

## KRYOGÉNNÉ ŠTRUKTÚRY A FOSÍLNE PÔDNE KOMPLEXY. INDIKÁTORY KLIMATICKÝCH ZMIEN V PLEISTOCÉNE V KOŠICKEJ KOTLINE A ICH DÔLEŽITOSŤ PRE CHRONOSTRATIGRAFIU

Ján Košťálik

---

*Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Prírodovedecká fakulta, Ústav geografie,  
Jesenná 5, 040 01 Košice*

**Abstract:** In this article we present the genesis, characteristic and chronological classification of cryogenic in Fluence and existence of cryogenic structures in Košice basin. In locality Petrovany – Močarmany in years 1986 – 1991 – 1996 we found in quaternary sediments 2 generations of frost wedges. The older one – were found in basal periglacial a accumulation, 80 – 103 cm deep – are chronostratigraphical classified in Donau (D). The frost wedge 165 cm deep and 35 – 16 cm wide found in the superposition, desintegrated the rubified fossil komplex of para-brown soil from interglacial G/M. The frost wedge was created in stadial G1 and is filled by fossil black soil from interstadial G1/2.

The cryogenic forms in the locality Prešov (frost wedges 112 cm deep and 60 cm wide and in other position found frost wedge 40 cm deep and frost pocket 84 cm deep and 46 cm wide) occur in the fluvial gravel of R1 terrace of the river Torysa in the relative heights of 18 – 22 m.

In the locality Košice were identified 2 frost wedges (107 and 75 cm deep) and these were filled with gravel. In their superposition there is 38 – 47 cm strong location of Loess and with recent soil of black soil type.

Finding the cryogenic structures in Košice Basin gives evidence on the influence of permafrost in Pleistocene which contributes to the development of climatic geomorphology in Slovakia.

**Key words:** Košická basin; cryogenic structures; periglacial accumulation; permafrost; interglacial – glacial

### 1. ÚVOD

Mráz je intenzívnym reliefotvorným činiteľom v územiach, kde teplota podkladu dosahuje okolo 0° C. Proces dlhodobého zamŕzania a rozmŕzania v odbornej geomorfologickej literatúre sa označuje ako multigelácia (M. Klimaszewski, 1978) a je hlavným geomorfologickým procesom v studenom klimatickom pásme – polárnom, subpolárnom i vysokohorskom. Má značný vplyv aj v miernom pásme, kde býva označované ako pre-mŕzanie sezónne.

V pásmach studených je premrzanie sústavné, do značných hĺbok, kde teplota je pod  $-8^{\circ}\text{C}$ , kedy sa vytvorila súvislá zmrzlá pôda označovaná ako „večná mrzlota“ – permafrost. Pri jarnom – letnom období podložie premrzá do hĺbky od 0,5m do 4,0m, čím sa vytvára činná vrstva – molisol alebo pergelistol (K. Bryan, 1946).

Napriek sústavnému štúdiu kryogénnych procesov klasifikácia foriem a mechanizmus činnosti nie sú dostatočne známe (M. Klimaszewski, 1978).

V období pleistocénu aj v Západných Karpatoch klíma bola studená. Boli vytvorené podmienky pre uplatnenie kryogénnych procesov. Preto je žiaduce poznať mechanizmus pôsobenia mrazu ako geologického činiteľa a jeho dôsledky. Aj v kotlinovom reliéfe Západných Karpát kryogénne štruktúry nám zachytávajú klimatické zmeny, čo nám umožňuje poznať priebeh a intenzitu reliefotvorných procesov a tieto poznatky využiť pri chronostratigrafickom zaradení kvartérnych sedimentov.

V príspevku podávame charakteristiku kryogénnych štruktúr a fosílnych pôdných komplexov z lokality Petrovany – Močarmany, intravilánov mesta Prešova a Košíc, čím dokumentujeme, že aj v kotlinovom reliéfe Západných Karpát permafrost bol rozšírený počas celého pleistocénu.

## 2. PREHĽAD LITERATÚRY

Vplyv permafrostu (molisol – pergelistol) na formovanie reliéfu v Európe je známy. Napriek tomu v odbornej geologickej i geomorfologickej literatúre na Slovensku sa tomuto fenoménu venuje malá pozornosť. K základným prácam zameraným na štúdium kryogénnych procesov v arktických oblastiach Európy a Sibíre patria práce P. Högboma (1914), G. Beskova (1930), H. Posera (1931), K. Trolla (1947), V. Obručeva (1940) a ďalších, kde je možnosť priebehu procesov sledovať v súčasnosti.

Štúdiom eolických sedimentov (najmä spraší) v periglaciálnych oblastiach Európy a štúdiom kryogénnych javov v nich znamená novú etapu získavania poznatkov o vplyve kryogénnych procesov na formovanie reliéfu aj mimo arktických oblastí a vysokých pohorí.

Z množstva prác zameraných na štúdium kryogénnych foriem a procesov uvediem práce H. Gallwitza (1949), A. Jahna (1951), H. Maruszczaka (1956), J. Büdela (1968), M. Peciho (1963) a ďalších.

V staršej československej geologicko-geografickej literatúre práce zameraná na štúdium kryogénnych štruktúr pochádzajú od K. Žeberu (1943), J. Sekyru (1956, 1960), J. Demeka (1955, 1984), T. Czudeka (1986, 1997) a ďalších.

Komplexnejšie štúdium kvartérnych sedimentov pre zostavenie „prehľadných geologických máp ČSSR“ 1:200 000 a s tým súvisiace systematické geologické a geomorfologické mapovanie prispelo k poznaniu kryogénnych foriem a dynamiky interpretácií vývoja reliéfu Západných Karpát v období pliocén – kvartér.

