

JAN HRADECKÝ, TOMÁŠ PÁNEK, EVA BŘÍZOVÁ

## GEOMORFOLOGIE A STÁŘÍ VYBRANÝCH SVAHOVÝCH DEFORMACÍ SLEZSKÝCH BESKYD A JABLUNKOVSKÉ BRÁZDY

J. Hradecký, T. Pánek, E. Břízová: *Contribution to the geomorphology and the age of the selected slope deformations in the area of Slezské Beskydy Mts and Jablunkovská Brázda Furrow.* – Geografie – Sborník ČGS, 109, 4, pp. 289–303 (2004). – The studied area of the Silesian Beskydy Mts and the Jablunkovská brázda Furrow is noted for a big concentration of slope deformations. The genesis and expansion of them are predisposed by structurally geological conditions in the Silesian and Magura nappes. Radiocarbon  $^{14}\text{C}$  dating of selected slope deformations proved a close link between the rise of slope deformations and the humid phase of the Holocene and flood activity of rivers in the basin of the Upper Vistula River *Sensu Starkel* (1997). Dated landslides fall into the period of the turn of the Late Glacial and the Holocene, Subboreal and Subatlantic.  
KEY WORDS: slope deformations – Holocene – radiocarbon dating – pollen analyse – flysch Carpathians – Silesian and Magura Unit – Slezské Beskydy Mts. – Jablunkovská brázda Furrow.

Příspěvek vznikl za finanční podpory institucionálního projektu MSM173100002 CEZ.

### 1. Úvod

Svahové deformace představují jeden z hlavních modelačních činitelů georeliéfu v oblasti flyšových Karpat. V některých částech karpatského horského systému zaujímají gravitační deformace svahů více než 50 % plochy geomorfologických jednotek, což se zřetelně odráží ve vlastní morfologii svahů a v prostorové distribuci rizik spojených s opakovanou současnou aktivizací svahových pohybů (Starkel et al. 1999).

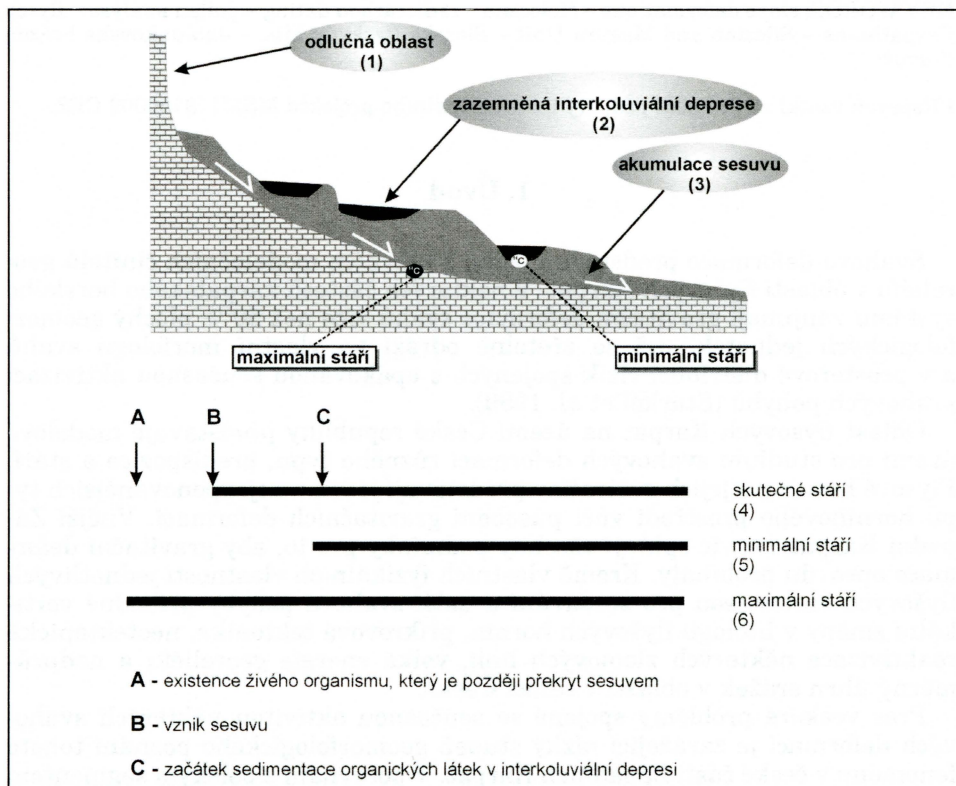
Oblast flyšových Karpat na území České republiky představuje modelové území pro studium svahových deformací různého typu, predispozice a stáří. Flyšové horniny a jejich zvětraliny představují jeden z nejexponovanějších typů horninového prostředí vůči působení gravitačních deformací. Vnější Západní Karpaty navíc splňují všechny podmínky pro to, aby gravitační deformace opravdu probíhaly. Kromě vlastních fyzikálních vlastností jednotlivých flyšových vrstev jsou pro sesouvání a další svahové pohyby příhodné vertikální změny v litologii flyšových hornin, příkrovová tektonika, neotektonická reaktivizace některých zlomových linií, velká energie georeliéfu a nadprůměrný úhrn srážek v oblasti v rámci Česka.

Přes veškeré problémy spojené se současnou aktivitou některých svahových deformací je zarážející nízký stupeň geomorfologického poznání tohoto fenoménu v české části Západních Karpat. V porovnání s polským segmentem Karpat (např. Alexandrowicz 1996, 1997; Margielewski 1997, 1998a, 1998b,

2000, 2001a, 2001b, 2001c, 2003) nebylo doposud v Česku provedeno rozsáhlejší datování svahových deformací a nízký je i stupeň poznání strukturně-geologického založení gravitačních deformací. Určitou výjimku tvoří poslední studie autorů I. Baroně, V. Cílka a R. Melichara a K. Melky (2003) a autorů předloženého příspěvku (Brízová, Hradecký, Pánek 2003, Hradecký 2003). Přitom je zřejmé, že právě geomorfologické a geochronologické (nikoliv pouze geotechnické a inženýrsko-geologické) studium svahových deformací může přinést užitečná data pro předpověď budoucího vývoje svahů a výskytu katastrofických svahových deformací v podmínkách případné globální změny klimatu. Předložená studie prezentuje první poznatky o datování vybraných svahových deformací.

## 2. Metodika

Geomorfologické mapování Jablunkovské brázdy a okolních pohoří v rozmezí let 1998–2003 přineslo poznatky o prostorovém rozložení jednotlivých typů svahových deformací. V průběhu mapování byly vytipovány lokality potenciálně vhodné pro určení stáří svahových deformací. Při určení stáří svahových deformací (převážně sesuvů) jsme vycházeli ze dvou přístupů. Prvním je možnost určení maximálního stáří svahové deformace, druhou možností je určení minimálního stáří svahové deformace (obr. 1).



