

SYSTEMATIZACE PŘÍSTUPU V ŘEŠENÍ ZAJIŠTĚNÍ BEZPEČNOSTI STAVEB VE VZTAHU K ŘEŠENÉ PROBLEMATICE SKALNÍCH SVAHŮ V ČESKÉ REPUBLICE

THE APPROACH TO SYSTEMATIZATION OF THE ROCKFALL PROTECTION ANALYSIS FOR THE CIVIL ENGINEERING PROJECTS IN THE CZECH REPUBLIC

Stanislav Štábl, Ondřej Holý, SG-GEOPROJEKT, spol. s r.o.
Šumavská 33, 602 00, Brno, Česká republika

ABSTRAKT

Zajištění bezpečnosti pod skalními svahy u staveb nabývá v současné době na významu. Dílem se na situaci podílí rozvoj výstavby nové infrastruktury a také nutnost údržby a zajištění stávající sítě dopravních staveb a komunikací. Problematika je navíc pod vlivem výrazných klimatických změn a ekonomické situaci v investorském sektoru. Díky nejednotnosti metodik, absenci publikací na dané téma a díky malé technické osvětě, není možné stávající přístupy jednotně a objektivně vzájemně porovnávat a hodnotit. Předkládáme stručný obsah výzkumného projektu, který hodlá vnést do stávajícího stavu jednotu a praktický řád.

ABSTRACT

The securing of rock slopes close to transport communication, civil and commercial buildings has been intensifying in present time. The main reason of this situation is the construction of new traffic infrastructures as well as of their maintenance and safety. Those problems are underlined by several weather and economic fluctuations. Very few thematic papers and low engineering practise caused no uniformity in methods and approaches of rockfall protection analysis. This paper describes possible way of integration in form of interesting research project.

1. ÚVOD

Svou stavbou je Česká republika velmi členitá a tak během osídlování a rozvoje urbanizace a dopravní infrastruktury došlo a doposud dochází k silnému zásahu stavební lidské činnosti do horninového prostředí České republiky. Velmi často musí skála ustoupit. Skalní – horninové prostředí však není neživé, jak by se mohlo zdát. Vlivem exogenních a antropogenních vlivů, skála žije dál a hlásí se o pozornost.

Většina staveb a zvláště pak dopravních staveb v České republice, byla realizována v 19. a 20. století. Mnohé zásahy do horninového masívu nebyly realizovány s dlouhodobým zajištěním bezpečnosti provozu na dotčených stavbách či byl zásadně podceněn vliv dlouhodobé péče o skalní svahy. V poslední době však je možné pozorovat, i s přispěním výraznějších klimatických výkyvů, rasantní rozvoj degradace skalních svahů a stěn, které jsou v přímé vazbě nejen na dopravní stavby, ale také na občanskou a průmyslovou výstavbu.

Přístup k zajištění bezpečnosti na dopravních stavbách, inženýrsko-geologických průzkumů, projektové přípravě, vlastní realizaci sanačních prací a také v přístupu legislativy a investorů, si v současné době důrazně vyžádalo přehodnocení a vytvoření praktické efektivní metodiky v systematickém přístupu řešení zajištění bezpečnosti ve vztahu ke stabilitě skalních stěn a svahů v České republice.

2. DOSAVADNÍ STAV V PŘÍSTUPU

Díky pestrosti geologické stavby se sice Česká republika nemůže rovnat typicky horským zemím, jako jsou např. Rakousko, Francie, Itálie, Norsko apod., avšak na nedostatek skalních řícení a aktuální problematiky zajištění bezpečnosti staveb si rozhodně stěžovat nemůže. Rozsahem použití a modifikací řešení se Česká republika řadí na přední příčky v řešení této problematiky s využitím nových technologických poznatků. Stávající přístup je nutné posuzovat z několika hledisek:

- Geotechnická prozkoumanost problematiky na území České republiky,
- Metodika hodnocení stability a míry rizika skalních svahů,
- Akademický a projektantský přístup,
- Technologické aspekty,
- Environmentální aspekty,
- Ekonomické aspekty při modernizaci, výstavbě a zajištění bezpečnosti staveb,
- Legislativní stav a podmínky.

