | | | | | | 1 | | 29,44 | 0 | |
| 5. | 56-08 | | 11 | 14 | | 3 | | | 14 | 1 | 2 | | 54 | | | 1 | | | | | ny | | 29,44 | 0 | |
| 6. | 57-08 | | 3 | 8 | | | | | 18 | 1 | 2 | | 68 | | | | | | | | | | 29,52 | 2 | |
| 7. | 58-08 | 2 | 2 | 6 | | | 2 | | 2 | | 1 | | 85 | ny | | | | | | | | | 29,52 | 2 | |
| 8. | 59-08 | 3 | | 5 | 4 | | 3 | | 25 | 1 | 4 | | 55 | | | | | | | | | | 29,44 | 0 | |
| 9. | 60-08 | | | 4 | | | | | 17 | | 2 | 1 | 76 | | | | | | | | | | 29,52 | 2 | 30,95 |
| 10. | 61-08 | 5 | 3 | 8 | | | 3 | | 18 | 1 | 2 | | 57 | | 2 | | | | 1 | ny | ny | | 29,44 | 0 | |
| 11. | 62-08 | 6 | 3 | 8 | | | 2 | | 6 | | 2 | | 73 | | | | | | | | | | 29,44 | 0 | |
| 12. | 63-08 | | 7 | 12 | | 3 | | | 27 | 2 | 5 | | 44 | | | | | | | | | | 29,44 | 0 | |
| 13. | 64-08 | 5 | 5 | 11 | | 5 | | | 21 | 1 | 2 | | 48 | | | | | 1 | | 1 | ny | | 29,44 | 0 | |
| 14. | 65-08 | 3 | 2 | 8 | | 5 | | | 41 | 1 | 6 | | 33 | | | | | 1 | | | ny | | 29,44 | 0 | |
| 15. | 66-08 | 4 | 2 | | 5 | 3 | | 6 | 37 | 1 | 8 | | 38 | 1 | | | | | | | | | 29,52 | 2 | |
| 16. | 69-08 | 3 | 3 | | 7 | 6 | | 9 | 24 | 2 | 5 | 2 | 39 | | | | | | | ny | ny | | 29,44 | 0 | 31,03 |
| 17. | 70-08 | 3 | 2 | 9 | | 4 | 1 | | 30 | 1 | 4 | 4 | 42 | | | | | ny | | ny | | | 29,44 | 0 | 31,02 |
| 18. | 71-08 | 7 | 5 | 10 | | 9 | | | 15 | 3 | 2 | | 47 | | | | | 1 | | | 1 | | 29,44 | 0 | |
| 19. | 72-08 | | | 6 | | | 2 | | ny | 1 | 1 | | 90 | | | | | | | | | | 29,44 | 0 | |
| 20. | 73-08 | 3 | | 9 | | 5 | | | 10 | 3 | 5 | 1 | 64 | | | | | | | ny | | | 29,52 | 2 | 30,96 |
| 21. | 74-08 | 4 | | 7 | | | 5 | | 5 | 2 | 2 | 1 | 73 | | | | | | | 1 | | | 29,52 | 2 | 31,03 |
| 22. | 75-08 | | 3 | | | | | | 1 | | | 1 | 95 | | | | | | | | | | 29,44 | 0 | 30,95 |
| 23. | 76-08 | 2 | | 7 | | 4 | 3 | | 38 | 2 | 4 | 4 | 34 | 1 | | | | 1 | | ny | ny | | 29,52 | 2 | 30,95 |
| 24. | 77-08 | 4 | 3 | 7 | | 3 | 1 | | 7 | 2 | 2 | | 70 | | | | | | | 1 | | | 29,44 | 0 | |

**Fiesa-Strunjan**

A legnagyobb mennyiségben a kalcit van jelen (51,93%), közepes a magas Si tartalmú ásványok mennyisége (30,06%), végül a legkisebb részaránya az agyagásványoknak van (16,86%).

**A Strunjani Nemzeti Park**

Itt is a kalcit részaránya a legnagyobb (61,55%) ezt követik a magas Si tartalmú ásványok (19%) és a legkisebb részaránya az agyagásványoknak van itt is (16,33%).

