



SPUSTNUTÉ PÔDY NAD HORNOU HRANICOU LESA SLOVENSKA

RUDOLF MIDRIAK

Centrum vedy a výskumu Univerzity Mateja Bela - Inštitút výskumu krajiny a regiónov,
Cesta na amfiteáter 1, SK – 974 01 Banská Bystrica, e-mail: r.midriak@seznam.cz

Venované prof. RNDr. Pavlovi Plesníkovi, DrSc.,
slovenskému biogeografovi, k nedožitým deväťdesiatym
narodeninám.
Autor

MIDRIAK R., 2011: Waste lands above the timberline of Slovakia. Lesn. Čas. – Forestry Journal, 57(3): 157-165, 8 fig., tab. 1, ref. 18. Original paper. ISSN 0323 – 1046.

Waste lands may occur wherever man has removed or weakened the soil-conservation effect of vegetation cover thus causing erosion. For example, above the upper limit of the forest after the reduction and subsequent elimination of dwarf pine stands used for grazing. Waste lands are primarily associated with the deforested upper part of the higher mountain belt, the sub alpine stage and, to a smaller extent, the Alpine stage. These processes have had an impact on the origin and further development of waste lands: water-, gravity-, wind-, and snow-, cryogenic-, biogenic- and anthropogenic processes.

Mapped forms of destruction on a scale of 1: 10,000 show the extent of the affected area at 3,972 ha (8.1%). According to the evaluation in the scale of 1:100 up to 1:1,000 it is an increase of a further 3,207 ha. Therefore, taking into account the increased area of destructed waste lands (about 7,180 ha), the size of the total area of soil cover above the timberline in Slovakia is 24%. Most of the territory above the timberline (78% of the area) is threatened by the potential for very strong intensity of erosion (loss of 5–15 mm-layer of soil per year) and strong intensity of erosion (1.5 – 5 mm per year). In comparison with the average potential erosion losses above the timberline in various mountain ranges (overall average is 8.64 mm. year⁻¹) real average loss of soil is 0.27 mm per year this fluctuates on the surface of waste lands mostly within the range 0.4 – 0.5 mm.year⁻¹, but for smaller areas within 2–30 millimetres per year!

Key words: waste lands, anthropogenic effects, timberline, geomorphic processes, Western Carpathians

Spustnuté pôdy sa môžu vyskytnúť všade tam, kde človek odstránil, alebo oslabil pôdoochrannú účinnú vegetačnú pokrývku a umožnil nastúpiť eróznym procesom. Takto vznikli aj nad hornou hranicou lesa po jej znížení a odstránení kosodrevinových porastov za účelom pasenia. Ich vznik sa viaže predovšetkým na odlesnenú hornú časť supramontánneho stupňa a na subalpínsky stupeň, v menšom rozsahu aj na alpínsky stupeň. Ide o tieto procesy, ktoré majú vplyv na vznik aj ďalší vývoj spustnutých pôd: vodné, gravitačné, eolické, nivačné, kryogénne, organogénne a antropogénne procesy.

Mapovateľnými formami deštrukcie 1 : 10 000 je postihnuté územie na rozlohe 3 972 ha (8,1 %). Podľa vyhodnotenia v mierke 1 : 100 až 1 : 1 000 ide o zvýšenie o ďalších 3 207 ha. Ak teda zoberieme do úvahy takto zvýšenú výmeru deštruovaných spustnutých pôd (asi 7 180 ha), potom ich rozloha z celkovej výmery pôdnej pokrývky nad hranicou lesa predstavuje na Slovensku až 24 %! Prevažná časť územia nad hranicou lesa (na 78 % plochy) je ohrozená veľmi silnou intenzitou potenciálnej erózie (5 až 15 mm vrstvy zeminy za rok) alebo silnou intenzitou (1,5 až 5 mm za rok). V porovnaní s priemernými potenciálnymi eróznymi stratami nad hranicou lesa v jednotlivých pohoriach (celkový priemer je 8,64 mm.r⁻¹) reálny priemerný odnos pôdy je 0,27 mm za rok, ktorý kolíše z povrchu spustnutých pôd najčastejšie od 0,4 do 0,5 mm.r⁻¹, ale na menších plochách od 2 do 30 mm za rok!

Kľúčové slová: spustnuté pôdy, antropogénne vplyvy, horná hranica lesa, geomorfologické procesy, Západné Karpaty

1. Úvod a problematika

Spustnuté pôdy sú takou kategóriou pôd (resp. presnejšie *plôch*), ktorá sa môže vyskytnúť všade tam, kde sa človek svojimi negatívnymi aktivitami pričíní o to, aby odstránil, alebo oslabil pôdochrannú účinnú vegetačnú pokrývku a umožnil nastúpiť akcelеровaným eróznym procesom. Vzniku spustnutých plôch môže dopomôcť celý rad ďalších – najmä antropogénnych alebo antropozoogénnych procesov, resp. javov v krajine. Takto vznikli spustnuté plochy aj nad hornou hranicou lesa vo vysokých pohoriach Západných Karpát najmä po znížení hornej hranice lesa a odstránení kosodrevinových porastov za účelom pasenia (PLESNÍK 1961, 1971, MIDRIAK 1979, 1983 a i.).

Tieto pôdy sú najvýraznejšou formou zdevastovania povrchu – plôch v krajine. K ich vzniku prispieva najmä deštruktívna činnosť človeka minimálne od čias valašskej kolonizácie (odlesňovanie, pastva, vypaľovanie lesa a kosodreviny, nevhodná orba pôdy) a erózne procesy, ale novodobá aj priemyselná činnosť (imisie, magnezitky, vápenky, cementárne, odkaliská atď.). V minulom storočí sa stali nielen problémom lesníckym (boli zväčša na lesnom pôdnom fonde a lesníci ich začali zalesňovať – ZACHAR 1965), ale aj, a to predovšetkým, problémom krajinnoeekologickým, lebo ide o postupné pustnutie nielen pôdy, ale aj krajiny.

Deštruktívnymi procesmi (vodnou alebo veternou eróziou, gravitačnými, kryogénnymi, nivačnými a antropozoogénnymi procesmi) bol na nich buď odstránený, stenčený, alebo fyzikálne značne pozmenený pôdny plášť s výrazným prispením diferencovanej expozičnej klímy. Došlo k prerušeniu celistvosti pôdnej pokrývky (na niektorých miestach k výraznému zryhovaniu svahových pozemkov až k obnaženiu podložnej horniny), k zníženiu úrodnosti pôdy a k jej vyradeniu z procesu využívania za účelom získania bioprodukcie. K vzniku spustnutých plôch teda jednoznačne prispievajú najmä erózne procesy a deštruktívna činnosť človeka.

