

extension related with the disintegration of the Western Carpathians orogene and the origin of Neogene basins. The Neogene tectonic evolution, with the significant tectonic events and the origin of the sediment basins strictly result with the denudation chronology of the Western Carpathians.

The present Slovak geomorphology is characterized by the insufficient transformation relations between the earlier and the latest chronostratigraphy of Neogene and the denudation chronology from which also results the dissension of Slovak geomorphologists to the dating of the genetic forms of the georelief. It shows, that the classical ideas of E. Mazúr and M. Lukniš from 60. and 70. years of the 20-th century are outdated in many places. The proposal of the modified Western Carpathians denudation chronology (Bizubová, Minár, 1992) was the first attempt for the correspondence of the new chronostratigraphy of Neogene, the neotectonic orogenetic phases and the dating with the surfaces planation. They defined the new generation of surfaces planation – undermidmountains level. The scheme also consists of some outline of the space aspect of the planation from SW – NE. It is indisputable, that the region of Slovak in the neotectonic stage of the development had been passing through many periods which in a high degree had registered to the character of the georelief. It is topical the constitution of the new denudation chronology of the Western Carpathians takes account of the time-space aspects, regional personalities, the age of the planation rocks, the relationship to the correlative sediments and which were more plastic.

Recenzent: RNDr. Miloš Stankovičský CSc.

EXTRÉMNE GEOMORFOLOGICKÉ PROCESY AKO PRÍRODNÉ ŽIVLY

Jozef JAKÁL

Abstract

The study analyses the development of chosen extreme geomorphologic processes beginning with their latent stage and ending by a sudden destructive process acting in a limited space of landscape.

Key words: extreme geomorphological processes, hazards, risks

ÚVOD

V ostatných rokoch zaznamenávame silnú orientáciu výskumu na problematiku extrémnych geomorfologických procesov, ktorých neočakávaný nástup a rýchly priebeh ohrozuje človeka a štruktúry, ktoré vytvoril v krajine. Preto je nevyhnutné poznať rizikové oblasti, ktoré môžu byť postihnuté takýmto prírodným živlom. Toto poznanie môžeme získať na základe predchádzajúcich udalostí živelného charakteru alebo na základe štúdia krajiny a jej prírodných pomerov.

Cieľom našej práce je sústrediť pozornosť na určité špecifické javy a procesy, ktoré môžeme zahrnúť do skupiny geomorfologických prírodných živlov. Tieto problémy chceme riešiť

Doc. RNDr. Jozef JAKÁL, DrSc.

Geografický ústav SAV, Štefánikova 49, 814 73 Bratislava

v kontexte s problematikou, ktorá je v zahraničnej literatúre označovaná ako prírodné hazardy a riziká.

TERMINOLÓGIA A GEOGRAFICKÝ PRÍSTUP K PROBLEMATIKE

Termín „hazard“, ktorý sa javí ako nevhodný pre používanie v slovenskom jazyku, bol nahradený výrazom „hrozba“, ktorý podľa niektorých autorov v slovenčine lepšie vystihuje náhle prírodné procesy. Tento termín zaviedli Minár, Tremboš (1994), prevzal Trizna (1998), v češtine Hrádek, Kolečka, Švehlík (1994) použili adekvátny výraz „ohrožení“. Minár, Tremboš (1994) „hrozbu“ (hazard) stotožňujú s výsledkom pôsobenia iniciálneho prírodného procesu v prírodnej krajine (s fyzikálnym prejavom tohto procesu), ktorý negatívne vplyva na záujmy ľudskej society. Termín „riziko“ podľa uvedených autorov už bezprostredne vyjadruje vplyv hrozby (hazardu) na záujmy spoločnosti, ktorý možno vyjadriť v sociálnych, či ekonomických kategóriách (straty na životoch, ekonomické straty a pod.). V práci Ira, Kollár (1993) venovanej technologickým hazardom a rizikám sa uvádza, že americkí geografi Zigler, Johanson, Brunna pod pojmom hazard chápu negatívny dôsledok, akým je napr. strata života, degradácia ekosystému. Teda ako dôsledok nejakého procesu alebo javu, ktorý už prebehol. Pod pojmom riziko vyjadrujú pravdepodobnosť nahromadenia negatívnych dôsledkov.