ad. Geotechnická prozkoumanost problematiky na území České republiky

Z tohoto hlediska lze konstatovat, že díky rozsáhlému inženýrsko-geologickému rajónování, ložiskovým průzkumům, IG průzkumům a mapování, je území České republiky takto zpracováno na velmi vysoké úrovni, které se stalo základním odrazovým můstkem pro řešení nového systematického přístupu. Hlavním pilířem se v této oblasti jeví činnost České geologické služby, která tuto problematiku řeší nejen z hlediska prosté dokumentace zemních sesuvů a skalních řícení, ale také definicí geohazardů pro oblast České republiky.

ad. Metodika hodnocení stability a míry rizika skalních svahů

Skalní řícení lze charakterizovat jako skupinu svahových deformací, které se nejčastěji projevují v horninovém prostředí skalních až poloskalních hornin, u kterých se projevuje typický gravitační transport po predisponovaných plochách či volným pádem. Dosavadní přístupy využívají širokou škálu hodnocení stavu a rizikovosti – vědeckých či empirických. Ale žádná metodika není obdobně uznávána a není akademicky podpořena, tento přístup je v širším vztahu značně nejednotný.

ad. Akademický a projektantský přístup

V České republice je až zarážející nedostatek původních publikací v daném oboru. Pro projektanty tak chybí vhodný podklad pro efektivní a ekonomické řešení zajištění bezpečnosti provozu u staveb ve vazbě na skalní svahy. Prosazování nových technologických přístupů a řešení je tak mnohdy obtížné. Projektantům chybí dostupné informace takřka v celém spektru možností návrhů. Řešitelé jsou tak odkázáni na zahraniční literaturu či na dostupnou literaturu, která se této problematice věnovala v 60. a 70. letech minulého století. Ti projektanti, kteří se tomuto oboru dlouhodobě a zodpovědně věnují, si své postupy a zkušenosti chrání – jelikož se jedná o jejich „know – how“. Smutný trend, kdy získané zkušenosti jsou jen složitě a pomalu předávány mladší generaci, mnohdy způsobuje závažné navýšení nákladů sanačních opatření a podcenění řešené problematiky skalních svahů.

ad. Technologické aspekty

Současný rychlý rozvoj technologií a materiálů umožňuje výrazně širší, efektivnější a mnohdy ekonomičtější přístup pro řešení sanace skalních svahů ve vazbě na liniové a další stavby. Projektantům však z nejrůznějších důvodů chybí řádné podklady pro informaci o dostupných materiálech, jejich použití a cenových relacích. Některým dodavatelům sanačních materiálů a technologií také činí problém získat veškerá legislativní oprávnění a tím se výrazně snižuje flexibilita možností v sanačních opatřeních. Zajištění bezpečnosti provozu u nově budovaných staveb či modernizaci resp. rekonstrukci stávající sítě infrastruktury v České republice, jak bylo zmíněno v předchozím bodě i z hlediska publikační a akademické činnosti je tento specifický obor velmi ochuzen a je doposud závislý na jiných stavebních trendech.

ad. Environmentální aspekty

Ochrana životního prostředí se v současné době stává jedním z hlavních a také oprávněných aspektů při návrhu staveb a také při sanačních opatření staveb. Skalní svahy jsou velmi často součástí chráněných územních celků, které jsou nově i ve velmi přísném režimu ochrany přírodního dědictví. Některé doposud používané metody a postupy jsou v daném prostředí prakticky nepoužitelné. Dopad na chráněné druhy fauny a flóry může být mnohdy fatální. Nové přístupy a technologie umožňují zajištění bezpečnosti staveb při minimálním dopadu pro ohrožené druhy a pro ochranu přírodního dědictví. Všem stranám zúčastněným na přípravě a realizaci takových opatření však chybí celistvá legislativní a projektová příručka, která by byla v daném tvůrčím procesu hlavním rádcem všem stranám procesu. Ochrana přírodního dědictví se nesmí ani přeceňovat – tzv. „ekoterorismus“, ale také ani podceňovat či zcela ignorovat.

ad. Ekonomické aspekty při modernizaci, výstavbě a zajištění bezpečnosti staveb

V současné době, kdy globální ekonomika prochází dalším ze svých vývojových období, se tento stav odráží i na sledování finanční nákladovosti opatření pro zajištění bezpečnosti u staveb. Hlavní investorské složky – Správa železniční dopravní cesty, státní organizace; Ředitelství silnic a dálnic České republiky a v neposlední řadě také krajské úřady, kladou zvýšený důraz právě na tento faktor. Je velmi důležité hodnotit celkově vynaložené prostředky na míru přínosu pro zajištění bezpečnosti a provozuschopnosti na dotčené lokalitě. Každý si přeje zajištění 100% bezpečnosti, avšak v geologickém prostředí České republiky je tento stav v podstatě nerealizovatelný či jen za vynaložení enormních prostředků.