Cieľom príspevku je najmä krajinnoeekologická analýza spustnutých plôch, ich kvantifikácia a výskyt v území vysokých pohorí nad hornou hranicou lesa v Západných Karpatoch na Slovensku.

2. Materiál a metódy

Objektom výskumu a predmetom analýz i syntéz v rámci riešenia projektu APVV-0591-07 *Spustnuté pôdy a pustnutie krajiny Slovenska* (a ešte pred ním) boli všetky vysoké pohoria Západných Karpát na Slovensku (Tatry – Západné a Východné, Nízke Tatry – Ďumbierske aj Kráľovoohorské, Veľká Fatra, Malá Fatra – Krivánska aj Lúčanská, Chočské vrchy a Oravské Beskydy – Babia hora a Pilsko) na ploche nad súčasnou hornou hranicou lesa.

Tam sme na vzorových územiach (veľkých radovo 1 000 až 3 400 ha) univerzálnou fotogrametrickou metódou z leteckých snímok v mierke 1 : 10 000 a metódou pozemnej stereofotogrametrie (MIDRIAK, PETRÁŠ 1972)

na modelových svahoch (s rozlohou niekoľko árov až niekoľko desiatok hektárov) v mierke 1 : 100 až 1 : 1 000 kartograficky vyhodnotili a detailnejšie skúmali viacero analytických znakov erózne deštruovaných spustnutých plôch vybranými metódami erodologického výskumu – nivelačnou, volumetrickou, deluometrickou, pedologickou, morfometrickou, vegetačnou, historickou a inými. Ich detailnejší opis je najmä v prácach GERLACH (1964), ZACHAR (1982) a MIDRIAK (1983).

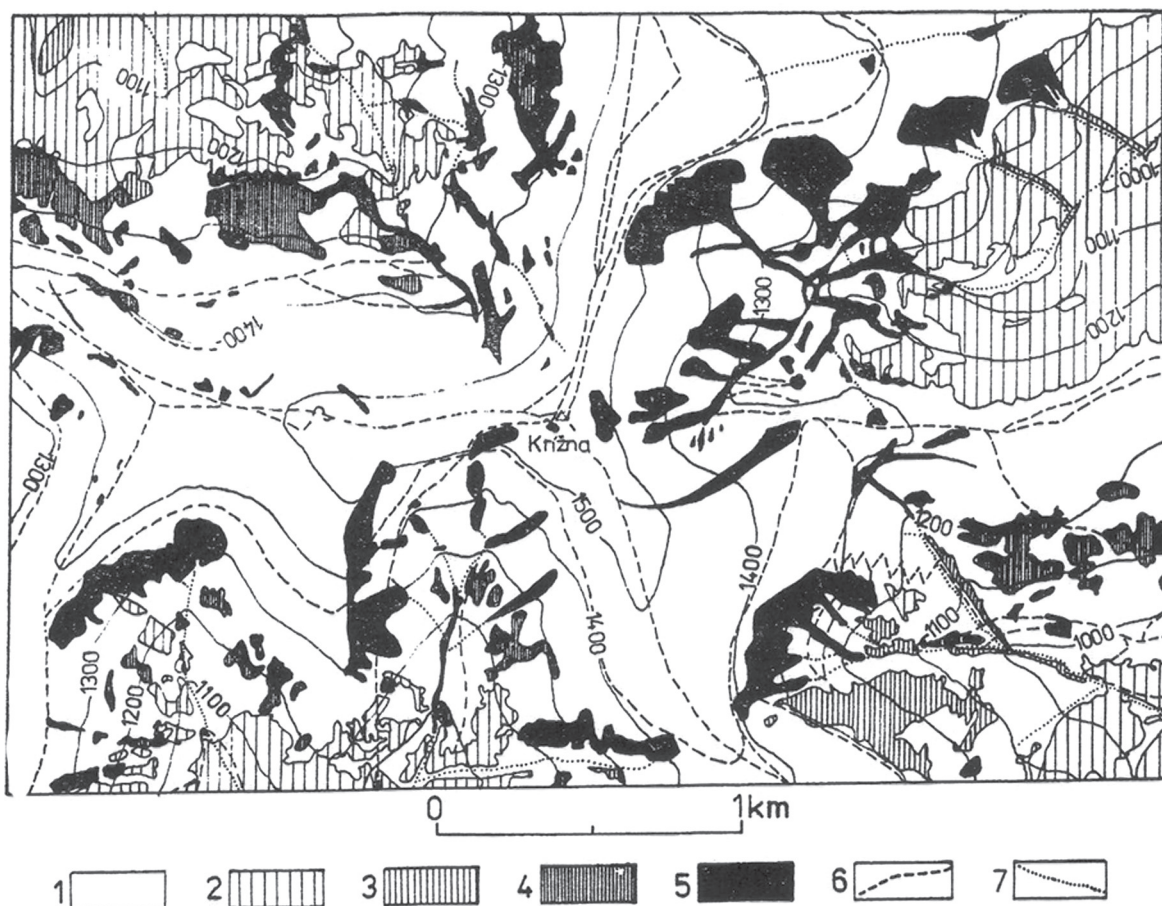
3. Výsledky a diskusia

3.1. Výmera a triedenie spustnutých pôd na Slovensku

Spustnuté pôdy sa vždy v odbornej literatúre prezentovali ako súčasť *nelesných pôd*. Ako samostatná kategória pôd (plôch) neboli nikdy unifikované, resp. kodifikované, a z tohto dôvodu ani nebola vykonaná ich presná inventarizácia, alebo kvantifikácia. Podľa ZACHARA (1965), ktorý sa u nás najdetailnejšie venoval problematike nelesných pôd, patrili tam spustnuté pôdy ako subkategória – synonymum *erodované pôdy* (s výmerou 128 684 ha na Slovensku) – popri *málo výnosných pôdach*, *pôdach vodohospodárskych oblastí* a ďalších plochách určených Generálnym plánom zveľaďovania poľného, lesného a vodného hospodárstva (Štátnym vodohospodárskym plánom a delimitáciou pôdneho fondu – MARKOVÁ, TREBICHAŤSKÝ, PUŠKÁR 1962) na zalesnenie. Tak sa spustnuté pôdy často v praxi označovali alebo aj zamieňali s termínmi *nelesné pôdy*, *devastované pôdy*, *degradované pôdy*, *málo úrodné pôdy*, *neplodné pôdy*... a pod. (JANEČKO *et al.* 1955, MIDRIAK 1969 a i.). Odborný odhad rozlohy spustnutých pôd v polovici minulého storočia bol asi 100 tisíc ha (JANEČKO *et al.* 1955), podľa mapy schematického výskytu z roku 1954, uverejnenej posledne citovanými autormi (ktorú sme planimetricky analyzovali v prostredí GIS) len asi 70 705 ha (poznamenávam, že ide o výmeru bez spustnutých pôd nad hornou hranicou lesa, ktoré spomínaná mapa vôbec neuvádzala).