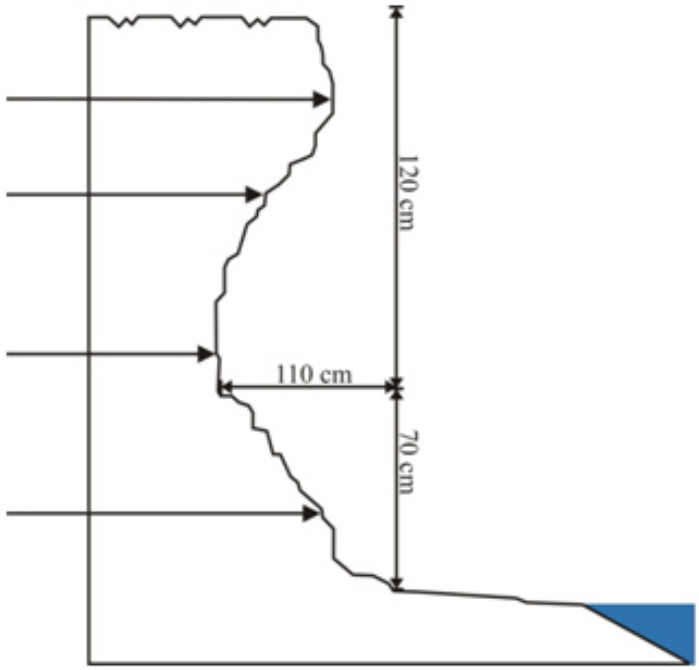
Megállapítható, hogy az agyagásványok azonos arányban vannak jelen itt, mint a Fiesa-Strunjan szakaszon, azonban a magas Si tartalmú ásványok aránya csökken a kalcit javára.

Az anyagvizsgálatok során nyert eredményeket minden egyes mintavételi helyen a keresztszelvények és a helyszíni fotók segítségével értékeltük. Összefüggéseket kerestünk a morfológia és az anyagi összetétel között majd ezekből következtettünk a partfejlődés folyamatára. Egy ilyen mintavételi hely kiértékelését mutatjuk be.

**Fiesa-Strunjan szakasz 3. sz. mintavételi hely elemzése**

Ez a mintavételi hely a Fiesa és Strunjan közötti öböl NY-i elvégződésénél található (*1. kép*). Itt 4 db mintát vettünk 4 különböző rétegből. A vizsgált rétegek más-más ciklusokban helyezkednek el. A mintavételi helyről keresztszelvényt is készítettünk (*4. ábra*).

A 8. sz. minta az abráziós terasztól számított 2 m-es magasságból származik. Ebben a magasságban a ciklusok vastagsága kicsi (néhány cm). A mintát egy ciklus ellenállóbb rétegéből emeltük ki (*5. ábra*). Ebben a magasságban elsősorban omlással fejlődik a fal, mivel megfigyeléseink alapján csak nagy viharok idején érik hullámok ezeket a rétegeket. Akkor sem túl nagy intenzitással. A mintában kimutatott ásványok részaránya átlagosnak mondható.



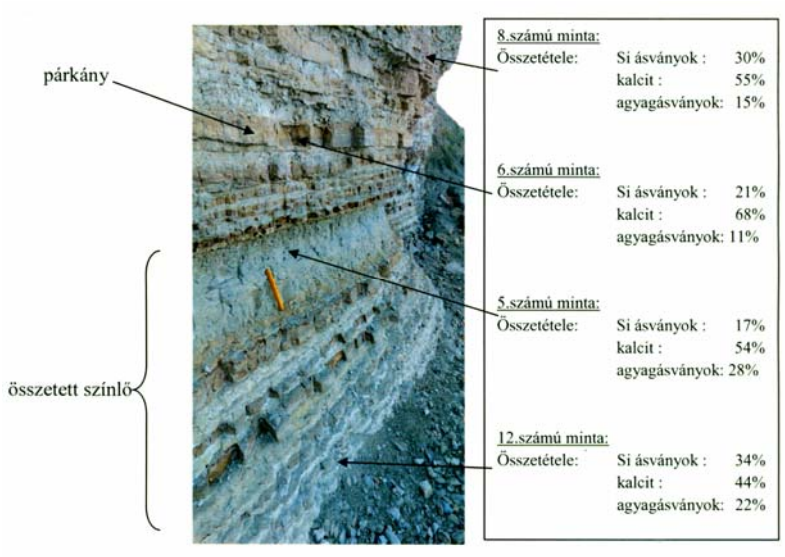

*4.ábra: A Fiesa-Strunjan 3. sz. mintavételi hely keresztszelvénye (ld. még 7. kép és 5. ábra)*
*Fig. 4. Cross section from the number 3 sampling site of the Fiesa-Strunjan coastal sector (see also 5. figure)*

A 6. sz. mintát kb. 1,5 m magasságban vettük egy vastagabb ellenállóbb rétegből (*5. ábra*). A mintában az Si tartalmú ásványok részaránya átlag alatti (21%), a kalcit magasabb (68%), az agyagásványok szintén az átlagnál alacsonyabb részarányban vannak jelen .