Prvé práce o kryogénnych javoch podal M. Lukniš – Š. Bučko (1953), M. Lukniš (1955) z územia Hronskej pahorkatiny a doliny Vydrice v Malých Karpatoch. Neskôr kryogénne štruktúry z riečnych terás a sprašových sedimentov opísali E. Mazúr (1963) zo Žilinskej kotliny, E. Mazúr – J. Činčura (1964) z Turčianskej kotliny, J. Košťálik (1967, 1974) a I. Vaškovský (1970) z Nitrianskej pahorkatiny, E. Vaškovská (1963) zo Záhorskej nížiny.

Z východného Slovenska prvé zmienky o kryogénnych štruktúrach podal J. Pelíšek (1961) z tehelní v Humennom, Marháni, Bardejove a Tisinci. Vo viatych pieskoch na Východoslovenskej nížine J. Kvitkovič (1955) zistil 1-10 cm mocné, kompaktné vrstvičky ílnatého piesku, ktoré sa striedajú s vrstvičkami šedého prípadne žltého piesku. Sú mierne involučné, viac vyvinuté na svahoch. Vznikli podľa autora soliflukciou po svahoch dún v období chladnej klímy. Z lokality Zbudza a z Pozdišovského chrbáta kryogénne štruktúry opisuje V. Baňacký (1989).

Hoci geomorfologické výskumy Košickej kotliny a východného Slovenska od roku 1970 boli systematicky študované (J. Karniš – J. Kvitkovič (1970), J. Karniš (1971), Z. Hochmuth – V. Lauko (1985), J. Janočko (1989), J. Janočko et al (1989)) a ďalší autorom sa nepodarilo zachytiť kryogénne štruktúry. Až v roku 1985 v intraviláne mesta Prešov pri kopaní základov pre obchodný dom Tesco ich zistil J. Košťálik. Ďalšie mrazové klíny boli zistené v roku 1986 v hlinisku na lokalite Petrovany – Močarmany. (J. Košťálik, 1999, 2002) a v intraviláne mesta Košíc. (Bližšie budú charakterizované v ďalšej časti príspevku).

Kým v predchádzajúcom príspevku (J. Košťálik, 2002) som chcel detailne zachytiť kryogénne štruktúry na lokalitách Nitra – Čermáň, v tomto príspevku poukážem na priebeh procesov a formovanie kryogénnych štruktúr vo fosílnych pôdnych komplexoch. Takto bude možné lepšie dokumentovať priebeh klimatických zmien nielen v lokálnych podmienkach, ale poznať priebeh procesov a formovanie paleoreliéfu v rôznych regiónoch Slovenska.

Kryogénne štruktúry porušujú homogenitu periglaciálnych sedimentov a fosílnych pôdnych komplexov. Môžu byť syngenetické (vyplnené rovnakými sedimentmi) alebo epegenetické (vyplnené mladšími sedimentmi) poukazujú na komplexnosť štúdia javov a priebeh morfordynamiky procesov. Sú preto významnými ukazovateľmi klimatických zmien v pleistocéne.

Fosílna pôdy predstavujú zložité pôdne komplexy (PK) polygenetického charakteru, v ktorých sa uplatňujú rozdielne štádia sukcesie, stupeň zrelosti a typ vývoja, podmienený v nich prebiehajúcimi procesmi v dôsledku faktora klímy a času (J. Fink, 1954). Na základe makromorfologických znakov (farba, štruktúra, odlučnosť, mocnosť horizontov a iné) môžeme v nich pozorovať rytmické zmeny klímy v priebehu pleistocénu – zmeny (od chladného obdobia k teplému a opačne), kryogénne štruktúry, prejavy soliflukcie, chemického zvetrávania ako aj formovanie pôdneho predstaviteľa (pôdny typ) počas teplých období (J. Fink, 1968)

Fosílna pôdne komplexy reprezentujú fyzicko-geografické prostredie relevantné podmienkam ich vzniku resp. registrujú aj zmeny spôsobené procesmi uplatňujúcimi sa po ich vzniku. Podľa E. Schönhalsa (1950) exaktné členenie spráši je možné len na základe fosílnych pôd. K. Brunnacker (1954) fosílna pôdy považuje za základ pri rozčleňovaní sprašových komplexov. Podľa P. Woldstedta (1958) správna diagnóza fosílnych pôd ukazuje na klimatické zmeny a je dôležitá pre stratigrafiu kvartéru (M. Veklič (1961)).

Fosílna pôdy v značnej miere podľahli procesom denudácie (E. Mückenhausen, 1953; H. Maruszczak, 1986; M. Pecsí, 1986; J. Košťálik, 1999) a ďalší, preto v rôznych formách reliéfu sú zachované len vo fragmentoch. V Západných Karpatoch sú najlepšie zachované na sprašových pahorkatinách, na riečnych terasách a periglaciálnych kužeľoch (M. Lukniš, 1973; I. Vaškovský, 1977, J. Košťálik, 1967, 1974, 1999; V. Ložek, 1973; V. Baňacký, 1987; J. Šajgalík – I. Modlitba, 1983). V sprašových pahorkatinách sú často jedinými ukazovateľmi priebehu a intenzity zmien vo vzťahu spraš – pôda,

uplatňujúcich sa v meniacich klimatických, geomorfologických podmienkach ako aj pôdotvorných procesov v pleistocéne. Poznanie dynamiky ich vývoja a typu je preto dôležité pre paleogeografickú charakteristiku regiónu a geochronológiu pleistocénu, resp. kvartéru vôbec. A. Skowronek (1982) ich považuje za významného činiteľa pri geoeologickom hodnotení krajiny.

### **3. GEOLOGICKO-GEOMORFOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA KVARTÉRNÝCH SEDIMENTOV NA LOKALITE PETROVANY – MOČARMANY**

Študovaný komplex kvartérnych sedimentov na lokalite Petrovany – Močarmany sa nachádza na lokalite Skalníská v nadmorskej výške 280 – 290 m, 70 – 80 m nad úrovňou Torysy. Morfológicky predstavuje periglaciálny kužeľ uložený potokom Delňa (ľavostranný prítok Torysy) na sedimenty kladzianskeho súvrstvia z obdobia vrchného karpatu (tieto sú uložené na teriakovskom súvrství z obdobia karpatu). Podľa M. Kaličiaka et al (1991) súvrstvie je budované zelenosivými prachovitými ílovcami s polohami jemnozrnných pieskocov.

