

Sopka Mount St. Helens

35 let po výbuchu

Hora St. Helens v Kaskádovém pohoří na severozápadě Spojených států amerických patří k neznámějším sopkám. Starší generace si možná vybaví zprávy z našich médií o nečekaném mohutném výbuchu s devastujícími účinky v r. 1980 (komunistické sdělovací prostředky s chutí referovaly o katastrofách v demokratických zemích). Výbuch a následné změny přírodních poměrů se staly zdrojem významných poznatků a poučení pro řadu oborů. Po této události došlo k mnoha vylepšením varovných systémů a evakuačních plánů v okolí této i dalších sopek. Mount St. Helens se stala mimořádně cennou laboratoří pro sledování vývoje přírody po takto velkém a plošně rozsáhlém narušení (disturbanci). V roce 35. výročí výbuchu jsem měl možnost opakovaně horu navštívit s kolegy zabývajícími se studiem ekologické sukcese, především s vedoucím ekologického výzkumu zahájeného hned po výbuchu, Rogerem del Moralem, emeritním profesorem Washingtonské univerzity v Seattlu. O hlavní poznatky bych se zde rád rozdělil s čtenáři.

Mount St. Helens (2 549 m n. m., obr. 1) leží v řetězu dalších více než 10 vulkánů táhnoucích se zhruba v severojižním směru v délce téměř 1 000 km. Vulkanická (a rovněž seismická) aktivita v této oblasti vychází ze skutečnosti, že zde v celé délce západního pobřeží Severní Ameriky naráží oceánická pacifická deska na kontinentální desku americkou. V popisované oblasti navíc existuje oddělená menší a méně stabilní deska Juan de Fuca, jejíž podsouvání pod tu severoamerickou je ještě výraznější. Podél nárazníkové zóny

se právě táhne zmiňovaný řetězec vulkánů, které se čas od času nějakým způsobem projeví. Výbuch Mt. St. Helens byl v historické době asi největší a hlavně se ho podařilo dobře zdokumentovat. Geologové však zjistili obdobné výbuchy i v minulosti, tradované zároveň v ústním podání původních obyvatel, Indiánů. Název hory se do češtiny poněkud nepřesně překládá jako Svatá Helena. Hora však není pojmenována na počest sv. Heleny, nýbrž podle britského diplomata Alleyne Fitzherberta, 1st Baron St. Helens, tedy podle

jeho šlechtického přídomku. Takto ji nazval vedoucí první velké britské expedice na americký severozápad George Vancouver v r. 1792. On vůbec rád pojmenovával výrazné hory a další geografické útvary podle svých přátel anebo sponzorů expedice (Mt. Rainier, nejvyšší sopka v této oblasti poblíž zde největšího města Seattlu, Mt. Adams ad.; obr. 2–4). Naopak na jeho paměť byla nazvána města Vancouver (ve státě Washington i v Britské Kolumbii v Kanadě), Vancouver Island aj.

Kritický den 18. května 1980

Že se s horou něco stane, odborníci předpokládali. Rozsah a načasování však při tehdejší úrovni měření a datového zpracování odhadnout nešlo. V době před výbuchem dřevorubecké firmy intenzivně těžily dřevo ve snaze předejít možným ztrátám. Sopka vybuchla naštěstí v neděli ráno, jinak by bylo obětí mnohem více, především z řad lesních dělníků. Odhady říkají, že místo desítek (asi 57) obětí by jich byly nejméně stovky. K vlastnímu výbuchu došlo v 8:32 místního času a jeho průběh se podařilo zachytit návštěvníkovi pozorujícímu horu z turistické vyhlídky na okraji zasažené zóny. Pořídil sérii unikátních fotografií, které dnes najdete na oné vyhlídce, stejně jako v různých materiálech o Mount St. Helens. Sám se stačil jen taktak zachránit útekem do auta. Jedna rodina o kousek dál v přímém směru výbuchu takové štěstí neměla a na její památku byl na místě ponechán vrak jejich auta s příslušnou informační cedulí. Sled událostí byl zhruba následující: Nejprve nastalo silné zemětřesení. To spustilo obrovskou kamennou lavinu (o velikosti

1 Celkový pohled na sopku Mount St. Helens v Kaskádovém pohoří (USA), květen 2015. V popředí jsou patrné mohutné vrstvy sedimentů sopečného materiálu, poté erodované místními toky.