Činitelé, které významnou měrou ovlivňují ekonomické hodnocení zajištění bezpečnosti, jsou především velikost sanovaného území, souhrn geotechnických podmínek, vazba na majetkoprávní vztahy, environmentální vlivy a také zajišťovaná míra rizika pro provoz na dopravní stavbě. Ačkoli mohou být ekonomické aspekty do jisté míry ovlivněny politickým rozhodnutím ať z toho, či onoho důvodu, je celková skladba ekonomických nákladů hlavně v rukou odpovědného projektanta. Pokud nemá projektant možnost zhodnocení všech možných dostupných alternativ, je velké riziko dílčího, ale i několikanásobného navýšení nákladů.

ad. Legislativní stav a podmínky

Zajištění bezpečnosti staveb není legislativně sjednoceno – normativy, TP či TKP apod. Projektová příprava tak postrádá oporu pro specifikaci hodnocení rizikovosti a možností sanace, ale také nedefinuje okrajové podmínky možností sanačních opatření.

Legislativa, která stanovuje podmínky čerpání finančních prostředků z dotačních programů – OPŽP, případně fondy rozvoje EU, se naplňuje ze strany projektantů a zhotovitelů jen obtížně pro značné množství administrativních úkonů a mnohdy nevyjasněných vazeb.

3. FILOSOFIE SYSTEMATIZACE METODICKÉHO PŘÍSTUPU

S rozvojem modernizace a výstavby infrastruktury a také s nutností údržby stávající sítě komunikací nižších tříd, se s ohledem na předeslaný stav přístupu v předchozí kapitole, zvýšila nutnost na zavedení jednotné metodiky. Hlavním cílem většiny investorů jsou co nejnižší náklady na zajištění bezpečnosti při co možná nejvyšší míře zajištění rizik.

Aktivitou, který má ambice vnést do této problematiky alespoň základní řád a jednotné přístupy, je výzkumný projekt MPO - "Výzkum a vývoj - tvorby systematizace bezpečných, spolehlivých a ekonomicky optimálních opatření pro sanace skal a skalních svahů". Druhý název (lidštější a více imaginární) tohoto výzkumného projektu je NEMETON 2013.

Tento systém bude v oblasti zajištění bezpečnosti staveb sloužit především jako rádcem a ukazatel v přístupu řešení této problematiky. Cílem tohoto systému není nahradit projektanta, geologa či geotechnika. Cílem je definice jednotného přístupu a podpora neoptimálnějších přístupů v zajištění bezpečnosti staveb ve vztahu ke stabilitě skalních svahů v celém svém komplexním spektru činností, které se prolínají.

Systém je zaměřen na tři oborové skupiny INVESTOR – ZHOTOVITEL – PROJEKTANT. Těmto skupinám budou na základě vybraných vstupních kritérií podány široké informace legislativního, ekonomického, technického, technologického, geotechnického a v poslední řadě environmentálního.

Systém NEMETON 2013 sleduje dvě informativní a vývojové linie projektu. Hlavní část tohoto informačního systému bude tvořena informační softwarovou aplikací, která bude jako on-line aplikace volně dostupná široké odborné i laické veřejnosti. Podružná část tohoto systému bude vydána jako soubor publikací, podkladů pro technické a technologické podmínky a aplikační dokumenty.

Hlavní řešitelé tohoto projektu jsou specializované společnosti, které dlouhodobě působí na trhu – společnosti STRIX Chomutov, a.s.; SG – Geoprojekt, spol. s r.o.; ARCADIS Geotechnika, a.s. a Ústav struktury a mechaniky hornin Akademie věd ČR. Společnosti, které se odborně na tvorbě tohoto systému podílejí, jsou AZ Consult, s.r.o.; INFRAM, a.s.; INGUTIS, spol. s r.o.; MACCAFERRI CENTRAL EUROPE s.r.o., Ing. Jiří Petera a další. Dohledovou a konzultační činnost na tomto projektu provádí Česká geologická služba a ČVUT Fakulta stavební – katedra geotechniky.

