

Přírodní prostředí Etiopské vysočiny a jeho predispozice ke svahovým pohybům a říční erozi jako podkladový materiál pro výuku regionální geografie v souvislostech

MICHAL KUSÁK, VÍT MACA, VÁCLAV STACKE

G **Abstrakt:** Výuka regionální geografie v souvislostech je zejména pro začínající učitele problematická. V tomto příspěvku přinášíme přehled přírodních fenoménů, které působí na svahové a fluvální systémy v Etiopské vysočině a ukazujeme, jak jejich změny ovlivňují obyvatelstvo a hospodářství. Součástí tohoto příspěvku je ukázka úkolu do výuky regionální geografie Afriky, která je nejčastěji zařazována do 7. ročníku ZŠ a 2. ročníku SŠ. Etiopská vysočina je území s pestrým geologickým vývojem, tj. opakovaná transgrese a regrese moře, terciérně-kvartérní vulkanismus, výzdvih Etiopské vysočiny (v posledních 30 mil. letech) a rozevírání Etiopského riftu (v posledních 18 mil. letech), které způsobilo vznik zlomů a puklin v geologickém podloží. Díky tektonickému vyzdvžení Etiopské vysočiny došlo k zařezávání vodních toků do starých plošin a k tvorbě hlubokých roklí a kaňonů. Po prozkoumání světové i národní literatury se říční eroze ukazuje jako hlavní činitel formování současného reliéfu – s ohledem na hloubku zaříznutých kaňonů. Nicméně, při podrobnějším pohledu na krajinu, se do jejího vývoje zapojují stále více svahové pohyby (sesuvy či skalní řícení).

Klíčová slova: Etiopská vysočina, svahové pohyby, eroze.

KUSÁK, M., MACA, V., STACKE, V. 2016. Přírodní prostředí Etiopské vysočiny a jeho predispozice ke svahovým pohybům a říční erozi jako podkladový materiál pro výuku regionální geografie v souvislostech. *Arnica* 6, 1–2, 20–30. ISSN 1804–8366.

Rukopis došel 27. října 2016; byl přijat po recenzi 20. prosince 2016.

Michal Kusák, a) Charles University in Prague, Faculty of Science, Albertov 6, 128 43, Prague 2, Czech Republic; b) Department of Engineering Geology, Institute of Rock Structure and Mechanics, Czech Academy of Sciences, V Holešovičkách 94/41, 180 09, Prague 8, Czech Republic; e-mail: kusak.michal@centrum.cz

Vít Maca, Charles University in Prague, Faculty of Science, Albertov 6, 128 43, Prague 2, Czech Republic; e-mail: vitek.maca@gmail.com

Václav Stacke, University of West Bohemia, Faculty of Education, Klatovská 51, 306 19, Pilsen, Czech Republic, e-mail: stacke@cbg.zcu.cz

Úvod

Příprava a realizace výuky regionální geografie v souvislostech činí studentům magisterských studijních oborů učitelství zeměpisu i začínajícím učitelům dle našich zkušeností značné obtíže. Přestože se již v Rámcovém vzdělávacím programu pro základní vzdělávání objevují jako očekávané výstupy, že student „**přiměřeně hodnotí geografické objekty, jevy a procesy v krajinné sféře, jejich určitě pravidelnosti, zákonitosti a odlišnosti, jejich vzájemnou souvislost a podmíněnost, rozeznává hranice (bariéry) mezi podstatnými prostorovými složkami v krajině**“, „**rozlišuje a porovnává složky a prvky přírodní sféry, jejich vzájemnou souvislost a podmíněnost, rozeznává, pojmenuje a klasifikuje tvary zemského povrchu**“, „**porovná působení vnitřních a vnějších procesů v přírodní sféře a jejich vliv na přírodu a na lidskou společnost**“, v oddíle popisujícím očekávané výstupy výuky regionů světa již vazby mezi jednotlivými geografickými sférami akcentovány nejsou (RVP ZV, 2016). Dle našeho názoru však právě při výuce regionální geografie je ideální prostor pro demonstraci konkrétních příkladů, jak mezi sebou jednotlivé geografické

sféry interagují. Příliš nápomocné nejsou v tomto ohledu ani učebnice s doložkou MŠMT, zabývající se regionální geografii (např. Kohoutová et al., 2014; Svatoňová et al., 2015), kdy vazbám a procesům mezi jednotlivými fyzicko-geografickými sférami a jimi způsobenému vlivu na obyvatelstvo a hospodářství není věnován téměř žádný, nebo vůbec žádný prostor. Analogická situace panuje i ve středoškolském vzdělávání (RVP G, 2007; např. Bičík, 2010; Demek et al., 2013). Z tohoto důvodu jsme se na základě rešerše literatury pokusili představit jednotlivé přírodní procesy, které se podílejí na vývoji Etiopské vysočiny, a zejména v kontextu enormního působení vodní eroze a výskytu svahových pohybů v této oblasti připravit text, který by posloužil studentům učitelství zeměpisu i začínajícím učitelům jako podpůrný materiál pro přípravu výuky geografie východoafrického regionu v souvislostech.

S regionální geografii se typický žák během základní a střední školy setkává dvakrát (RVP ZV, 2016; RVP G, 2007). Poprvé je problematika typicky probírána v 7. ročníku ZŠ a podruhé se k ní žák vrací ve 2. ročníku SŠ

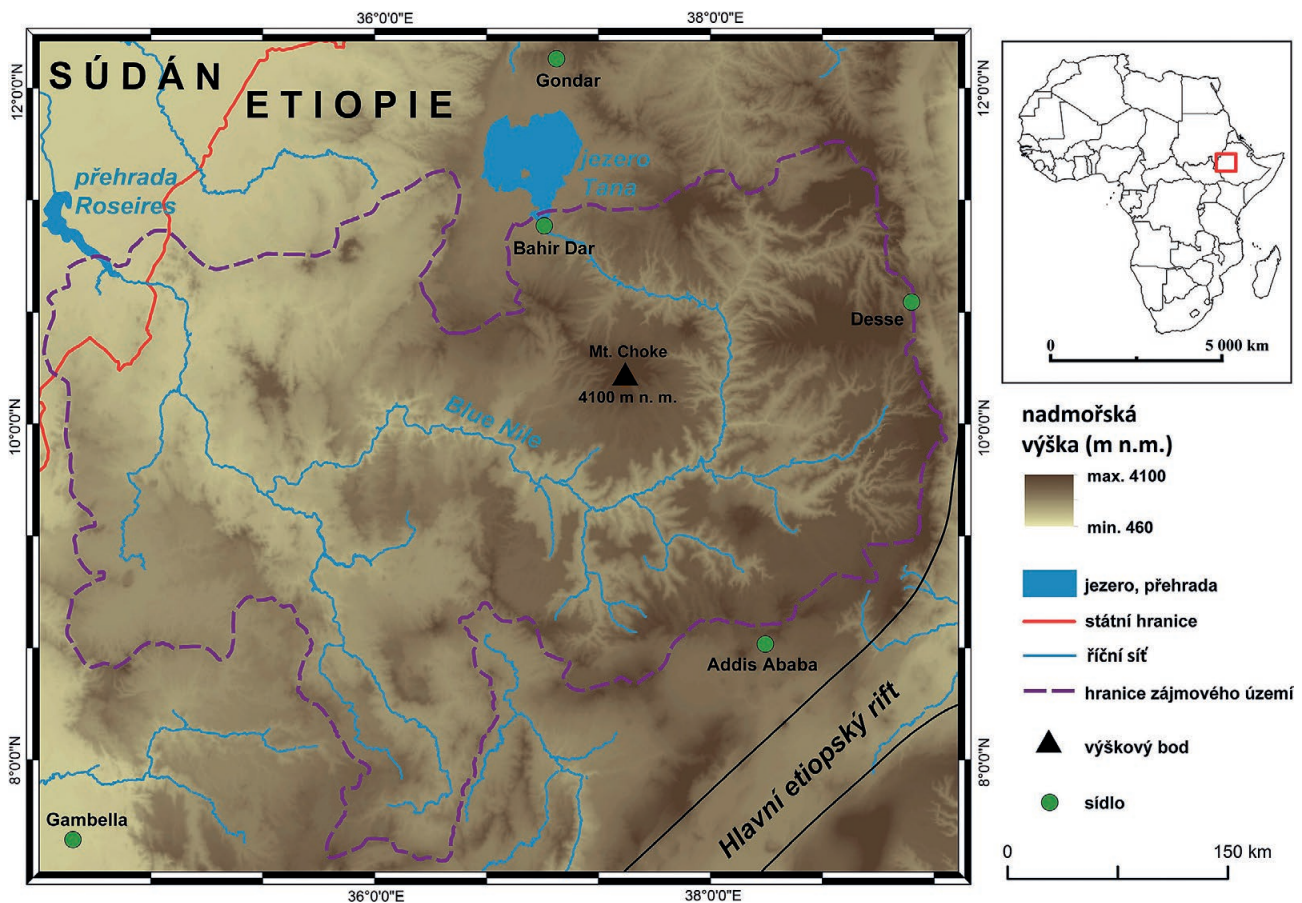
(Kohoutová et al., 2014; Svatoňová et al., 2015; Bičík, 2010; Demek et al., 2013). Na ZŠ výuka regionální geografie nejčastěji následuje výuce obecné geografie v 6. ročníku, kde je probíráno postavení Země ve Vesmíru a obecné zákonitosti fyzicko-geografické a humánně-geografické sféry (Červený et al., 2013; Hübelová et al., 2013; Novák et al., 2014). V dostupných učebnicích je z Afriky vždy vymezen region Východní Afriky (např. Kohoutová et al., 2014; Svatoňová et al., 2015). Problematice každého regionu učitelé věnují většinou jednu nebo dvě vyučovací hodiny. Námí předložený materiál je určen k zařazení právě do v pořadí druhé hodiny. V této hodině by žáci aplikovali, analyzovali, hodnotili a integrovali teoretické znalosti a informace, jež si zapamatovali a pochopili v průběhu předchozího studia s obecnými informacemi o regionu, získanými v hodině předchozí a informacemi podanými v průběhu úvodního výkladu. Tento postup je tak plně v souladu se zásadami postupného zvyšování výukových cílů dle Bloomovy taxonomie (Bloom, 1956).