ZACHAR (1965) odlišuje **nelesné pôdy** na *viatych pieskoch*, *soľné (zasolené) pôdy*, *nelesné pôdy zaburinené a porastené rozličnými krami*, *spustnuté pôdy* (erózne ryhy, sutinové povodne a strže), *zamokrené nelesné pôdy*, *kamenité a sutinové pôdy v horských oblastiach* a *pôdy znehodnotené priemyselnou činnosťou*.

Na triedenie, resp. rozlíšenie **spustnutých pôd** boli v našej – domácej – literatúre použité termíny *pustá* (od prírody neplodná – skalné steny, bralá a p. – teda plochy bez pôdy, na ktorých sa pôda nevytvorila) a *spustnutá* (resp. aj *pustnúca*) *pôda*, ktorá vždy takou nebola a jej pustnutie zapríčinil človek – antropogénne vplyvy v krajine (CIFRA 1959, ZACHAR 1960, 1965); prípadne sa spustnuté pôdy rozdeľovali na *primárne* a *sekundárne*. Na vlastné triedenie spustnutých pôd v užšom ponímaní sa ako rozlišovací znak až doteraz využíva geologický



Obr. 1. Spustnuté pôdy vo vzorovom území oblasti Krížnej vo Veľkej Fatre, zmapované metódou univerzálnej fotogrametrie v mierke 1 : 10 000

Fig. 1. Waste lands of modelled territory in Krížna region (Veľká Fatra Mts.) mapped using the method of universal photogrammetry method M 1: 10,000

Vysvetlivky – Explanatory notes: 1 – bylinno-trávna vegetácia hôľ a lesných enkláv – herbs vegetation of both alpine meadows and forest enclaves; 2 – les dospelý zapojený – mature forest closed; 3 – les mladý, zákrpky a kroviny – young stand, dwarf tree and shrub; 4 – les rozpojený a exklávy stromových zoskupení – disconnected forest and forest exclaves; 5 – spustnutá deštruovaná pôda – waste destructed land; 6 – cesta, chodník – earth road, path, 7 – lavínovo-erózný žľab – avalanche chute.

podklad, prípadne substrát, na ktorom sa spustnutá plocha vytvorila. Takto sa vyčlenili spustnuté pôdy na flyšovom substráte, na karbonátových horninách (vápence, dolomity a i.), na neovulkanitoch, na tvrdých horninách kryštalinika (žula, rula), na mäkkom substráte spraší, pieskov, alúvií a i. (JANEČKO *et al.* 1955, MIDRIAK 1969, 2009).

3.2. Genéza spustnutých pôd nad hornou hranicou lesa v Západných Karpatoch

3.2.1. Antropogénne vplyvy na vznik spustnutých pôd

Na Slovensku je vo vysokých pohoriach Západných Karpát (Tatry, Nízke Tatry, Veľká Fatra, Malá Fatra, Choč, Babia hora a Pilsko v Oravských Beskydách) vytvorená dnešná línia hornej hranice lesa na dĺžke vyše 1 020 km (MIDRIAK 1979). Antropogénne zásahy v oblasti hornej hranice lesa a nad ňou v Západných Karpatoch sa prejavili vo vzťahu k deštrukcii pôdy – a teda aj k jej

spustnutiu – priamo aj nepriamo, najmä počas valašskej kolonizácie, ale na viacerých miestach už aj pred ňou a v pozmenenej miere trvajú doteraz.

Prevaha nepriamych vplyvov má pôvod predovšetkým v rozsiahlom znižovaní línie hornej hranice lesa a v iných formách ničenia vegetácie, najmä kosodrevinových porastov v subalpínskom stupni. S nepriamymi vplyvmi súvisí okrem vlastného odlesňovania vyrúbavaním a vypaľovaním aj pastierstvo, baníctvo a hutníctvo. Súčasná horná hranica je pastiermi (vyrúbavaním, vypaľovaním, kľčovaním a následným pasením) a lavínami znížená v jednotlivých častiach geomorfologických celkov vysokých pohorí o 50 – 400 m, v priemere o 150 – 200 m. Zníženie antropogénnymi vplyvmi sa týka hranice lesa na úseku 70 – 78 %. Takto je priemerná súčasná výška hornej hranice na Slovensku len okolo 1 350 m n. m. a v prípade pripočítania medzernatých stromových zoskupení v oblasti hornej hranice lesa 1 405 m n. m. (PLESNÍK 1971, 2004, MIDRIAK 1979, 1983).



Obr. 2. Kalamitná holina v oblasti hornej hranice lesa s deštruovaným pôdnym povrchom, ktorý môže reálne prerásť do spustnutej plochy (oblasť sedla Čertovica v Nízkych Tatrách)

Fig. 2. Windbreakage in timberline with destructed land surface which can really overgrow into waste land (region of Čertovica saddle in Low Tatra Mts.)