Podľa doterajších poznatkov geológov (J. Janočko et al 1989, M. Kalinčiak et al 1991) komplex kvartérnogeologický bol sedimentovaný v pleistocéne od glaciálov günz a mindel. Je zakrytý polygenetickými hlinami stredného a mladého pleistocénu.

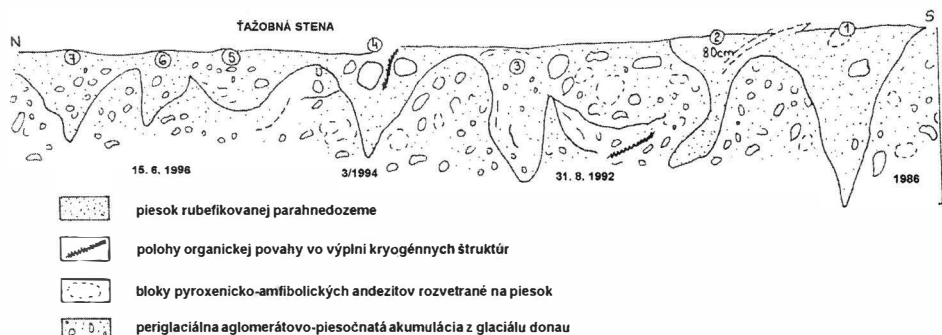
Ako typy kvartérnych sedimentov boli vyčlenené prolúviálne sedimenty a polygenetické hliny. Prolúviálne sedimenty reprezentujú 2 generácie náplavových kužeľov (z glaciálu günz a mindel). Štrky náplavových kužeľov tvoria prevažne suboválne valúny vulkanitov s ojedinelým výskytom blokov do 1m. Sú silne navetrané, piesčité i hlinité sporadicky postihnuté kryogénnymi procesmi (J. Košťálik, 1999). V superpozícii prolúviálnych sedimentov geológovia (J. Janočko et al 1989) udávajú polygenetické hliny. Sú uložené na staro a strednopleistocenných kužeľoch. Sú označované ako delúvia často porušené resp. premiestňované procesmi svahovej modelácie (soliflukciou a zosuvmi). Mocnosť hĺn na študovanej lokalite dosahuje až 11 m.

Na báze profilu zistili viaceré fosílné pôdy resp. pôdne sedimenty, na ktorých sa vyvinula rubefikovaná fosílna pôda zaradená do interglaciálu M/R a ďalšia fosílna pôda z interglaciálu R/W. Podľa J. Košťálika (1999) študovaný komplex je budovaný aleuropelitickými sedimentmi. Vyznačuje sa vertikálnymi stenami (za sucha rozpukaný pozdĺž puklín) s hranolovitou odlučnosťou.

Na základe morfogénzy územia, poznatkov o reliéfe, mikromorfologického štúdia fosílnych pôdnych komplexov prerušovaných polohami spraše na lokalite Petrovany – Močarmany sme zistili fosílné pôdne komplexy zo 4 veľkých interglaciálov (D/G, G/M, M/R a R/W) a 5 interštádiálov (G1/2, G2/3, R1/2, W1/2 a W2/3) a viacerých studených období – štádiálov. Sedimenty a fosílné pôdne komplexy sú polygenetické. Vznikali za veľmi zložitých klimatických a morfodynamických podmienok. Ich výskyt a charakter prispel k poznaniu paleogeografických pomerov v období pleistocénu v severnej časti Košickej kotliny (J. Košťálik, 1999).

#### 4. MORFOGENÉZA A MORFODYNAMIKA KRYOGÉNNYCH PROCESOV

Sedimentačný cyklus v starom pleistocéne začína uložením periglaciálnej akumulácie amfibolicko-pyroxenických andezitov na kladzianske súvrstvie najvrchnejšieho karpátu v severnej časti Košickej kotliny. Akumulácia o mocnosti 216 – 378 cm je porušená kryogénnymi procesmi, pri ktorých sa vytvorila séria mrazových klinov (vid' náčrt 1), ktoré sú vyplnené rubefikovanými fosílnymi pôdami a humóznymi polohami. Mrazové klíny sú 80-103 cm hlboké, vrecovitého až cibuľovitého tvaru. Sú syngenetické s periglaciálnou akumuláciou, vyplnené aj piesočnatým materiálom zrná o priemere 0,05 – 0,25 mm tvoria 35,72 až 42,61% z nadložného pôdneho horizontu rubefikovanej parahnedozeme.



**Obrázok 1** Kryogénne štruktúry zistené v hlinisku na lokalite Petrovany – Močarmarny v severnej časti Košickej kotliny

Multigelačné procesy vo vrstve pergelisolu (molisolu) pri teplotách od  $-1^{\circ}\text{C}$  až  $-5^{\circ}\text{C}$  v hĺbke 1 – 1,5 m (podľa Bryan, 1946) vytvárali rôzne mikroformy ako je napr. orientácia štrkov v smere vertikálnom, involučné štruktúry s vyzrážanými hydroxidmi Fe ako aj rôzne tlakové deformácie v blízkosti kryogénnych štruktúr. V niektorých mrazových klinoch (číslo 2,3,5) zisťujeme aj zvyšky bylinnej vegetácie (humóznějšíe polohy) poukazujúce na existenciu v podmienkach sprašovej tundry resp. tundry. Časové zaradenie kryogénnych štruktúr spadá do starého pleistocénu do glaciálu donau (D).

V glaciále donau (D) prebiehali v periglaciálnej akumulácii procesy denudačné ako aj sedimentácia, aleuopelitických materiálov (sprašŕ), ktoré sme zachytili v protiľahlej stene hliniska v bazálnej časti profilu B.

