

ARNOLD NEMČOK, ANTONÍN SVATOŠ

## GRAVITAČNÝ ROZPAD DREVENÍKA

Arnold Nemčok, Antonín Svatoš: La gésagrégation gravitationale de Dreveník. Geog. Čas., 26, 1974, 3; 8 fig. 9 ref.

L'article traite les mouvements gravitationaux qui causaient la destruction des amas de travertins de Dreveník, disposés sur les grès et schistes du flysch des Carpathes centrales. Les mouvements rampants étaient facilités par la construction géologique-tectonique des deux complexes inégaux subissant des processus différents de la destruction érosive de leurs pentes. Dans le complexe mou du flysch, ce processus était plus rapide que dans le complexe supérieur dur, ce qui conditionnait sur les pentes un état d'équilibre.

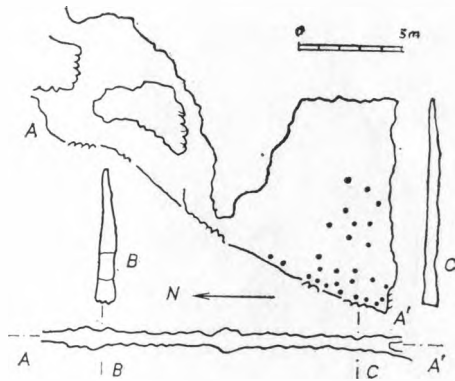
Les mouvements de pente bricaient les parties centrales des amas de travertin en blocs qui s'abaissaient en sens vertical. Les bords des amas de travertin furent cassés et déplacés même en sens horizontal. Ainsi, autour des amas de travertin, se formaient des champs de blocs déplacés réciproquement et, pour la plupart, inclinés vers la pente et enfoncés dans le substrat de flysch. Ce mouvement lent rampant des blocs de travertin continue jusqu'à présent. Mais la majorité de ces déformations au Dreveník se formait à l'époque du climat périglacial, par suite des gels et dégels profonds successifs du travertin et de sa base plastique directe de flysch.

Dreveník je súčasťou pozdĺžnej severojužnej elevácie, zloženej z troch travertínových kôp, ležiacich na centrálnokarpatskom flyši. Tieto travertínové telesá neďaleko Spišského Podhradia sa vytvorili z prameňov minerálnych vôd, ktoré vystupovali na povrch pozdĺž zlomov severoseverovýchod-juhojuhozápadného smeru [2]. Dreveník vznikol, ako o tom svedčia zvyšky preglaciálnych rastlín — *Ginkyo*, *Torreya Celtis*, *Liquidambar* ap., v pliocéne [5]. Podľa stupňa porušenia a skrasovatenia možno usudzovať, že v pliocéne vznikli pravdepodobne aj ďalšie dve travertínové kopy, t. j. Ostrý vrch a kopa Spišského hradu. Hrúbka travertínu podľa sond v juhovýchodnej časti Dreveníka je asi 30 m; maximálna mocnosť je podľa M. Matulu a A. Nemčoka [4] až 80 m.

V pôdoryse má Dreveník trojuholníkovitý tvar, podmienený tromi hlavnými systémami tektonických zlomov a puklín. Zlomy a pukliny majú smer SV—JZ, SSZ—JJV a VSV—ZJZ. Pukliny a trhliny, orientované v uvedených smeroch, križujú celé travertínové teleso a rozdeľujú ho na sústavu blokov.

Podložie travertínového pokryvu je zo súvrstvia centrálnokarpatského flyšu v tzv. prechodnom pieskovcovom vývoji, kde sa pieskovce a bridličnaté slieňovce i prachovce striedajú asi v pomere 2:1 až 3:1. Smer vrstiev centrálnokarpatského flyšu v okolí Dreveníka je asi 100°, sklon vrstiev je asi 10° smerom na JJZ.

Obr. 1. Malá ľadová jaskyňa na západnom okraji Dreveníka podľa zamerania J. Vítka (1970b). Bodky znázorňujú ľadovú výzdobu stien.