Etiopská vysočina se nachází v blízkosti rozhraní tří litosférických desek: Arabské, Africké (Núbijské) a Somálské (Beyene & Abdelsalam, 2005). Jedná se o území s pestrým geologickým vývojem: opakovaná transgrese a regrese moře, výzdvih území, terciérně-kvartérní vulkanismus, či blízkost riftového systému (Kazmin, 1975; Pik et al.,

2003; Beyene & Abdelsalam, 2005, 2006; Gani et al., 2007, 2009; Wolela, 2010). Etiopská vysočina je charakteristická velkými projevy tektoniky v oblasti Východoafrického riftu, které směrem na západ slábnou. Vlivem výzdvihu Etiopské vysočiny v posledních 30 mil. let prodělaly vodní toky několik epizod rychlého zahlubování, které vedly k tvorbě hlubokých roklí a soutěskovitých údolí (Ayalew, 1999; Gani & Abdelsalam, 2006; Gani et al., 2007, 2009; Broothaerts et al., 2012).

Přírodní podmínky Etiopské vysočiny, jako je výskyt příkrých údolních svahů, střídání propustných a nepropustných vrstev v geologickém podloží, přítomnost značného množství nezpevněných sedimentů, výskyt tektonických diskontinuit, zvýšená intenzita výskytu zemětřesení, ale i působení nadprůměrných sezónních srážek, či narůstající hustota zalidnění a s ní spojené odlesnění vedou k rychlé říční erozi a k velkému množství svahových pohybů (Glade & Crozier, 2005). Říční eroze a svahové pohyby v Etiopské vysočině dosahují značných rozměrů. Patří k nejvýraznějším reliéftvorným procesům, které formují současný vzhled krajiny, a zároveň představují ohrožení pro místní obyvatele, infrastrukturu a tak i celé hospodářství.

Studované území tvoří v Etiopské vysočině horní úsek povodí Modrého Nilu (175 393 km²) od jezera Tana po vodní nádrž Roseires (Obr. 1).



Obr. 1. Přehledová mapa povodí Modrého Nilu v Etiopské vysočině (zdroj podkladových dat MapCruzin, 2016).

■ Říční eroze a svahové pohyby

Eroze je přirozený proces rozrušování a transportu materiálu na zemském povrchu (půda, horniny, skály, aj.), přičemž příčinou eroze je mechanické působení pohybujících se okolních látek - především větru, proudící nebo vlnící se vody, ledu, sněhu, pohyblivých zvětralin a neuzpevněných usazenin. Říční eroze, tj. eroze tekoucí vodou, je v celé Etiopské vysočině vážnou hrozbou a lze ji obecně rozdělit na:

- 1) **hloubkovou erozi** na říčním dně, která je zodpovědná za zahlabování říčního toku do podloží. Zařiznutí říčních toků v severní části Etiopské vysočiny dosahuje až 1 600 m. Hloubková eroze zvyšuje výskyt svahových pohybů, protože jejím prostřednictvím dochází k remodelaci koryta a následně ke zvýšení sklonu údolních svahů. Tyto remodelace koryta jsou zřetelné na příčných profilech údolím. Rychlost zahlabování toku je dále ovlivněna např. odolností hornin v podloží (Gani & Abdelsalam, 2006);
- 2) **boční erozi koryta**, která snižuje stabilitu svahů i s relativně mírnými sklony. Dle výsledků Broothaerts et al. (2012) z lokality Gilgel Gibe (Etiopská vysočina) byly téměř všechny svahové pohyby na svazích s mírným sklonem v blízkosti vodního koryta. Vychýlením proudnice od střednice toku směrem k břehům se zvyšuje síla působící na dolní část svahu a dochází zde k rychlé erozi materiálu. Takto oslabený svah je častým místem výskytu sesuvů;
- 3) **zpětnou erozi**, která se významněji projevuje pouze v těch částech koryta, kde dochází k prudké změně ve spádu – například u vodopádů, které se vlivem eroze postupně posouvají směrem k prameni toku. Tento proces je typický především pro horní části toků Etiopské vysočiny (Gani et al., 2007).

Svahové pohyby tvoří druhý nejvýznamnější proces představující přírodní ohrožení. Jedná se o pohyb materiálu dolů po svahu účinky gravitace, bez působení tekoucí vody, ledu nebo větru a lze je dělit (Summerfield, 1991): dle mechaniky pohybu, rychlosti, směru pohybu, tvaru smykové plochy i tvaru pohybujícího se tělesa. V období od roku 1993 do roku 1998 bylo v Etiopii svahovými pohyby zničeno více než 200 domů, poškozeno více než 500 kilometrů silnic, a zahynulo kolem 300 lidí (Ayalew, 1999). Špatná infrastruktura a absence kvalitních monitorovacích systémů dále zvyšuje riziko těchto procesů i přesto, že svahové pohyby jsou považovány za procesy poměrně dobře predikovatelné (Hansen, 1984). Obsáhlý přehled výzkumů svahových pohybů v Etiopské vysočině v lokalitách Dessie, údolí Modrého Nilu a oblasti Tigray (okolí řeky Tekeze) předkládá Woldearegay (2013).

■ Geologická stavba Etiopské vysočiny

Litologie je chápána jako samotný popis horninového podkladu, tedy na jakém horninovém podkladu probíhají studované procesy. Dle dostupných geologických map Etiopie (Kazmin, 1975; Mangesha al., 1996) je východní část studované oblasti tvořena čedičovými náhorními plošinami, na údolních dnech zařiznutého Modrého Nilu se nachází vrstvy jurských pískovců a západní část území je pak tvořena prekambriky granitoidy. Nejvíce zlomů se nachází podél Etiopského riftu a v okolí jezera Tana. V západní části území již zlomy v geologických mapách zakresleny nejsou (Kazmin, 1975; Mangesha al., 1996).