4. VÝVOJ NOVÝCH METODICKÝCH PŘÍSTUPŮ

Naplnění cílů systému NEMETON 2013 si vyžádalo odborné zpracování klíčových metodických okruhů pro sjednocenou metodiku hodnocení a popisu stavu stability a rizikových faktorů skalních svahů ve vazbě na zajištění bezpečnosti staveb. Aby bylo možné splnit očekávání a předložit širší odborné veřejnosti plnohodnotný a objektivní systém, byly vyřešeny a zpracovány následující okruhy:

- Definice základních a odborných kritérií – *dle kterých budou zájmové skupiny moci zadat do systému řešenou problematiku skalních svahů. Pomocí těchto specifík je umožněno popsat v základním rozsahu aktuální řešenou problematiku. Dále byla kvantifikována odborná kritéria, kterými může specialista blíže zpřesnit vyhodnocení problematiky skalních svahů. Celkem systém NEMETON 2013 řeší problematiku pomocí 67 geotechnických, rizikových, návrhových a popisných kritérií v celkem 417 variantách.*
- Definice základních sanačních přístupů – *byly popsány a specifikovány všechny používané metody s vazbou na současné technické a technologické postupy a materiálové stavy na trhu. Typy sanačních přístupů vyhodnocuje systém NEMETON 2013 dle efektivity a vhodnosti na základě inferenčních pravidel.*
- Definice jednotných dokumentačních listů – *pasportizace stavu skal – současné s řešením jednotné metodiky hodnocení skalních svahů jsou řešeny i tzv. dokumentační listy – formuláře pro pasportizaci stavu a rizik skalních svahů. Cílem je využití těchto listů pro pasportizaci rizik pro všechny typy investorů. Cílem je jednotná soustava vzájemně porovnatelná a hodnotitelná dle praktických zkušeností a potřeb.*
- Definice legislativních a technických podkladů – *zpracování legislativních rámců a technicko-technologických podkladů pro řešitele problematiky zajištění bezpečnosti staveb pod skalními svahy, ale také i pro akademickou půdu. Stávající stav nutně volá po zvýšení důrazu na odbornou osvětu vzdělávání.*
- Definice metodiky hodnocení stavu a rizika skalních svahů – *sjednocení a stanovení jednotné použitelné metodiky pro hodnocení stavu rizika a stability skalních svahů.*

5. METODIKA PRO HODNOCENÍ STAVU SKALNÍCH SVAHŮ

Základním pilířem pro systematizaci přístupu v řešení problematiky sanace skalních svahů na území České republiky se nyní stala nově vytvořená základní metodika pro hodnocení stavu skalních svahů. Metodika je nazývána RSR – Rock Slope Rating. Metodika byla vytvořena na základě empirických a praktických zkušeností s modifikací pomocí matematického modelování a matematických analýz. Vyhodnocením pomocí 10 geotechnických kritérií v celkem 47 variantách je možné určit aktuální stav skalního svahu. Metodika slovně popisuje tři základní stavy stability – stabilní stav, nestabilní stav a havárii.

Popisem stavu skalního svahu dle variant geotechnických kritérií a jejich bodovému stabilitnímu hodnocení je možné vyšetřit stav stability v bodové škále a specifikovat blíže hodnocení technického stavu stability do stupňů – stabilní, bdělost, krajně nestabilní a kriticky nestabilní. Pomocí bodové hodnotící škály RSR-PR (point rating) je objektivně a jasně specifikováno vyšetření stavu stability skalního svahu na základě základních geotechnických kritérií. Ta popisují ty nejzákladnější vztahy a faktory, jež zásadním způsobem ovlivňují stav stability skalních svahů a je možné je na místě geotechnikou rekognoskací ihned vyšetřit.

Metodika je vytvořena pro hodnocení skalních svahů jako celku. Je jen omezeně použitelná pro vyšetření stavu stability jednotlivých bloků či lokálních skalních výchozů. Metodika popisuje povahu skalního svahu k možnosti skalního řízení na základě popisných faktorů.