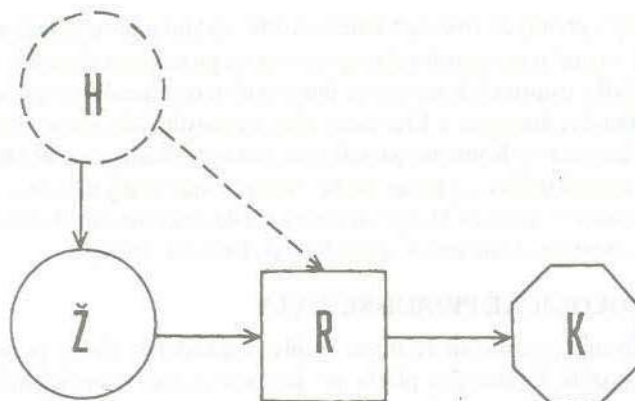
Podľa nášho názoru používanie termínov „hrozba“ (hazard) a riziko v slovenskom jazyku sa nachádza v rovine potenciálnej možnosti výskytu určitých javov a procesov, ktoré ešte nenastali, ale je predpoklad, že sa v blízkej budúcnosti prejaví a nastanú. Preto sa pokúsime posúdiť celý problém z hľadiska významového (terminologicky), ale najmä z priestorového aspektu.

Pod „hrozbou“ sa v slovenčine rozumie skôr blízkosť niečoho nebezpečného (Krátky slovník slovenského jazyka 1987), niečoho čo môže nastať, ale ešte nenastalo. Keď toto nebezpečie nastane, vtedy sa už stáva aktívnym procesom pôsobiacim ako prírodný živél. V slovenskom jazyku pod „prírodným živlom“ sa rozumie prírodná sila, obvyčajne zhubne pôsobiaca, neovládateľná. Preto sa prihovám za to, aby sme javom a procesom priradili adekvátne slovenské pojmy.

Termín „hrozba“ a „riziko“ navrhujeme používať len pre javy vyskytujúce sa vo vymedzenom priestore krajiny. Hrozba sa viaže na jav, ktorý sa nachádza v latentnom štádiu vývoja (potenciálny zosun, lavínište, gravitačný blok) a susedné územie je ním ohrozené v prípade aktivizácie javu, vyúsťujúceho do náhleho procesu. Takto ohrozené územie navrhujem označiť za rizikové a realizácia aktivít človeka v ňom sa stáva rizikom. Vlastný, náhly a ničivý proces je potom prírodným živlom, ktorý vyvoláva a spôsobuje v rizikovej oblasti katastrofu (Obr. 1 a 2).

STAV POZNANIA

Náhle a katastrofické prírodné procesy boli na Slovensku študované geomorfológmi, geológmi a hydrológmi a niektoré boli spracované v samostatných monografiách. Upozorňujeme len na tie, ktoré súvisia s geomorfologickými procesmi. Zosuny Slovenska spracoval A. Nemček (1982), eróziu pôdy D. Zachar (1970), snehové lavíny L. Kňazovický (1967). Procesom vo vysokých pohoriach je venovaná práca R. Midriaka (1983), ale týmto sa nevyhol



Obr. 1. Následnosť javov a procesov v krajine

H – hrozba (jav v latentnom štádiu), Ž – prírodný živelný proces + jeho intenzita, R – riziko – (oblasť ohrozenia) + citlivosť krajiny, K – katastrofa (dôsledok prírodného živlu) vyjadrenie v stratách na životoch, ekonomických a ekologických škodách

ani M. Lukniš (1973) (mury, zlomiská), E. Mazúr (1963) (rozpad hrebeňov, zosuny). Za východiskovú prácu, ktorá sa venuje komplexnejšie prírodným hrozbám (živlom) môžeme pokladať štúdiu Minár, Tremboš (1994). Niektoré poznatky o prírodných živloch na Slovensku zahrnuli do svojej regionálne širšie koncipovanej práce Hrádek, Kolejka, Švehlík (1995).