Většina autorů se shoduje, že právě typ geologického podloží je faktorem ovlivňujícím výskyt svahových pohybů. Temesgen et al. (2001) ve své práci z oblasti Wondo Genet (Etiopie) ukazují na maximální frekvenci výskytu svahových pohybů na sopečných tufech. Donati & Turrini (2002) poukazují na vysoké frekvence výskytu svahových pohybů na vrstvách trachytu, ryolitových lávách a sedimentárních horninách. Moeyersons et al. (2008) v oblasti Tigray (Etiopie) prezentují nejvyšší výskyt říčení na bazaltech. Stručný výčet těchto prací z oblasti Etiopské vysočiny je k nalezení v bakalářské práci Schreiberové (2014).

Z hlediska eroze patří neovulkanity mezi odolnější horniny a zejména ve východní části Etiopské vysočiny tvoří čediče rozsáhlé náhorní plošiny a vrcholky stolových hor.

Pořadí uložených vrstev je také výrazným faktorem ovlivňujícím výskyt svahových pohybů (Krejčí et al., 2002). Temesgen et al. (2001) popisuje svahové pohyby odstartované silnými srážkami v oblasti Wondo Genet (Etiopská vysočina). Svrchní vrstva sopečných tufů zde leží na rozlámaných a silně zvětralých bazaltech, které se při srážkách výrazně nasatí vodou a je pak náchylnější ke gravitačnímu pohybu dolů po svahu.

Také nevhodná kombinace sklonu a orientace vrstev ve vztahu ke svahům může vést ke zvýšenému výskytu svahových pohybů (Cruden & Hu, 1996). Pro výskyt svahových pohybů je nejvhodnější situace s tzv. over-dipem, kdy sklon svahu je větší než sklon podložních vrstev. V tomto případě zvrstvení podložních vrstev neposkytuje svahu žádnou oporu. Tento faktor nemusí být v přírodě zřetelný a je jedním z možných vysvětlení, proč se na svazích se stejným sklonem liší výskyt svahových pohybů.

■ Geologický vývoj Etiopské vysočiny

Gani et al. (2009) rozlišují v geologickém vývoji povodí Modrého Nilu tři fáze. V *předsedimentační* fázi (před 600 – 250 mil. let) vznikalo krystalické podloží, tj. magmatické a metamorfované horniny, které je tvořeno převážně krystalinikem. Jedná se o různě metamorfované břidlice, ruly, migmatity a magmatické plutonity (Kazmin, 1975; Mísař, 1987). Krystalické podloží je překryto mladšími

sedimentárními vrstvami, které vznikly v *sedimentační* fázi (před 250 – 60 mil. let). Na počátku sedimentační fáze probíhala fluviální sedimentace, která umožnila vzniknout poměrně dobře vytríděným štěrčkům s proudovým zvrstvením i špatně vytríděným hrubozrnným sedimentům, tzv. diamiktity (Wolela, 2010). Fluviální sedimentace byla následně přerušena mořskou transgresí. Střídání sedimentačních vrstev dokládá opakovanou transgresi a regresi moře, kdy během mělkomořské sedimentace docházelo ke vzniku pískovců a jílovců a při větším zaplavování se ukládaly převážně vápence a sádrovce (Tab. 1; Gani et al. 2009; Wolela, 2010). Konečný ústup moře byl způsoben výzdvihem pevniny (Gani et al., 2009). *Postsedimentační* fáze (před 60 mil. let – současnost) je typická převážně vulkanickou aktivitou (Hofmann et al., 1997; Coulié et al., 2003; Pik et al., 2003). Celková mocnost vrstev vulkanických hornin dosahuje většinou 500 – 2 000 m (Hofmann et al., 1997; Gani & Abdelsalam, 2006), místy však až 3 000 m (Coulié et al., 2003). V současnosti se v Etiopii nachází bezmála šedesát sopek, které kopírují průběh riftového systému, avšak v Etiopské vysočině se vulkanická činnost projevuje už jen četnými horkými prameny nebo výrony sopečných plynů.

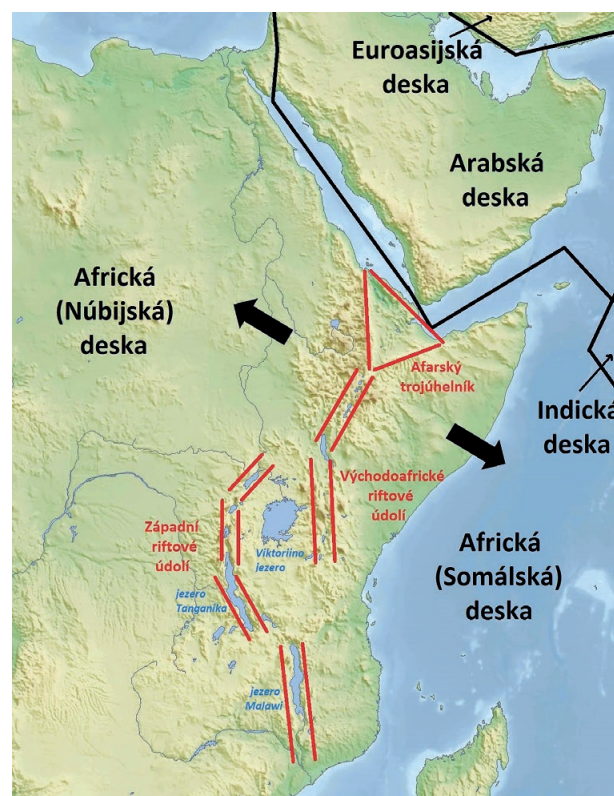
Dílčí fáze a typ sedimentace	Typ horniny	Mocnost [m]
Počáteční fluviální sedimentace	aluviální sedimenty	30
Transgrese a mělkomořská sedimentace	pískovce, jílovcé	300
Sedimentace ve větších hloubkách	vápence, sádrovce	1 000–1 500
Regrese moře a s ní spojená mělkomořská sedimentace	pískovce	200–500

Tab. 1. Dílčí fáze sedimentačního období Etiopské vysočiny dle Ganiho et al. (2009) a Wolela (2010).

Tektonika Etiopské vysočiny

Afro-arabský riftový systém lze rozdělit na tři části (Obr. 2). *Afarský trojúhelník* je území tvořené riftem Rudého moře, Adenského zálivu a Etiopskou částí riftového systému (Beyene & Abdelsalam, 2005). Nachází se zde rozhraní Somálské, Arabské a Nubijské litosférické desky, které se od sebe vzdalují. Právě zde lze označit ohnisko největšího geologického dění, kde lze nejčastěji zaznamenávat seismickou aktivitu, a zároveň právě zde je nejlepší možnost pozorovat štěpení kontinentu a vznik budoucího mořského dna (Černík & Sekyra, 1969;

Horowitz, 2001; Gani & Abdelsalam, 2006; Gani et al., 2007; Wolela, 2010). *Východoafrické riftové údolí* se táhne od Rudého moře v délce 5 000 km jihozápadním směrem přes celou východní Afriku – přes území Etiopie, Keni, Tanzanie až po pobřeží Mosambiku k ústí řeky Zambezi. *Západní riftové údolí* se pak nachází ve vnitrozemí Afriky, na pomezí Ugandy a Konga, odkud se táhne přes území Rwandy a Tanzanie až k jezeru Malawi.



Obr. 2. Afro-arabský riftový systém (zdroj podkladových dat MapCruzin, 2016).

Hlavní zdvih Etiopské vysočiny začal před 30 miliony let a pokračuje do současnosti (McDougall et al., 1975; Gani & Abdelsalam, 2006). Tektonické pohyby způsobily vznik zlomů a puklin v geologických vrstvách v povodí Modrého Nilu: od krystalinika, přes sedimenty, až po mladší vulkanické horniny (Gani et al., 2009). Převládající směry zlomů a puklin v Etiopské vysočině jsou SV – JZ a SZ – JV.