Az 5. sz. minta az abráziós teraszhoz viszonyítva 80 cm-es magasságból származik. Az itt megfigyelhető abráziós színlő legmélyebb pontjából. A falnak ezen a részén egy nagyobb vastagságú flisciklus figyelhető meg (*5. ábra*). A mintavétel ennek a ciklusnak a felsőbb részéből történt. Az Si tartalmú ásványok részaránya átlag alatti (17%), a kalcit részaránya átlagos (54%), az agyagásványok részaránya viszont jelentősen az átlag feletti (31%). Ez a magas agyagtartalmú és így kevésbé ellenálló réteg szinte kizárólagosan abráziósan fejlődik.

A 12. sz. mintavétel a nagy összetett színlő egy alsóbb helyzetű flisciklusából történt (*5. ábra*). A kalcit részarány átlag alatti (44%), az agyagásványok részaránya, pedig átlagon felüli (22%). Ezen mintavételi helyen ebben a rétegben volt a legmagasabb a magas Si tartalmú ásványok részaránya (34%). Bár hullámverésnek kitett réteg ez, mégis kevésbé pusztult le. Ez a magas Si tartamú ásvány részaránnyal magyarázható, amely

összecementálta a réteget. Ez az abrázióval szembeni nagy ellenállóságát okozza.




*5. ábra: A 3. számú mintavételi hely*
*Fig. 5: The number 3 sampling site*

A fentiek figyelembevételével a nagyméretű összetett színlő kialakulása arra vezethető vissza, hogy uralkodóan magas agyagtartalmú rétegek építik fel. Ez kedvezett a kisebb abráziós színlők egyetlen nagy színlővé omladozással történő összekapcsolódásának. A nagyméretű színlőt kisebb színlők maradványai tagolják, amelyek az ellenállóbb (magas kalcit és Si tartalmú ásvány részarány) rétegfejek különítik el egymástól.

## 5. A flis képződményekből álló partszakasz fejlődése

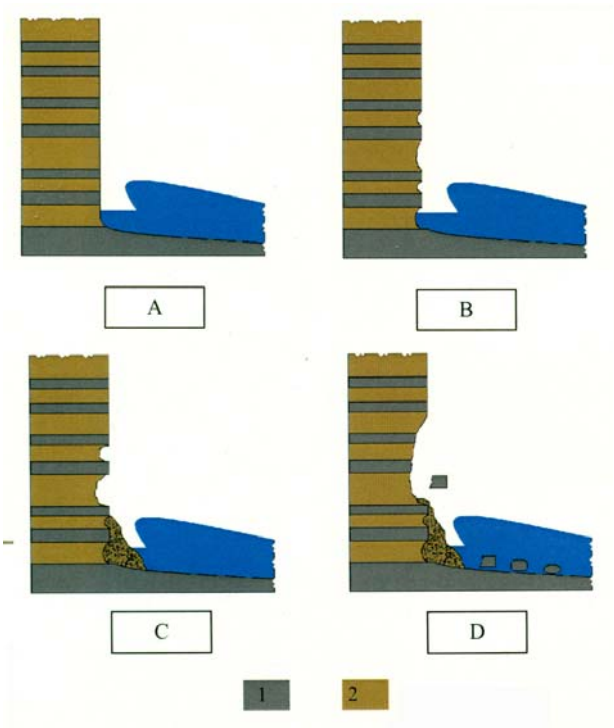
A part felépítő kőzeteinek pusztulása történhet abrázióval, tömegmozgásokkal és oldással. Az oldásos kőzetpusztulás egyik változata a szemikarbonátos oldódás. Ekkor a kőzet szemcséit összetapasztó mészanyag kioldódik, miáltal a kőzet szemcsékre különülve szétesik (*VERESS* 2004).