téměř 3 km²), která sjela ze severního svahu hory. Tím se uvolnily horké plyny a magma z nitra hory, plyny a tlaková vlna následně zasáhly asi 600 km² území. Prudké roztání ledovce a sněhu (v polovině května leželo ve vyšších polohách ještě hodně sněhu) a sjetí kamenné laviny do řeky Toutle vyvolalo povodňovou vlnu vody a bahna, která vytvořila mocné usazeniny nejen podél zmíněné řeky, ale i podél mohutné Columbia River, do níž se vlévá. Nadlouho byl narušen provoz na této významné vodní cestě amerického severozápadu. O intenzitě erupce svědčí i fakt, že nejbližší obětí byl majitel chaty nacházející se asi 17 km od vrcholu hory, když se vyšel podívat ven. Bohužel ho zasáhl hlavní proud horkých plynů. Kromě nich sopka vyvrhla i další horninový materiál. Hrubší se usadil blíže hory, jemný popílek se dostal i několik set kilometrů daleko. Výška hory se výbuchem snížila z původních 2 950 m na 2 549 m n. m.

Před výbuchem pokrýval svahy hory až do výšky ca 1 800 m jehličnatý les. Ve vyšších polohách s dominancí jedlí (jedle vznešená – *Abies procera*, j. plstnatoplodá – *A. lasiocarpa*), níže spíše s jedlovcem západním (*Tsuga heterophylla*), zeravem řasnatým (*Thuja plicata*) a všude hojnou douglaskou tisolistou (*Pseudotsuga menziesii*). Nad horní hranicí lesa a na narušených plochách i o něco níže rostl poddruh olše zelené *Alnus viridis* subsp. *sinuata*, níže střídáný olší červenou (*A. rubra*), hlavně na vlhkých místech kolem toků. Výbuch zasáhl tyto lesy odstupňovaně. Porosty na jižních svazích hory v podstatě postiženy nebyly, nebo jen málo spadem popílku. Severní svahy ve směru výbuchu a zvláště tam, kde se usadily horniny vyvržené z hory a kde šel hlavní proud horkých plynů, byly zničeny úplně, nebo byla spálena přinejmenším nadzemní vegetace. Částečnou ochranu bylinného patra a mladých exemplářů dřevin před náporom horkých plynů poskytl závěje sněhu nahromaděné v závětví a v terénních sníženinách. Na okrajích zóny odumřelo jen stromové patro (dřeviny zde, až na výjimky, odumřely kompletně) a suché stromy zůstaly stát. Různá míra zasažení zároveň společně s nadmořskou výškou zásadně určily průběh samovolné obnovy vegetace – sukcese.



Přírodní laboratoř pro studium sukcese

Tam, kde odumřela pouze nadzemní část vegetace, mohly vzápětí regenerovat alespoň některé druhy z podzemních orgánů nebo z půdní zásoby semen. To lze dnes dobře pozorovat na okraji zasažené zóny (obr. 5). Probíhá tam sekundární sukcese, navíc podpořená přísunem semen z blízkých nezasažených lesů. Jen o něco pomaleji regeneruje les dál do centra zóny erupce, kde byl rázovou vlnou výbuchu předchozí les smeten, jak dokládají povalečné kmeny stromů (obr. 6). Přesto by se dalo očekávat, že po 35 letech bude sukcese k lesu pokročilejší. Oba předchozí snímky byly pořízeny v nadmořské výšce asi 1 200 m. Ve vyšších polohách a zvláště na exponovaných bočních hřebenech probíhá i sekundární sukcese velice pomalu ve srovnání s jinými sukcesemi v lesních zónách různých kontinentů. Proč tomu tak zřejmě je, rozvedeme dále. Na místě původního jedlového lesa dnes najdeme jen řídké porosty keřové olše zelené, s vtroušenou vrbou *Salix sitchensis* a ojedinělými malými jedinci zmíněných jedlí a borovice pokroucené (*Pinus contorta*, obr. 9). Uvidíme-li větší jedle, jde o ty, které přežily jako malí jedinci pod hlubšími závějeji sněhu (obr. 11).