Varnes (1984) uvádí, že stupeň rozlámání podloží hraje významnou roli v nestabilitě svahu. Zlomové zóny a pukliny představují oslabená místa v hornině a dochází zde k intenzivnějšímu působení eroze. Navíc se těmito nespojitými deformacemi dostává do podloží voda, která hraje klíčovou roli jako spouštěč svahových pohybů. Asrat (2010), Abebe et al. (2010) a Schelstreat (2010) shodně tvrdí, že výskyt svahových pohybů v Etiopské vysočině je spojen s hluboce uloženými strukturálními deformacemi.

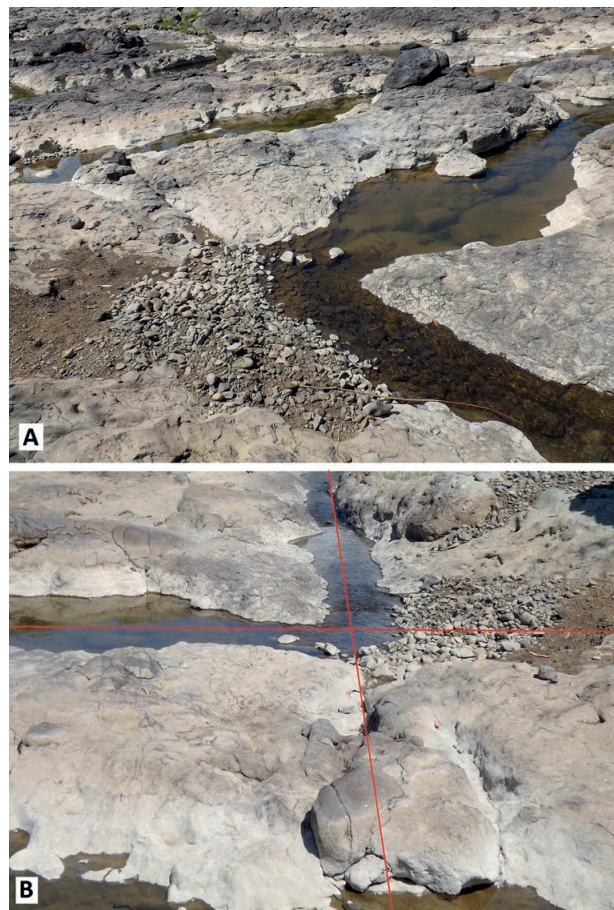
Také seismická činnost je jedním z možných spouštěčů svahových pohybů. Zemětřesení může vyvolat pohyb i na svahu, který byl předtím stabilní. Ayele (1995) shodně s Ayelem & Arvidssonem (1998) tvrdí, že zemětřesení mají v Etiopské vysočině opakovatelnou tendenci, zejména podél riftových zlomů, a magnitudo nabývá hodnot 4,2–5,2 (Obr. 3). Nicméně i přes bohatý výskyt zemětřesení v Etiopii je tento spouštěcí faktor spíše druhotným a nemá na výskyt svahových pohybů velký dopad (Woldearegay, 2013).

Geomorfologie Etiopské vysočiny

Afrika je jediným kontinentem, kde nejsou nejvyšší polohy vázány na oblasti vrásových pohoří, ale na tektonicky vyzdvížené části starého povrchu s neovulkanity. Etiopská plošina je charakteristická vysoce položenými plošinami (prům. výška 2 500 m n. m.) s nejvyšší horou Ras Dashen (4 533 m n. m.) v pohoří Simen. V povodí Modrého Nilu je pak nejvyšším vrcholem štítová sopka Mt. Choke (4 100 m n. m.). Náhorní plošina se postupně svažuje směrem k západu, k súdánské hranici.

Vlivem výzdvihu zájmového území došlo k zařezávání vodních toků do podloží. Hluboká soutěskovitá údolí s terasovitými stěnami oddělují pohoří i jednotlivé hory a zvýrazňují tak rozdělení etiopské plošiny na horninové bloky. Vodní toky často sledují hlavní a vedlejší směry tektonických poruch (Obr. 3) a poblíž riftu tak vytváří klasické mřížkovité tvary údolní sítě. Se vzdáleností od riftu vliv tektoniky klesá, tj. klesá výskyt zlomů a vodní toky tvoří dendritické tvary sítí bez vlivu struktur (Kazmin, 1975; Mangesha et al., 1996). Hory v severní Etiopii mají často podobu stolových hor, tzv. amby, jejichž vrcholy tvoří odolnější vulkanické horniny, převážně trappové (Černík & Sekyra, 1969). Pestrost geologického podloží v kombinaci se zahlučováním vodních toků vedla ke vzniku vodopádů, kdy jsou stupně vodopádů tvořené odolnějšími vulkanickými horninami. Např. vodopád Tis Isat (výška stěny 43 m) na Modrém Nilu JV od jezera Tana.

Vlivem různé odolnosti geologických vrstev a vlivem sezónních srážek dochází na strmých svazích soutěskovitých údolí k častým svahovým pohybům, nejčastěji k sesuvům a skalnímu říčení. Mezi hlavní geomorfologické faktory ovlivňující výskyt svahových pohybů se řadí sklon svahu, jeho orientace a tvar spádnice. Jelikož svahový pohyb je definován jako pohyb materiálu dolů po svahu účinky gravitace (Summerfield, 1991), pak s nárůstem sklonu svahu bude růst i gravitační síla působící na svahový materiál a tím bude narůstat i pravděpodobnost svahového pohybu. Toto dokládají výsledky z oblasti Etiopské vysočiny, např. Ayalew & Yamagishi (2004), Ayenew & Barbieri (2005), Woldearegay (2013), nebo Märker et al. (2016).



Obr. 3. Vodní toky Etiopské vysočiny sledují v horninovém podloží hlavní směry tektonických poruch, na toku se tak vytváří dlouhé rovné úseky a náhlé ohyby v pravém úhlu. Pozn.: A – vodní toky v Etiopské vysočině; B – zvýrazněné hlavní směry tektonických poruch (červené linie).

Broothaerts et al. (2012) na lokalitě Gilgel Gibe (Etiopie) poukazuje na významně vyšší výskyt svahových pohybů na svazích se severozápadní a severovýchodní orientací. Avšak každá lokalita má jedinečné podmínky a kombinace faktorů vedoucí ke svahovým pohybům není jednotná. Pro posouzení potenciálního ohrožení svahovými pohyby je nutná znalost ovlivňujících faktorů pro daný svah nebo oblast (Metternicht et al., 2005).

Klima Etiopské vysočiny

V Etiopské vysočině se nachází semihumidní klima, kdy hlavní vliv na podnebí mají vzdálenost od světového oceánu a nadmořská výška Etiopské vysočiny. Teploty se během roku výrazněji nemění, přičemž průměrná roční teplota Etiopské vysočiny je 20 °C (Klimadiagramme weltweit, 2016). Dle Conwaye (2000) činí roční úhrn srážek v Etiopské vysočině 1 800 mm a v Afarské depresi méně než 700 mm, což svědčí o klimatickém oddělení Etiopské vysočiny. V zimních měsících v oblasti převládá severovýchodní pasát, který přináší suchý kontinentální tropický vzduch z Arábie. V létě naopak vlhký jižní

monzun. Sezónní srážky způsobují rozkolísanost vodních stavů Modrého Nilu, kdy slabší deště přicházejí v období března až května a hlavní deště přicházejí v období července až září (v tomto období spadne až 80 % ročních srážek) (Klimadiagramme weltweit, 2016). V Etiopské vysočině je značný rozdíl ve srážkové distribuci. V nížinných oblastech převažují relativně nízké úhrny srážek, a více než 70 % ročních srážek náleží regionům ve vyšších nadmořských výškách (Woldeareg, 2013).