### Az abrázió által irányított partfejlődésflisrétegekből álló sziklásparton

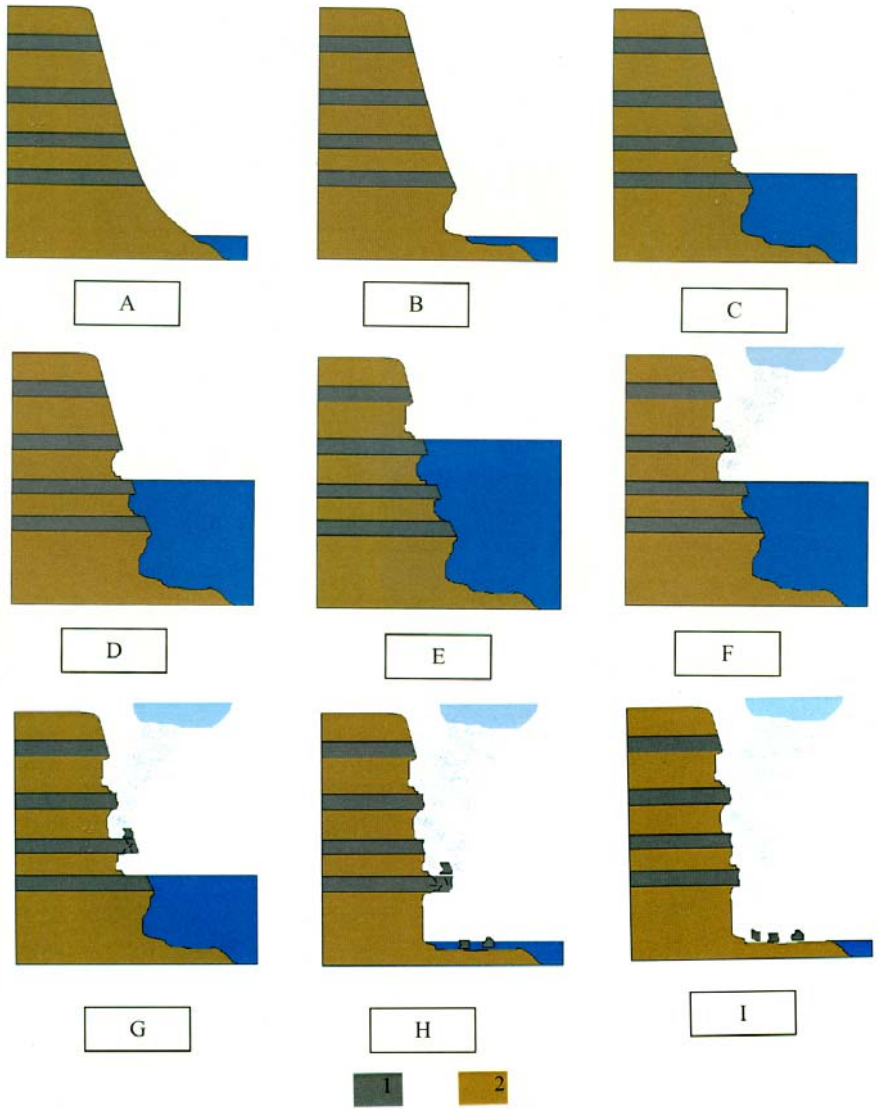
Állandó tengerszintnél a flis rétegekből álló (*6/A. ábra*) part pusztulása a következőképpen történik: a magasabb agyagtartalmú puhább réteg, vagy rétegek, mivel az abráziónak (hullámverésnek) kevésbé állnak ellen, nagyobb mértékben pusztulnak, mint a keményebb magas kvarc -és Si ásvány

tartalmú rétegek. Ennek következtében színlő vagy színlősor képződik egymás felett (*6/B.ábra*) abban a magasságban ameddig a hullámzás hat. A lepusztuló anyag idővel – ha már nem tud elszállítódni a hullámzás által – a partfal alsó részén a gravitációsan áthalmozott törmelékből omladékhalmokat képez (*6/C.ábra*). Később, a színlők mélyülése miatt az ellenállóbb rétegek párkányai az alátámasztás megszűnése miatt szintén leomlanak (*6/D ábra*).

Partfejlődés történik akkor is, amikor a tengerszintváltozás hatására a hullámverésnek kitett zóna magassága változik (*7.ábra*). Ekkor nagyobb vertikális kiterjedésű partfal szakaszok pusztulnak.