PRÍRODNÉ ŽIVLY

Každý prírodný proces, najmä náhly, s rýchlym priebehom je odrazom uvoľnenia určitého napätia v dynamickom systéme Zeme. Niektoré sú prejavom vnútorných endogénnych síl Zeme ako vulkanizmus, seizmicita, ktoré môžeme označiť ako geologické prírodné živly.

Iné sú výsledkom pôsobenia gravitačnej sily, znásobenej ďalšími prírodnými faktormi, také sú zlomiská (skalné zrútenia), zosuny, zrútenie stropov jaskýň, skalné lavíny, kedy ide o geomorfologické prírodné živly. Ďalšie sú výsledkom spolupôsobenia náhlych meteorologických javov (vysokých zrážok, zvýšenie teplôt spôsobujúcich odmák), konfigurácie reliéfu, vlastností pôdy a geologického podložia. Takými sú snehové lavíny, mury, výmoľová a veterná erózia. Výsledkom spolupôsobenia meteorologických javov – vysokých zrážok, hydrologických pomérov – zvýšenie vodného stavu a prietokov vodných tokov, konfigurácie reliéfu a morfo-metrických parametrov reliéfu, ktoré limitujú a usmerňujú rozsah pôsobenia prírodného živla a vlastností podložia, sú povodne. Medzi čisto klimatické živly zaraďujeme tropické cyklóny, krupobitie, prízemné mrazy, suchá a pod.

GEOLOGICKÉ PRÍRODNÉ ŽIVLY OVPLYVŇUJÚCE RELIÉF

Vulkanizmus môže zotrieť staré črty reliéfu a vytvárať formy nové. Vulkanizmus postihoval Slovensko najmä od sarmatu až do kvartéru. Najmladší vulkanizmus bol preukázaný na strednom Slovensku v oblasti Brehy. Lávové prúdy a pyroklastiká Pútkovho vršku sa kladú do obdobia pred 130 – 140 tis. rokmi (Šimon, Halouzka 1996).

Seizmicita popri priamych zmenách reliéfu tvorbou trhlín a posunu tektonických blokov pozdĺž puklín aktivizuje zosuvné, rúťivé, prepádové a iné procesy, prejavujúce sa ako následné prírodné živly. Podľa historických záznamov intenzívne zemetrasenie sa vyskytlo v roku 1443 v širšom okolí Banskej Štiavnice a Kremnice. Doteraz najsilnejšie známe zemetrasenie bolo v roku 1763 s epicentrom v Komárne, ktorého intenzita sa odhaduje na 90 MCS. Mesto bolo takmer zničené, vznikli trhliny asi meter široké. V rozvalinách zahynulo vyše 60 osôb.

Silnejšiu seizmicitu má oblasť Malých Karpát s najaktívnejším ohniskom v oblasti Dobrej Vody. Ďalším územím je okolie Žiliny a Strážskeho (Brouček 1980).