Vliv srážek je v Etiopii uváděn jako nejčastější spouštěcí faktor pro svahové pohyby (Ayenew & Bariberi, 2010; Abebe et al., 2010). Kromě celkového ročního úhrnu srážek je důležitá také jejich koncentrace do kratšího časového úseku. Pokud by srážkový úhrn byl rovnoměrně rozložen na období celého roku, dopad na spouštění svahových pohybů by byl značně menší (Pick et al., 2003).

Temesgen et al. (2001) popisují svahové pohyby odstartované silnými srážkami v oblasti Wondo Genet (Etiopská vysočina). Důležité pro odstartování svahového pohybu je zde rychlé a intenzivní nasycení. Nízký úhrn srážek se stačí infiltrovat do země za zvýšení vlhkosti půdy, zatímco silné srážky se infiltrovat nestihnou a dochází k povrchovému odtoku. Voda infiltrující se do horninového prostředí sytí zeminy a hmotnost vrstvy narůstá. Dočasně se zvyšuje pórový tlak a snižuje se pevnost ve smyku.

Ayalew (1999) kvantifikuje vliv srážek na výskyt svahových pohybů v Etiopské vysočině. Popsal, že v Etiopské vysočině jsou červenové srážky velmi dobře absorbovány suchou půdou, ale v srpnu je již půda nasycená a jakékoliv navýšení množství srážek způsobí nestabilitu svahu. Vlivem srpnových srážek je intenzivní nárůst svahových pohybů a rovněž průtoků ve vodních tocích, což poté vede k rychlé erozi. Ayalew (1999) dále podrobil měsíční množství srážek a svahových pohybů regresní a korelační analýze a zjistil mezi nimi významnou korelaci ($r = 0,85$).

Hydrologické poměry Etiopské vysočiny

V centru Etiopské vysočiny se nachází tektonická deprese, která je z části vyplněna jezerem Tana, největším etiopským jezerem (hladina jezera 1 794 m n. m., plocha 3 630 km²). Zbylá jezera jsou v Etiopii soustředěna v riftovém údolí či v kalderách vyhaslých sopek.

Do jezera Tana ústí několik vodních toků, z nichž hlavním zdrojem vody je řeka Litte Abay (Gani & Abdelsalam, 2006). Vlivem přehrazení kvartérními lávovými proudy vytéká z jezera jediná řeka, Modrý Nil. Do povodí Nilu spadá 40 % území Etiopie, z čehož se subpovodí Modrého Nilu podílí 70 %, resp. 84 % (Shukri, 1949; resp. Šlégl et al., 2005). Vlivem sezónních srážek se však v řekách Etiopské vysočiny mění během roku množství vody, kdy řeky dosahují největších průtoků v období hlavních dešťů,

tj. července až září (Klimadiagramme Weltweit, 2016), a naopak v suchých měsících, tj. prosinec a leden, některé etiopské řeky vysychají (Obr. 4).



Obr. 4. Vyschlé koryto řeky levého přítoku Jemmy, Etiopská vysočina.

Odlesnění hor výrazně zvýšilo rychlost půdní eroze a rychlost odnosu materiálu řekami. Dle Pik et al. (2003) má 95 % materiálu transportovaného řekou Nil původ v povodí Modrého Nilu.

Hydrogeologické poměry jsou podobné jako geomorfologické poměry vázané na geologickou stavbu. Některé sesuvné pohyby jsou vázané na místa výstupu podzemních vod na povrch. Výrazné zvýšení hladiny podzemní vody zpravidla způsobuje oživení pohybů na svahu (Záruba & Mencl, 1974).

Půdní poměry v Etiopské vysočině

Dle Africa Soil Science Society (2016) se v Etiopské vysočině nacházejí:

- 1) *nitosoly* a *andosoly*, tj. tmavé vulkanické půdy vznikající z mladých vulkanických pyroklastik, s vysokým obsahem živin a s nízkou objemovou hmotností;
- 2) *vertisoly*, tj. těžké půdy, které dokáží absorbovat velké množství vody (bobtnají) a při vysychání popraskají (smršťují se), do vzniklých puklin tak zapadávají půdní částice z vyšších vrstev, a dochází tak k promíchávání půdy, tzv. vertisol efekt;
- 3) *kambisoly* a *luvisoly*, vznikající z přemístěných hornin a substrátů, jsou silně zvětralé, obohacené o jílu a s nízkou schopností vázat živiny;
- 4) *lithosoly*, tj. mělké půdy, které vznikají na strmých svazích.

Degradace půd je jedním z hlavních přírodních problémů Etiopie. Nejčastější mechanismus degradace půdy představuje eroze půdy tekoucí vodou. Dochází zde ke stržové erozi, kdy strže mají i několikametrovou hloubku. Obecně ve vyšších polohách svahů Etiopské vysočiny ubývá orníční

vrstvy půdy a klesá i její úrodnost. Ve spodních částech svahů pak dochází k usazování přemístěné zeminy. Pozemky postižené abnormální erozí jsou nejen celkově ochuzovány o ornici a živiny, ale jsou i rozbrázděny erozními rýhami a výmoly, což ztěžuje jejich obdělávání (Pasák et al., 1984).

Příčin půdní eroze v Etiopské vysočině je přitom hned několik. Především je půdní eroze urychlena kombinací hornatého reliéfu se sklonem přes 16° a vysokou intenzitou srážek sezónního charakteru. Dalším faktorem urychlujícím erozi je pak nevhodný způsob hospodářství. Příkladem může být orba po spádnici, či absence mezí, teras či jiných protierozních bariér. Trvalý pokles kvality půd a každoroční úbytek plochy úrodné půdy nutí místní obyvatele k novému zakládání zemědělských oblastí v dosud zalesněných částech Etiopské vysočiny. Toto odlesňování vede ke snížení retenční schopnosti krajiny a tím další akceleraci povrchového odtoku a půdní eroze. Rovněž intenzivní pastva hospodářských zvířat, převážně skotu a koz, vede k mizení řídké vegetace a k rozrytí půdy kopyty zvířat. Eroze je závislá také na typu půd. Těžké jílovité půdy sice mají schopnost absorbovat velké množství vody a krátkodobě tak mohou snížit její erozní účinek, nicméně po nabobtnání jílových částic v půdě dochází k tvorbě nepropustného horizontu ve velmi mělkých hloubkách. V období sucha se půda smršťuje a tvoří se v ní trhliny, které poté urychlují působení eroze.

Celková eroze v povodí Modrého Nilu dosahuje dle Garzantiho et al. (2006) hodnot 870 ± 50 t/km²/rok. Sedimenty pocházející z Etiopské vysočiny pak lze nalézt uloženy v aluviálních kuzelech v Súdánu a významně se podílí také na budování říční delty Nilu v Egyptě. Dopady enormní eroze půd nejsou však pouze v oblasti hospodářství, mnohdy dochází také ke ztrátám na životech. Při intenzivních srážkách se v hlubokých stržích kumuluje voda z rozsáhlé oblasti, která po jejím uvolnění může zasáhnout vesnice v nižších i relativně vzdálených částech povodí, kde obyvatelé nezaznamenali srážky, a tak nejsou na prudké zvýšení hladiny připraveni.

■ Živá příroda v Etiopské vysočině

Flóra a fauna Etiopské vysočiny je velmi rozmanitá. Dle Černíka a Sekyry (1969) je hranice lesa v Etiopské vysočině ve výšce 3 000 m n. m.. Do 1 800 m n. m. se nachází oblast vždyzelených lesů, výše má Etiopská vysočina charakter savan a stepí a od 3 900 m n. m. se nachází vysokohorská zóna.

Růst počtu obyvatel vedl ke snížení stavu divoké zvěře, ke zmenšení jejího životního prostoru a především také k rychlému odlesnění dosud zalesněných území. Bedrna (2002) uvádí, že eroze půdy je výrazně urychlena po změně přírodních podmínek antropogenní činností a to hlavně po odstranění a změně vegetace. Bishaw (2009) tvrdí, že zbažení půdy vegetace vede k její rychlé a závažné

degradaci. Odlesnění v Etiopii probíhá extrémně rychle (Tab. 2) a má rozličné příčiny (zábor půdy, konstrukční účely, palivo, ...).