*6.ábra*
*A partfejlődés vázlata állandó tengerszintnél (A-D)*
*Jelmagyarázat: 1. az abráziónak ellenálló réteg (magas kalcit és Si tartalmú ásvány tartalom), 2. az abráziónak kevésbé ellenálló rétetg (magas agyagásvány tartalom)*
*A. kezdeti állapot; B. színlők képződnek az agyagosabb rétegekben; C; omladékhalom képződik a partfal alsó részén; D. az ellenálló rétegek párkányai leomladoznak*
*Fig. 6: The sketch of the coast development constant sea level*
*Legend: 1. The abrasion resistant layer (high CaCO3 and Si mineral content), 2. The abrasion less resistant layer (high clay mineral content)*
*A. Starting status B. notches formation in the clayey layers C; Scree formation on the lower part of the cliff D; Falling the resistant layers' ledges*




*7.ábra: A partfejlődés vázlata a tengerszintváltozások során (A-I)*
*Jelmagyarázat: 1. az abráziónak ellenálló réteg (magas kalcit és Si tartalmú ásvány tartalom)*
*2. az abráziónak kevésbé ellenálló rétetg (magas agyagásvány tartalom)*
*A. kezdeti állapot; B-E. emelkedő tengerszint; F-H. csökkenő tengerszint; G-I. a párkányok leomladozása; I. kialakul a függőleges partfal*
*Fig. 7. The sketch of the coast development in the course of the sea level changes (A-I)*
*Legend: 1. The abrasion resistant layer (high CaCO3 and Si mineral content, 2. The abrasion less resistant layer (high clay-mineral content)*
*A. Starting status B-E; growing sea level F-H; decreasing sea level G-H; the ledges falling I; the vertical cliff takes shape*

Amikor a tengerszint emelkedik a kialakult színlők vagy színlősorok víz alá kerülnek (*7/ B. C. D. E. ábra*) és abráziós pusztulásuk szünetel. A színlők további mélyülése és a párkányok leomlása akkor folytatódik, amikor a tengerszint ismét csökken, ezáltal ismét a meredek part részévé válik a korábbi abráziós terasz (*7/F. G. H. ábra*). Végül a leomlások befejeződése után kialakul egy függőleges partfal (*7/I. ábra*).

Abban az esetben, ha a tengerszint egy vagy több adott magasságban viszonylagosan hosszabb ideig tartózkodik, ott szélesebb abráziós teraszok képződnek, amelyek később, a tengerszint csökkenése után *lépcsőket* képeznek a falon.

**A szemikarbonátos oldódás által irányított partfejlődés**

Miután a réteglapok mentén szivárgó csapadékvíz hatására a magas kalcit tartalmú rétegekből a kalcit kioldódott, a kőzet anyaga szétesik. Amennyiben ez a folyamat a partfal magasabb helyzetű függőleges, vagy közel függőleges részén történik, ahol a korábban az abrázióval kipreparálódott rétegfejek már leomladoztak, akkor a magas kalcit tartalmú rétegekben *oldásos színlők*alakulnak ki. A szétesett rétegtest darabjai kiperegnek, lehullnak ill. a szivárgó vizek által elszállítódnak. Az oldásos színlők felett lévő agyagos, kevésbé ellenálló rétegfejek (párkányok) leomladoznak.

A folyamat jellemzőit az alábbiakban foglalhatjuk össze:

- Egyidejűleg nem egy színlő fejlődik, hanem egymás alatt több is, attól függően, hogy a határoló térszín vizei milyen mélységig képesek a kőzetbe hatolni.
- Ezen színlők az abráziós partfal felső részén fejlődnek ki. Ez kedvező lehetőséget teremt a partfal ellankásodásának.
- A színlő mélyülése nagyon behatárolt, miután a színlő belsejéből a fentebb említett szállítási módok csak viszonylag kicsi távolságból képesek a keletkezett törmeléket kiszállítani. A folyamat azonban nem akad el, miután a fedő agyagos rétege nem képes kiterjedt párkányt képezni. A színlő mélyülésével párhuzamosan végbemegy a párkányok leomladozása. A színlő mélyülése akkor akadhat el, ha a fedő réteg valamilyen oknál fogva (pl. magas az Si tartalmú ásványok mennyisége) mégsem omlik le.
- Akkor, ha a rétegek nem vízszintesek, hanem a parttól a szárazföld belseje felé dőlnek az oldásos színlőképződés leáll. Ugyanis a ferde helyzetű réteglapok mentén a vízszivárgás nem a part irányába történik. A színlők számottevően nem mélyülhetnek, mivel a szárazföld felé dőlő színlőkezdeményekből az anyag nem pusztulhat ki. Színlőfejlődés csak akkor történhet ilyen esetben, ha a part felső része a csapadékvíz pusztítása miatt lankássá