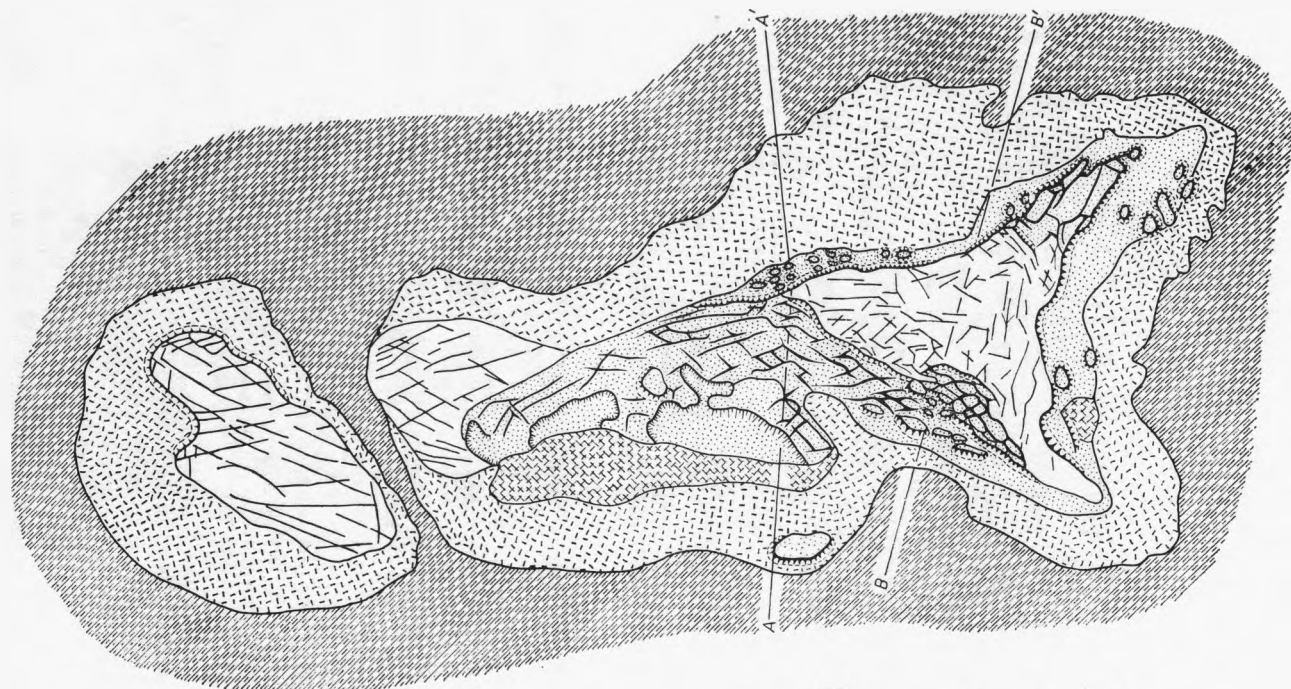
Dreveník je geomorfologicky časťou Hornádskej kotliny. Hornádska kotlina je erózna brázda megasynklinálne prehnutá a rozčlenená pozdĺž zlomov na kryhy. Niektoré časti kotliny, v ktorých spravidla prevláda flyš, v bridličnatom vývoji sa vymodeloval nízky pahorkatínový reliéf; iné časti kotliny, kde spravidla prevláda pieskovcový vývoj flyšu, majú vyvýšený a kontrastnejší reliéf. Medzi takýmito vyvýšenými pruhmi sa rozkladá aj čiastková depresia — kotlina Spišského podhradia, v ktorej sa uložili, ako sme už spomínali, z termálnych a minerálnych vôd v pliocéne a sčasti aj v pleistocéne mohutné travertínové kopy.

