

PSEUDOKRASOVÉ JESKYNĚ JAKO INDIKÁTORY SVAHOVÝCH POHYBŮ

Pseudo-karst caves as indicators of the slope movements

Ivo Baroň¹, Václav Cílek², Rostislav Melichar¹

¹Ústav geologických věd PřF MU, Kotlářská 2, 611 37 Brno

²Geologický ústav AV ČR, Rozvojová 135, 165 00 Praha 6; e-mail: cilek@gli.cas.cz

(25-23 Rožnov, 25-32 Gottwaldov, 25-41 Vsetín)

Key words: *flysch, caves, pseudo-karst, slope movements, deep-seated landslides*

Abstract

Caves of crevasse (crack) or debris origin have been located in the flysch mountain areas in the eastern part of the Czech Republic related to deep-seated landslides. This fact evoked a research concerned to the pseudo-karst caves as possible indicators of the slope movements. We aimed our attention to the Vlčí Díra cave at the Vaculov - Sedlo slope failure, Zbojnická cave at the Křížový hill, Pokladnice cave in the Kobylská valley and to the Nadeje and Slimrovka caves at the Kopce slope failure. A rod dilatometer „Hölle“ was used as basic tool for displacement measurement (in the caves). Dilatometric rivets were fixed directly into the cave-walls. Geomorphic mapping, rock-structure orientation changes measuring and glass indicators were supplementary methods for the type of movement establishing. Preliminary results show that just the crevice cave presence indicates slope movement. Resulting length changes of the landslide surface are composed of several component types of movement underground: e.g. spreading, boulder subsidence, shear (both horizontal and vertical) or rotation and toppling. They can be distinguished heavily in such detailed view on the surface. Changes of the sedimentary structures orientation (e.g. bedding, current marks), measured on the cave walls, can help to decode the resulting deformation character. The acquired displacement readings quite correlate with precipitation. Most significant event happened after a sudden precipitation change (extremely wet and long period after the dry one - June and July readings).

Úvod

Svahové pohyby představují v území východní Moravy závažné přírodní riziko. V reliéfu se projevují vznikem složitých, často hluboce založených svahových deformací. Tyto jevy jsou mj. úzce spjaty s geologickou stavbou oblasti. Flyšové horniny křídového až paleogenního stáří jsou charakteristické střídáním různě mocných poloh slepenců, pískovců, prachovců a plastických jílovců. Zmíněná kombinace hornin spolu s vysokou energií reliéfu způsobuje zvýšenou nestabilitu svahů. Na území bývalého okresu Vsetín bylo po povodních v roce 1997 aktivováno nebo reaktivováno více než 300 sesuvů, větší část svahových deformací však zůstala i po těchto povodních uklidněna. Častým prvkem reliéfu hlubokých svahových deformací jsou pseudokrasové jevy, zvláště rozsedlinové a suťové jeskyně. Tyto jeskyně mohou vypovídat i o dynamice a charakteru svahových pohybů v daném sesuvném území.

Problematikou vzniku a vývoje podzemních dutin v račanské jednotce magurského flyše Vnějších Západních Karpat se zabývalo více autorů. V některých pracích (např. Demek 1973; Wagner 1984; Wagner et al. 1990) převládá názor, že vznik dnešních podzemních dutin byl podmíněn a výrazně kontrolován periglaciálním klimatem chladných glaciálů. Novější práce, které se více zaměřují na současné procesy, nastiňují mechanismus vzniku některých typů jeskyní (Košťák 1982; Rybář 1982), zejména v oblasti „české křídý“ (Stemberk – Zvelebil 1999). V NP Podyjí pracoval Maťa (1995) a Pospíšil et al. (1996) a v okolí přehradních děl v Moravskoslezských Beskydech Novosad (1966).

Zvýšená dynamika současných pohybů v souvislosti se zvýšenými srážkami v r. 1997 se zřetelně projevila i v podzemních dutinách – rozsedlinových a suťových jeskyních. Zdá se, že tyto dutiny jsou relativně velmi mladé a mohou poměrně citlivě reagovat na působení vnějších činitelů (Baroň – Dobeš 2000, Baroň 2001). Proto byl řešen projekt FRVŠ č. 742/2002 „Podzemní dutiny jako indikátory dynamiky svahových pohybů“, zabývající se pseudokrasovými jeskyněmi jako možnými indikátory svahových pohybů v hlubokých svahových deformacích na Vsetínsku.