Výrazné znižovanie hornej hranice lesa, redukcia plochy kosodrevinových porastov a antropozoogénne formy deštrukcie pôdneho plášťa (vytváranie prŕí, zdieranie mačiny raticami pasúcich sa a prehánaných zvierat k salašom, napájadlám a pod.), ktoré viedli až k vytvoreniu spustnutých pôd, postihli najmä časti pohorí s hladkým hôľnym reliéfom predovšetkým na karbonátovom podloží. Tu sa vytvorili najvýživnejšie trávno-bylinné porasty pre pastvu oviec aj dobytky, hoci často išlo aj o najplytšie pôdy (rendziny) v širokom okolí. Dobrým triediacim znakom bola aj expozícia reliéfu vo vysokohorskej krajine – vplyv odlesňovania a pastvy sa uplatňoval výraznejšie na výslnných svahoch, kde skôr mizne snehová pokrývka a nastupuje rastlinná pokrývka. Vznik deštruovaných spustnutých pôd nad hranicou lesa sa viaže predovšetkým na odlesnenú hornú časť supramontánneho stupňa a na subalpínsky stupeň, v menšom rozsahu aj na alpínsky stupeň. Medzi percentom deštruovanej pôdy a percentom pokryvnosti plochy lesom alebo kosodrevinou (ako „zvyškom“ po ich odstránení najmä počas valašskej kolonizácie) sú v našich vysokých pohoriach veľmi tesné korelácie (obr. 1) – vzťahy sú výraznejšie v karbonátových pohoriach mezozoika v porovnaní s pohoriami kryštalinika (MIDRIAK 1983). Zanedbateľné nie je v ostatných rokoch ani hromadné hynutie smrečín pričinením prírodných katastrof (napr. *vetrových* kalamít, zosilnených ďalším intenzívnym pôsobením podkôrneho hmyzu), nevynímajúc ani porasty vysokohorských smrečín vybiehajúce až na hornú hranicu lesa (Vysoké Tatry, Nízke Tatry ai. – obr. 2), kde lesníci často holorubným spôsobom ťazia a pozemne transportujú postihnutú drevnú hmotu, čím sa taktiež deštruuje pôdny kryt. Takto sa zväčšuje tá plocha nad

súčasnou hranicou lesa, kde sa potenciálne vyskytnú lavíny alebo aj erodované spustnuté pôdy.

V ostatných desaťročiach nemožno zanedbať ani intenzívne *priame antropogénne vplyvy*, medzi ktoré patrí napr. rozrušovanie pôdneho plášťa pri výstavbe športových alebo rekreačno-turistických zariadení (lyžiarske a bežecké zjazdové trate, vleky, výťahy, cesty, chodníky, chaty, hotely, apartmánové domy, športové areály s infraštruktúrou), pri ktorých takmer totálne chýbajú účinné biologicko-technické opatrenia na ochranu pôdy. Tieto vplyvy dosiahli miestami v našich vysokých pohoriach (najmä Tatry, Nízke Tatry, Donovaly) napriek nespočetným upozorneniam, osвете i výstrahám zo strany vedeckého a ochranárskeho frontu enormné rozmery a ešte výraznejšie sa tam prejavujú na porušení ekologickej rovnováhy krajiny v budúcnosti!

Osobitosť rôznorodých antropogénnych vplyvov – najmä nad hornou hranicou lesa (ale nie len tam) – sa prejavuje v tom, že ich pôsobenie na deštrukciu pôdy nemusí trvať na rozdiel od ostatných (primárnych) deštrukčných činiteľov počas celého obdobia deštrukcie pôdy. Môžu dať podnet k vzniku pôdodeštrukčných procesov alebo k ich urýchleniu, pričom pre ďalšie obdobie vývoja deštruovaných foriem povrchu môžu byť bezvýznamné a deštrukcia už môže pokračovať len účinkom primárnych činiteľov. V tom je však ich najväčšie nebezpečie. Takto si vysvetľujeme aj vznik *spustnutých pôd* nad hornou hranicou lesa ako sekundárny jav, vyvolaný a urýchlený umele – človekom (presnejšie antropogénnymi a antropozoogénnymi vplyvmi), prevažne v oblasti súčasnej hornej hranice lesa a v subalpínskom stupni, na rozdiel od *pustých plôch*, ktoré sú tam z čias pleistocénu podmienené len primárne prírodnými podmienkami a činiteľmi, prevažne v alpínskom až nedokonale vyvinutom subniválnom stupni (Vysokých Tatier).

3.2.2. Deštrukčné reliéfovotvorné procesy a ich vplyv na vznik a vývoj spustnutých pôd

Pri hodnotení týchto atribútov vo vzťahu k spustnutým pôdam nad hornou hranicou lesa musíme vychádzať z triedenia (klasifikácie) geomorfologických procesov, pri ktorých je potrebné brať do úvahy jednak hlavného činiteľa eróznej fázy pôsobenia daného procesu a jednak formu, ktorá sa prostredníctvom jeho pôsobenia vytvorila. O takéto systémové triedenie reliéfovotvorných procesov a foriem vo vysokohorských oblastiach so zreteľom na deštrukciu pôdy sme sa pokúsili už dávnejšie (MIDRIAK 1983), pričom klasifikáciu súčasných exogénnych reliéfovotvorných procesov na Slovensku v tom istom období vytvoril aj STANKOVIANSKÝ (1983) a najnovšie aplikoval okrem iných BOLTIŽIAR (2007).

Vo vysokých pohoriach nad hranicou lesa by zo súčasných procesov mohlo ísť najmä o tieto morfogenetické procesy, ktoré majú vplyv na vznik aj ďalší vývoj spustnutých pôd:



Obr. 3. Spustnutá pôda vytvorená na úpätí Klina (Západné Tatry) v Račkovej doline po zničení kosodrevinových porastov a dlhoročnom salašníctve (vľavo dolu) – antropogénne, zoogénne, vodnoerózne a kryogénne procesy

Fig. 3. Waste land at foot of Mt Klin (Western Tatra Mts.) in Račkova valley after both destruction of dwarf-pine stands and long-lasting sheep grazing (on the left down) – anthropogenic, zoogenic-, water erosion- and cryogenic processes

- *vodné procesy* (indukované povrchovou vodou: bombardujúci účinok padajúcich dažďových kvapiek – splach; tečúcimi vodami z dažďových zrážok aj z rozpúšťajúceho sa snehu – splach, vytváranie erózných rýh, teda areálna aj líniová vodná erózia; indukované povrchovými a podzemnými vodami: tečúcimi vodami po stráňach – ako korážia),
- *gravitačné procesy* (vlastné gravitačné procesy: zosuny; plazenie – zliezanie; vodnogravitačné procesy: zemité prúdy; kvázitečenie: sutinové prúdy; nivačno-gravitačné procesy: snehové lavíny; kryogravitačné procesy: soliflukcia, gelisaltácia, mrazové zliezanie a mrazové kĺzanie),
- *eolické procesy* (vetrové obrušovanie povrchu – eolická korázia; vyvievanie a prenos uvoľnených častíc zeminy – deflácia),
- *nivačné procesy* (nivácia – zahlbovanie perenujúceho snehu do obnaženého povrchu; nivačné obrušovanie – ako zahladzovanie povrchu snehom),
- *kryogénne procesy* (regelačné procesy: mrazové zdvíhanie povrchu, vymŕzanie),
- *organogénne procesy* (fytogénne procesy: erózia a transport pôdy vplyvom vývrátov stromov; zoogénne procesy: deštrukcia povrchu pohybom a pastvou zvierat, prerývaním povrchu a vyhrabávaním chodieb zvieratami),
- *antropogénne procesy* (všetky priame zásahy človeka do reliéfu nad hornou hranicou lesa).