Pôvodný kopulovitý tvar travertínových telies sa v priebehu pleistocénu značne porušil, takže dnes z bývalých travertínových kôp zostali iba denudačné trosky; majú buď formy skalných bradiel (Spišský hrad), buď plochých tabúl so strmými a vysokými skalnými stenami (Dreveník). Túto deštrukciu spôsobili predovšetkým gravitačné podporačové plazivé pohyby a iba v malej miere sa uplatnili popri nich aj krasové zvetrávacie a eróziívno-denudačné pochody. Plazivé deformácie intenzívne postihli najmä Dreveník a Ostrý vrch. Menej zreteľné sú prejavy tohto porušenia na travertínovej kope Spišského hradu, kde mohli svahové deformácie zahľadiť stredoveké stavebné úpravy pri stavbe hradu.

Porušenie juhovýchodného výbežku Dreveníka zameral roku 1950 Q. Záruba a zostrojil profil, v ktorom vidieť tvrdé skalné travertínové teleso rozlamané na bloky, na okrajoch poklesnuté a zaborené do flyšového podkladu [9]. A. Svatoš [6] načrtol systémy trhlin a puklín trojuholníkovej tabule Dreveníka na základe geologickej interpretácie leteckých snímok. Mapa, ktorú zostrojil, ukazuje porušenie celej travertínovej kopy a jej okolia. Porušenie travertínového telesa sa dá veľmi dobre sledovať aj v stenách rozsiahlych dreveníckych lomov na západnom svahu. Lomy sú založené v rozsadinových a blokových poliach, v ktorých sú najmarkantnejšie vyvinuté spomedzi všetkých systémov pukliny a trhliny uklonené paralelne so strmými skalnými stenami a sú kolmé na vrstevnatosť travertínového telesa.

O plazivých pohyboch travertínových blokov svedčia aj početné jaskyne, najmä pozdĺž západného okraja Dreveníka. Tieto podzemné priestory opísal a zameral J. Vitek [7, 8] a spomína ich vo svojej práci aj L. Ivan [3]. Niektoré z nich majú mŕtvu sintrovú výzdobu a v spodných častiach sa občas v nich na dne i na stenách udržuje ľad. Fungujú ako statické ľadové jaskyne.

Vznik vápencových krasových jaskýň je zvyčajne zviazaný s tektonickými poruchami, trhlinami a puklinami, pozdĺž ktorých sa môžu intenzívne rozvíjať krasové pochody. Drevenícke jaskyne však vznikli na gravitačných poruchách, a to najmä na blokových rozsadinách a medzi priestoroch medzi blokmi v blokových poliach. Steny „gravitačných“ dutín miestami pokrýva nie veľmi bohatá krasová výzdoba (obr. 1). Všetky



VYSVETLIVKY: 1 [diagonal lines] 2 [stippled] 3 [cross-hatched] 4 [dotted] 5 [diagonal lines with circles] 6 [cross-hatched with dots] 7 [diagonal lines] 8 [solid black] 9 [diagonal lines with circles]

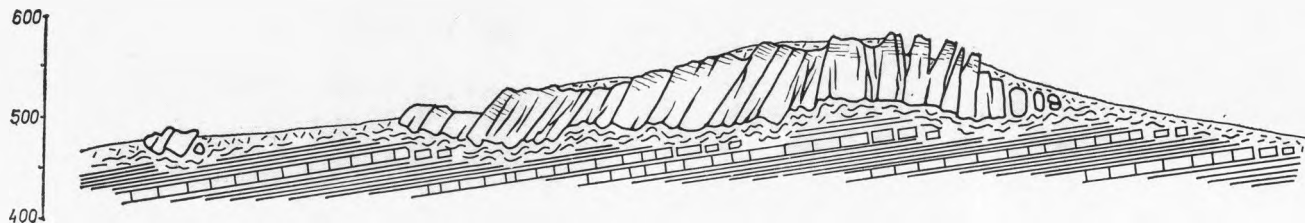


0 1 2 km

Obr. 2. Mapa svahových deformácií na Dreveníku. 1 — odpadové haldy travertínových lomov; 2 — kamenisté sutiny, rozvlečené v okolí travertínových telies a blokov; 3 — sutiny s balvanmi travertínov — zlomiská a úsypy; 4 — samostatné bloky na okraji travertínových telies; 5 — blokové polia travertínov vertikálne i laterálne premiestené; 6 — travertínové telesá in situ, rozpukané v smere tektonických puklín; 7 — paleogénne pieskovce a bridlice centrálneokarpatského flyšu; 8 — hlavné odlučné hrany; 9 — lomové steny.