GEOMORFOLOGICKÉ PRIRODNÉ ŽIVLY

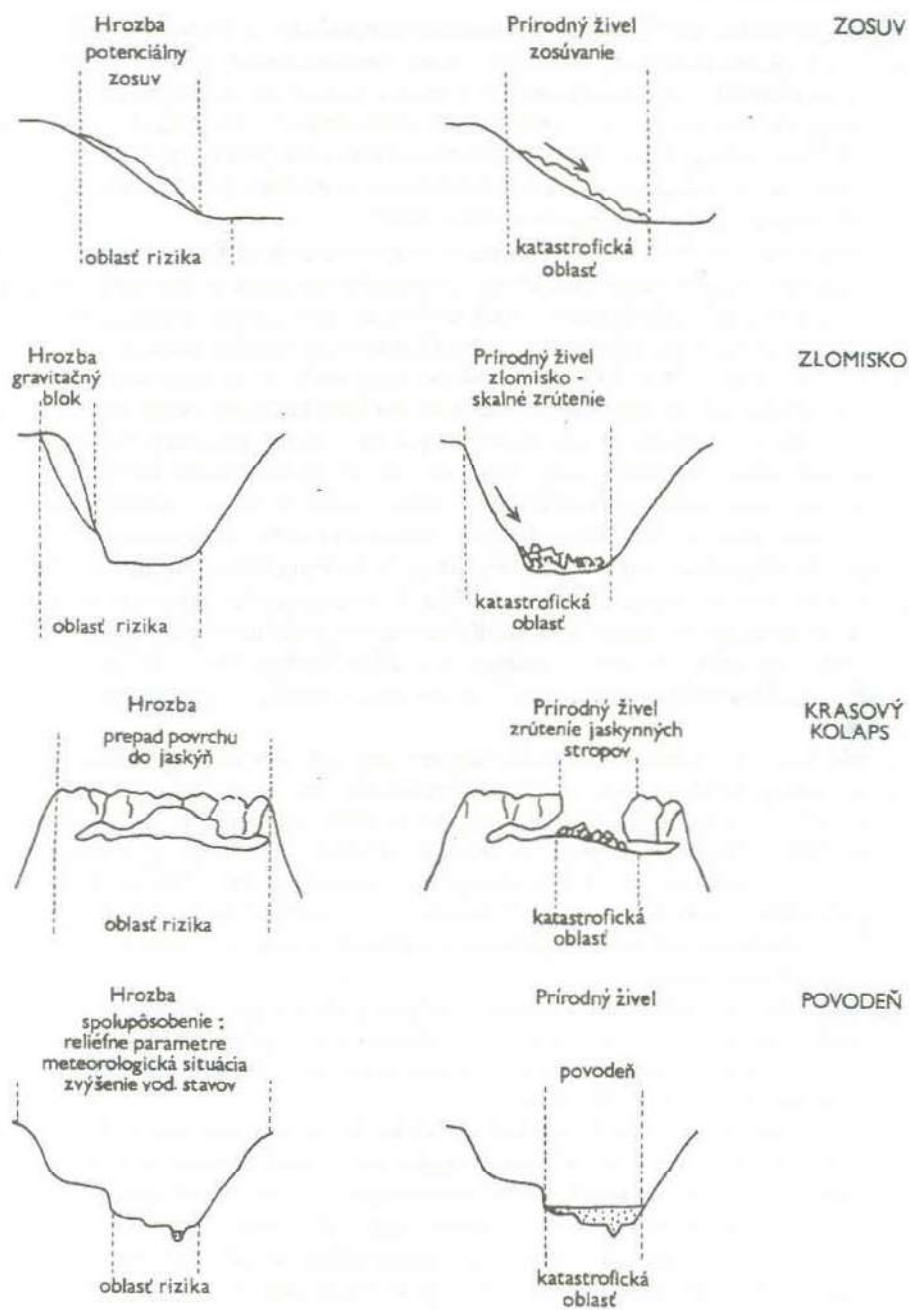
Zosuny. Zosúvanie predstavuje relatívne rýchly, krátkodobý, klzavý pohyb horninových hmôt po svahu pozdĺž šmykových plôch, pri ktorom sa časť zosuvnej hmoty premiestni a presunie na povrch neporušených hornín, vytvára tak na svahu zosuvnú akumuláciu. Zosuny sú klasickým príkladom, keď z pozície potenciálneho zosunu (hrozby) sa vyvinie extrémny klzavý pohyb horninovej masy (prírodný živý), ktorý prekryje rizikovú oblasť (Obr. 2).

Oblasť najčastejšieho výskytu zosunov sa sústreďujú do flyšových pohorí a na úpätie vulkanických pohorí. Medzi najrozsiahlejšie môžeme zahrnúť zosun, ktorý vznikol v rokoch 1960-1961 v Handlovej. Dosiahol dĺžku 1630 metrov. V odľučnej oblasti mal tvar 80 – 110 metrov širokého zemného prúdu, spoločná šírka prúdov dosiahla v spodnej akumuláčnej oblasti 1200 metrov (Nemčok 1982). Častý výskyt zosunov bol zaznamenaný v rokoch 1994-1995 v Hornonitrianskej kotline, ktoré ohrozovali obce Malá a Veľká Čausa, Diviaky – Banky, Bojnice. Zosunom boli zahradené jazerá Morské oko vo Vihorlate, Izra a Malá Izra v Slanských vrchoch.