Obr. 1 – Princip zjištění maximálního a minimálního stáří svahové deformace

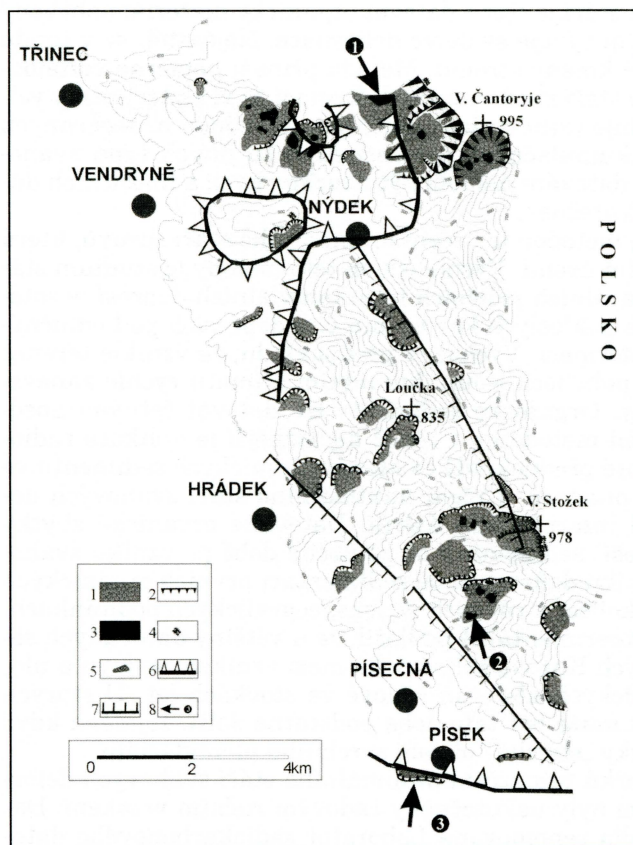
Při určení maximálního stáří je třeba datovat organický materiál pohřbený sedimenty vzniklými během vývoje svahové deformace. Nejčastěji se v tomto případě využívají překryté kmeny stromů. Metoda přináší poměrně věrohodné informace o absolutním stáří studovaných deformací, je však technicky velmi náročná, protože vyžaduje vrtné práce napříč mocnou zónou hrubozrnných koluviálních sedimentů akumulární partie sesuvu nebo jiných typů svahových deformací. Tento typ datování nemohl být z technických a finančních důvodů autory příspěvku uskutečněn.

Druhou (méně přesnou) metodou je určení minimálního stáří sesuvů, která byla aplikována v zájmovém území. Východiskem této metody je studium stáří organických zbytků v bazálních polohách interkoluviálních depresí, v rotovaných částech gravitačně pokleslých ker hornin či v depresích pod odlučnými oblastmi svahových deformací. Vychází z předpokladu, že vzniklé terénní nerovnosti při svahových pohybech jsou v humidním klimatu rychle zanášeny organickými sedimenty. Organické sedimenty lze datovat četnými absolutními geochronologickými metodami, z nichž nejběžnější je aplikace radiokarbonového datování, které předpokládá existenci organických sedimentů ve vzniklém sedimentačním prostoru. Určení minimálního stáří svahových deformací sebou nese četná interpretační úskalí. Datované organické zbytky z den „zazemněných depresí“ sedimentují až po určité době po vzniku svahové deformace. Doba od vzniku deformace po sedimentaci prvních organických uloženin může významně kolísat v různých fyzickogeografických podmínkách. W. Margielewski (1998) experimentálně podložil, že u většiny datovaných sesuvů v polské části flyšových Karpat kolísá doba mezi vznikem sesuvu a uložením první vrstvy organických uloženin řádově ve stovkách let. U starých svahových deformací však může být tato doba podstatně delší, zejména když vezmeme v úvahu organický „sterilní“ období svrchního pleniglaciálu.

Odběry organických vzorků pro určení minimálního stáří svahových deformací ve studovaném území byly uskutečněny řadovým ručním vrtákem. Datování metodou  $^{14}\text{C}$  provedla renomovaná Laboratoř radiokarbonového datování v polských Gliwicích. U jedné ze studovaných lokalit byla provedena i pylová analýza pro verifikaci fytoekologických poměrů v době vzniku svahové deformace.

### **3. Predispozice svahových deformací ve východní části Západních Beskyd**

Svahové deformace se vyznačují pestrou paletou forem v oblasti výchozů hornin slezské i magurské jednotky flyšového pásma Západních Karpat. Inventarizační výzkumy z posledních let ukazují, že většina svahových deformací registrovaných v oblasti české části Západních Karpat patří mezi sesuvy, z nichž v horské části území převažují hluboko založené blokové deformace (Kirchner, Krejčí 2002). Velmi častým typem deformací horských svahů jsou i projevy pomalých plouživých pohybů typu „sackung“, méně častými jsou projevy katastroficky rychlých skalních řícení a blokově-bahenních proudů. Mezi územím budovaným magurským příkrovem a slezským příkrovem existuje rozdíl zejména mezi četností recentně aktivizovaných forem. Zatímco například během povodní v červenci 1997 došlo k obnovení aktivity mnohých sesuvů v oblasti magurské jednotky, v oblasti slezské jednotky byla reaktivizace a vznik nových sesuvů spíše vzácností. Rozloha a četnost starých



Obr. 2 – Lokalizace svahových deformací v oblasti Slezských Beskyd na kontaktu s Jablunkovskou brázdou. Legenda: 1 – těleso sesuvu, 2 – odlučná oblast sesuvu, 3 – interkoluviální deprese, 4 – tahové trhliny, 5 – skalní řícení, 6 – nasunutí příkrovu, 7 – normální zlom, 8 – lokality odběru vzorů pro  $^{14}\text{C}$  datování

výrazné svahové deformace byly mapovány zejména v následujících pozicích (obr. 2):

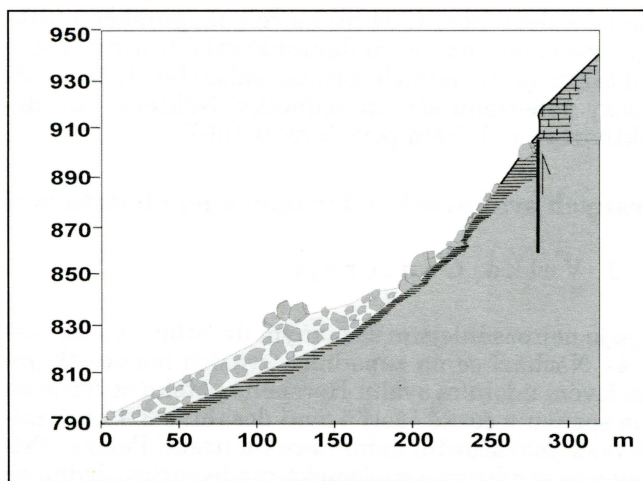
- čelní partie dílčího godulského příkrovu a magurského příkrovu
- svahy na vrstevních plochách godulského a istebňanského souvrství
- povrchové projevy normálních zlomů
- svahy na okrajích niv destabilizované boční erozí.