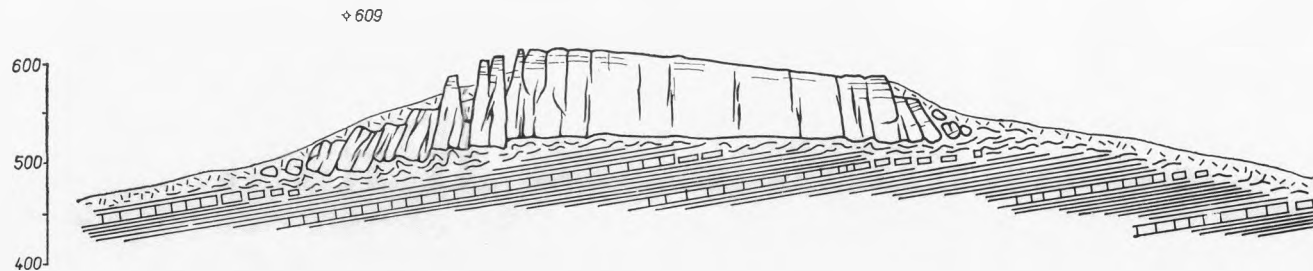
DREVENÍK PROFIL I.

W



DREVENÍK PROFIL II.

W



VYSVETLIVKY



Obr. 3—4. Profily cez Dreveník. 1 — pieskovce a bridlice centrálneho karpatského flyšu (paleogén); 2 — úlomky a balvany pieskovcov a travertínov s piesčitými hlinami — šmyková zóna; 3 — travertínové telesá a premiestnené bloky; 4 — hlinítokamenisté sutiny (2—4 pliocén, kvartér).

jaskynné priestory na Dreveníku nie sú zamerané, ale väčšina z nich má v profile trojuholníkovitý tvar. Vznikli medzi dvoma blokmi, ktoré sa plazivým pohybom pri báze od seba vzdialili. Keď sa bloky vyklonili v opačnom zmysle (do písmena V), vznikla hlboká rozsadlina, ktorá zostala buď otvorená, alebo sa zasypala materiálom zo stien.

Jaskyne na trhlinách roztvorených plazivými pohybmi vznikli aj vo vrcholovej, západnej časti dreveníckej tabule.

Na základe uvedených údajov a vlastných pozorovaní sme zostrojili mapku a dva profily, z ktorých je zrejмый rozsah a spôsob porušenia obidvoch travertínových kôp (obr. 2, 3, 4). Centrálné časti sú rozlámané na bloky, ktoré poklesli vo vertikálnom zmysle. Tento pohyb je zreteľnejší v centre Dreveníka ako v centrálnej časti Ostrej kopy. Smerom na perifériu tabuľového kopca sa bloky posúvali aj v horizontálnom zmysle. Okolo obidvoch rozlámaných a zosadnutých kôp sa vytvorili blokové rozsadliny a blokové polia so vzájomne poposúvanými, väčšinou proti svahu naklonenými blokmi, zaborenými do flyšového podkladu. Pri povrchu flyšového podkladu sa pohybom blokov vytvorila zóna plastického pretvorenia (šmyková zóna), v ktorej prebiehal plazivý pohyb. Vo vrtoch vyhlbených v predpolí dnešného lomu na západnom svahu dosahovala mocnosť 1–6 m. Horniny, ktoré ju tvoria, možno charakterizovať ako pohybom pretvorené plastické piesčité íly s úlomkami travertínu a flyšových pieskovcov. Je možné, že sa travertín uložil už na zvetrané a rozložené flyšové sedimenty, čo mohlo