Nasledujúci klimatický výkyv – oteplenie značí vývoj bazálnej fosílny černoze, ktorá sa vyvíjala na cca 40cm polohe spraše v kataglaciálnej fáze glaciálu donau. V mikromorfologickom zábere pozorujeme orientáciu plazmy ako aj zvyšky staršej plazmy. Habitom a znakmi oblejenia sa značne podobá stagnoglejom dnes rozšíreným v polárnych oblastiach Európy.

Na sedimente s vysokým obsahom jemného piesku (priemer zrn 0,05 – 0,25 mm 35,72 – 42,61%) v interglaciále D/G sa vyvíjal B t (f) r horizont až 300 cm hlboký rubefikovaný parahnedozeme. Vyznačuje sa griesovitou až prizmatickou štruktúrou. Podľa mikromorfologických poznatkov má orientovanú plazmu (vosepickú mikroskladbu).

Tabuľka 1 Základná analytická charakteristika sprasáového komplexu na lokalite Petrovany – Močarmany

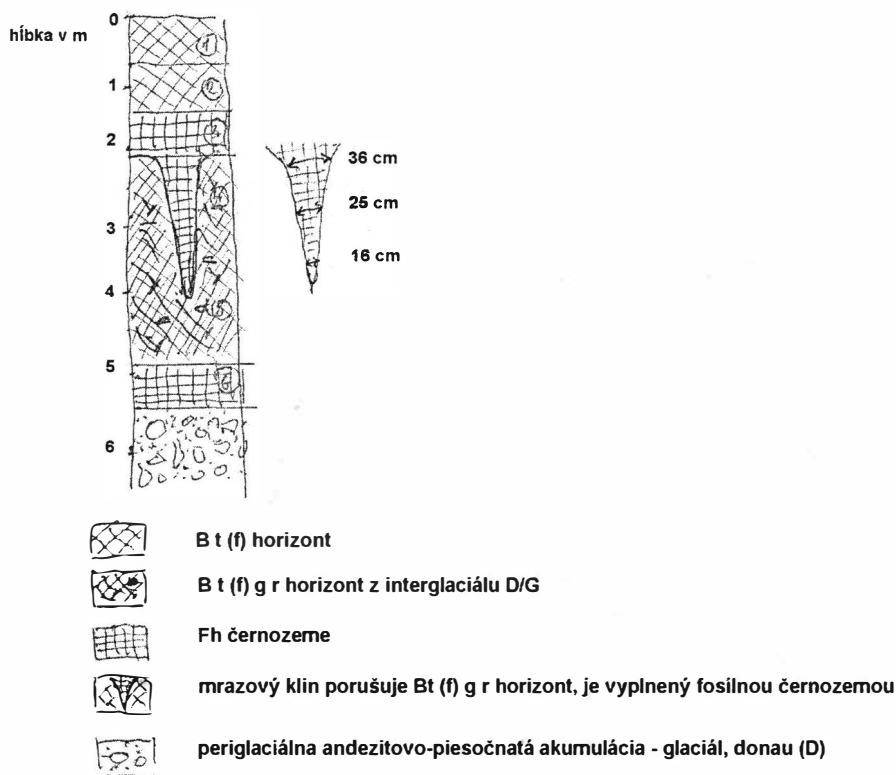
Číslo vzorky	Hĺbka horizontu v cm	Označenie horizontu	Zrniťnosť v mm						Karbonáty v %	pH v KCl	P v ppm	K
			< 0,001	0,01	0,01 – 0,05	0,05 – 0,25	0,25 – 2,00	2,00				
1	0-92	Bt1	38,00	22,80	26,86	11,34	1,00	0,2	4,2	0	81,5	
2	92-153	Bt2	29,40	15,56	30,54	20,36	4,14	0,2	4,1	0	77,8	
3	153-214	H (f)	26,90	19,62	17,28	21,48	14,72	0,125	4,2	2,45	74,1	
4	214-458	Bt3 (f) r	25,46	7,54	15,44	42,61	8,98	0,18	4,6	9,87	77,8	
5	458-514	Bt4 (f) r	25,50	7,92	26,56	35,72	4,30	0,1	4,8	2,24	77,8	
6	514-554	H (f)	29,74	14,94	10,55	21,27	23,50	0,15	4,9	3,59	129,6	

Tabuľka 2 Totálny chemický rozbor sprasáového komplexu na lokalite Petrovany – Močarmany

Číslo vzorky	Hĺbka horizontu v cm	Označenie horizontu	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	Strata žiháním	Súčet Σ	CaO+K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O	
																Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
1	0-92	Bt1	70,75	13,58	5,50	0,94	0,86	1,23	0,17	0,056	0,02	1,95	0,83	3,44	99,99	0,268	0,270
2	92-153	Bt2	72,28	13,04	4,63	0,98	0,99	1,02	0,20	0,070	0,05	1,74	0,79	3,87	99,66	0,270	0,331
3	153-214	H (f)	71,72	12,68	4,83	0,79	0,86	1,44	0,06	0,046	St.	2,40	0,94	4,29	100,0	0,331	0,289
4	214-458	Bt3 (f) r	79,40	10,71	2,00	0,65	0,84	0,60	0,18	0,010	0,02	1,42	0,83	2,89	99,55	0,289	0,293
5	458-514	Bt4 (f) r	81,84	9,70	1,80	0,49	0,98	0,60	0,09	0,032	0,03	1,27	0,59	2,78	100,20	0,293	0,117
6	514-554	H (f)	56,57	21,79	8,67	0,94	1,17	0,43	0,12	0,865	0,03	1,07	0,32	8,03	100,01	0,117	0,117