pusztul. Ekkor a mésztartalmú rétegek mésztartalma kioldódhat a felszínről beszivárgó csapadékvíz hatására. Ferde helyzetű színlő kezdemények alakulnak ki. Az itt kialakuló kicsi bemélyedések alatti agyagos rétegek azonban leomladoznak. Így a meszes összletek tovább pusztulhatnak úgy, hogy fellazult részleteik lehullnak a meredek falon. A folyamat mindaddig működik, amíg a part felső része annyira ellankásodik, hogy a fellazult kőzetanyag már nem képes kimozdulni eredeti helyzetéből.

**A komplex partfejlődés**

Ebben az esetben, a fent említett kétféle partfejlődés ugyanazon a helyen egyidejűleg végbemegy. A partfal alsó részén abráziós partfejlődés (abráziós színlőképződés) történik. A part ezáltal meredek, vagy aláhajló lesz. A meredek vagy aláhajló part felső részén végbemehet a szemikarbonátos partfejlődés (oldódásos színlőképződés).

A partszakasz további formálásában a növényzetnek és a csapadékvíznek, valamint az emberi tevékenységnek jut szerep. Az ellankásodó partfalrészeken valamint a partfal felső szegélyén megtelepedő növényzet gyökérzete fellazítja a kőzetet, miáltal az tovább omladozik. A lepelvízszerűen lefolyó csapadékvíz felületileg pusztítja a partot. Ott, ahol vízágak alakulnak ki esővízbarázdák, majd vízmosásos árkok képződnek, hozzájárulva ezzel a part feltagolódásához.

**Következtetések**

A part pusztulását a flis kőzettani sajátosságai, a betelepült magas mésztartalmú márga összletek, a kőzet szerkezete (ferde és vízszintes rétegek, törések, vetők), valamint az egykori vízszintingadozások szabták, illetve szabják meg. (Kiemeljük, hogy a partszakasz kőzettani felépítését jelentősen befolyásolták az egykori zagyárak által lerakott rétegek kifejlődési sajátosságai.) A fentiek figyelembevételével az alábbi partfejlődési típusokat különítettük el.

- Abráziós a partfejlődés, ahol az abrázió az agyagos összleteket lepusztította ill. lepusztítja. A kisebb színlők feletti ellenállóbb rétegek vagy a nagy színlők feletti partrészletek gravitációsan leomladoznak (részben mert alátámasztásukat elveszítik, részben mert a mésztartalom kioldódik a kőzetanyagból). Az eusztatikus tengerszint változás miatt ez a partfejlődés a part teljes magasságában hathatott.

- Szemikarbonátos partfejlődés esetén az abráziónak ellenálló magas mésztartalmú rétegek mentén jönnek létre színlők, miután mésztartalmuk kioldódását követően felaprózódnak.
- Komplex partfejlődés esetén a part alsó részét a jelenleg is ható abrázió pusztítja, míg a part felső részén szemikarbonátos partfejlődés történik.

## IRODALOM

*BOUMA, A. H.* (1962):Sedimentology of some flysch deposits, - Elsevier Publ. Comp, 168 p.
*SENEŠ, J.* (1967): Chronostraigraphie und Neostratotypen. Miozän $M_1$ Eggenburgien-Vydavatrototypen Slovenskej akademie vied, Bratislava, 312 p.
*VASSZOJEVICS, N. B.* (1960): O flise – Mezsdunarodnij Geologicseszkij Kongressz, Matyerieli Karpato- Balkanszkoj Asszociacii No. 3. Kijev, p. 26-49.
*VERESS M.* (1995):Karros folyamatok és formák rendszerezése Totes Gebirge-i példák alapján - Karsztfejlődés I. (Totes Gebirge karrjai), Szombathely, Pauz Kiadó, p. 7-30.
*VERESS M.* (2004): A karszt, - BDF, Természetföldrajzi Tanszék, 215 p.
*VERESS M.* (2006): A karrok - Akadémiai doktori értekezés, Szombathely (kézirat), 365 p.