Obr. 5. Východný svah Dreveníka pri pohľade z juhu. Bloky sa vykláňajú smerom na V. Krajný blok v pravej—dolnej časti obrazu sa zrútil a tvorí skalnú akumuláciu. V pozadí Spišský hrad. Foto A. N e m č o k



Obr. 6. Pohľad na severovýchodný výbežok Dreveníka zo S. Oddelené bloky sa vykláňajú smerom na V. Foto A. Nemčok

uľahčiť vznik plazivých pohybov a plazivých deformácií. Vo vrtoch pri juhovýchodnom okraji Dreveníka hrúbka flyšových uloženín, rozpadnutých na piesčité íl s úlomkami pieskvcov a s prímiesou valúnov, bola až 7 m.

Najväčšie blokové pole sa vytvorilo na západných svahoch v priestore medzi Dreveníkom a Ostrým kopcom. Plazivé pohyby tu rozrušili buď samostatnú travertínovú kopu, alebo severný výbežok plochého chrbta Dreveníka. Dnes sa tu sústreďuje ťažba travertínu vo viacposchodovom veľkolome. Menšie blokové rozsadliny a polia tvoria viacposchodovú obrubu Dreveníka na východnom i západnom okraji. Bloky sa oddeľovali a oddeľujú, ako to dokazuje jednak trojuholníkový tvar Dreveníka a jednak orientácia puklín a trhlín na travertínových kopách, a to v smere hlavných tektonických zlomov vo flyši, ktoré smerujú v oblasti Dreveníka zhruba od SV k JZ a od SZ k JV. Travertínové kopy sa rozpadávajú na západných, východných a južných svahoch. Plošný rozsah blokových polí, ako sme už spomínali, je na západných svahoch neporovnateľne väčší, čo pravdepodobne súvisí s miernym sklonom flyšového podkladu na JJZ ( $5-10^\circ$ ).

Šírka trhlín sa zväčšuje z centra smerom na periferiu travertínových kôp. Niektoré zostávajú otvorené, majú šírku niekoľko m, max. hĺbku 40 m. Veľmi markantné trhliny a bloky, vyklonené po svahu, sa dodnes uchovávali na západnom svahu Dreveníka, južne od vrcholovej kóty. Niektoré bloky zostávajú vo vyklonenej polohe, iné sa zrútili. Zlomiská okolo skalných stien východného svahu a juhovýchodného cípu Dreveníka