### Opis profilu spráši a fosílnych pód a lokalite Petrovany – Močarmany

Bt1 (f) hor. (MUNSEL 7,5 YR 7/4 – 6) matne oranžový až oranžový, ilovitý, polyedrický, slabo kyslej reakcie, reaguje na HCl, oglejený, prerastený korienkami, povlaky Mn a Fe, prechod postupný  
 Bt2 (f) hor. (MUNSEL 7,5 YR 7 – 6/6) oranžový, hlinitý, polyedrický, silne oglejený, reaguje na HCl, Mn a Fe konkrétne, kyslej reakcie, ojedinele štrky, prechod ostrý  
 H (f) hor. (MUNSEL 7,5 YR 3/1 – 2) hnedočierne, ilovitý, hrudkovitý, reaguje na HCl, oglejený, ostro ohraničený, prechod ostrý  
 Bt4 (f) hor. (MUNSEL 2,5 YR 7 – 5,8) oranžovo červenohnedý, hlinitý, prizmatický, grisovej textúry, intenzívne rozvetralý, oglejený, ojedinele štrky, prestúpeň 168 cm hlbokým mrazovým klinom, silne rubefikovaný, prechod postupný  
 Bt5 (f) hor. (MUNSEL 2,5 YR 6/6 – 8) oranžový, hlinitý, doštičkovitej až prizmatickej štruktúry, kyslej reakcie, prechod výrazný  
 H (f) hor. (MUNSEL 10 YR 2/1 – 2) čierny až hnedočierne, hlinitý, hrudkovitý, slabo karbonátový, oglejený, kyslej reakcie, zrná muskovitu, nasadá na periglačiatny kužel rozvetraných andezitových blokov o mocnosti 2 – 4m.



**Obrázok 2** Mrazový klin v interglaciálnom horizonte D/G vyplnený fosílnym horizontom černoze

Farba horizontu je šedožltohrdzavá. Ojedinele zisťujeme zvyšky staršej plazmy. Značné sú novotvary Mn a Fe o rozmeroch 2 mm až 2 cm. Horizont je postihnutý kryogénnymi procesmi. Genéza horizontu prebiehala za veľmi teplých a humidných podmienok (až o 4 – 5° C) teplejších ako súčasnosť. Uplatňovala sa silná rubefikácia a intenzívne zvetrávanie, čo dokumentuje vysoký obsah kaolinitu a halozitu (J. Košťálik, 1999).

Pri zmene klimatických podmienok – ochladenie – nástup glaciálu gúnz sa prejavil intenzívnou denudáciou rubefikovaného Bt (f) r horizontu a sedimentáciou materiálu v depresii úvalinovitého charakteru existujúcej v severozápadnej časti lokality. Chladné podmienky umožňovali vyvievanie prachových častíc a ich sedimentáciu. Súčasne ochladenie znamenalo aj rozrušenie fosílného interglaciálneho Bt (f) r horizontu a vznik 165 cm hlbokého a 36 – 25 – 16 cm širokého mrazového klinu (viď mrazový klin) mrkovitého tvaru. Mrazový klin vznikol v štádiále gúnzu (G1) spolu s nadložnou sprašou.

Na spraši v ďalšom období, pri oteplení sa vyvinul humusový horizont fosílny černoze hnedočiernej farby, hrudkovitej štruktúry. Minerálne zloženie horizontu s prevahou (až 80%) tvorí kremeň, časté sú i zrná živcov, sľud a tmavé súčiastky amfibol a pyroxén. Minerály sú dobre opracované, ale i ostrohranné, čo poukazuje na krátky transport sedimentu. Plazma je tmavej farby, rovnomerne rozložená v celom horizonte. Póry sú prevažne okrúhle, čisté bez akumulácie plazmy. Ojedinele bol zistený kalcit – ihličkovitý lublinit.

Černozem je slabohumózna s dobrou štruktúrou. Vyuvíjala sa v teplých a suchých podmienkach pri vyšších teplotách ako sú v súčasnosti (I. Vaškovský – V. Ložek, 1973). Vyplňa mrazový klin. Chronologicky akumuláciu spraše a vznik mrazového klinu zaradujeme do glaciálu gūnz – štadiálu G1 (eburon) a fosílnu černozem do interštadiálu G1/2 (waalsky interglaciál).

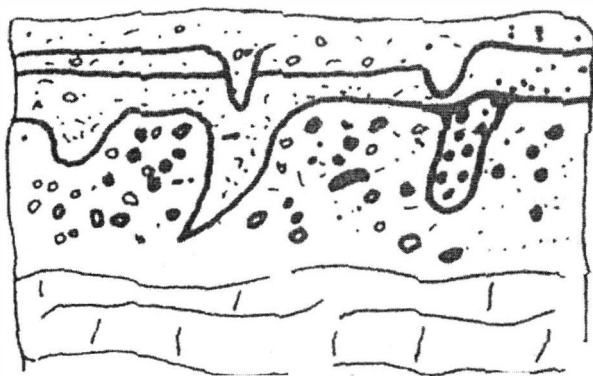
Po tomto období na lokalite Petrovany – Močarmany nastali značné paleogeografické zmeny. Uplatnili sa tektonické pohyby severojužného smeru a spôsobili denivácie územia. Vznikli vyvýšené hrást'ové štruktúry (chrbty) a výrazné depresie. Diferencovane sa prejavili procesy litogenézy i pedogenetické procesy. V strednej časti hliniska vznikol pedokomplex s fosílnymi pôdami za obdobie cca 400 tisíc rokov až po interštadiál R1/2. V ňom sme ďalší výskyt kryogénnych štruktúr nezaznamenali. Na jednom z vybraných profilov (profil A, J. Košťálik 1999 boli zistené hlboké exikačné pukliny).

### Lokalita Prešov

V historickom jadre mesta Prešov v risskej terase (R1) relatívna výška 20 – 25 m (J. Karniš, 1971) 18 – 22 m (J. Košťálik, 1999) v základovej jame pre obchodný dom Prior (dnes Tesco) v roku 1985 sme zistili mrazový klin hlboký 112 cm a široký 60 cm. Bol zaplnený štrkami a štrkopieskami o priemere kalibru 1 – 3 cm. Podrobnejšie sme ho nemohli študovať, lebo po dažďoch došlo k zavaleniu steny.