Zlomiská (skalné strže). Ide o náhly jednorázový proces gravitačného zrútenia mohutného skalného bloku na okraji strmého svahu s rozpadom tohto bloku. Známe je zlomisko v Kôp-rovej doline pod Grúnikom vo Vysokých Tatrách. Materiál zlomiska pri zrútení nabehol na náprotivnú stranu doliny. V doline vytvoril rozsiahly val o dĺžke 550 m, šírke 450 m a výške 40 m. Objem materiálu sa odhaduje na 8 mil. m³. Vznik zlomiska sa kladie do poslednej doby ľadovej, resp. staršieho holocénu. Ide o najväčšiu známu katastrofickú udalosť v Tatrách (Lukniš 1973). Zlomisko v Levočských vrchoch pri Jakubovanoch zahradillo dolinu a vzniklo jazero. Podobne vznikli jazerá pri Jezersku a Osturni.

Mury (prívalové skalné prúdy) vznikajú v žľaboch počas výdatných lejakov, keď v nich ležiaca sutina je tak zvodnená, že sa dá do pohybu a na úpätie svahu sa vyhrnie na kužeľ. Najkatastrofálnejšia mura, u nás doteraz zaznamenaná, postihla dedinu Štefanová v Malej Fatre. Dňa 11.6.1848 z Kreminnej doliny bola vyplavená mura o objeme asi 25 000 m³ hmoty. Zničila obec a spôsobila smrť 14 ľudí (in Janík, Štollmann 1981). Častým javom sú mury vo Vysokých Tatrách. Dňa 13.8.1813 murový prúd zavliekol balvany až do blízkosti Starého Smokovca. Typické mury sa tvoria pod Slavkovským štítom (Lukniš 1973).

Skalné zrútenia v krase. V krasových územiach s vysokým stupňom skrasovatenia v miestach, kde sa nachádzajú jaskyne v starobnom štádiu vývoja, dochádza k náhlemu zrúteniu stropov jaskýň (obr. 2). Najznámejšie vznikli v Slovenskom krase – priepasť Silická ľadnica, v Slovenskom ráji – prepádisko Duča a vstupná časť Dobšinskej ľadovej jaskyne. Datovanie



Obr. 2. Geomorfologické prírodné živly. Priestorové vzťahy (Jakál 1998)

ich vzniku je obtiažne. Pri Silickej ľadnici môžeme predpokladať, že vzniklo pred zaľadnením jaskyne, a to je po období jej osídlenia v dobe latenskej (0-400 rokov pred Kristom). V krasovom území Bystrianskeho krasu leží časť obce Valaská na strednej kvartérnej terase, zrezávajúcej okraj krasu. V roku 1964 vznikol veľký prepád v hospodárskej časti dvora (Kubfny 1974). Na okraji krasu Drieňového vrchu vznikla v roku 1991 kolapsová krasová jama s prepadom cesty v dôsledku prieniku technických vôd z odkaliska popola a otrasov vyvolaných nákladnou automobilovou dopravou (Jakál 1993).

Snehové lavíny. Snehová lavína predstavuje uvoľnenú masu snehu, ktorá sa rúti po svahu do doliny. Geomorfologický ráz územia, jeho morfolometrické parametre spolu s meteorologickými faktormi vytvárajú predpoklady pre vznik snehových lavín. Lavíny sú typické pre vysoké pohoria, tvoria sa nad hornou hranicou lesa, predovšetkým na strmých svahoch. Lavíniská sa nachádzajú vo výškach 1200-2000 m n.m. Mocné masy snehu po strate rovnováhy sa náhle dostanú do zrýchleného pohybu často s prienikom cez lesné pásmo až na dno doliny. Lavína sa prejavuje ako reliéfotvorný proces. Najmä typ základnej lavíny, ktorá sa pohybuje po skalnom podloží strháva uvoľnené skaly, ktoré sa rúti do nižších polôh. Lavíny vytvárajú lavínové ryhy, ktoré sa vejárovite zbíhajú po svahu smerom do doliny. Gravitačné a erózne ryhy sa stávajú miestom pre lavínové dráhy. L. Kňazovický (1980) udáva nasledovnú rozlohu lavínových oblastí Slovenska: Malá Fatra 794 ha, Veľká Fatra 853 ha, Nízke Tatry 2684 ha, Západné Tatry 4490 ha, Východné Tatry 3707 ha. Zo známejších lavín, ktoré priviedli obeť na ľudských životoch uvádzame lavínište Rybie pod východnými svahmi Krížnej (ľudské obeť 1751 – 10, 1924 – 18 osôb). Lavínište spod Ždiarskej hory 1957 – 18 ľudí. V oblasti TANAP-u sa udáva 485 lavíníšť, z ktorých 68 ohrozuje verejné a turistické cesty, 62 poškodzuje les.