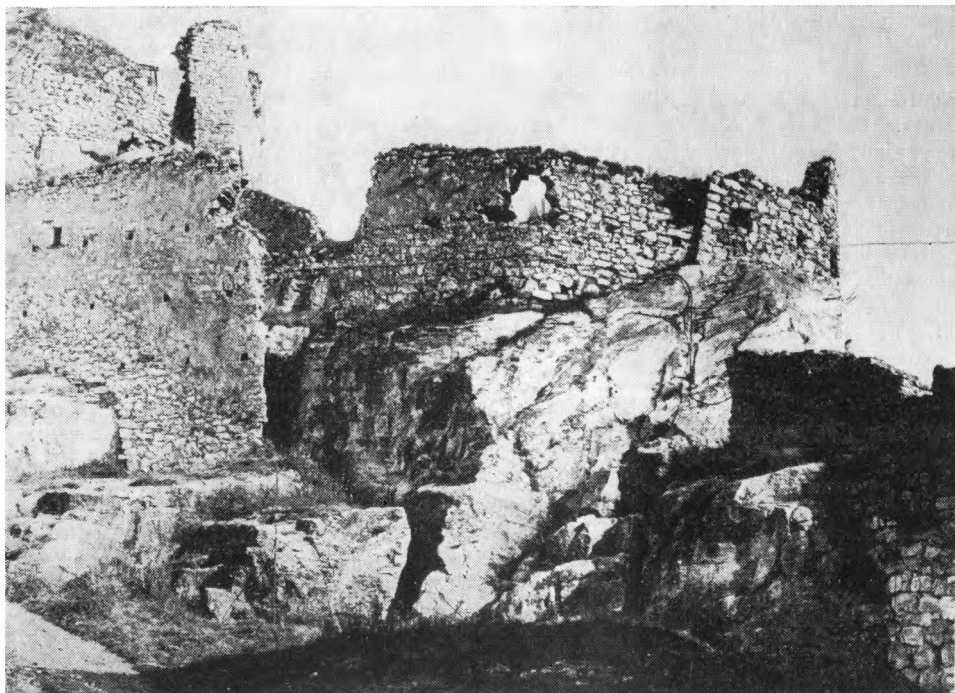


Obr. 7. Blok oddelený v severnej časti Dreveníka širokou a hlbokou (asi 40 m) rozsadlinou.  
Foto T. Ma hr

svedčia o odvalových zrúteniach vyklonených blokov. Sutiny a balvany skalných akumulácií sú rozvečené povrchovými plazivými pohybmi ďaleko do predpolia travertínových kôp.

Dlhodobé plazivé pohyby, ktoré porušili Dreveník a Ostrý kopec, podmienila geologickotektonická stavba dvoch nerovnorodých komplexov s nerovnakým postupom svahovej erozívnej deštrukcie. V mäkkom flyšovom komplexe bol postup rýchlejší ako v hornom tvrdom komplexe, čo podmienilo nerovnovážny stav na svahoch. Šmykové napätia, ktoré spôsobili pohyb blokov na okrajoch travertínových kôp, vyvolala podstatnou mierou gravitácia, pretože kopy sú zo všetkých strán oddrénované. Zrážky, ktoré spadnú pomerne na malú plochu travertínových kôp, nemôžu v súčasnej klíme pohyb podstatne ovplyvňovať.

Treba však pripustiť, že prevažná časť plazivých deformácií na Dreveníku vznikla v obdobiach periglaciálnej klímy pri hlbokom a intenzívnom premŕzaní travertínu a jeho bezprostredného plastického podložja. Sezónne zmeny, postihujúce celý komplex a najmä namrzavý flyšový podklad počas celého obdobia pleistocénu, teda v niekoľkých ľadových obdobiach, ovplyvňovali pohyb blokov oveľa viac ako v súčasnosti. Oddeľovanie travertínových blokov pravdepodobne podporovalo počas periglaciálnej klímy aj pribúdanie ľadovej výplne v puklinách a trhlinách. Rozsiahla ťažba travertínu v blokovom poli medzi Dreveníkom a Ostrým vrchom porušuje stabilitu svahu a môže spôsobiť reaktivizáciu pohybu travertínových blokov.



Obr. 8. Travertínový blok v strede obrazu oddelený roztvorenými, až 1 m širokými trhlinami. Plazivý pohyb roztrhal spolu s travertínovým podkladom i hradné murivo. Spišský hrad je takto porušený na viacerých miestach. Foto A. N e m ě o k

#### LITERATÚRA

1. ČABALOVÁ, D.: Príspevok k poznaniu travertínov Slovenska. Zborník Slov. nár. múzea. Prírodné vedy, 15, 1, Bratislava 1969. — 2. CHMELÍK, F.: Vysvětlivky k centrálně karpatiskému paleogénu na liste generální mapy Vysoké Tatry. Geofond, Praha 1959. — 3. IVAN, L.: Výskyty travertínov na Slovensku. Práce ŠGÚ, 9, Bratislava 1943. — 4. MATULA, M., NEMČOK, A.: Guide to Excursion 28 AC. Int. Geol. Congres, XXIII. session, Prague 1968. — 5. NEMEJC, F.: Výsledky dosavadních výskumů paleobotanických v kvartéru západního dílu Karpatského oblouku. Rozpravy čes. Akad., II. tř., 35, 37, 1943. — 6. SVATOŠ, A.: Využití leteckých snímků při inženýrsko-geologickém průzkumu svahových pohybů. [Kandidátska disertační práce.] Stav. fakulta ČVUT, Praha 1970. — 7. VÍTEK, J.: Ledové jeskyne v travertínech na Dreveníku. Ochrana přírody, 26, 8, 190, 1970a. — 8. VÍTEK, J.: Z pekla do ráje. Krásy Slovenska, 47, 11, 1970b, 506—507. — 9. ZÁRUBA, Q., MENCL, V.: Sesuvy a zabezpečování svahů. Nakladatelství českoslov. akademie věd. Praha 1969.