Pomocí metodiky RSR je možné na místě určit i základní rozsah případných sanačních opatření. Výhodou použití a nasazení metodiky, je skutečnost, kdy je skalní svah možné popsat na základě kvantifikovaných kritérií. Vyloučeny jsou tak nejasnosti a chyby v podhodnocení či přecenění stabilitního stavu skalních svahů. Popisná hodnotící kritéria byla specifikována s ohledem na možnost vyšetření stavu skalního svahu přímo na místě bez možnosti dodatečných geologických rozborů. Popis jednotlivých kritérií a variant je tak připraven pro nasazení pro širší veřejnost i se základní geologickou seznámeností.

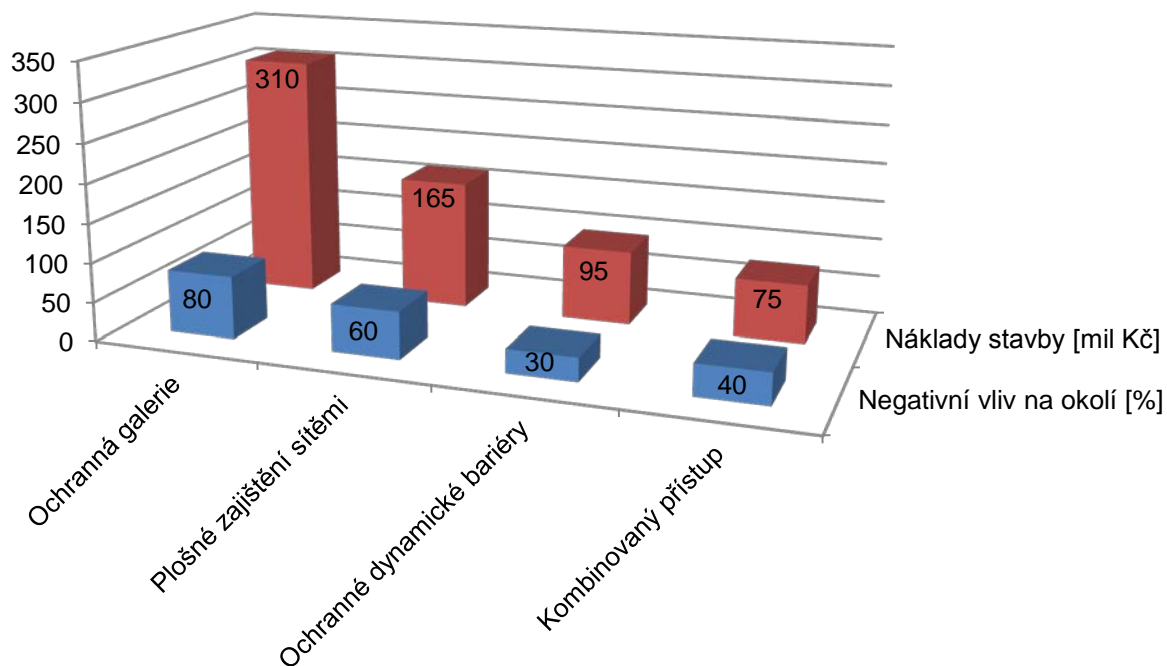
Bodová stupnice kritérií a klasifikace škály hodnocení stavů stability byla vytvořena na základě zmiňovaného matematického modelování a analýzy s nasazením a testováním metodiky v praxi. Pro příkladné vyhodnocení nám metodika RSR je také schopna říci akutnost stavu a to, pokud vyšetřený skalní svah dosáhne hodnocení více jak 62 bodů.

Na metodiku hodnocení stavu stability skalních svahů RSR nepřímo navazuje hodnocení míry rizika dle metodického postupu RC - Risk Classification. Riziko je hodnoceno na základě několika faktorů, které zohledňují množství labilního materiálu, typ ohroženého prostoru, míru ohrožení lidského zdraví, přímé a nepřímé seizmické jevy, klimatické jevy a nahodilé události. Hodnocení míry rizika je rovněž vztaženo na předpokládanou míru vzniklých hospodářských škod a omezení provozu.

Vzájemnou aplikací metodiky RSR a RC tak získáme vyšetření základního podkladu pro případnou sanaci skalního svahu. Vyhodnocení nám může poskytnout základní nasměrování v přístupu řešení sanace. Ačkoli jsou stav stability skalního svahu a míra rizika neslučitelné, je třeba je v přístupu k sanaci skalních svahů komplementárně řešit jako společný faktor. Krajně nestabilní skalní stěna s velmi vysokou mírou rizika, často bývá větší problém pro bezpečnost provozu na případné komunikaci, než kriticky nestabilní stav s omezenou mírou rizika.