Všetky tieto deštrukčné procesy môžu po zničení alebo výraznom oslabení pôdoochranného účinku vegetačnej pokrývky svojim akcelarovným priebehom buď iniciovať vznik spustnutej pôdy, alebo v ďalšom



Obr. 4. Zošliapávaním turistických chodníkov po spádnici z Ďumbiera (Nízke Tatry) vytvorené ryhy – spustnutá pôda ovplyvňovaná vodnou, antropogénnou a veternou eróziou, nivačnogravitačnými a kryogénnymi procesmi

Fig. 4. Erosive grooves formed by crushing of touristic paths on the slope of Mt. Ďumbier (Low Tatra Mts.) – waste land influenced by water-, anthropogenic and wind erosion, as well as snow-gravitational and cryogenic processes



Obr. 5. Úšust odtrhnutý na svahu odlesnenej bočnej morény pod Vyšnou Jakubinou (Západné Tatry) prerástol do spustnutej plochy modelovanej svahovými pohybmi, vodnou eróziou, lavínami a kryogénnymi procesmi

Fig 5. Debris flow on the slope of deforested lateral moraine under Mt. Vyšná Jakubíná (Western Tatra Mts.) enlarged into waste land which is formed by mass movements, water erosion, avalanches and cryogenic processes

období aj pomalým, resp. prerušovaným či epizodickým priebehom alebo výskytom zväčšovať rozsah, prípadne intenzitu pustnutia pôdy alebo plochy (až po denudáciu geologického podkladu). Vo väčšine prípadov nejde o pôsobenie len jedného z vyššie uvedených procesov, ale o kombináciu – spolupôsobenie viacerých procesov na tej istej ploche, čo vedie k vytváraniu rôznorodých foriem deštrukcie povrchu (obr. 3, 4, 5).

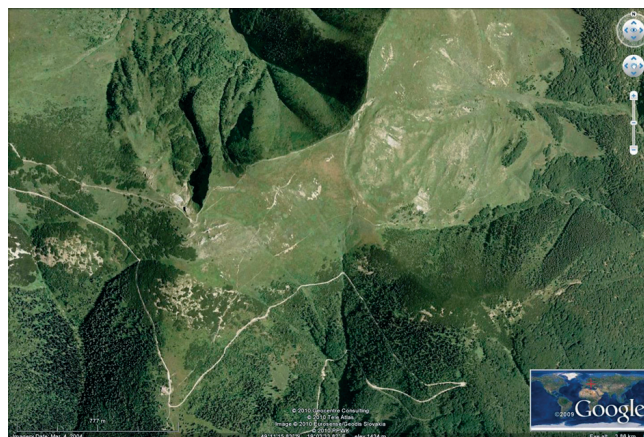
3.3. Kvantifikácia spustnutých pôd nad hornou hranicou lesa na Slovensku

3.3.1. Rozsah spustnutých pôd

Podľa vyhodnotenia univerzálnou fotogrametrickou metódou je mapovateľnými formami deštrukcie pôdy v mierke 1 : 10 000 postihnuté územie nad súčasnou hornou hranicou lesa v jednotlivých vysokých pohoriach Slovenska na rozlohe 3 972 ha, čo je 8,1 % z celkovej plochy územia nad hranicou lesa (tab. 1).

Medzi relatívne najviac postihnuté patria Belianske Tatry, Chočské vrchy, Západné Tatry, ale aj Veľká Fatra (najmä jej časť Hôľna Fatra) a Krivánska Fatra (obr. 1 a 6) teda vysoké pohoria s prevahou hladkého hôľneho reliéfu. S najväčšími rozlohami erodovaných spustnutých pôd sa stretávame v Západných Tatrách, ale aj vo Vysokých Tatrách a v Ďumbierskych Tatrách.

V tabuľke 1 sme uviedli rozlohy a percentuálne zastúpenie foriem najintenzívnejšej až totálnej deštrukcie, ktorá vtlačá postihnutým plochám ráz spustnutých pôd. Treba však mať na zreteli, že nie celá plocha nad hornou hranicou lesa má vytvorený pôdny plášť. Po odrátaní rozlohy najvyššej časti alpínskeho (teda fiktívne až zo subniválneho) stupňa, ako aj plochy skalných stupňov, hláv, blokovísk a p. i po odpočítaní plochy porastenej nad hranicou lesa kosodrevinou, ostáva v tomto území slovenských vysokých pohorí len necelých 30 tisíc ha pôdy. V podstate len na tejto rozlohe sa prejavujú známky



Obr. 6. Spustnuté pôdy (svetlé fliačky) rozptýlené v hladkom hôľnom reliéfe v centrálnej časti Krivánskej Fatry

Fig. 6. Waste lands (light patches) dispersed in smooth relief with alpine meadows of the central part of the Krivánska Fatra Mts. (by Google Earth 2004)

mapovateľných foriem (v mierke 1 : 10 000) deštrukcie pôdy charakteru spustnutých pôd. Tie potom tvoria až vyše 13 % z výmery pôdy nad hornou hranicou lesa.