Hlavními cíli v první fázi výzkumu bylo:

- zhodnotit intenzitu současných pohybů v podzemních dutinách studované oblasti,
- posoudit vliv různých faktorů na dynamiku pohybů a na základě získaných údajů o pohybech a jejich korelací s meteorologickými údaji se pokusit v hrubých rysech modelovat vývoj jednotlivých lokalit.

Metodika

V pěti modelových jeskyních byla instalována síť pevných bodů (dilatometrické nýty), na kterých byly příložným dilatometrem „Hölle“ měřeny pohyby skalních bloků. Dilatometr byl bezplatně zapůjčen z ÚSMH AV ČR Praha. Měření probíhala 1 × měsíčně, vždy pokud možno přibližně v polovině měsíce. Nad vybranými jeskyněmi na lokalitách Kopce a Vaculov-Sedlo byl veden povrchový pořad pevných stabilizovaných (zabetonovaných) bodů pro pásmovou extenzometrii. Pohyby povrchových

pevných bodů byly měřeny pásmovým extenzometrem typu Kobra. Měření povrchové extenzometrie probíhala od dubna 2002 vždy 1× měsíčně, v této práci však nebudou detailněji diskutována. Naměřené hodnoty byly upraveny o chybu teplotně-délkových změn materiálu měřidla (délkové roztažnosti oceli v závislosti na okamžité teplotě vzduchu v místě měření). Jednotlivé takto získané hodnoty byly srovnány s chodem a intenzitou srážek. Údaje o denních úhrnech srážek byly bezplatně získány z meteorologické stanice Vsetín. Charakter pohybů byl studován i měřením změn orientace strukturních prvků (vrstevnatost, plochy zlomů, závalky), porovnáváním příčných řezů jeskynních chodeb a kontrolou porušení indikačních skel mezi skalními bloky.

Stručná charakteristika studovaných svahových deformací

Výzkum byl prováděn na 4 modelových lokalitách se svahovými deformacemi projevujícími se vznikem člověku průlezných podzemních dutin: Křížový vrch u Semetína, Vaculov-Sedlo u Malé Bystřice, Kopce u Lidečka a Kobylská u Karolinky. Pátá původně plánovaná lokalita Pulčín-Hradisko byla na základě doporučení pracovníků Správy CHKO Beskydy pro její přísný statut ochrany z výzkumu vyloučena. V prvních fázích výzkumu byla provedena terénní rekonoskace a na lokalitách, které nebyly dosud zmapovány, proběhly geomorfologické mapovací práce. Podrobnější popis lokalit byl podán v pracích Baroně et al. (2002), Baroně – Dobeše (2000) a Krejčího et al. (2002). Všechny studované hluboké svahové deformace jsou situovány v račanské jednotce magurské skupiny příkrovů Vnějších Západních Karpat a nacházejí se v okolí Vsetína.

Popis jednotlivých modelových situací

Jeskyně Naděje (Kopce)

Rozsedlinová jeskyně Naděje je situována v horní části blokového sesuvu asi 100 m na S od vrcholu Kopce (699 m n.m.). Z celkem 13 zdejších pseudokrasových jeskyní

je Naděje nejdelší (120 m). Měřické body byly instalovány v interiéru západní části jeskyně 5 a 8 m od vchodu. Body „Kopce 1-2“ a „3-4“ byly osazeny na totožné rozsedlině, jen asi 1 m nad sebou. Body „Kopce 5-6“ byly osazeny na opačné straně téhož bloku na rozsedlině paralelní s výše uvedenou (obr. 1a).