V čelních částech dílčích příkrovových jednotek studovaného území byly mapovány vůbec nejrozsáhlejší svahové deformace. Jejich geneze souvisí nejčastěji se zabořováním rigidních pískovcových bloků do plastických jílovitých

neaktivních deformací je však v magurském i slezském příkrovu srovnatelná. V kulminační partii slezského příkrovu (Moravskoslezské a Slezské Beskydy) jsou svahové deformace zpravidla rozsáhlejší, mají výraznější morfologické projevy a jsou i četnější než v magurské jednotce.

Studovaná oblast flyšových Karpat se nachází v geomorfologických celcích Slezské Beskydy a Jablunkovská Brázda. Koncentrace svahových deformací je zde jedna z největších na území České republiky (obr. 2). Z geologického hlediska jsou oba celky budovány převážně příkrovy slezské jednotky, magurská jednotka zasahuje pouze do její jižní části Jablunkovské brázdy. Převažujícím litotypem území jsou masivní lavicovité pískovce křídového a paleogenního stáří, které se v různém poměru střídají s jílovitými břidlicemi a tence lavi-





Obr. 3 – Situace rozsáhlého skalního řícení pod Velkým Stožkem (978 m) ve Slezských Beskydech

břidlic a jílovců v tektonickém podloží. Dílčí příkrov godulský se ve své frontální partii zabořuje do jílovitého komplexu díličského příkrovu těšínského (těšínskohradištské souvrství), podobná je situace i při nasunutí magurského příkrovu (kontakt rigidního soláňského souvrství s méně odolným paleogénem slezské jednotky). Povrchové projevy gravitačních deformací čelních partií příkrovových jednotek patří do kategorie blokových sesuvů

s gravitačně rotovanými krami, skalnatými odlučnými oblastmi, vrcholovými příkopy („trench“), menšími skalními říceními a poměrně rozsáhlými podsvahovými koluvii. S uvedeným typem svahových deformací se v nejtypičtější pozici setkáváme v severní části Slezských Beskyd na okrajových svazích skupiny Velké Čantoryje (995 m). Extrémním příkladem jsou okrajové svahy příkrovové trosky Ostrého vrchu (709 m) severně od obce Nýdek. Příkrovová troska budovaná křemitými komplexy ostravického pískovce je po celém svém obvodu snížena blokovým rozpadem a zabořováním ker ostravického pískovce do plastického těšínskohradištského souvrství.

V jižní části Slezských Beskyd jsou četné deformace predisponovány generelním jižním úklonem godulského a istebňanského souvrství. Typickým projevem jsou konsekventní planární sesuvy podél vrstevních ploch, které se nacházejí na jižních mírněji ukloněných svazích monoklinálních hřbetů – např. hřbet Groníčku (832 m) ve Slezských Beskydech. Častou predispozicí vzniku těchto sesuvů byla hloubková eroze pod úroveň kontaktu rigidních lavic istebňanských pískovců s podložími jílovců svrchního oddílu godulského souvrství. Nejčastějšími morfologickými projevy konsekventních sesuvů jsou odlučné oblasti (zpravidla bez výchozů skalního podloží), posunuté kry hornin a rozsáhlé koluviální pokryvy s přítomností rašelinišť.

Tektonické poruchy charakteru puklin a zlomů jsou ve studovaném území častým predispozičním faktorem velkých svahových deformací. Hlavní tektonickou linií Slezských Beskyd je poklesový zlom směru SSZ–JJV sledující údolí Hluchové. Na poruchu se váže mnoho menších svahových deformací ve vlastním hluboce zařezaném údolí Hluchové. Nejmarkantnější projevy poruchy nacházíme při jejím jv. ukončení na západních svazích skupiny Velkého Stožku (978 m). Zlom predisponoval vznik sesuvu s otevřenými tahovými depresiemi, velkým skalním řícením a mohutným blokovým polem (obr. 3). Zlomová plocha je částečně odkrytá ve 150 m dlouhé odlučné oblasti skalního řícení. Menší sesuvy predisponované okrajovými poklesovými zlomy Jablunkovské brázdy nacházíme východně od obcí Hrádek ve Slezsku a Návisí.

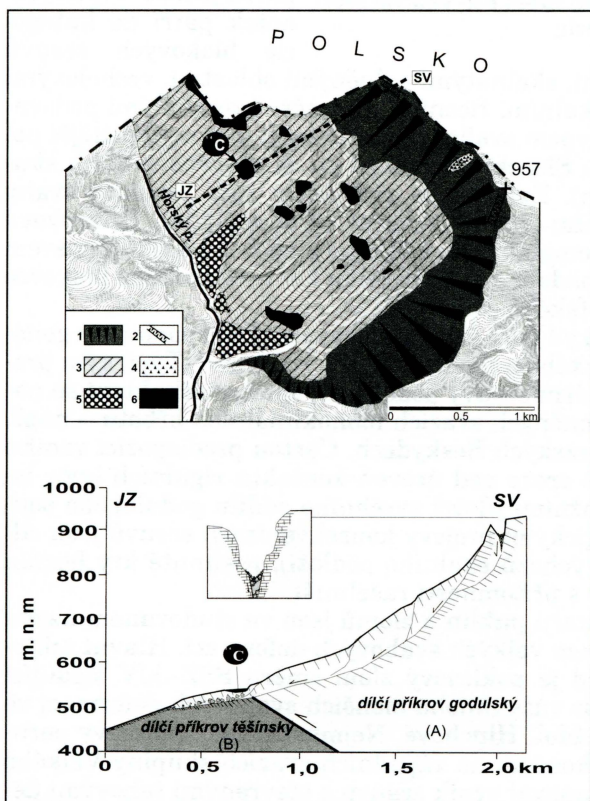
Větší svahové deformace iniciované boční erózí jsou vázány na průběh koryta řeky Olše v Jablunkovské brázdě. Frontální sesuvy lemují zejména levý

vyvýšený břeh Olše v pásu od Zelené hory (604 m) na čele magurského příkrovu až po město Trinec při severním ukončení Jablunkovské brázdy. Velké sesuvy zde vznikají na kontaktu proluvialních formací sálského stáří s podložními jílovcovými komplexy paleogénu slezské jednotky. Některé s uvedených poruch byly znovu aktivizovány během povodí roku 1997.