Zpracovaný základní metodický přístup a kvantifikace výrazně usnadňuje přístup investorů, odborných posuzovatelů a projektantů v jednotném systému vyhodnocení stavu skalních svahů. Vyšetření stavu skalního svahu je tak možné objektivně posuzovat. Znalci a projektanti se budou moci opřít o kvantifikované hodnocení a investorům ej dán nástroj pro objektivní vyhodnocení rizikovitosti. Výrazně se tak omezí možnost podcenění či přecenění stavu skalních svahů a vyhodnocené míry rizika. Zásadně se tak umožní zefektivnit sanační přístupy a vynaložené náklady na zajištění bezpečnosti.

V grafu 1. je příkladně provedeno hypotetické porovnání nákladovosti sanačních možností při zajištění 95% míry rizika u liniové stavby příkladového železničního koridoru pro úsek délky cca 300 m, kdy plocha řešeného území je cca 25 000 m². Jsou porovnány alternativy realizace zabezpečení pomocí souvislé železobetonové ochranné galerie, přístupu v plošné sanaci pomocí speciálních ocelových sítí s kotvicími prvky, zajištění bezpečnosti instalací ochranných dynamických bariér a v poslední řadě vhodnou optimální kombinací zmíněných opatření vyjma ochranné galerie. Dále je v grafu zohledněn vliv sanačních opatření na okolí – krajinný ráz, životní prostředí a přírodní dědictví. Hodnocení vlivu je zpracováno rámcově v alternativní hodnotové škále v % předpokládané míry dopadu, kdy 100 % představuje drastický a nevratný zásah a poškození okolí. Většinu těchto návrhových opatření musí řešit a obhájit odpovědný projektant.



Graf 1. Porovnání nákladů stavby a negativních environmentálních dopadů u hypotetického příkladu zajištění bezpečnosti na železničním koridoru
 Graph no. 1. The example of hypothetic securing of railway section – construction costs vs. environmental impact factor

6. ZÁVĚR

Cílem příspěvku bylo stručným, praktickým a přístupným způsobem představit řešený a připravovaný výzkumný projekt systematizace přístupu v řešení zajištění bezpečnosti staveb ve vztahu k řešené problematice skalních svahů v České republice s jeho praktickými přínosy v aplikované praxi. Hodláme vytvořit objektivní a plnohodnotný systém, proto je vítána každá možnost zlepšení systému formou připomínkování a oponentních recenzí systému.

V textu je uveden jen velmi stručný nástin nově stanovené metodiky hodnocení stavu skalních svahů. Faktoriální tabulka metodiky RSR je zmíněna v konferenční prezentaci příspěvku. Její praktickou využitelností je fakt, kdy Česká geologická služba ji začala od 04/2012 používat pro svá hodnocení a posudky skalních svahů. Bližší specifikace a komentář k uvedeným metodikám je téma nad rámec tohoto příspěvku, avšak autoři připravují další semináře a samostatné publikace pro představení a kompletní komentář nejen těchto sanačních přístupů, ale také celého systému NEMETON 2013.

Použitím základních systematických metodických přístupů lze objektivně hodnotit reálnou rizikovost skalních celků na území České republiky a zajistit. Nedílnou součástí výzkumného projektu je také informační osvěta a to plánovanou formou workshopů, seminářů a přednášek nejen na akademické půdě. Téma je nyní velmi aktuální a jeho obsažnost je jen velmi nesnadné prezentovat ve vymezeném prostoru odborného příspěvku. Očekáváme širokou diskusi a rozvedení námětů a témat.

7. LITERATURA

- [1] Stanislav Štábl, Ondřej Holý, Dušan Dufka, Programový projekt NEMETON 2013 – MPO FR-TI1/546, Brno – Chomutov 2008 – 2012,
- [2] Záruba Q. O stabilitě svahů nad povltavskou silnicí u Štěchovic a Vraného. Technický obzor, r. 39, č. 16 – 18, Praha 1939, 15 str.

Tento článek byl realizován za finanční podpory z prostředků státního rozpočtu prostřednictvím Ministerstva průmyslu a obchodu - v rámci projektu "Výzkum a vývoj - tvorby systematizace bezpečných, spolehlivých a ekonomicky optimálních opatření pro sanace skal a skalních svahů",