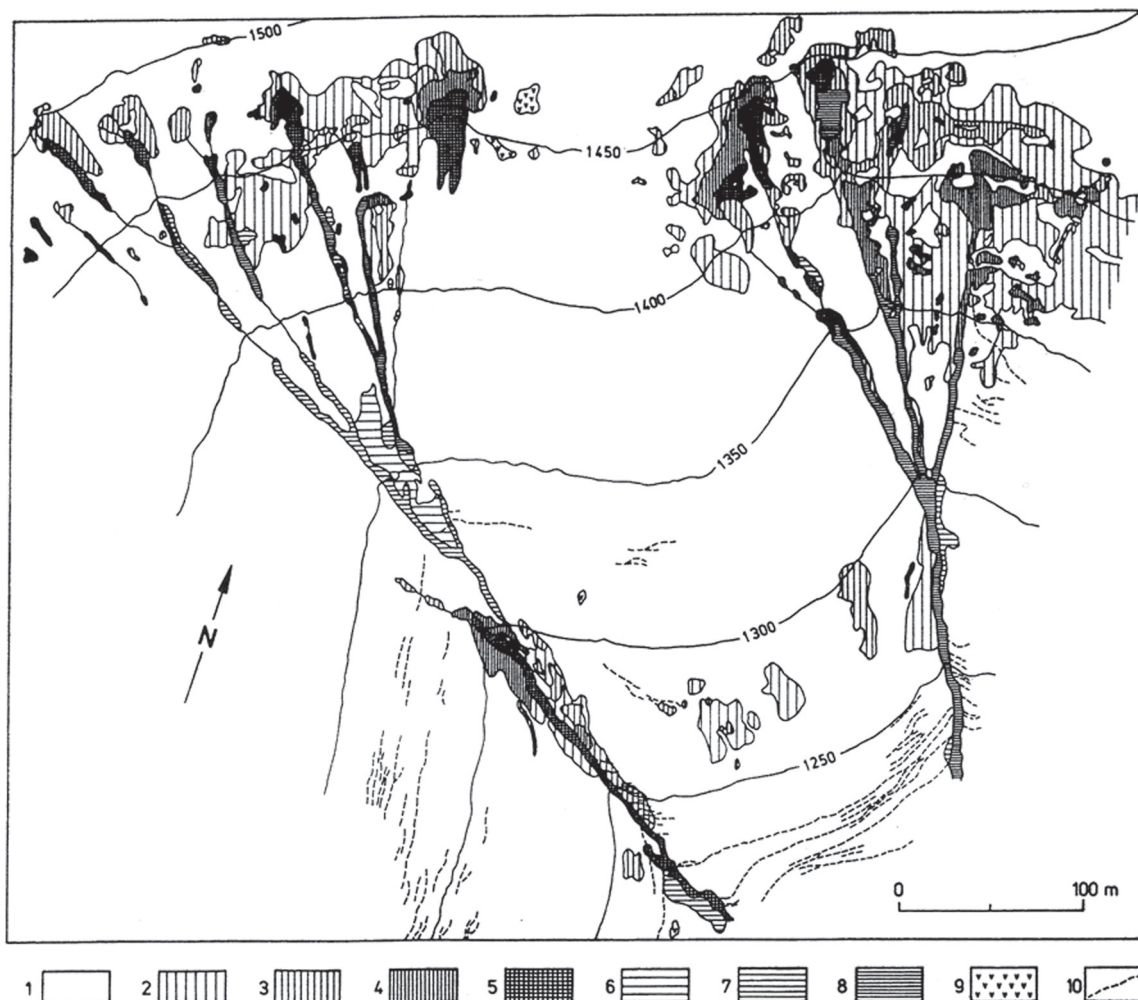
Skutočná rozloha všetkých, teda aj menej deštruovaných pôd vo vysokohorských polohách u nás je však omnoho väčšia. Podľa pozemnofotogrametrického vyhodnotenia modelových svahov (obr. 7, 8), ktoré sme

Tabuľka 1. Rozsah plôch postihnutých deštrukciou pôdy (na úrovni spustnutých pôd) nad súčasnou hornou hranicou lesa na Slovensku

Table 1. Extent of area with destructive land (on the level of the waste lands) above present-day timberline in Slovakia

Geomorfologický celok ¹⁾ (jeho časť)	Plocha nad hornou hranicou lesa (HHL) ²⁾		Výmera mapovateľných foriem deštruovaných pôd ³⁾
	ha		% z plochy nad HHL ⁴⁾
Tatry	27 556	2 613	9,5
Západné Tatry	12 271	1 718	14,0
Vysoké Tatry	13 628	588	4,3
Belianske Tatry	1 657	307	18,5
Nízke Tatry	14 410	648	4,5
Ďumbierske Tatry	10 655	543	5,1
Kráľovohoľské Tatry	3 755	105	2,8
Veľká Fatra	3 080	340	11,0
Malá Fatra	3 349	308	9,2
Krivánska Fatra	2 749	278	10,1
Lúčanská Fatra	600	30	5,0
Chočské vrchy	220	33	15,0
Oravské Beskydy	424	30	7,1
Spolu / priemer ⁵⁾	49 039	3 972	8,1

¹⁾Geomorphological unit (its part), ²⁾Area above the timberline, ³⁾Area of mapable forms of destructed lands, ⁴⁾% of area above the timberline, ⁵⁾Total/Average



Obr. 7. Mapa pozemnofotogrametrického vyhodnotenia dvoch lavínovo – erózných žľabov v závere Suchej doliny vo Veľkej Fatre

Fig. 7. Ground photogrammetry map of two avalanche chutes in close of Suchá valley in the Veľká Fatra Mts.

Vysvetlivky – Explanatory notes: 1 – mačínová pokrývka – sod grass cover; 2 – nivačným obrusovaním (lavínami) deštruovaný povrch – surface destructed by nivation (avalanches); 3 – s čiastočne obnaženým podkladom – with partial denuded surface; 4 – s totálne obnaženým podkladom – with totally denuded surface; 5 – totálne nivačne obrúsený povrch so sutinami – total ground surface by nivation with debris; 6 – roztrúsené sutiny – dispersed debris; 7 – čiastočne sutinami pokrytá plocha – area partially covered by debris; 8 – eróžno-lavínové žľaby so sutinami – avalanche chutes with debris; 9 – kroviny – shrubs; 10 – prte – animal path.

urobili v mierke 1 : 100 až 1 : 1 000, ide len v Západných Tatrách, Belianskych Tatrách a Nízkych Tatrách ako aj vo Veľkej Fatre a v Krivánskej Fatre o zvýšenie vopred uvedeného rozsahu 3 972 ha o ďalších 3 207 ha. Ak teda zoberieme do úvahy takto zvýšenú výmeru deštruovaných pôd (asi 7 180 ha), potom ich rozloha z celkovej výmery pôdnej pokrývky nad hranicou lesa predstavuje na Slovensku až 24 %!