Jeskyně Slimrovka (Kopce)

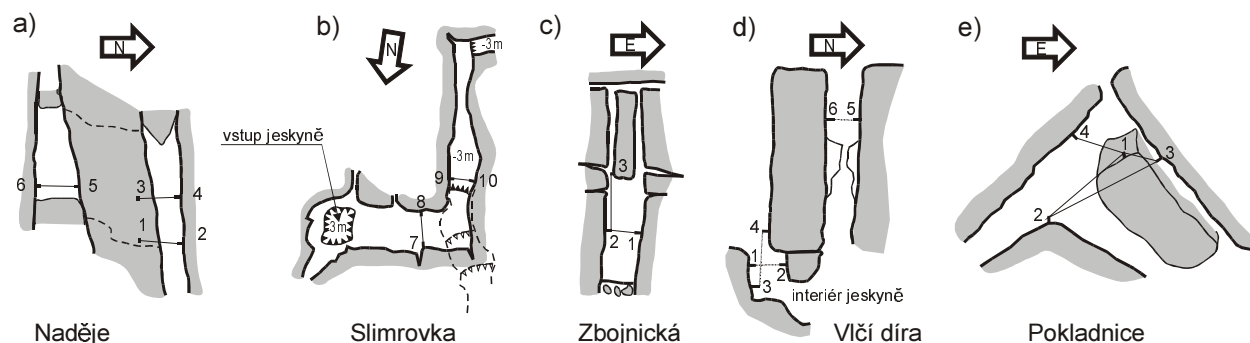
Jeskyně Slimrovka leží asi 40 m z. od jeskyně Naděje a je asi 40 m dlouhá. Je rozsedlinového původu. Měřické body „Kopce 7-8“ a „9-10“ byly instalovány za 2,5 m hlubokou vstupní propástkou ve vzdálenosti asi 4 a 6 m od vchodu jeskyně. První dvojice bodů je orientována ve smyslu předpokládaného pohybu (rozsedlina paralelní se směrem svahu), druhá dvojice je na ni přibližně kolmá (obr. 1b).

Jeskyně Zbojnická (Křížový vrch)

Vstup do drobné rozsedlinové jeskyně Zbojnická, která je 20 m dlouhá a 12 m hluboká, je v západním ukončení skalních stěn v odlučné oblasti rozsáhlé svahové deformace. Vstupní šachta hluboká 2,5 m přechází velmi úzkou a postupně klesající rozsedlinovou chodbou a malou propástkou do prostoru dlouhé 10 m, vysoké až 2 m a široké asi 1 m. Měření intenzity pohybu bloků probíhá v poslední prostře jeskyně jednak mezi stěnami hlavní rozsedliny (body 1-2; předpokládaný směr pohybu), jednak je studována rychlost vklesávání bloku, tvořícího v těchto místech strop jeskyně (body 2-3, obr. 1c).

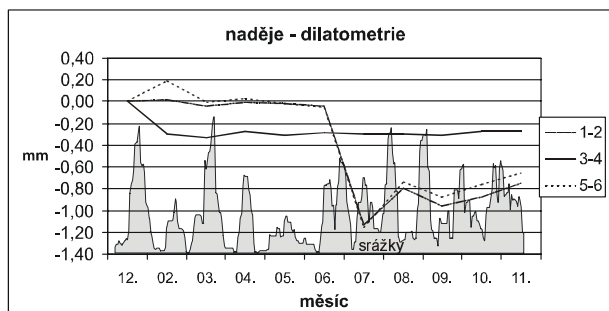
Jeskyně Vlčí díra (Vaculov-Sedlo)

Rozsedlinová jeskyně Vlčí díra vznikla gravitačním rozvolňováním slepenců a pískovců na čele dílčí horninové kry ve svahové deformaci Vaculov-Sedlo. Úzký vertikální vchod (1×0,5 m) se nachází pod výraznou slepencovou skalní stěnou vysokou 4 m. Po asi dvoumetrovém svislém stupni se úzká chodba jeskyně lomí směrem do svahu, kde po dvou víceméně horizontálních metrech chodba klesá a rozšiřuje se v dutinu 2 m dlouhou, asi 2 m vysokou a 2,5 m širokou. Potud byla jeskyně dlouhá 6 metrů. Ve stropě