#### 4. Charakteristika vybraných svahových deformací a jejich datování

##### 4. 1 Velká Čantoryje

Lokalita Velká Čantoryje je nejrozsáhlejším sesuvným územím v české části Slezských Beskyd (obr. 4). Nachází se na západních svazích horské skupiny V. Čantoryje (995 m) na levém údolním svahu Horského potoka severně od obce Nýdek (obr. 4). Plocha sesuvu v české části území dosahuje 3,4 km<sup>2</sup>, minimálně stejný rozsah má však pokračování deformace na území Polska. Primární příčinou vzniku sesuvu je strukturně geologická predispozice. Jedná se



Obr. 4 – Geologická a geomorfologická situace hluboce založené svahové deformace na západních svazích horské skupiny Velká Čantoryje. 1 – odlučná oblast sesuvu, 2 – tahové trhliny, 3 – těleso sesuvu, 4 – skalní říční, 5 – náplavové kužely, 6 – interkoluvialní deprese, A – godulský příkrov, B – těšínský příkrov

o zónu nasunutí rigidních mocných pískovců godulského souvrství na plastické jílovce a méně odolné pískovce dílčího těšínského příkrovu (těšínsko-hradištské souvrství). Kolaps celého horského svahu je zde způsoben zabořením bloků dílčího godulského souvrství do jílovcových poloh erozně rozřezaného těšínského příkrovu. Komplikovaná svahová deformace se skládá z řady dílčích hluboko založených poruch a nápadné skalnaté hlavní odlučné oblasti pod hlavním rozvodním hřbetem Velké Čantoryje s přítomností tahových trhlin a gravitačních příkopů. Při úpatí Velké Čantoryje se nad údolím Horského potoka nachází mírně ukloněné plošiny fluvialně resedimentovaných sesuvných koluvií.

Zjištěné <sup>14</sup>C stáří deformace 3680±350 BP (subbo-reál) je vzhledem k typu a rozsahu studované deformace do jisté míry problematické (tab. 1). Na jednu stranu se sám vzorek vyznačuje poměrně velkou





Obr. 5 – Interkoluviální deprese na západních svazích horské skupiny Velké Čantoryje – odběrné místo vzorků

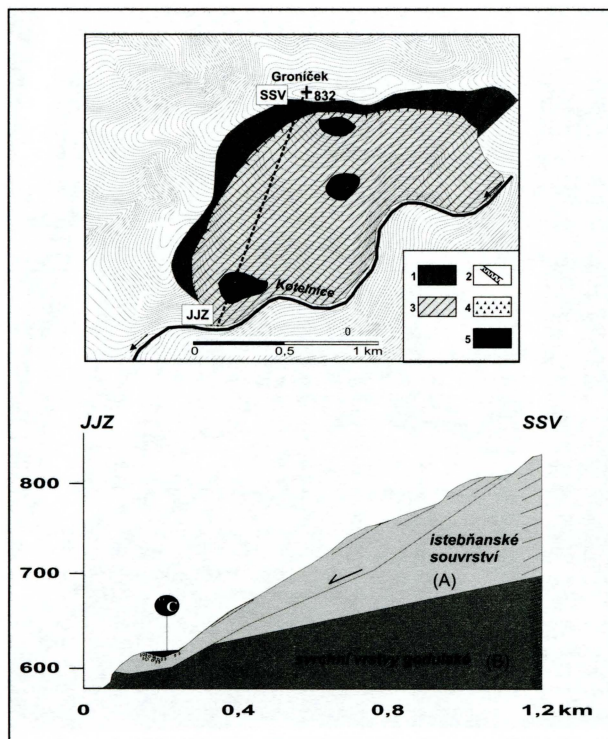
Tab. 1 – Minimální stáří vybraných svahových deformací Slezských Beskyd a Jablunkovské brázdy

Vzorek	Věk $^{14}\text{C}$ (roky BP)	Chronostratigrafické období (Czudek 1997) Sesuvná fáze (Margielewski 1998)
Kotelnice1 (420-425 cm)	10235±290 BP	mladší dryas-preboreál S1
Kotelnice2) (366-370 cm)	9854±470 BP	mladší dryas-preboreál S1
Kotelnice3 (265-270 cm)	11813±383 BP	bölling-starší dryas-alleröd S1
Velká Čantoryje (138-140 cm)	3680±350 BP	subboreál S3 – S4
Zelená hora (155-157 cm)	1180±150 BP	subatlantick S5; SA2

chybou způsobenou malou koncentrací organických látek, na stranu druhou by bylo vhodnější u tak rozsáhlé deformace provést datování většího množství interkoluviálních depresí.

#### 4. 2 Kotelnice

Deformace na pravém svahu potoka Kotelnice v jižní části Slezských Beskyd představuje typovou lokalitu strukturně predisponovaného sesuvu



Obr. 6 – Geologická a geomorfologická situace svahové deformace Kotelnice. Legenda: 1 – odlučná oblast sesuvu, 2 – tahové trhliny, 3 – těleso sesuvu, 4 – skalní říční, 5 – interkoluviální deprese skalní říční, A – istebňanské souvrství, B – svrchní vrstvy godulské

s holocénem (tab. 1). Nejstarší ze tří odebraných vzorků vykazuje stáří v rozpětí bölling – starší dryas – alleröd (11813±383 BP). Značné stáří sesuvu bylo doloženo i z pylových analýz (Břízová, Hradecký, Pánek 2003) – viz tab. 2 a 3.

#### 4. 3 Zelená hora

Svahová deformace Zelená hora je situována na severním svahu kóty Zeleň (604 m), na kontaktu geomorfologického celku Jablunkovské mezihoří a Jablunkovská brázda (obr. 7). Jedná se o frontální sesuv o šířce cca 1 km a ploše 0,3 km<sup>2</sup>, jehož akumulární oblast překrývá nivní sedimenty Olše (obr. 8). Při vývoji deformace hrála důležitou úlohu strukturní predispozice a boční eroze řeky Olše, která je k patě svahu zatlačována náplavovými kuzely z prostoru Slezských Beskyd. Na severním svahu Zelené hory se stýkají masivní soláňské pískovce račanské jednotky s vápnitými jílovci předmagurské jednotky. Soláňské souvrství se zde zabořuje do plastických jílovců podmenilitového typu v tektonickém podloží. Poměrně malé <sup>14</sup>C stáří sesuvu (sub-

(obr. 6). Plocha sesuvného území je přibližně 0,8 km<sup>2</sup>. Sesuv konsekventního typu<sup>1</sup> vznikl pohybem lavic istebňanského souvrství po vrstevních plochách na kontaktu s podložním drobně rytmičným flyšem svrchních vrstev godulských. Svahovou deformaci je postižen prakticky celý jižní svah monoklinálního hřbetu Groníčku (832 m).