Snižování rozlohy lesů	Přirozený výskyt lesů	Výskyt lesů v r. 1950	Výskyt lesů v r. 1990	Výskyt lesů v r. 2000
Etiopie	65 %	16 %	2,70 %	2,20 %
Etiopská vysočina	90 %	20 %	? %	5,60 %

Tab. 2. Vývoj rozlohy lesů v Etiopii a v Etiopské vysočině dle Berryho (2003).

Vegetační pokryv bývá rovněž významným činitelem podporujícím stabilitu svahu a zabraňujícím působení eroze. Vegetační pokryv působí stabilizačně především díky svým kořenům, které zpevňují půdní pokryv. Zvláště pak kořeny stromů, které dosahují i větších hloubek, tvoří jakousi opěrnou kostru. Stabilizační účinek kořenů může chránit svah před výskytem mělkých svahových pohybů a před působením větrné a vodní eroze, neposkytuje však dostatečnou oporu před hlouběji založenými svahovými pohyby (Woldearegay, 2013). Ve vegetaci nezpevněných oblastech dochází k vyšší infiltraci srážek do půdy, což se projeví větším počtem svahových pohybů.

V souvislosti s ochranou přírody jsou v Etiopii zakládány národní parky, např. Národní park Simien (plocha 179 km²), který je od roku 1978 zapsaný mezi Světové dědictví UNESCO.

■ Obyvatelstvo a kultura Etiopie

V Etiopii (amharsky Itjopja) – celým názvem Etiopská federativní demokratická republika – žije přibližně 82 102 000 lidí, což činí hustotu zalidnění 72 osob na km² (Central Statistical Agency of Ethiopia, 2010). Stejně jako další země Subsaharské Afriky, je Etiopie závislá na domácí zemědělské výrobě, potýká se s problémy s infrastrukturou i ve zdravotnictví. Je zde tedy větší zranitelnost při dopadu přírodních katastrof (Vilímek in Langhammer, 2007). Dle Freemana et al. (2003) téměř 96 % úmrtí při povodních, svahových pohybech a dalších přírodních katastrofách se vyskytlo v zemích třetího světa. Podle UNDP (United Nations Development Programme) žije z celkového počtu ohrožených obyvatel na Zemi v nejhudších rozvojových zemích jen 11 %, ale na počtu úmrtí po přírodních katastrofách se podílejí 53 %.

Etiopie je částečně odkázána na zdroje z jiných částí světa - a to nejenom finanční, ale také informační. Pro snížení počtu úmrtí vlivem přírodních katastrof proběhla

již v 90. letech takzvaná Mezinárodní dekáda za snížení dopadu přírodních katastrof, která podnítila vznik několika dalších projektů a aktivit. Např. ISDR (International Strategy for Disaster Reduction) vytvořilo šest cílů, kterých by mělo být dosaženo:

1. zvýšit veřejné povědomí k porozumění podstaty přírodních rizik, zranitelnosti společnosti a snížení přírodních ohrožení;
2. realizovat snižování následků přírodních katastrof prostřednictvím příslušných institucí;
3. stimulovat multidisciplinární spolupráci včetně budování komunikačních sítí za účelem snižování míry rizik;
4. zlepšovat vědecké znalosti o příčinách přírodních katastrof stejně tak jako o souvisejících technologických či environmentálních ohroženích a jejich vlivech na lidskou společnost;
5. pokračovat v mezinárodní spolupráci za účelem snižování nepříznivých vlivů globálních změn klimatu;
6. posilovat kapacity pro vytváření systémů včasného varování.

Vzhledem ke katastrofickým zásahům přírodních procesů, jakou jsou například výše zmíněné svahové pohyby, dochází často v Etiopii k velkým materiálním škodám a k lidským úmrtím. S dopady těchto procesů se místní lidé sami jen těžce vyrovnávají. Proto v této oblasti působí několik dobročinných organizací z různých zemí světa, které zajišťují humanitární pomoc i vzdělávání místních obyvatel. Za Českou republiku lze jmenovat například organizace Člověk v tísni, Aquatest nebo Charita Česká republika, které v Etiopii pracují už řadu let.

■ Návrh aktivity do výuky zeměpisu na základních a středních školách

Studenti dostanou informace z předchozích kapitol podány vyučujícím již didakticky transformované. Pro jejich lepší zpracování se nám pro středoškoláky jeví jako ideální doplňování textu studenty přímo při probíhající výkladu. V následujícím odstavci uvádíme příklad takového textu s kurzívou doplněnými pojmy, které by byly v zadání vynechány. Pro studenty ZŠ doporučujeme výrazné zjednodušení a zkrácení textu. Takto doplněný text může současně sloužit i pro vložení do sešitu, a supluje tak zápis z hodiny.

Etiopská vysočina se nachází na rozhraní Arabské, Nubijské a Somálské litosférické desky. V prostoru mezi odalujícími se deskami se nachází Východoafrický rift neboli příkopová propadlina. Velká část Etiopské vysočiny patří do povodí Modrého Nilu. Východní část území je tvořena čedičovými náhorními plošinami, kolem Etiopského riftu se nachází množství tektonických zlomů, jejichž množství směrem na západ klesá. Posledních několik desítek

milionů let v oblasti probíhá výrazná vulkanická činnost, která způsobila existenci desítek sopek. V celém regionu Východoafrického riftu patří mezi spouštěče svahových pohybů i seismická aktivita, tedy četná zemětřesení, která dosahují magnituda $M = 4,2-5,2$. Klima je v Etiopské vysočině semihumidní, největší vliv má vzdálenost od oceánu a vysoká nadmořská výška. Teploty se v průběhu roku příliš nemění. V zimních měsících převládá severovýchodní pasát, který přináší suchý kontinentální vzduch z Arábie. V létě naopak jižní monzun přináší srážky z Indického oceánu. Až 80 % ročních srážek je tak koncentrováno do období červenec–září. Až 70 % srážkových úhrnů náleží regionům ve vyšší nadmořské výšce. Tato nerovnoměrnost ve srážkových úhrnech podporuje krátkodobé přesycení půdy i svrchní vrstvy hornin a tím i zvýšený výskyt svahových pohybů. V centru Etiopské vysočiny se nachází největší etiopské jezero Tana. Ostatní jezera se nachází v riftovém údolí nebo v kalderách. Řeky v Etiopské vysočině jsou silně ovlivněny sezónními srážkami, nejvyšší průtoky vykazují v období monzunových dešťů; v suchých měsících některé řeky zcela vysychají. Vlivem tektonického zdvihu území dochází k říční erozi, kterou lze rozdělit na hloubkovou, která zařezává dno vodního toku, boční, která posouvá tok do stran a zpětnou, která způsobuje posouvání stupňů a vodopádů proti proudu. Řeky často sledují hlavní směry tektonických zlomů, poblíž riftu se tak nachází mřížkovitá říční síť. Pестrost geologického podloží a zahlabování toků vedlo ke vzniku četných vodopádů, desítky metrů vysokých. V Etiopii dochází k silné degradaci půd, kdy nejsilnějším činitelem je její eroze tekoucí vodou ze sezónních srážek na prudkých svazích. Pozemky postižené erozí jsou nejen ochuzeny o živiny, ale jsou rozbrázděny četnými stržemi, které znesnadňují obdělávání a odplavená půda je pak ukládána ve spodních partiích svahů. Erozi urychluje i nevhodné hospodaření, jako například po spádnici a absence mezí a teras. Z důvodu úbytku půdy jsou zemědělci nuceni přesouvat se do vyšších poloh, které jsou odlesňovány, což vede k dalšímu urychlení eroze. Lesy přirozeně brzdí erozi díky svým kořenům, které půdu stabilizují na místě a také snižováním infiltrace vody do půdy. Negativní vliv má i pastva hospodářských zvířat, především skotu a koz, která vede k řídnutí vegetace a rozrývání půdy kopyty. Půda, odnesená z Etiopské vysočiny, tvoří nánosy dokonce až v deltě řeky Nil. Urychlený odtok vody, eroze půdy a svahové pohyby však nemají dopad jen na hospodářství, ale ohrožují i lidské životy. Etiopie je závislá na domácím zemědělství a potýká se s nízkou úrovní infrastruktury a zdravotnictví. Obyvatelstvo je při takovýchto přírodních katastrofách tedy zranitelnější. Vzhledem k přírodním podmínkám a způsobům hospodaření tak v Etiopii dochází k velkým materiálním škodám a četným lidským úmrtím.