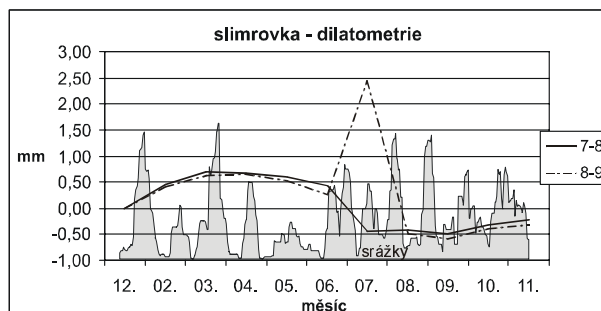
Obr. 1 – Skica situace v místě měření svahových pohybů: a) jeskyně Naděje (příčný řez), b) jeskyně Slimrovka (půdorys částí jeskyně blízko vstupu), c) jeskyně Zbojnická (příčný řez), d) jeskyně Vlčí díra (podélný řez) a e) jeskyně Pokladnice (příčný řez vstupem jeskyně).

Fig. 1 – Situation at place of measuring (sketches only): a) entrance part of the Naděje cave (cross-section), b) ground plan of the Slimrovka cave entrance part, c) the deepest part of the Zbojnická cave (cross section), d) the Vlčí Díra cave (longitudinal section) and e) the Pokladnice cave (entrance cross section).



Obr. 2 – Graf pohybů zaznamenaných v roce 2002 v jeskyni Naděje.

Fig. 2 – Slope movements recorded in the Naděje cave at Kopce Hill during 2002.



Obr. 3 – Graf pohybů zaznamenaných v roce 2002 v jeskyni Slimrovka na Kopcích u Lidečka.

Fig. 3 – Slope movements recorded in the Slimrovka cave at Kopce Hill during 2002.

poslední prostory byl vytvořen komínek úzký jen asi 15 cm.

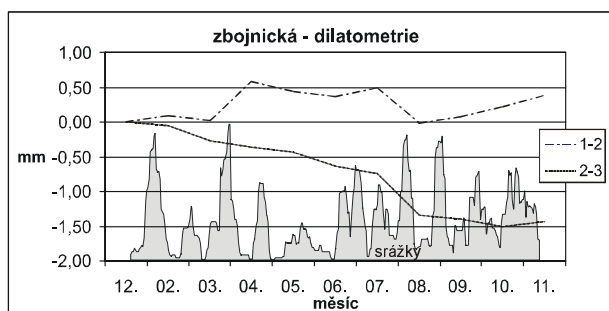
V roce 1994 došlo v jeskyni ke zřetelným pohybům. Čelní skalka nad vchodem jeskyně se poněkud odklonila směrem do údolí (charakter pohybu – toppling) a začala se naklánět na vchod jeskyně. Tak došlo ke zprůlžnění komínu v jejím týlu, kde se vytvořila další prostora o délce asi 3 metrů přímo nad hlavní částí jeskyně. Tato nová prostora je spojena s povrchem úzkou spárou a je vyplněna směsí hlín a spleti kořenů. Po roce 1994 byla tedy jeskyně prodloužena na celkových 11 metrů.

Následně (po r. 1997) byl výše po svahu aktivován středně hluboký translační sesuv, který působí svou tíhou na své předpolí, včetně bloku i s jeskyní. Indukované pohyby zde způsobily zúžení chodby za vstupní šachtou do neprůlezných rozměrů.

Pro ověření této zmíněné změny charakteru pohybů po r. 1997 bylo prováděno měření na čelní skalce nad vchodem jeskyně. Dilatometrické body byly osazeny jednak ve vstupní šachtičce ve svislém směru (body 3-4), horizontálním souběžně se spádnici svahu (1-2) a s ním paralelně v týlní části skalky (5-6; obr. 1d).

Jeskyně Pokladnice (Kobylská)

Suťová jeskyně Pokladnice je situována v druhotně deformované (rozlámané) pískovcové poloze v odlučné stěně svahové deformace Kobylská. Vrstevnatost pískovců je zde strmě ukloněna k jihu. Jeskyně je dlouhá 13 m a na lokalitě Kobylské díry je nejdelší. Dvojice dilatometrických bodů 1-2, 2-3, 1-3 a 1-4 byly instalovány ve vstupní části jeskyně (obr. 1e) a v podstatě reprezentují pohyby



Obr. 4 – Graf pohybů zaznamenaných v roce 2002 v jeskyni Zbojnická na Křížovém vrchu.