Za primární příčinu vzniku svahové deformace lze pokládat jak geologickou strukturu, tak hloubkovou erozi Kotelnice, která se zařizla napříč komplexem istebňanského souvrství do podložních měkkých poloh svrchních vrstev godulských, čímž strukturní svah destabilizovala. Z rozsáhlé interkoluviální deprese ve spodní části sesuvu byly získány tři vzorky, z jejichž datování je zřejmé, že deformace existovala již na rozhraní posledního glaciálu

<sup>1</sup> Svahová deformace vyznačující se pohybem sesuvného tělesa po plochách vrstevnatosti nebo jiných predisponovaných plochách ukloněných po svahu (Záruba, Mencl 1974).



Tab. 2 Výsledky pylové analýzy dřevinných druhů na lokalitě Kotelnice

Vzorek	I/1	II/2	III/3
Taxon	%	%	%
Pinus	56,26	7,93	51,18
Pinus cembra-type	0,17	2,36	x
Betula	13,36	6,68	13,15
Betula nana-type	0,50	0,28	0,28
Juniperus	x	0,83	0,56
Salix	0,33	3,48	x
Corylus	0,33	3,34	0,98
Ulmus	0,33	1,81	0,28
Quercus	0,33	1,25	1,54
Tilia platyphyllos	0,17	0,97	x
Tilia cordata	0,17	x	x
Acer	0,17	x	x
Fraxinus	x	0,14	x
Alnus	1,67	16,83	2,52
Picea	12,69	3,48	2,38
Fagus	0,17	1,11	0,14
Abies	2,17	0,42	x
Populus	x	x	0,28
Carpinus	x	0,28	x
Sorbus	x	0,14	x
Hippophae rhamnoides	0,50	x	0,14
Hedera	x	0,42	x

Tab. 3 – Výsledky pylové analýzy bylinných druhů v lokalitě Kotelnice (SUM AP – dřevinné druhy celkem, SUM NAP – bylinné druhy celkem)

Vzorek	I/1	II/2	III/3
Taxon	%	%	%
Poaceae	0,17	4,31	2,38
Cyperaceae	2,67	22,39	15,38
Helianthemum	x	0,42	0,14
Potamogeton	x	1,11	x
Urticularia	x	x	0,14
Filipendula	0,50	0,56	0,42
Thalictrum	x	0,56	0,28
Aconitum-type	x	0,14	x
Ranunculaceae	x	x	0,28
Rosaceae	x	0,28	0,14
Sanguisorba officinalis	x	0,28	x
Caryophyllaceae	x	0,14	0,28
Apiaceae	0,17	0,42	0,56
Asteraceae Liguliflorae	0,67	0,97	0,84
Asteraceae Tubuliflorae	0,33	0,28	0,42
Boraginaceae	x	0,14	x
Saxifraga	0,17	x	x
Ericaceae	0,17	0,14	x
Rubiaceae	x	x	0,28
Brassicaceae	0,50	0,83	0,70
Chenopodiaceae	0,50	1,11	1,12
Urtica	x	0,42	x
Rumex	0,50	0,56	0,28
Artemisia	1,00	3,34	0,70
Varia	3,34	9,87	2,24
SUM AP	89,32	51,74	73,43
SUM NAP	10,68	48,26	26,57
AP+NAP=100 %	599,00	719,00	715,00



Obr. 7 – Akumulace sesuvu na severních svazích Zelené hory v kontaktu s nivou řeky Olše

atlantik –  $1180 \pm 150$  BP) je vzhledem ke kontaktu s bočně erodujícím tokem předpokladatelné a vyjadřuje patrně stáří i ostatních četných sesuvů lemuujících koryto Olše v Jablunkovské brázdě (tab. 1).

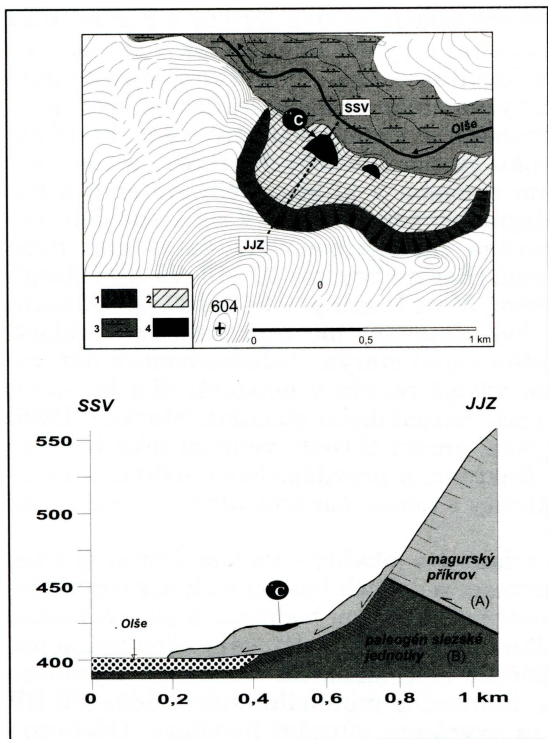
## 5. Pylové analýzy

Pylová analýza sedimentů odebraných z báze interkoluviálních depresí představuje další z možných metod datování minimálního stáří dané svahové deformace. Pro laboratorní zpracování byla použita obvyklá metodika používaná pro pylovou analýzu kvartérních sedimentů.

Stratigrafická pozice je určena podle upraveného středoevropského schématu Firbase (1949, 1952). Pro detailnější zařazení je třeba zpracovat vždy celý profil, protože sedimenty, které byly analyzovány, jsou z velké části anorganického charakteru a v těchto případech, pokud pocházejí z báze rašeliště, dochází k jejich kontaminaci sporomorfami ze starších období. Zachování sporomorf pro spolehlivé určení je také sníženo, jednak jejich špatným zachováním způsobeným mechanickým poškozením a jednak chemicky nevhodným prostředím pro jejich konzervaci. Tím je i ovlivněno množství a výběr zachovaných pylových zrn a spor. Zůstávají pouze typy vysoce rezistentní vůči popsaným podmínkám sedimentace.