Poděkování

Autoři by rádi poděkovali Alžbetě Medvedové z Univerzity Mateja Bela v Banské Bystrici a Jindřichu Frajerovi z Univerzity Palackého v Olomouci, jejichž komentáře pomohly práci velmi výrazně vylepšit. Tato práce byla podporována projekty Grantové agentury ČR (P209/12/J068), Grantové agentury UK (1436314) a Západočeské univerzity v Plzni (NaturTECH 2: SGS-2016-055) a vznikla díky podpoře dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumné organizace RVO: 67985891.

Literatura

- ABEBE, B., DRAMIS, F., FUBELLI, G., UMER, M. a ASRAT, A. 2010. Landslides in the Ethiopian highlands and the Rift margins. – *Journal of African Earth Sciences* 56, 4–5: 131–138.
- AFRICA Soil Science Society. [online]. [cit. 10. 10. 2016]. Dostupné z WWW: <www.asssonline.org>
- ASFAW, Y. E. 2010. *Landslide Assessment in Blue Nile Gorge, Central Ethiopia*. – Master Thesis, University Gent, 82 pp.
- AYELE, A. 1995. *Earthquake Catalogue of the Horn of Africa for the Period 1960–1993*. – Seismology Department, Uppsala University, Report 3–95, 32 pp.
- AYELE, A. a ARVIDSSON, R. 1998. Fault mechanism and tectonic implication of the 1985–1987 earthquake sequence in south western Ethiopia. – *Journal of Seismology* 1: 383–394.
- AYALEW, L. 1999. The effect of seasonal rainfall on landslides in the highlands of Ethiopia. – *Bulletin of Engineering Geology and Environment* 58: 9–19.
- AYALEW, L. a YAMAGISHI, H. 2004. Slope failure in the Blue Nile basin, as seen from landscape evolution perspective. – *Geomorphology* 57: 95–116.
- AYENEW, T. a BARBIERI, G. 2005. Inventory of landslides and susceptibility mapping in the Dessie area Northern Ethiopia. – *Engineering Geology* 77:1–15.
- BEDRNA, Z. 2002. *Environmentální podznanectvo*. – VEDA, Bratislava. 352 pp.
- BERRY, L. 2003. Land Degradation in Ethiopia: Its Extent and Impact. In BERRY, L., OLSON, J. a CAMPBELL, D. (eds) *Assessing the extent, cost and impact of land degradation at the national level: findings and lessons learned from seven pilot case studies*. – Global Mechanism, Bonn: 1–26.
- BEYENE, A. a ABDELSALAM, M. G. 2005. Tectonics of the Afar Depression: A review and synthesis. – *Journal of African Earth Sciences* 41: 41–59.
- BIČÍK, I. 2010. *Makroregiony světa – Regionální geografie pro gymnázia*. – NČGS, Praha, 152 pp.
- BISHAW, B. 2009. Deforestation and Land Degradation in the Ethiopian Highlands: A Strategy for Physical Recovery. Oregon State University, Corvallis. – *Northeast African Studies* 8, 1: 7–25.
- BLOOM, B. S. (ed.) 1956. *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals*. – Longmans, Green, 207 pp.
- BROOThAERTS, N., KISSI, E., POESEN, J., VAN ROMPAEY, A., GETAHUN, K., VAN RANST, E. a DIELS, J. 2012. Spatial patterns, causes and consequences of landslides in the Gilgel Gibe catchment, SW Ethiopia. – *Catena* 97: 127–136.
- CONWAY, D. 2000. The climate and hydrology of the Upper Blue Nile river. – *The Geographical Journal*, 166: 49–62.
- COULIÉ, E., QUIDELLEUR, X., GIRLLOT, P. Y., COURTILLOT, V., LEFÉVRE, J. C. a CHIESA, S. 2003. Comparative K-Ar and Ar/Ar dating of Ethiopian and Yemenite Oligocene volcanism: implications for Tertiary and duration of the Ethiopian traps. – *Earth and Planetary Science Letters* 206: 477–492.
- ČERNÍK, A. a SEKÝRA, J. 1969. *Zeměpis velehor*. – Academia, Praha, 393 pp.
- ČERVENÝ, P., KOPP, J., MENTLÍK, P. a ROUSOVÁ, M. 2013. *Zeměpis 6*. – Fraus, Plzeň, 136 pp.
- CRUDEN, D. M. a HU, X. Q. 1996. Hazardous modes of rock slope movement in the Canadian Rockies. – *Environmental & Engineering Geoscience* 2: 507–516.
- DONATI, L. a TURRINI, M. C. 2002. An objective method to rank the importance of the factors predisposing to landslides with the GIS methodology: application to an area of the Apennines (Valnerina; Perugia, Italy). – *Engineering Geology* 63: 277–289.
- DEMEK, J., DVOŘÁK, L., LEPKA, I., MALÝ, J., NOP, R., PLUSKAL, M. a VOŽENILEK, V. 2013. *Geografie, Regionální geografie světa 3*. – SPN, Praha, 160 pp.
- FREEMAN, P., MARTIN, L., MECHLER, R. a WARNER, K. 2003. A Methodology for Incorporating Natural Catastrophes into Macroeconomic Projections. In VAN DER VEEN, A. A., ARELLANO, V. a NORDVIK, J. P. (eds) *Proceedings: Point NEDIES and University of Twente Workshop - In search of a common methodology for damage estimation. Report EUR 20997 EN (2003)*, Bruxelles, Office for Official Publications of the European Communities, European Union, 51–165.
- GANI, N. D. a ABDELSALAM, M. G. 2006. Remote sensing analysis of the Gorge of the Nile, Ethiopia with emphasis on Dejen-Gohatsion region. – *Journal of African Earth Science* 44: 145–150.
- GANI, N. D., GANI, M. R. a ABDELSALAM, M. G. 2007. Blue Nile incision on the Ethiopian Plateau: Pulsed plateau growth, Pliocene uplift, and hominin evolution. – *GS Today* 17: 4–11.
- GANI, N. D., ABDELSALAM, M. G., GERA, S. a GANI, M. R. 2009. Stratigraphic and structural evolution of the Blue Nile Basin, Northwestern Ethiopian Plateau. – *Geologic Journal*, 44: 30–56.
- GARZANTI, E., ANDO, S., VEZZOLI, G., MEGID, A. A. A. a EL KAMMAR, A. 2006. Petrology of Nile River sands (Ethiopia and Sudan): Sediment budget and erosion patterns. – *Earth and Planetary Science Letters* 252: 327–341.
- GLADE, T. a CROZIER, M. J. 2005. The nature of landslide hazard impact. In GLADE, T., ANDERSON, M. a CROZIER, M. J. (eds), *Landslide Hazard and Risk*. – John Wiley and Sons, Chichester: 41–74. .