Fig. 4 – Slope movements recorded in the Zbojnická cave at Křížový Hill during 2002.

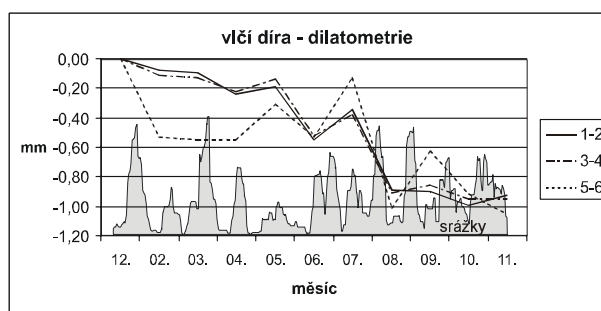
báze balvanového až blokového pole v této části svahové deformace.

Výsledky

Celkem bylo od prosince 2001 do listopadu 2002 naměřeno 418 dilatometrických a extenzometrických hodnot v pěti pseudokrasových jeskyních čtyř různých svahových deformací na Vsetínsku.

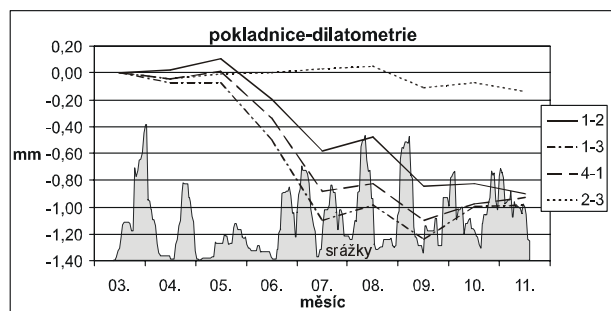
Pohyby naměřené v jeskyních na Kopcích u Lidečka (jeskyně Slimrovka a Naděje) byly ovlivněny hlavně výrazně suchým obdobím přibližně od poloviny dubna do poloviny června, vystřídáným dlouhodobě poměrně velmi vlhkým počasím. Nejprve nebyly pohyby nijak příliš významné, k výrazné změně došlo na počátku zmíněného vlhkého období (obr. 2 a 3, měsíc 7). Tyto extrémní píky nelze jednoznačně považovat jako důsledek pohybů, je nutno vyloučit chybu měření monitoringem pohybů i v dalším roce. Stanoviště 3-4 v jeskyni Naděje reprezentuje neměřitelné místo z důvodu zkrácení v první fázi výzkumu mimo měřitelnou oblast měřidla.

Mírný „letní event“ byl pozorován i v jeskyni Zbojnická (zde červencová a hlavně srpnová čtení). Řada 1-2 vykazuje charakteristický kolébatý pohyb, řada 2-3 vypovídá o vklesávání balvanu ze stropu do této prostory. Mírné prodloužení na konci této řady je nejspíš dáno chybou měření (obr. 4). Dominantní deformace má v místě měření nejspíš charakter odklání bloků (toppling) a jeskyně vývojově přímo nesouvisí s hlavní částí svahové deformace.



Obr. 5 – Graf pohybů zaznamenaných v roce 2002 v jeskyni Vlčí díra na Vaculově-Sedle.

Fig. 5 – Slope movements recorded in the Vlčí Díra cave at Vaculov- Sedlo slope failure during 2002.



Obr.6 – Graf pohybů zaznamenaných v roce 2002 v jeskyni Pokladnice na svahové deformaci v Kobylské
Fig. 6 – Slope movements recorded in the Pokladnice cave at Kobylská slope failure during 2002

Pohyby čelního bloku nad jeskyní Vlčí díra mají sice trend zkrácení (na konci sezóny o 1 mm), mají však charakter „kolébání“. Zkrácení všech stanovišť lze interpretovat jako rotační sesouvání čelní skalky (typ rotation). Výrazné události v jeskyni byly zaznamenány i pásmovou extenzometrií na povrchu.