Na rozlehlé ploše, kde se usadily ve větších vrstvách horniny sjeté anebo vyvržené

z hory, probíhá primární sukcese. Vrstva byla tak silná, že jí neprorostly oddenky žádných rostlin, ani nemohla vyklíčit semena ze zásob v půdě (pokud vůbec přežila). Lze odhadnout, že minimální vrstva sedimentů, kterou už nic neprorostlo, mohla být přibližně 1 m. Kolonizace takových stanovišť musela začít zcela od počátku a vývoj vegetace tedy závisel výhradně na transportu semen (nebo jiných částí sloužících k šíření a rozmnožování) z okolí. V jejich roznošení se zde uplatnil především vítr (anemochorie), ale i zvířata (zoochorie), hlavně ptáci a jelenci běloocasí (*Odocoileus virginianus*). Předpokládá se endozoochorii (přenos zažívacím traktem) i epizoochorii (zachycením na peří, srsti či s hlínou na kopýtkách). K transportu mohlo dojít i na podrážkách bot, ačkoli je do centrální části, vyhlášené v r. 1982 prezidentem Ronaldem Reaganem jako National Volcanic Monument, vstup veřejnosti zakázán vyjma určených cest. V nižších klimaticky příznivějších polohách, a tam zvláště na vlhčích místech, dominuje dnes olše červená, sušší místa zůstávají stále jen spoře zarostlá. Některé plochy, kam bylo vyvrženo největší množství hrubého sopečného materiálu, silně připomínají tvarem i způsobem zarůstání některé naše výsypky po těžbě uhlí nebo rud (obr. 7). Ze stejné oblasti pochází také snímek (obr. 8),



2 až 4 Další tři významné sopky ve státě Washington pojmenované v r. 1792 vedoucím expedice na americký severozápad Georgem Vancouverem: Mt. Baker (3 200 m n. m., obr. 2), Mt. Rainier (4 300 m n. m., obr. 3) a Mt. Adams (3 743 m n. m., obr. 4)
 5 a 6 Sekundární sukcese na okraji zóny zasažené výbuchem horkých plynů (obr. 5) a dále do centra zóny (6). Předpokládá se, že některé druhy přežily v podzemních orgánech a semenech, proto jde o sekundární sukcese.
 7 Primární sukcese na sedimentech navršených mohutnou kamennou lavinou a výbuchem
 8 Převrácený kmen jedle dokumentuje intenzitu devastace.

který dokládá – převrácenou pozicí velkého jedlového kmene – jaká asi musela být síla výbuchu. Ve vyšších polohách a na exponovaných hřebtech opět roste na sopečném materiálu spíše jen řídká vegetace s olší zelenou.

Poučná byla cesta k nejvýše položeným trvalým plochám založeným po výbuchu Rogerem del Moralem (obr. 10). Občas ji lemovaly kmeny jedlí původního lesa a olše zelená. Na pláni pod vlastním kráterem rostou dřeviny už jen sporadicky. Sukcese (v naprosté většině primární) tady běží

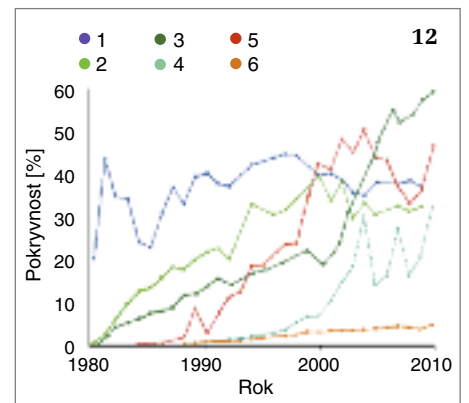
velmi pomalu. Téměř nic tu výbuch nepřezilo. Zdroje semen jsou daleko a některá stanoviště se vyznačují dosti extrémními podmínkami. Bohatší vegetaci najdeme na vlhkostně příznivějších plochách na úpatí svahů nebo v úžlabinách, kde se i lépe zachycují semena různých druhů, hlavně těch šířených větrem. Místy tvoří větší porosty jeden z domácích vlčích bobů *Lupinus lepidus* (obr. 13), jenž pomocí symbiotických hlízkových bakterií fixuje vzdušný dusík, a tím obohacuje pomalu se tvořící novou půdu. I zde však byl před výbuchem jedlový les v mozaice s porosty olše zelené, jak dokládají staré obrázky.

Co limituje sukcese?