Na základě pylové analýzy sedimentů z lokality Kotelnice (3 vzorky) je možné stanovit jejich stáří na pozdnoglaciální až holocénní. Pylová analýza potvrzuje vývoj území podle geomorfologické interpretace. V tab. 2 a 3 jsou uvedeny výsledky pylových analýz. Z analýz podobných sedimentů v jiných





Obr. 8 – Geologická a geomorfologická situace svahové deformace Zelená hora. Legenda: 1 – odlučná oblast sesuvu, 2 – těleso sesuvu, 3 – niva, 4 – interkoluviální deprese, A – magurský příkrov, B – paleogén slezské jednotky

kterých docházelo k intenzivní svahové modelaci. Několik vybraných svahových deformací, kde existovala potenciální možnost absolutního datování, představují první radiokarbonově datované sesuvy v české části Karpat. Geochronologickou vazbu na sesuvnou aktivitu v jiných částech karpatského systému střední Evropy představovalo vstupní hypotézu, kterou bylo třeba verifikovat metodou absolutního datování. Sesuvná geochronologie holocénu a fluvální aktivita vodních toků v povodí Visly stanovená a stále aktualizovaná polskými geomorfology (Alexandrowicz 1996; Kalicki 1991; Starkel 1985, 1995, 1996, 1997) představuje základní srovnávací materiál pro českou část Karpat, která je tak doplněna o údaje nově datovaných sesuvů na našem území. Dosud zjištěné fáze sesuvné aktivity nelze chápat jako rigidní jednotky, ale jako výsledek dosud datovaných sesuvů. S rostoucím poznáním kvartérní sesuvné aktivity (Margielewski 1998a, 2000, 2001, 2003) a dalších projevů erozně-denudační chronologie se mohou hranice měnit.

K projevům sesuvné aktivity docházelo zpravidla v období, kdy nastoupila vlhčí klimatická fáze holocénu (Starkel 1995, Alexandrowicz 1996). Jedná se o etapy, pro které je typické ochlazení klimatu a jeho humidizace, a které odhalily již dříve paleohydrologické analýzy (Starkel 1985) a zpočátku několik málo datovaných sesuvů (Alexandrowicz 1996, Gil et al. 1974, Margielewski 1997).

Datovaný sesuv Kotelnice spadá do nejstarší vymezené etapy aktivizace sesouvání S1 (mladší dryas – preboreál) v karpatské oblasti (podle Alexandro-

oblastech (např. Krušné hory) vyplývá, že základy vzniku rašelinišť lze zařadit na přelom pozdního glaciálu a počátku holocénu. Ukládání již organičtějšího typu sedimentu, pokud nedošlo k nějaké erozní činnosti, začalo také v tomto období. V některých oblastech to však bylo mnohem později (např. Jizerské hory a Krkonoše). Neklidnost sedimentace dokládají i radiokarbonová data s poměrně velkou tolerancí zjištěných hodnot, což ve shodě s pylovou analýzou datuje bázi rašelinišť do pozdního glaciálu a počátku holocénu (15000/13000–10250 BP až 10250–9100 BP).

## 6. Diskuse

Svahové deformace studované části flyšového pásma Karpat vznikly v zónách strukturálního předurčení v hydroklimaticky příhodných obdobích holocénu. Chybějící chronologická data dosud neumožňovala blíže specifikovat podmínky, za

wicze 1996). Etapu S1 uvádí ve své chronologii sesuvů Evropy a Karpat také Starkel (1997). Radiokarbonové datování a pylové analýzy tak v oblasti moravsko-slezských Karpat objevily lokalitu, která svým staropleistocenním a ranně holocenním stářím patří k významným paleogeografickým lokalitám.

Období mladšího dryasu až preboreálu se vyznačovalo procesem, který zásadně ovlivnil charakter a dynamiku geomorfologických procesů a tím i vývoj krajiny. Docházelo k zásadním změnám v klimatickém systému a následně k deglaciaci a k postupné degradaci permafrostu. V současné době byla tato sesuvná fáze dokumentována radiokarbonovým datováním dvou sesuvů v polské části Karpat – Kotoń (Beskid Średni) 10 910±75 BP (Margielewski 1997) a Homole (skalní řícení, Małe Pieniny) 9 940±100 BP (Alexandrowicz 1996). Další čtyři sesuvy byly datovány biostratigraficky. V oblasti Karpat je tak sesuv Kotelnice třetím velmi starým radiokarbonově datovaným sesuvem. Přispívá k poznání vývoje reliéfu v nejstarší fázi holocénu a rozšiřuje toto poznání v další části karpatského oblouku. Starkel (1996) klade do fáze S1 také výrazné zvýšení erozní aktivity vodních toků horního povodí Visly, která měla několik fluktuací a pravděpodobně ovlivnila i existenci několika period sesuvné aktivity v tomto poměrně dlouhém období na počátku holocénu.

Datování sesuvů bylo rozšířeno o další dvě lokality – Velkou Čantoryji a Zelenou horu. Výsledky přinesly informace o dalších holocenních sesuvných fázích, i když výsledky vykazovaly značnou chybovou hodnotu. Zcela výjimečná je rozsáhlá svahová deformace Velké Čantoryje, kde datování nepotvrdilo původní předpoklad autorů, že spouštěcím mechanismem mohla být degradace permafrostu na počátku holocénu. Stanovené minimální stáří 3680±350 BP (subboreál) nelze považovat ani za vyvrácení původní hypotézy. Odebraný vzorek nemusel reprezentovat nejstarší etapu sesouvání. U takto rozsáhlé složené deformace lze předpokládat několik vývojových etap. Datovaný vzorek zařazuje jednu z vývojových etap na rozhraní karpatských sesuvných fází S3 a S4 (Alexandrowicz 1996).

Typickým spouštěcím mechanismem sesuvů na údolních svazích byla v průběhu vlhkých fází holocénu aktivita vodních toků, která vedla v důsledku laterální a hloubkové eroze k destabilizaci svahů. Typickým příkladem je datovaná deformace Zelená hora (stáří sesuvu 1180±150 BP – subatlantik) ovlivněná erozní aktivitou řeky Olše. Časově lze sesuv zařadit do termálního stádia karpatské fáze S5 (Alexandrowicz 1996) nebo do sesuvné fáze stanovené pro Evropu Starkelem (1985, 1997) do období kolem 1 ka BP.

## 7. Závěr

Na základě datování několika málo sesuvných lokalit nelze pochopitelně usuzovat na kvalitu fyzikogeografických poměrů v širší oblasti české části Západních Karpat. Můžeme, ale vycházet z analogických podmínek nám geograficky blízkého území polských Karpat. Základní aspekty vývoje svahových deformací lze shrnout do několika bodů:

1. V oblasti české části Vnějších Západních Karpat můžeme předpokládat na základě datování sesuvů rannou holocenní fázi sesuvné aktivity S1, subboreální fáze S3 a S4 a subatlantickou etapu S5 sensu Alexandrowicz (1996).
2. V této oblasti se podobně jako v polské části Karpat vyskytovaly iniciační procesy vedoucí ke vzniku sesuvné aktivity, kterými jsou lokální a regionální hydrometeorologické procesy (prudké deště, povodně).