3.3.2. Intenzita pôdodeštrukčných procesov na povrchu spustnutých pôd

Pri hodnotení reálnej intenzity erózných geomorfologických procesov (straty pôdy, resp. zeminy) je potrebné vychádzať z kvantifikácie ohrozenia povrchu

nad hornou hranicou lesa procesmi potenciálnej erózie indukovanej povrchovým odtokom, lebo vodnoerózne procesy sú u nás stále plošne prevládajúcimi exogénnymi procesmi.

Toto ohrozenie sme vyhodnotili vo všetkých vysokých pohoriach Západných Karpát (MIDRIAK 1983) a podľa neho ide nad hranicou lesa o priemerný potenciálny odnos od 4,75 mm za rok (Oravské Beskydy) až do 9,52 mm za rok (Belianske Tatry). Plocha nad súčasnou hornou hranicou lesa až po hornú hranicu subalpínskeho stupňa je ohrozená priemerným možným odnosom 8,25 mm za rok, plocha alpínskeho stupňa až 9,37 mm za rok. Prevažná časť územia nad hranicou lesa u nás (na 78 % plochy) je ohrozená veľmi silnou intenzitou



Obr. 8. Jeden z dvoch vyššie zmapovaných (z obr. 7) lavínovo-erózných žľabov, ktorý má charakter spustnutej pôdy
Fig. 8. The one of two above-mapped (from the Fig. 7) avalanche chutes, which has a character of waste land

potenciálnej erózie (s možným odnosom 5 až 15 mm vrstvy zeminy za rok) alebo silnou intenzitou (s možným odnosom 1,5 až 5 mm za rok).

Pod potenciálnou eróziou je potrebné rozumieť taký erózný odnos, ku ktorému by došlo na danom mieste za predpokladu absencie akejkoľvek protieróznej účinnej vegetácie a technických protieróznych opatrení. Ide teda o miesta s prevažne obnaženým až totálne denuďovaným povrchom pôdy – s takým, aký reprezentujú spustnuté pôdy!

V porovnaní s priemernými potenciálnymi eróznymi stratami nad hranicou lesa v jednotlivých pohoriach (celkový priemer je $8,64 \text{ mm} \cdot \text{r}^{-1}$) uvádzame reálny priemerný odnos pôdy – zeminy, resp. ústup (znižovanie) povrchu svahu (priemerne $0,27 \text{ mm}$ za rok), ktorý kolíše od $0,10 \text{ mm}$ (Lúčanská Fatra) do $0,72 \text{ mm}$ za rok (Belianske Tatry). Podľa typov aktívneho povrchu nad hranicou lesa okulárne dominuje odnos na obnažených a deštruovaných pôdach na holiach (teda z povrchu spustnutých pôd), ktorý je v priemere $5\,065 \text{ kg}$ pôdy/zeminy na hektár za rok (teda asi $0,4 - 0,5 \text{ mm} \cdot \text{r}^{-1}$). Odlišnosť intenzity jednotlivých procesov, podieľajúcich sa na vzniku a vývoji spustnutých pôd nad hornou hranicou lesa je však lokálne značná, vo všeobecnosti z jej priamych terénnych meraní na menších deštruovaných plochách svahov možno konštatovať, že ide najčastejšie o rozsah intenzity asi od 2 do 30 mm za rok! Ako príklady z našich dlhodobějších meraní jednotlivých procesov na povrchu spustnutých pôd možno uviesť takéto ročné intenzity:

- znižovanie povrchu svahu vodnou eróziou – ron, splach: $0,86 - 5,01 \text{ mm}$,
- znižovanie povrchu svahu vodnou eróziou – erózne ryhy: $8,8 - 26,6 \text{ mm}$,
- znižovanie povrchu svahu veternou eróziou – korázia a deflácia: $0,5 \text{ mm}$,

- znižovanie povrchu svahu snehovou eróziou – nivácia: $2,5 - 70 \text{ mm}$,
- znižovanie povrchu svahu kryogénnymi procesmi – ihlicovitý pôdny ľad: $0,48 - 6,62 \text{ mm}$ pri jednom regelačnom cykle,
- znižovanie povrchu svahu integrovanou deštrukciou všetkými procesmi: $0,4 - 42,0 \text{ mm}$.

Deštrukcia a vývoj povrchu spustnutých pôd nad hornou hranicou lesa je však ovplyvňovaný nielen procesmi, ktoré vedú k bezprostrednému znižovaniu (ústupu) povrchu svahu, ale aj mnohými gravitačnými (a vodnogravitačnými, nivačnogravitačnými, kryogravitačnými ai.) procesmi, pri ktorých sa transportuje, resp. premiestňuje pôda alebo zvetralinová hmota nadol svahom (napr. zliezanie, soliflukcia a pod.), prípadne rozpúšťaním minerálov alebo hornín (chemická erózia – korózia – napr. krasovatenie).

4. Záver

Vznik spustnutých pôd v najvyšších častiach pohorí Západných Karpát nad hornou hranicou lesa sa väčšinou viazal na tzv. vysokohorské karpatské salašníctvo, rozkvitajúce najmä počas valašskej kolonizácie. Tieto plochy zasiahli predovšetkým pôdnu pokrývku medzi zníženou hornou hranicou lesa a hornou hranicou zväčša pastiermi zdecimovaných kosodrevinových porastov a predstavovali eróznou hrozbu so zvýšeným povrchovým odtokom počas intenzívnej pastvy na holiach. Vzhľadom na to, že v spomínanom čase sa položili základy akcelerovanej erózie pôdy, ale potenciálne prírodné hazardy (aj intenzívne antropické – stavebno-technické a turistické – vplyvy) v oblasti nad hornou hranicou lesa u nás trvajú až dodnes, rozširovanie plôch spustnutých pôd sa tam vo väčšine prípadov nezastavilo. Hrozba ďalšej deštrukcie ich povrchu je stále aktuálna, pričom sa tam výrazne zhoršuje kvalita životného prostredia (a to aj so zreteľom na relatívne plytké pôdy, ku strate ktorých môže dôjsť už aj za pár desaťročí!).

Podakovanie

Tento príspevok vznikol aj finančným príspevom Agentúry na podporu výskumu a vývoja pri riešení projektu „Spustnuté pôdy a pustnutie krajiny Slovenska“ (APVV-0591-07).