Erózia pôdy. Normálna neškodná erózia pôdy odpovedá úbytku pôdy, ktorý môže byť nahradený pedogenetickými procesmi, odnos je menší ako vznik novej pôdy. Zhubná, škodlivá erózia vedie k tomu, že úbytok pôdy je väčší ako sa môže pôdotvornými procesmi vytvoriť (Švehlík 1996). Proces erózie pôdy je obyčajne dlhodobý a pomalý. Extrémny úbytok pôdy nastáva počas mimoriadnych meteorologických situácií, ako sú veterné smršte – veterná erózia pôdy alebo vysoké zrážky, ležaky vedúce k výmoľovej erózii pôdy. Antropické zmeny v krajine – odlesnenie, nesprávne agrotechnické postupy, rozoranie menších pozemkov – zvýšili intenzitu urýchlenej erózie.

Veterná erózia sa sústreďuje do oblastí naviatych pieskov a spraší, najmä do Záhorskej, Podunajskej a Východoslovenskej nížiny. Výmoľová erózia je priestorovo viac ohraničená, ovplyvnená substrátom, druhom pôdy a sklonitosťou terénu. Vytvárajú sa niekoľko metrov hlboké a niekoľko sto metrov dlhé výmole.

Povodne. Povodeň je z hydrologického hľadiska definovaná ako fáza hydrologického režimu vodného toku, ktorá sa môže viackrát opakovať v rôznych ročných obdobiach, vyznačuje sa náhlým, obyčajne krátkodobým zväčšovaním prietokov a vodných stavov.

Z geomorfologického hľadiska ide o nesmierne dynamický reliéfotvorný činiteľ. Mohutná kinetická energia tokov s náhle zvýšeným prietokom prehlbuje korytá riek, strháva a rozrušuje vyššie staršie štrkové terasy laterálnou eróziou, transportuje množstvo materiálu, ktorý aku-

muluje na miesta s menším spádom koryta, prekladá korytá tokov. Takýto typ procesov sa vyskytuje hlavne v horských oblastiach Slovenska.

Intenzita povodne je priamo závislá od meteorologickej situácie (množstvo zrážok) znásobená nízkou priepustnosťou hornín a stupňom odlesnenia postihnutej oblasti.

Na území Slovenska bolo v historickej dobe zaznamenaných množstvo povodní najmä na Dunaji, keď prietok prekročil hranicu $10\,000\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$. Najkatastrofálnejšia bola povodeň v roku 1965 po prietrži hrádze. Na Váhu možno pokladať za katastrofickú povodeň v roku 1813, ktorá postihla takmer všetky obce v doline Váhu. Aktuálne sa možno zmieniť o rozsiahlych povodniach na rieke Malá Svinka v roku 1998.

ZÁVER

Stredoeurópska oblasť nepatrí medzi územia s mimoriadne častým a extrémnym priebehom prírodných živlov. Vyskytujú sa však i na Slovensku regióny, ktoré sú náchylnejšie na výskyt niektorých geomorfologických prírodných živlov. Ide najmä o častý výskyt zosunov, lavín, urýchlenej erózie a pod. Poznáme oblasti s možnosťou vzniku prírodného živlu. Nie vždy môžeme určiť moment rýchleho nástupu daného procesu. Impulzom pre nástup procesu môžu byť prírodné javy, často i sám človek. Pri poznaní prírodných pomerov potenciálne ohrozovaných území a na základe predchádzajúcich skúseností je možné vykonať opatrenia, ktoré zabránia náhlemu nástupu procesu, resp. vykonať opatrenia na zmiernenie následkov prírodného živlu (protilavínové zábrany, vetrolamy, odvodnenie zosunov, priehrady a pod.). Vo väčšine prípadov však človek môže obísť riziko a vyhnúť sa svojimi aktivitami ohrozovanému územiu.