3. Humidizace klimatu byla podle posledních prací výraznější v první fázi mladšího dryasu (Isarin, Renssen, Vandenberghe 1998). Druhá fáze byla sušší a méně chladná. Procesy první fáze mohly připravit podmínky k pozdější destabilizaci svahů na počátku preboreálu. Sesuv Kotelice však mohl vzniknout již dříve a mohl mít na extrémní hydrometeorologické situace užší vazbu (viz vzorek Kotelnice 3).
4. S humidizací klimatu na rozhraní pleistocénu a holocénu souvisí i dokázaná zvýšená erozní aktivita vodních toků, která se projevovala hloubkovou erozí. Bezprostřední vazba iniciace sesuvu na hloubkovou erozi toku Kotelnice je více než pravděpodobná. Na sesuvnou aktivitu v zóně údolních svahů ve vazbě na erozní aktivitu vodních toků poukazuje datovaná lokalita Zelená hora.
5. Předpokládanou aktivizaci rozsáhlých svahových deformací (lokalita Velká Čantoryje) v souvislosti s degradací permafrostu na počátku holocénu nebylo možné potvrdit ani vyvrátit.

### Literatura:

- ALEXANDROWICZ, S. W. (1996): Holocénskie fazy intensyfikacji procesów osuwiskowych w Karpatach. *Kwart. AGH, Geologia*, 22, č. 3, s. 223-262.
- ALEXANDROWICZ, S. W. (1997): Holocene dated landslides in the Polish Carpathians. In: Alexandrowicz, S. W., Alexandrowicz, Z.: *Rozwój osuwiska na polnocnym stoku Góry Parkowej w Krynicy*. *Przewodnik 63 Zjazdu Pol. Tow. Geol.*, s. 128-131.
- BAROŇ, I., CILEK, V., MELICHAR, R., MELKA, K. (2003): Jílové minerály svahových sedimentů vybraných hlubokých svahových deformací na Vsetínsku. *Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku v roce 2002*. ÚGV PřF MU, ČGS, Brno, s. 89-91.
- BRÍZOVÁ, E., HRADECKÝ, J., PÁNEK, T. (2003): Využití pylové analýzy při řešení problematiky chronologie sesuvů ve Slezských Beskydech. *Zprávy o geologických výzkumech v roce 2002*. Česká geologická služba, Praha, s. 65-69.
- FIRBAS, F. (1949, 1952): Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. I. Allgemeine Waldgeschichte, II. Waldgeschichte der einzelnen Landschaften. Fischer, Jena, 480 s., 256 s.
- GIL, E. et al. (1974): An early Holocene landslide in the Beskid Niski and its significance for paleogeographical reconstructions. *Stud. Geomorph. Carpatho-Balkan.*, 8, s. 69-83.
- HRADECKÝ, J. (2003): Příspěvek k poznání chronologie sesuvů v oblasti Slezských Beskyd. In: Mentlik, P. (ed.): *Geomorfologický sborník 2. ČAG, ZČU v Plzni, Plzeň*, s. 271-278.
- ISARIN, R. F. B., RENSSSEN, H., VANDENBERGHE, J. (1998): The impact of the North Atlantic Ocean on the Younger Dryas climate in northwestern and central Europe. *J. Quaternary Sci.*, 13, s. 447-453.
- KALICKI, T. (1991): The evolution of the Vistula River Valley between Cracow and Niepolomice in Late Vistulian and Holocene times. *Geogr. Stud. Evolution of the Vistula River Valley*, Spec. Issue, 17, s. 49-54.
- KIRCHNER, K., KREJČÍ, O. (2002): Slope deformations and their significance for relief development in the middle part of the Outer Western Carpathians in Moravia. *Moravian Geographical Reports*, 2, č. 10, Brno, s. 10-19.
- MARGIELEWSKI, W. (1997): Dated landslides of the Jaworzyna Krynica Range (Outer Carpathians) and their relation to climatic phases of the Holocene. *Ann. Soc. Geol. Pol.*, 67, s. 83-92.
- MARGIELEWSKI, W. (1998a): Landslide Phases in the Polish Outer Carpathians and their Relation to Climatic Changes in the Late Glacial and the Holocene. *Quaternary Studies in Poland*, 15, s. 37-53.
- MARGIELEWSKI, W. (1998b): Rozwój form osuwiskowych w Barnowcu (Beskid Sadecki, Karpaty zewnętrzne), w świetle analizy strukturalnych uwarunkowań osuwisk w Karpatach fliszowych. *Przegląd Geologiczny*, 46, č. 5, s. 436-450.
- MARGIELEWSKI, W. (2000): Landslide phases in the Polish Outer Carpathians. In: Telford, T. (ed.): *Landslides in research, theory and practice*. London, p. 1011-1016.
- MARGIELEWSKI, W. (2001a): Late Glacial and Holocene Climatic Changes Registered in

- Forms and Deposits of the Klakłowo Landslide (Beskid Średni Range, Outer Carpathians). *Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica*, XXXV, Kraków, s. 63-79.
- MARGIELEWSKI, W. (2001b): O strukturalnych uwarunkowaniach rozwoju glebokich osuwisk – implikacje dla Karpat fliszowych. *Przegląd Geologiczny*, 49, č. 6, s. 515-524.
- MARGIELEWSKI, W. (2001c): Rejestr zmian klimatycznych późnego glacialu i holocenu w obrębie torfowiska pod Kotoniem (Beskid Średni, Karpaty zewnętrzne). *Przegląd Geologiczny*, 49, č. 12, s. 1161-1166.
- MARGIELEWSKI, W., KOVALYUK, N. (2003): Neoholocene climatic changes recorded in landslide's peat bog on Mount Cwilin (Beskid Wyspowy Range, Outer Carpathians, South Poland). *Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica*, 37, s. 59-76.
- STARKEL, L. (1985): The reflection of the Holocene climatic variations in the slope and fluvial deposits and forms in the European mountains. *Ecologia Mediter.*, 11, s. 91-97.
- STARKEL, L. (1995): The pattern of the Holocene climatic variations in Central Europe based on various geological records. *Quaestiones Geographicae, Spec. Issue*, 4, s. 259-264.
- STARKEL, L. (1997): Mass-movements during the Holocene: the Carpathian example and the European perspective. In: Frenzel, B. (ed.): *Rapis mass movement as a source of climatic evidence for the Holocene*. *Palaeoklimaforschung/Palaeoclimate Research*, 19, s. 385-400.
- STARKEL, L. (ED.), KALICKI, T., KRAPIEC, M., SOJA, R., GEBICA, P., CZYZOWSKA, E. (1996): Hydrological changes of Valley floor in the Upper Vistula Basin during Late Vistulian and Holocene. In: Starkel, L. (ed.): *Evolution of the Vistula River Valley during the last 15 000 years*. *Geogr. Stud. Spec. Issue*, 9, s. 1-128.
- STARKEL, L. et al. (1999): *Geografia Polski, środowisko przyrodnicze*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 593 s.
- ZÁRUBA, Q., MENCL, V. (1974): *Inženýrská geologie*. Academia, Praha, 512 s.