Suťová jeskyně Pokladnice na Kobylské vykazovala trvalé zkracování mezi body (obr 6), způsobené posunem bloku nad vstupem. Řada 2-3 reprezentuje opět natolik zkrácený prostor, že byl již mimo rámeček měřidla. Změny v této linii a analogické změny v ostatních liniích reprezentují nejspíš chyby teplotní roztažnosti měřidla.

Diskuze a závěr

Celkem bylo od prosince 2001 do listopadu 2002 naměřeno 418 dilatometrických a povrchových extenzometrických hodnot v pěti pseudokrasových jeskyních čtyř různých svahových deformací na Vsetínsku. Z výsledků měření vyplývá, že pohyby skalních bloků, které způsobily vznik studovaných rozsedlinových i suťových jeskyní, jsou aktivní i v současnosti. Již první data naměřená v průběhu roku 2002 ukazují, že rychlost pohybů je poměrně značná a v závislosti na typu jeskyně dosahuje rychlostí vzájemného pohybu bloků 10^{-2} až 1 mm/měsíc. Zjištěné pohyby většinou nejsou lineární, mají spíš „pulzující“ či „kolébavý“ charakter,

kdy se bloky vzájemně oddálí a opět přiblíží (resp. naopak) v závislosti na nejrůznějších faktorech. Tyto pohyby však nemusí přímo reprezentovat aktivitu svahové deformace jako celku. Jeskyně totiž mohou vzniknout až druhotně po hlavní fázi vzniku celého sesuvného území (např. jeskyně v odlučných zónách na Křížovém vrchu nebo na Kobylské). Naopak jeskyně na Kopcích a Vaculově jsou situovány přímo uvnitř studované deformace a velice citlivě vypovídají o pohybech formujících celou deformaci. Pro posouzení výpovědní hodnoty jeskyní jako indikátorů pohybů ve svahových deformacích je proto třeba posoudit i pozici jeskyně v rámci celé deformace, typ jeskyně a její genezi.

K tomu může posloužit mj. analýza prostorových změn orientace různých strukturních prvků (vrstevnatost, plochy zlomů, sedimentární struktury), příčné řezy jeskynních chodeb (Margielewski & Urban 2002), poškození indikačních sklíčků a také naměřené pohyby. Ve studovaných jeskyních tak byly identifikovány zejména tyto typy pohybů: odklánění bloků (toppling), střížné pohyby, rozsedání (spreading), rotace s.s. (rotation), vklesávání balvanů (subsidence) a řícení (falling).

Dynamika pohybů byla ovlivněna nejrůznějšími faktory. Jednotlivé „eventy“ zaznamenané v letních měsících téměř na všech lokalitách byly pozitivně korelovány s náhlou změnou chodu a intenzity srážek na hvězdárně ve Vsetíně (stanice je situována přibližně uprostřed mezi studovanými lokalitami). Pohyby jsou taky ovlivněny velikostí skalních bloků, na nichž byly umístěny měřické body a dále teplotně-objemovými změnami bloků a vlhkostně-objemovými změnami expandujících jílových minerálů v podloží (Forlati et al. 1998).

Zjištěná dynamika svahových pohybů v modelových jeskyních byla poměrně vysoká a jasně svědčí o dnes probíhajících procesech, vedoucích ke vzniku těchto jeskyní. Studované jeskyně jsou tedy s největší pravděpodobností velmi mladé a doba jejich vzniku bude nejspíš omezena na období maximálně pozdního glaciálu, ale nejspíš holocénu (hlavně na vlhčí úseky), tzn. na období zvýšené aktivizace svahových pohybů. Měření budou pokračovat ještě i v roce 2003, aby byly minimalizovány chyby měření.