- HANSEN, A. 1984. Landslide hazard analysis. In BRUNDSÉN D. a PRIOR, D.B. (eds) *Slope Instability*, John Wiley, New York, 523–602.
- HOFMANN, C., COURTILOT, V., FERAUD, G., ROCHETTE, P., YIRGU, G., KETEFO, E. a PIK, R. 1997. Timing of the Ethiopian flood basalt event and implications of Plume birth and global change. – *Nature* 389: 838–841.
- HOROWITZ, A. 2001. *The Jordan rift valley*. – Jan de Boer, Amsterdam, 708 pp.
- HÜBELOVÁ, D., NOVÁK, S. a WEINHÖFER, M. 2013. *ZEMĚPIS – Přírodní obraz Země, učebnice, 2. díl*. – Nová škola, Brno, 84 pp.
- KAZMIN, V. 1975. *Geological Map of Ethiopia*. – Geological Survey of Ethiopia, Addis Ababa, Ethiopia 1 : 500 000.
- KLIMADIAGRAMME weltweit. [online]. [cit. 10. 10. 2016]. Dostupné z WWW: <www.klimadiagramme.de>
- KOHOUTOVÁ, A., PREIS, J. a DVORÁK, J. 2014. *Zeměpis 7, Učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia nová generace*. – Fraus, Plzeň, 128 pp.
- KREJČÍ, O., BAROŇ, I., BÍLA, M., HUBATKA, F., JUROVÁ, Z. a KIRCHNER, K. 2002. Slope movements in the Flysch Carpathians of Eastern Czech Republic triggered by extreme rainfalls in 1997: a case study. – *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 27, 36: 1567–1576.
- LANGHAMMER, J. (ed.) 2007. *Povodně a změny v krajině*. – Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze a Ministerstvo životního prostředí ČR. Praha. 350 pp.
- MANGESHA, T., CHERNET, T., HARO, W. 1996. Geological Map Of Ethiopia (1:250,000). – Geological Survey of Ethiopia, Addis Ababa, Ethiopia.
- MAPCRUZIN. Free GIS mapping, ArcGIS shapefiles, tools, news geography maps and resources [online]. *MapCruzin* [downloaded 1. 9. 2016]. Dostupné na WWW: <www.mapcruzin.com>.
- MÄRKER, M., HOCHSHILD, V., MACA, V. a VILÍMEK, V. 2016. Stochastic assessment of landslides and debris flows in the Jemma basin, Blue Nile, Central Ethiopia. – *Geografica Fisica e Dinamica Quaternaria* 39: 51–58. McDUGALL, I., MORTON, W. H. a WILLIAM, M., A. J. 1975. Ages and rates of denudation of trap series basalts at the Blue Nile Gorge, Ethiopia. – *Nature* 254: 207–209, doi: 10.1038/254207a0.
- METTERNICHT, G., HURNI, L. a GOGU, R. 2005. Remote sensing of landslides: An analysis of the potential contribution to geo-spatial systems for hazard assessment in mountainous environments. – *Remote Sensing of Environment* 98: 284–303.
- MÍSAŘ, Z. 1987. *Regionální geologie světa*. – Academia, Praha, 705 pp.
- MOEYERSONS, J., VAN DEN ECKHAUT, M., NYSSÉN, J., TESFAMICHAEL, G., VAN DE WAUW, J., HOFMEISTER, J., POESEN, J., DECKERS, J. a MITIKU, H. 2008. Mass movement mapping for geomorphological understanding and sustainable development: Tigray, Ethiopia. – *Catena*, 7545–7554.
- NATIONAL STATISTICS – Population 2010 [online], Central Statistical Agency of Ethiopia, [cit. 10. 10. 2016]. Dostupné z WWW: <www.csa.gov.et>
- NOVÁK, S., ŠTEFL, V., TRNA, J. a WEINHÖFER, M. 2014. *ZEMĚPIS – Vstupte na planetu Země, učebnice, 1. díl*. – Nová škola, Brno, 68 pp.
- PASÁK, V. 1984. *Ochrana půdy před erozí*. – Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 160 pp.
- PIK, R., MARTY, B., CARIGNAN, J. a LAVÉ, J. 2003. Stability of the Upper Nile drainage network (Ethiopia) deduces from (U/Th)/He thermochronometry: implications for uplift and erosion of the Afar plume dome. – *Earth and Planetary Science Letters* 215: 73–88.
- RVP G 2007. *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia*. – VÚP, Praha, 100 pp.
- RVP ZV 2016. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. – VÚP, Praha, 164 pp.
- SCHELSTREATE, V. 2010. *Lithology and weathering products at the slip plane of landslides in SW Ethiopia*. – MS, MSc Thesis, Faculteit wetenschappen, Universiteit Gent, 119 pp.
- SCHREIBEROVÁ, K. 2014. *Klasifikace svahových pohybů s aplikací na vybrané oblasti Etiopické vysočiny*. – MS, Bakalářská práce. Katedra fyzické geografie a geoekologie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova v Praze, 84 pp.
- SUMMERFIELD, M. 1991. *Global Geomorphology: an introduction to the study of landforms*, Longman Scientific & Technical, 537 pp.
- SVATOŇOVÁ, H., KOLEJKA, J., CHALUPA, P. a HÜBELOVÁ, D. 2015. *ZEMĚPIS – Putování po světadílech, učebnice, 1. díl*. – Nová škola, Brno, 96 pp.
- ŠLÉGL, J. et al. 2005. *Světová pohoří: Afrika, Austrálie a Oceánie, Antarktida*. – Euromedia Group, k. s., Praha, 199 pp.
- TEMESGEN, B., MOHAMMED, M. U., KORME, T. 2001. Natural Hazard Assessment Using GIS and Remote Sensing Methods, with Particular Reference to the Landslides in the Wondogenet Area, Ethiopia. – *Physics and Chemistry of the Earth, Part C: Solar, Terrestrial & Planetary Science* 26, 9: 665–675.
- UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME, Bureau of Crisis Prevention and Recovery. In JEGGLE, T. (ed.) United Nations publication. Know Risk, Tudor Rose Publishing, Geneva, 33–34.
- VARNES, D. J. 1984. *Landslide hazard zonation: a review of principles and practice*. – International Association of Engineering Geology Commission on Landslides and Other Mass Movements on Slopes, UNESCO, Paris, 63 pp.
- WOLDEAREGAY, K. 2013. Review of the occurrences and influencing factors of landslides in the highlands of Ethiopia: With implications for infrastructural development. – *Momona Ethiopian Journal of Science* 5, 1: 1–29.
- WOLELA, A. 2010. Diagenetic evolution of the Anisian-Pliensbachian Adigrat Sandstone, Blue Nile Basin, Ethiopia. – *Journal of African Earth Science* 56: 29–42.

E English summary

The natural environment of the Ethiopian Highland and the predisposition to mass movements and fluvial erosion – the source material for teaching of the regional geography with context

Teaching of regional geography with context is one of the major issues for geography teachers on the onset of their career. We present the review of natural phenomena that affect slope and fluvial systems in the Ethiopian Highland. We also demonstrate how alterations of these systems affect the life of people in the area. The sample task is part of this paper. The Ethiopian Highland experienced distinct geological events, e.g. repeated sea transgression and regression, Tertiary and Quaternary volcanism, uplift of Ethiopian Highlands (in the last 30 My) and opening of Ethiopian Rift (in the last 18 My), which caused the formation of faults and fractures. As a result of tectonic activity, the Ethiopian plateau was uplifted, which caused the old platforms are cut by a network of deep canyons. Using the review of international and national literature, the fluvial erosion seems to be the leading process in landscape evolution, also considering the depth of several canyons; however, using a more detailed scale the slope processes (e.g. landslides, rock falls) and weathering start to play a more important role.

Key words: Ethiopian Highland, mass movement, erosion.

Figures

Fig. 1. The orientation map of the Blue Nile basin in the Ethiopian highlands

Fig. 2. African-Arabian rift system

Fig. 3. The watercourses of the Ethiopian highlands follow the main directions of the tectonic cracks in bedrock. The streams form long long straight parts of rivers and right angle meanders. Note: A - the watercourses of the Ethiopian highlands; B - the main directions of the tectonic cracks in bedrock (red lines).

Fig. 4. The dry parts of Jemma river tributary, Ethiopian highlands.

Tables

Tab. 1. Sub-phases of the sedimentation periods in the Ethiopian highlands according to Gani et al. (2009) and Wolela (2010).

Tab. 2. The changing of forest area in Ethiopia and the Ethiopian highlands according to Berry (2003).