## Summary

### CONTRIBUTION TO THE GEOMORPHOLOGY AND THE AGE OF THE SELECTED SLOPE DEFORMATIONS IN THE AREA OF SLEZSKÉ BESKYDY MTS AND JABLUNKOVSKÁ BRÁZDA FURROW

Slope deformations represent one of main morphogenetic elements in the sphere of flysch Carpathians. Gravitation deformations of slopes occupy more than 50 % of the area of geomorphological units in some parts of the Carpathian mountain range.

Geomorphological mapping of the Jablunkovská brázda Furrow and surrounding ranges done in 1998–2003 brought knowledge of spatial arrangement of individual types of slope deformations. During the mapping, localities potentially suitable for the determination of the age of slope deformations were selected. To determine the age of slope deformations (especially landslides) two approaches were taken into consideration. The first one is the determination of the maximum age of the slope deformation and the other one that was used is the determination of the minimum age of the slope deformation (Fig. 1).

The studied area of the flysch Carpathians can be found in the geomorphological units of the Silesian Beskydy Mts and the Jablunkovská brázda Furrow. The concentration of slope deformations here represents one of the largest concentrations within the territory of the Czech Republic (Fig. 2). From the geologic point of view, both units are mostly built by nappes of the Silesian unit; the Magura unit builds only the southernmost part of the Jablunkovská brázda Furrow. The prevailing lithotype of the area is represented by thickly bedded sandstones of the Cretaceous and Paleogenic origin that at a different rate alternate with clay shales and thinly bedded lime sandstones. From the morphotectonic point of view, the Jablunkovská brázda Furrow stands for transversal extension structure lined with standard faults of the NNW–SSE direction which limit higher situated step-like blocks of the Ropická rozsocha Mts (on the west) and the Silesian Beskydy Mts (in the east). An important structure of the area is the forefront of the overthrust of the Magura nappe on the Silesian (partial Godula) nappe (the south of the territory).

Considerable slope deformations were mapped especially in the following positions (Fig. 2): front parts of the partial Godula nappe and Magura nappe, slopes on bedding planes of the Godula and Istebná Formations, surface displays of standard faults and on slopes on margins of floodplains which were destabilized by lateral erosion.

Displays of landslide activity could be generally observed in periods of more humid climatic phase of the Holocene (Starkel 1995, Alexandrowicz 1996). Such periods, characterized by typical climate cooling and its humidification, were detected by earlier paleohydrological analyses (Starkel 1985) and by several dated landslides (Alexandrowicz 1996, Gil et al. 1974, Margielewski 1997).

The basic aspects of the development of slope deformations can be summarized by the following points:

On the base of the dating of landslides we can presume the early Holocene phase of landslide activity S1, Subboreal phases S3 and S4 and Subatlantic phase S5 sensu Alexandrowicz (1996) in the area of the Czech part of the Outer Western Carpathians.

In this area, similarly to the Polish part of the Carpathians, we can observe initiatory processes leading to the rise of landslide activity. Such processes are local and regional hydrometeorologic processes (torrential rains and floods).

According to the latest works, humidification of the climate was stronger in the first phase of the Younger Dryas (Isarin, Renssen, Vandenberghe 1998). The second phase was drier and less cold. Processes of the first phase could prepare conditions for a further destabilization of slopes at the beginning of the Preboreal. However, the Kotelnice landslide could originate earlier and could be closely connected with extreme hydrometeorologic situations (see the sample of the Kotelnice Brook 3).

Documented increased erosion activity of water streams manifesting by deep erosion is also connected with the climate humidification at the turn of the Pleistocene and the Holocene. A close link between the initiation of the landslide and the deep erosion of the Kotelnice Brook is more than probable. The dated locality of the Zelená Hora Mt refers to landslide activity in the area of valley slopes as the consequence of erosion activity of water streams.

Supposed activation of vast slope deformations (the locality of the Velká Čantoryje Mt) in connection with the degradation of permafrost at the beginning of the Holocene could be neither acknowledged nor disconfirmed.

- Fig. 1 – Principle of dating of minimum and maximum age of the slope deformation. Legend: 1 – scarp, 2 – intercolluvial depression, 3 – landslide accumulation, 4 – real age, 5 – minimum age, 6 – maximum age, A – existence of organic material, B – landslide evolution, C – initiation of the sedimentation of organic material in the intercolluvial depression.
- Fig. 2 – Localization of slope deformations in the area of the Slezské Beskydy Mts on the contact with the Jablunkovská brázda Furrow. Legend: 1 – landslide body, 2 – scarp, 3 – intercolluvial depression, 4 – trenches, 5 – rockfall, 6 – nappe overthrust, 7 – normal fault, 8 – sampling place.
- Fig. 3 – Large rockfall with block accumulation under Velký stožek Mt (978 m a.s.l.) in the Slezské Beskydy Mts.
- Fig. 4 – Geological and geomorphological situation in the area of deep seated slope deformation Velká Čantoryje Mt. Legend: 1 – scarp, 2 – trenches, 3 – landslide body, 4 – rockfall, 5 – alluvial fan, 6 – intercolluvial depression, A – Godula Nappe, B – Těšín Nappe.
- Fig. 5 – Intercolluvial depression on the western slopes of the Velká Čantoryje Mt – sampling place.
- Fig. 6 – Geological and geomorphological situation in the landslide locality Kotelnice Brook. Legend: 1 – scarp, 2 – trenches, 3 – landslide body, 4 – rockfall, 5 – intercolluvial depression, A – Istebná Layers, B – Upper Godula Member.
- Fig. 7 – Contact of the accumulation part of the landslide and floodplain of Olše River in the area of the Zelená hora Mt (northern slopes).
- Fig. 8 – Geological and geomorphological situation in the area of the Zelená hora Mt. Legend: 1 – scarp, 2 – landslide body, 3 – floodplain, 4 – intercolluvial depression, A – Magura Nappe, B – Silesian Unit (Palaeogene).

(Pracoviště autorů: J. Hradecký a T. Pánek – katedra fyzické geografie a geoekologie Přírodovědecké fakulty OU, Chitussiho 10, 710 00 Ostrava – Slezská Ostrava; e-mail: Jan.Hradecky@osu.cz, Tomas.Panek@osu.cz. E. Břízová – Česká geologická služba, Klárov 3, 118 21 Praha 1; e-mail: brizova@cgu.cz.)

Do redakce došlo 31. 3. 2004