V tej istej štrkovej akumulácii risskej terasy (mocnosť 2 – 4 m), ale v stene s expozíciou k severu (v jej hornej polohe) sme zistili menší 40 cm hlboký mrazový klin vyplnený piesočnatým materiálom.

V strednej časti akumulácie sme identifikovali aj mrazovú kapsu vrecovitého tvaru hlbokú 84 cm a širokú 46 cm. Bola zaplnená štrkami o priemere 5 – 7 cm až 11 cm prevažne z flyšových hornín centrálne karpatského paleogénu.

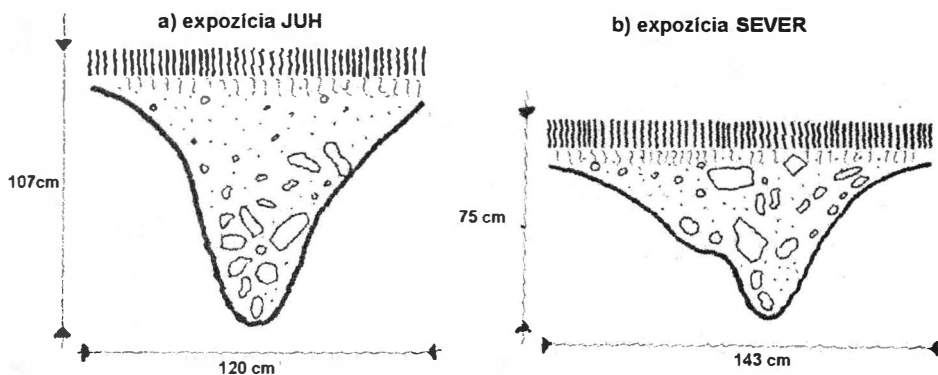


Obrázok 3 Kryogénne štruktúry zachytené v štrkovej akumulácii risskej terasy (výška 18 – 25 m) v intraviláne Prešova

### Lokalita Košice

V kryhovom zosuve na západnom okraji sídliska Furča pri benzínovom čerpadle Fa MOV v septembri 2001 sme zistili 2 mrazové klíny.





Obrázok 4 Mrazové klíny na lokalite Košice intravilán

V bazálnej časti odkryvu s južnou expozíciou budovanej súvrstviem svetlosivých ílov s polohami drobných štrkov (klčovského súvrstvia) sme identifikovali mrazový klin 107 cm hlboký a 120 cm široký, vyplnený štrkami o priemeru 8 – 12 cm a pieskom o priemeru 2 – 3 cm.

V superpozícii mrazového klína sme zistili 42 cm mocnú polohu slabokarbonátovej spraše, na ktorej sa pedogenetickými procesmi vyvíjal humusový horizont recentnej černozeme. V stene odkryvu orientovanej k severu sme zistili druhý mrazový klin. Je 75 cm hlboký, v hornej časti široký 143 cm zaplnený štrkami rôzneho kalibru.

V superpozícii štrkovej akumulácie sme zistili pseudoglejový Bt g horizont hnedohrdzavej farby (Munsell 7.5 YR 6/6-8) s výraznými Mn konkréciami 1 – 3 cm veľkosti. Najvyššiu polohu o mocnosti 38 – 47 cm tvorí sprašová poloha s humusovým horizontom černozeme.

Petrografické zloženie štrkov je heterogénne. Prevalu má žilný kremeň ( $\text{SiO}_2$ ) a kvarcy menšie granitu, metamorfítov, pieskovca, pestrých bridlíc a rohovca. Kaliber materiálu je rôzny od 8 x 12 cm, 2 x 3 cm, maximálne 24 x 14 cm. Štrky v mrazových klinoch sú kryogénnymi procesmi intenzívne usmernené, kryoturbáciou zvrátené. Podľa morfolologickej pozície zosuvu predpokladáme, že formovanie javov prebiehalo v poslednom würmskom glaciáli resp. v starom holocéne.

## 5. ZÁVER

Výskyt kryogénnych štruktúr (mrazových klinov, kaps, involúcií, exikačných puklín) dokumentuje existenciu permafrostu v priebehu celého pleistocénu v Košickej kotline. Najmä proluviálne, periglaciálne a eolické sedimenty boli prostredím, kde za vhodných klimatických podmienok (teploty trvale pod  $-1$  až  $-5^\circ\text{C}$ ) prebiehali multiglačné procesy.

Na lokalite Petrovany – Močarmany zachytené kryogénne štruktúry v periglaciálnej akumulácii – z obdobia glaciálu donau a vo fosílnom interglaciálnom rubefikovanom horizonte interglaciálu D/G dokumentujú klimatické zmeny – v priebehu pleistocénu a spojenie klimatického cyklu – glaciál – interglaciál – trvalú existenciu permafrostu. Jeho

hĺbka dosahovala 2 – 5 m. Mráz sa uplatňoval ako intenzívny reliéftvorný činiteľ v periglaciálnej oblasti najmä v kotlinovom reliéfe Západných Karpát.

Štúdium kryogénnych štruktúr prinieslo nové pohľady aj na chronostratigrafiu kvartérnych sedimentov a fosílnych pôd v Košickej kotline. V porovnaní s geológmi (J. Janočko et al 1989, M. Kaličiak 1991) kryo-periglaciálne sedimenty radíme do glaciálu donau (geologovia günz), interglaciálnu rubefikovanú pôdu do interglaciálu D/G (geológovia G/M), černoziemné fosílné horizonty do štadiálu G1 (kataglaciálnej fázy) a interštadiálu G1/2. Mrazový klin vznikol v štadiále G1. V komplexe Petrovany – Močarmany sme zistili 4 veľké interglaciály, 5 interštadiálov a viacero sprašových polôh zo štadiálov. V Prešove mrazové klíny sú z risského glaciálu (R1) a v Košiciach z würmského glaciálu – až starého holocénu.