Arnold N e m ě o k, Antonín S v a t o š

#### GRAVITATIONAL DESINTEGRATION OF DREVENÍK

Dreveník is a part of a longitudinal N-S elevation composed of three travertine mounds resting on the sandstone-siltstone beds of Central Carpathian Flysch. The maximum thickness of the travertine bodies is 60—80 m. The central parts of the mounds have been ruptured into



blocks that have sunk vertically. Toward the periphery the blocks shifted horizontally as well. Around the fractured mounds, rift fields and block fields have been formed with inclined or shifted and sunken blocks lying in the Flysch substratum. The top part of the Flysch substratum is a zone of plastic distortion — a shear zone. Bore-holes have shown the shear zone to be 1–6 m thick. The mass forming the shear zone may be characterized as plastic clay, sandy loam, including fragments of travertine and sandstone.

The most extensive block field has been developed on the western slopes between Dreveník and Ostrý kopec (hill). Creep here desintegrated either the original travertine mound or the northern part of the flat table of Dreveník. As indicated by the triangular shape of Dreveník and by the orientation of joints and cracks on travertine mounds, the blocks are separated along the main tectonic faults in the Flysch which strike approximately NE-SW and NW-SE. Block field on the western side of Dreveník is greater, probably owing to the dip of the Flysch strata to the SW (5–10°).

The width of cracks increases from the centre to the periphery of the travertine mounds. Some of the cracks are several m wide and as much as 40 m deep. Conspicuous rifts and blocks have been preserved on the western and eastern slopes of Dreveník. Some blocks remain tilted, some have fallen down. Stony accumulations around the rock walls of the eastern and southern slope of Dreveník indicate free fall of tilted blocks. Stony debris has been dragged by subsurface creep far into the fore-land of the travertine mounds.

Translated by Dorothy H. Radbruch

Fig. 1. The small ice cave in the western margins of Dreveník measured by I. Vitek (1970). The points represent the cave deposits.

Fig. 2. A map of slope deformations on Dreveník. 1 — Rubbish of travertine quarries; 2 — rock debris around travertine bodies and blocks; 3 — debris with travertine boulders — accumulations of rock falls and talus cones; 4 — shifted blocks on the margins of the travertine bodies; 5 — block fields of travertines; 6 — travertine bodies in situ, affected by tension cracks; 7 — sandstones and shales of the Central-Carpathian Flysch; 8 — main scarps; 9 — quarry walls.

Fig. 3–4. Cross sections through slope deformations of Dreveník. 1 — Sandstones and shales of the Central-Carpathian Flysch (Paleogene); 2 — fragments and pebbles of sandstones and travertines, and sandy loams — the shear zone; 3 — travertine bodies and shifted blocks; 4 — loamy — stony debris (2–4) Pliocene, Quaternary).

Fig. 5. The eastern slope of travertine mound of Dreveník. The blocks tilted and shifted eastwards. The block to the right fell down. In background the Spišský hrad (castle). Photo A. Nemček.

Fig. 6. The view of the north-western margin of Dreveník from the north. The blocks tilted and shifted eastwards. Photo A. Nemček.

Fig. 7. The block shifted in the north part of Dreveník. The depth of the rift is approximately 40 m. Photo T. Máhr.

Fig. 8. Travertine block in the middle of the Picture separated by opened cracks (max. width 1 m). Creeping movement broke travertine body together with the walls of the castle. The castle of Spiš is disturbed this way in several places. Photo A. Nemček.