Tento príspevok bol spracovaný v rámci riešenia projektu 2/4063/98, ktorému bol udelený grant na základe odporúčania Vedeckej grantovej agentúry MŠ SR a SAV.

Literatúra:

- BROUČEK, I. (1980): Maximálna intenzita zemetrasení. Mapa 1:2 mil. Atlas SSR 1980.
- HRÁDEK, M., KOLEJKA, J., ŠVEHLÍK, R. (1994): Náhla ohrožení geomorfologickými katastrofami v České republice. Sborník České geografické společnosti, 3, 99, pp. 201-214.
- HRÁDEK, M., KOLEJKA, J., ŠVEHLÍK, R. (1995): Natural Hazards in the Czech and Slovak Republic. In Hrádek, M. (ed). Natural Hazards in the Czech Republic. Institute of Geonics. Brno, ČAV, pp. 7-56.
- JAKÁL, J. (1993): Vplyv odkalísk popola na krajinu v oblasti Chalmovej na Hornej Nitre. Geografický časopis 45, 1, pp. 67-79.
- KŇAZOVICKÝ, L. (1967): Lavíny. Vydavateľstvo SAV. p.264.
- KŇAZOVICKÝ, L. (1980): Lavínové oblasti. In Atlas SSR – textová časť. Veda, p. 161.

- KUBÍNY, D. (1974): Správa o geologických a speleologických pomeroch prepádového územia vo Valaskej pri Brezne. Slovenský kras 12, pp. 135-156.
- LUKNIŠ, M. (1973): Reliéf Vysokých Tatier a ich predpolia. Vydavateľstvo SAV, p. 375.
- MAZÚR, E. (1963): Žilinská kotlina a príslušné pohoria. Vydavateľstvo SAV, p. 185.
- MIDRIAK, R. (1983): Morfogenéza povrchu vysokých pohorí. Veda, p. 513.
- MINÁR, J., TREMBOŠ, P. (1994): Prírodné hazardy – hrozby, niektoré postupy ich hodnotenia. Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Comenianae. Geographica Nr. 35, pp. 173-194.
- NEMČOK, A. (1982): Zosuny v Slovenských Karpatoch. Veda, p. 319.
- TRIZNA, M. (1998): Identifikácia a hodnotenie povodňovej hrozby a povodňového rizika. Rukopis. Dizertačná práca doktorandského štúdia, p. 98. PF UK, Bratislava.
- ŠIMON, L., HALOUZKA, R. (1996): Pútíkov vršek volcano – the youngest volcano in the Western Carpathians. Slovak Geological Magazine, 2, Bratislava pp. 103-123.
- ŠVEHLÍK, R. (1996): Větrná eroze půdy na jižní Moravě. (Vlastný náklad). p. 106.
- ZACHAR, D. (1970): Erózia pôdy. Vydavateľstvo SAV, p. 517.

EXTREME GEOMORPHOLOGICAL PROCESSES AS NATURAL ELEMENTS

Jozef JAKÁL

Summary

The study deals with the problem of geomorphological natural elements (hazards) and risks. While addressing the problem we paid attention to terminological questions and especially to the action of extreme geomorphic elements in Slovak landscape. Geographical approach allowed us to study the sequence of the phenomena and processes and their consequences in space. Phenomena in latent stage of the development (potential landslide, avalanche field, gravitation block) are denoted threat (H) (fig. 1) for the territory where the activity of man represents a risk (R). Activated, sudden, extreme and destructive natural process is denoted natural element (Ž) -- landslide, rock fall, avalanches. Such a process provokes disaster (K) in a risk area with particular losses of human lives, economic losses and ecological damage. Attention is paid also to purely geomorphological natural elements like rock falls debris avalanches, soil erosion, snow, avalanches and floods, part of which are also intensive geomorphological processes.

Recenzent: RNDr. Miloš Stankoviánsky, CSc.