Ich výskyt poukazuje na to, že aj v kotlinovom reliéfe Západných Karpát existovali vhodné klimatické podmienky v pleistocéne (teploty trvale pod  $-1$  až  $-5^{\circ}$  C), kedy prebiehali multigelačné procesy. Hĺbka permafrostu dosahovala 2 – 5m. Mráz sa uplatňoval ako intenzívny reliéftvorný činiteľ. Pri vypracovaní geologických a geoekologických máp tieto skutočnosti bude nutné rešpektovať.

## Literatúra

- BAŇAČKÝ, V., 1989: Vysvetlivky ku geologickej mape južnej časti Východoslovenskej nížiny a Zemplínskych vrchov 1:50 000 GÚDŠ, Bratislava, 143 s.
- BESKOV, G., 1930: Erdfliesen und Struckturböden der Hochgebirge im Licht der Frosthebung. Geol. Förh. (Bd 52), Stockholm, 622 s.
- BRUNNACKER, K., 1954: Löss und diluviale Bodenbildungen in Südbayern. Eiszeitalter u. Gegenwart, 415, s. 83-86.
- BRYAN, K., 1946: Cryopedology – the study of frozen ground and intensive frost – action with suggestion on nomenclature. Am. Journ. Sci (vol 244): s. 622-642, New Haven.
- BÜDEL, J., 1968: Hang und Talbildung in Südost – Spitzbergen. Eiszeitalter und Gegenwart 19, s. 240-243.
- BÜDEL, J., 1977: Klima – Geomorphologie. Gebruder Borntraeger Berlin. Stuttgart, 304 s.
- CZUDEK, T., 1986: Pleistocenní permafrost na území Československa. Geografický časopis 38, 2-3, SAV Bratislava, s. 245-252.
- CZUDEK, T., 1997: Reliéf Moravy a Slezska v kvartéru. Tišňov (Sursum), 293 s.
- DEMEK, J., 1955: Periglaciální cyklus. Sborník čs. spol. zeměpisné č. 1 (sv. LX), Praha, s. 47-50.
- DEMEK, J., 1984: Fossil periglacial plenumena in Czechoslovakia and their paleoclimatic evaluation. Scripta Facultatis Sc. Natur. Univ. Purkynianae Brunnensis, 14, s. 343-358.
- FINK, J., 1954: Die Fossilen Boden im Österreichischen Löss. Quartür 6, Bonn, s. 85-108.
- FINK, J., 1968: Paläopedologie, Möglichkeiten und Grenzen ihrer Anwendung. Pflanzenernährung, Bodenkunde, 121 s.
- GALLWITZ, H., 1949: Eiskeile und glaziale Sedimentation. Geologica 2, Berlin, 24 s.
- HOCHMUTH, Z. – LAUKO, V., 1985: Veľkomierkové geomorfologické mapovanie pre potreby praxe na príklade územia severnej časti Košickej kotliny. Acta Facultatis Rerum Naturalium Comenianae Geographica Nr. 25, Bratislava, s. 171-183.
- HÖGHOM, B., 1914: Über die geologische Bedeutung des Frostes. Bull. Geol. Inst. (vol 12), Upsala. s. 257-390.
- JAHN, A., 1951: Zjawiska krioturbacijne współczesnej i plejstocennej strefy periglacialnej. Acta Geologica Polonica vol II. (Nr. 7), Warszawa, s. 159-290.
- JANOČKO, J., et al, 1989: Polygenetické sedimenty juhovýchodne od Prešova a ich inžiniersko-geologické vlastnosti. Geologické práce, Správy 89, GÚDŠ Bratislava, s. 99-118
- KALIČIAK, M. et al., 1991: Vysvetlivky ku geologickej mape severnej časti Slánskych vrchov a Košickej kotliny 1:50 000. Geologický ústav D. Štúra, Bratislava, 231 s.