Literatura:

- Baroň, I. (2001): Pseudokrasové jeskyně. – In: Pavelka J., Trezner J. et al. (eds.): Příroda Valašska (okres Vsetín). ČSOP Vsetín.
- Baroň, I. – Dobeš, P. (2000): Výsledky speleologických výzkumů na Kopcích u Lidečka. – Speleofórum, 19, 5–11. Praha.
- Baroň, I. – Čilek, V. – Kirchner, K. – Krejčí, O. – Melichar, R. (2002): Geomorfologické aspekty hlubokých svahových deformací na Vsetínsku. Případová studie: Vaculov-Sedlo, Kobylská a Křížový vrch. – In.: Kirchner, K., Roštinský, P. (eds.): Stav geomorfologických výzkumů v roce 2001 - příspěvky z mezinárodního semináře konaného 10.-11.6. 2002 v Brně. Geomorfologický sborník 1, vyd. MU Brno, 10-14.
- Burkhardt, R. – Plička, M. (1967): Dva význačné sesuvy ve Vizovické vrchovině. – Sborník Československé společnosti zeměpisné, 4, 72, 305–311. Praha.
- Forlati, F. – Lancellotta, R. – Scavia, C. – Simeoni, L. (1998): Swelling processes in sliding marly layers in the Langhe region, Italy. – In.: Evangelista and Picarelli (eds.): The Geotechnics of Hard Soils – Soft Rocks. – Proc. Int. Symp., Napoli, 12-14 October 1998. Balkema, 1089-1099 pp. Rotterdam.
- Kirchner, K. – Krejčí, O. (1998): Slope movements in the Flysch Carpathians of Eastern Moravia (Vsetín District), triggered by extreme rainfalls in 1997. – Moravian Geographical Reports, 6, 1, 43–52. Brno.

- Kirchner, K. – Krejčí, O. – Roupec, P. (1996): Geomorfologický a geologický výzkum některých lokalit v magurském flyši. – Geol. Výzk. Mor. Slez. v Roce 1995, 65–68. Brno.
- Košťák, B. (1982): Sledování recentního vzniku rozsedlinových jeskyní. – Sborník referátů ze Symposia o pseudo-krasu v ČSSR, Stalagmit, 23–25. Janovičky u Broumova.
- Margielewski, W. – Urban, J. (2002): Initiation of Mass Movement in the Polish Carpathians Studied in the Selected Crevise-type Caves. – In: Rybář J., Stemberk J., Wagner P. (eds.): Landslides – Proceedings of the 1st European Conference on Landslides, Prague, Czech Republic, June 24-26, 2002. – Swets & Zeitlinger, Lisse, 405 - 409.
- Mařa, J. (1995): Drobně-tektonický výzkum moravika v okolí Vranova nad Dyjí a vznik Ledových slují. – MS, diplomová práce. Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, Brno.
- Novosad, S. (1966): Porušení svahů v godulských vrstvách Moravskoslezských Beskyd. – Sbor. geol. Věd, Hydrogeol. inž. Geol., 5, 71–86. Praha.
- Pospíšil, L. – Pazdírek, O. – Frolka, J. – Jančovič, L. – Kirchner, K. – Hanžl, P. (1996): Analýza strukturně-tektonických poměrů území NP Podyjí se zvláštním zřetelům na lokalitu Ledové sluje. – MS. Archiv Geofyzika Brno.
- Rybář, J. (1982): Svahové pohyby podmiňující vznik rozsedlinových jeskyní. – Stalagmit, sborník referátů ze Symposia o pseudokrasi v ČSSR, 23–25. Janovičky u Broumova.
- Rybář J. (1999): Rozbor příčin zvýšeného výskytu svahových deformací v České republice v červenci 1997. – Geotechnika, 1999, 2, 7–14. Praha.
- Rybář, J. – Stemberk, J. – Suchý J. (1997): Zpráva o inženýrskogeologickém mapování svahových deformací podél toku Vsetínské Bečvy v úseku Bystřička–Valašské Meziříčí. – MS. MŽP Praha.
- Stemberk, J. – Zvelebil, J. (1999): Skalní řízení v kvádrových pískovcích v první polovině roku 1998 na Děčínsku. — Geotechnika, 1998, 4, 10–12. Praha.
- Wagner, J. (1984): Vývoj a morfologie pseudokrasových forem vnějšího flyšového pásma Západních Karpat. – Čs. Kras, 34, 75–81. Praha.
- Wagner, J. et al. (1990): Jeskyně Moravskoslezských Beskyd a okolí. – Knihovna ČSS, 17, 1–130. Praha.