Literatúra

- BOLTIŽIAR M., 2007: Štruktúra vysokohorskej krajiny Tatier. Nitra, Univerzita Konštantína Filozofa, 248 pp.
- CIFRA J., 1959: Potreba úpravy niektorých názvov a pojmov pri zalesňovaní spustnutých pôd. *Les*, 3: 93.
- GERLACH T., 1964: Metódy a terajší stav výskumu morfofenetických procesov v Poľských Karpatoch. *Geografický časopis*, 3: 256–270.
- JANEČKO E., KRÉBES K., CIFRA J., 1955: Spustnuté pôdy a ich zalesňovanie. Bratislava, SVPL, 131 pp.
- MARKOVÁ N., TREBICHAVSKÝ V., PUŠKÁR R., 1962: Delimitácia pôdneho fondu. Bratislava, Pôdohospodárske vydavateľstvo, 44 pp.
- MIDRIAK R., 1969: Erózia spustnutých pôd karbonátových podloží na Slovensku. *Náuka o Zemi IV, Pedologica*, 5. Bratislava, SAV, 112 pp.

- , 1976: Zur Notwendigkeit einer Hebung der oberen Waldgrenze im Bereich der tschechoslowakischen Karpaten. *Mitt. d. Forstl. Bundesversuchsanstalt Mariabrunn, Wien*. H. 115: 83-99.
- , 1979: Protílavná ochrana lesa. Lesnícke štúdie 27/1977. Bratislava, Príroda, 218 pp.
- , 1983: Morfogenéza povrchu vysokých pohorí. Bratislava, Veda, 516 pp.
- , 2009: Analýza krajinnoekologických aspektov bývalých slovenských spustnutých plôch. In KLIKUŠOVSKÁ Z., SVÍČEK M. (eds.): *Environmentálne indexy a indikátory analýzy a hodnotenia krajiny 2009: Zborník referátov z vedeckého seminára, Bratislava 5.11.2009*. Bratislava, VÚPOP, p. 73-81.
- , PETRÁŠ J., 1972: Mapovanie a skúmanie deštrukcie a ochrany pôdy nad hornou hranicou lesa fotogrametrickými metódami. *Lesnícky časopis*, **18**(3): 255-267.
- PLESNÍK P., 1961: Horná hranica lesa na Slovensku. Sborník prác Lesníckeho a drevárskeho múzea. Martin, Osveta, p. 84-98.
- , 1971: Horná hranica lesa vo Vysokých a v Belanských Tatrách. Bratislava, SAV, 240 pp.
- , 2004: Všeobecná biogeografia. Bratislava, Univerzita Komenského, 428 pp.
- STANKOVIANSKY M., 1983: Smery výskumu súčasných exogénnych reliéfových procesov na Slovensku a pokus o ich klasifikáciu. *Geografický časopis*, **35**(4): 419-425.
- ZACHAR D., 1960: Upevňovanie svahov pri zalesňovaní spustnutých pôd. Bratislava, Pôdohospodárske vydavateľstvo.
- , 1965: Zalesňovanie nelesných pôd. Bratislava, SVPL, 230 pp.
- , 1982: Soil erosion. Amsterdam-Oxford-New York, Elsevier, 547 pp.

Summary

A waste land is a land category (or site), which may occur wherever man uses negative actions to eliminate or weaken the soil-conservation effect of vegetation cover, which contribute to accelerated erosion processes. In particular, actions to press the timberline and the removal of dwarf pine stands for grazing during the Wallachia colonization. As a result, large waste lands were formed above the upper limit of the forest in the high mountains of the Western Carpathians.

The aim is to characterize the waste lands at present timberlines in Slovakia. The research was done at each high mountain of the Western Carpathians (Tatra Mts., Low Tatra Mts., Velka Fatra Mts., Mala Fatra Mts., Choč Mts. and Orava Beskydy Mts.).

On model territories (with areas from 1,000 to 3,400 ha) the universal method of aerial photogrammetry at a scale of 1:10, 000

was employed and model slopes (with an area of several hectares) on a scale of 1: 100 to 1: 1, 000 terrestrial stereophotogrammetry method cartographically evaluated the analytical characteristics of destructed waste lands on selected areas by methods of erosion research – nivation, volumetric, telemetric, soil science, morphometric, vegetation and historical method. Their description of the state are presented namely by GERLACH (1964), ZACHAR (1982) and MIDRIAK (1983).

The classification of waste lands has used, up to now, geological surface or substrate of the waste land to distinguish them. Slovakia's waste lands are made up of flysch substrate, calcareous rocks (limestone, dolomite), neo-volcanic rocks, hard crystalline rocks (granite, gneiss), soft substrate of loess, -sand and -alluvial fans.

For the purpose of this paper, the analysis of the waste lands above the timberline have been made from viewpoint of both their origin (the influence of anthropogenic processes and destructive relief-forming processes in the creation, development and extension), and quantification. Along with the current approach, it is also primarily to see if these morphogenetic processes have an impact on the further development of waste lands: water processes, gravity processes (water-gravity, nival-gravity, cryo-gravity processes), eolian, nival, cryogenic, organogenic and anthropogenic processes.

In terms of destruction of land at the scale of 1: 10, 000, 3,972 ha of area is affected over the present-day timberline of Slovakia or 8.1% of the total surface area above the timberline (Tab. 1). Consequently, the most affected are Belianske Tatra Mts., Choč Mts., and Western Tatra Mts., as well as Velka Fatra Mts. and Krivánska Fatra Mts., namely high mountains with a predominant smooth relief of alpine meadow. The largest area of waste lands is in the Western Tatra Mts, followed by the High Tatra Mts. and Dumbierske Tatra Mts. According to the evaluation of model slopes by the method of terrestrial photogrammetry (Fig. 7, 8) there has been an increase from 3, 972 ha to 3,207 ha. So if we take into account the increased area of waste lands (about 7,180 ha), then the size of the total area of soil cover above the timberline, this makes up 24%!

Considering real average soil loss, the surface slope is lower (0.27 mm per year) and ranges from 0.10 mm (Lúčanská Fatra Mts.) to 0.72 mm per year (Belianske Tatra Mts.). This is dependent on the types of active surface above the timberline, loss on barer and destructed soils in places, which is on average 0.4–0.5 mm.year-1, is notable. The difference in the intensity of the various processes involved in the creation and development of waste lands above the timberline is locally significant; in general from its direct field measurements of small destructed areas, it can be said that it is often to the extent of about 2–30 mm per year!

Translated by the author