- KARNIŠ, J. – KVITKOVIČ, J., 1970: Prehľad geomorfologických pomerov východného Slovenska. Geografické práce I. SPN Bratislava, 220 s.
- KARNIŠ, J., 1971: Geomorfologické pomery Prešova a okolia. Problémy geografického výskumu. Vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, 1971, s. 107-114.
- KLIMASZEWSKI, M. 1978: Geomorfologia. Państwowe wydawnictwo naukowe, Warszawa, 1098 s.
- KOŠŤÁLIK, J., 1967: Paleopedologické a stratigrafické pomery na sprašovom profile Nitra – Čermáň. Geografický časopis 19, 4, SAV Bratislava, s. 327-342.
- KOŠŤÁLIK, J., 1974: Charakteristika a stratigrafia fosílnych pôd a spraší Nitrianskej pahorkatiny. Nauka o Zemi, Seria Pedologie VIII, 9, Veda SAV Bratislava, s. 1-143.
- KOŠŤÁLIK, J., 1999: Spraše a fosílné pôdy východného Slovenska, ich genéza, chronostratigrafia a využitie. Práce Katedry geografie Prírodovedeckej fakulty UPJŠ Košice, s. 1-191.
- KOŠŤÁLIK, J., 2002: Príspevok k poznaniu kryogénnych štruktúr v Západných Karpatoch. Geographica Slovaca 18. 2002. Luknišov zborník 3. Slovenská akadémia vied Geografický ústav Bratislava, s. 97-102.
- KVITKOVIČ, J., 1955: Geomorfologické pomery juhovýchodnej časti Potiskej nížiny. Geografický časopis 7, 1-2, SAV Bratislava, s. 72-84.
- LOŽEK, V., 1973: Příroda ve čtvrtohorách. Academia Praha, s. 1-372.
- LUKNIŠ, M. – BUČKO, Š. 1953: Geomorfologické pomery juhovýchodnej časti Podunajskej nížiny medzi Novými Zámkami a Komárnom. Geografický časopis 5, č. 3-4, SAV Bratislava, s. 131-168.
- LUKNIŠ, M., 1955: Správa o geomorfologickom a kvartérnogeologickom výskume Malých Karpát (dolina Vydrice). Geografický časopis 7, 3-4, SAV Bratislava, s. 214-226.
- LUKNIŠ, M., 1973: Reliéf Vysokých Tatier a ich predpolia. SAV Bratislava, 375 s.
- MARUSZCZAK, H., 1956: Klíny lodowe schyłkowego stadium zlodowaceniya bałtyckiego w lessach Wyzyny Lubelskiej. Annales Univ. M. C. Skłodowska. Geografia, Mineralogia et Petrographia 9, Lublin, s. 37-52.
- MARUSZCZAK, H., 1986: Lösses in Poland, Thier Stratigraphy and Paleogeographical Interpretation. Annales V. MC Skłodowska Lublin, Polonia XLI, 2, Lublin, s. 15-54.
- MAZÚR, E., 1963: Žilinská kotlina. Vydavateľstvo SAV Bratislava, s. 1-185.
- MAZÚR, E. – ČINČURA, J., 1964: Príspevok k niektorým kvartérnym formám a útvarom južnej časti Turčianskej kotliny. Geografický časopis XVI, č. 1, SAV Bratislava, s. 32-39.
- MÜCKENHAUSEN, E., 1953: Fossile Böden in der nordlichen Eifel. Geol. Rundschau 41, s. 253-268.
- OBRUČEV, V., 1940: Obščeye merslotovedeniye. Akad. Nauk U. SSR I. Vol. Moskva, 120 s.
- PÉCSI, M., 1963: Die periglazialen Erscheinungen in Ungarn. Petermans Geographische Mitteilungen, 105, s. 161-182.
- PÉCSI, M., 1986: Zur Frage des Typen der Lösses und lössartigen Sedimente in Karpatenbecken und ihrer lithostratigraphischer Einleitung. Földt. Közl. 13, 4, Budapest, s. 305-332.
- PELÍŠEK, J., 1961: Pleistocénny sprašové zeminy a holocénny sedimenty karpatské oblasti východného Slovenska. Anthropolozium 9, Praha, s. 175-201.
- POSER, H., 1931: Beiträge zur Kenntnis der arktischen Bodenformen. Geol. Rundschau (22), Berlin, s. 200-231.
- SEKYRA, J., 1956: Kryopedologická pozorování na jižních svazích Vysokých Tater v dubnu 1954. Anthropozoikum 5 (1955), Praha, s. 107-122.
- SEKYRA, J., 1960: Působení mrazu na půdu. Kryopedologie se zvláštním zretelem k ČSR. Nakladatelství ČSAV, Praha, s. 1-164.
- SCHÖNHALS, E., 1950: Über einige wichtige Lössprofile und begrabene Böden im Rheingau. Wiesbaden 6, s. 46-53.
- SKOWRONEK, A., 1982: Pläoböden und Lösses in Mainfranken von ihrem Landschaftsgeschichtlichen Hintergrund. Würzburg. Geogr. Arb. 57, Würzburg, s. 89-107.
- ŠALGALÍK, J. – MODLITBA, I., 1983: Spraše Podunajskej nížiny a ich vlastnosti. Veda SAV Bratislava. 204 s.

- TROLL, C., 1947: Die Formen der Solifluktion und die Periglaziale Bodenabtragung. *Erdkunde* (Bd I.), Bonn, s. 162-175.
- VAŠKOVSKÁ, E., 1963: Niektoré nové poznatky o eolických pieskoch južnej časti Záhorskej nížiny. *Geologické práce, zošit 64*, Práce GÚDŠ Bratislava, s. 185-188.
- VAŠKOVSKÝ, I., 1970: Periglaciálne javy v juhovýchodnej časti Podunajskej nížiny. *Geologické práce, Zošit 51*, GÚDŠ, Bratislava, s. 193-201.
- VAŠKOVSKÝ, I., 1977: Kvartér Slovenska. *Quaternary of Slovakia*. Geologický ústav Dionýza Štúra Bratislava, 247 s.
- VEKLIČ, A., 1961: Iskopaemye počvy v četvertičnyh otloženíjach (antropogennyh) jugozapadnej časti ruskoj rovniny. *Četvert. Period 13, 14, 15 k VI. kongresu INWUA*, Izdat. ANUSSR Kiev, 276 s.
- WOLDSTEDT, P., 1958: *Das Eiszeitalter Grundunien einer geologie des Quartärs*. Stuttgart, Enke Verlag, 216 s.
- ŽEBERA, K., 1943: Pleistocenní mrazové pukliny a mnohouhelníkové mrazové půdy v Čechách. *Sborník Československé společnosti zeměpisné 48*, s. 10-16.

### **Cryogenic structures and fossil soil complexes. Indicators of climatic changes in Pleistocene in Košická Basin and their importance for chronostratigraphy**

#### **Summary**

In this article we give the genesis, characteristics and chronological classification of cryogenic influence and presence of cryogenic structures in Košická basin.

In locality Petrovany – Močarmany in the years 1986 – 1991 – 1996 we found in quaternary sediments 2 generations of frost wedges. The older one were found in basal periglacial accumulation 80 – 130 cm deep, classified into the glacial Donau (D). In their superposition we found a frost wedge 165 cm deep and 35 – 16 cm wide, which disintegrated the rubified fossil complex of parabrown-soils from interglacial G/M. The frost wedge were created in stadial G1 and is filled by fossil black soil from interstadial G1/2.

In locality Prešov in the terrace of Torysa river from stadial R1 (in relative high 18 – 22 m) we found, by the construction of supermarket PRIOR, a frost wedge 112 cm deep and 60 cm wide. In other position there were a frost wedge 40 cm deep and a frost bag 84 cm deep and 46 cm wide, filled by paleogenic gravel.

In locality Kosice there were identified 2 frost wedges (1 – 7 and 75 cm deep) filled with gravel. In their superposition occurs 38 – 47 cm thick position of loess and recent soil type Chernozem (black soil).

The presence of cryogenic structures in Košická basin proves the activity of permafrost in Pleistocene and that has a significant importance for climatic geomorphology of West Carpathian.