Jak bylo zmíněno v předchozích odstavcích, nejen primární, ale i sekundární sukcese je zvláště ve vyšších nadmořských výškách pomalá. Na místech nejvíce zasažených výbuchem činí celková pokryvnost vegetace dnes jen necelých 10 % (viz del Moral a Chang 2015, a také obr. 12). Vedle nadmořské výšky, vzdálenosti zdrojů semen a vlhkosti stanoviště působí na rychlost zarůstání samozřejmě i to, zda rostliny přežily na konkrétním místě výbuchu. Vliv má zároveň charakter substrátu, hlavně jeho propustnost pro vodu. Graf ukazuje velkou variabilitu v zarůstání různých stanovišť.

Celkově pomalý průběh sukcese je zejména ve vyšších polohách ovlivněn dlouhou zimou a všude velmi suchou druhou polovinou léta (hlavně srpen), typickou pro celou oblast amerického severozápadu. Je dána tím, že sem pravidelně zasahuje vliv tlakových výší od jihu, podobně jako v evropském mediteránu. V Evropě však jejich působení dále na sever zastaví rovnoběžkově položené Alpy a další pohoří. Na americkém severozápadě mají pohoří poledníkový směr a tlakové výše zde zasahují zhruba až na 50° severní šířky, čili na úroveň odpovídající naší republice. Výrazné sucho druhé poloviny léta omezuje větší uchycení dřevin. Čtenář se může ptát, jak je tedy možné, že před výbuchem zde rostl jedlový les? Jednou za několik (možná i mnoho) let suché období nepříjde, nebo je nevýrazné. Pak dostanou dřeviny ve větší míře šanci, v danou chvíli ale musí být k dispozici dost semen. Ta však na rozsáhlých bezlesých pláních na svazích Mount St. Helens v současnosti scházejí. Jak zjistili výzkumníci, větší uchycení dřevin také blokuje okus zvěří a žír larev hmyzu.

Kolegové Jonathan Titus a John Bishop publikovali v r. 2014 výsledky zajímavého experimentu uskutečněného přímo na svazích hory. Vysévali semena douglas-ky do čtyř odlišných stanovišť: na holý



9 Pomalá sekundární sukcese na exponovaných hřebenech ve vyšších polohách
 10 Trvalé výzkumné plochy prof. Rogera del Morala na planinách pod kráterem
 11 Jedle přežívší výbuch jako malí jedinci pod závěsemi sněhu, sekundární sukcese v centru zasažené zóny
 12 Odlišná rychlost zarůstání různých stanovišť. Místa s vegetací částečně zasaženou popílčkem a horkými plyny (1), popílčkem a horkými plyny zcela odumřelá nadzemní vegetace (2), směr říčních a eruptivních sedimentů – lahar (3), láva (4), vyvržený sopečný materiál v nižších polohách (5), vyvržený sopečný materiál ve vyšších polohách (6). Na stanovištích 1 a 2 probíhá sekundární sukcese, na ostatních sukcese primární. Upraveno podle: R. del Moral a C. C. Chang (2015)



13 Vlčí bob *Lupinus lepidus* často kolonizuje holý sopečný materiál a obohacuje substrát o dusík.
 14 *Castilleja miniata* z čeledi zárazovitých (*Orobanchaceae*) – jeden asi z 30 druhů tohoto rodu vyskytujících se na americkém severozápadě, který lze potkat na málo zarostlých plochách i blízko kráteru. Snímky K. Pracha

substrát, do řídkých, nebo hustých porostů vlčího bobu *L. lepidus* a do porostů olše zelené. Tradiční sukcesní teorie předpokládá, že druhy fixující dusík (zde jak vlčí bob, tak olše) urychlují sukcesi právě obohacováním substrátu o tento prvek. Výsledky experimentu však ukázaly pravý opak. Douglaska se nejlépe uchytila na holém substrátu. Evidentně hrála primární úlohu konkurence o vodu. Z toho vyplývá, že dřívější rozvoj bylinného patra omezuje následné uchycení dřevin. Bude

nesmírně zajímavé sledovat růst a vývoj vegetace na Mt. St. Helens i nadále.

Cestu autora finančně podpořila Fulbrightova komise.

Citovaná literatura a některé knižní publikace k tématu jsou uvedeny na webových stránkách Živy. Čtenáře s hlubším zájmem o problematiku sukcese na Mt. St. Helens odkazují na práce kolegů jmenovaných v článku.