



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Pedagogická fakulta

Katedra biologie

Porovnání morfologie vulkanických tvarů v ČR
a ve vulkanicky aktivních oblastech
Comparison of volcanic morphology in the Czech
Republic and in areas with active volcanism

Bakalářská práce

Vypracovala: Věra Pokorná

Vedoucí práce: Mgr. Jan Flašar

České Budějovice 2019

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě - v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných pedagogickou fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Datum,

Věra Pokorná _____

Děkuji panu Mgr. Janu Flašarovi za vstřícnost při výběru tématu, za cenné rady při jeho zpracování a svědomité vedení této práce.

Abstrakt

Hlavním cílem bakalářské práce bylo porovnání morfologie vulkanických tvarů v České republice a ve vulkanicky aktivních oblastech. Práce poskytuje ucelený přehled vulkanických tvarů vyskytujících se na území ČR, popisuje jejich morfologii na základě distančních metod a porovnává je s tvary aktivního vulkanismu ve světě. Srovnáno bylo celkem 29 vulkanických těles, 16 z České republiky a 13 struktur ze světa. Zaznamenány byly určité shody i odlišnosti. Vulkány jsou si podobné svou vnější morfologií, ale u mnohých můžeme sledovat odlišnosti v horninovém složení či původu vzniku. Užití distančních metod se jeví jako vhodný způsob, ale při psaní práce se objevily určité limity týkající se např. odlišného rozlišení jednotlivých DMR modelů nebo nedostatečného množství informací o genezi jednotlivých vulkánů. Účelným řešením může být terénní výzkum.

Dalším cílem bakalářské práce bylo vytvoření populárně-naučné příručky s ohledem na specifika učiva geologie na ZŠ a víceletých gymnáziích, která by zábavnou formou přibližovala vulkanické procesy a tvary. Publikace skládající se ze čtyř stran obsahuje teoretické seznámení se sopečnou činností, zadání dvou pokusů a pracovní list na procvičení látky.

Klíčová slova: sopka, morfologie, vulkanický tvar, příručka, žáci, základní škola

Abstract

The main purpose of the bachelor thesis was comparing morphology of volcanic features in the Czech Republic and in regions with active volcanism. The thesis provide a comprehensive summary of volcanic features in the Czech Republic, describe their morphology with use of remote sensing methods and compare them with the features and landforms of active volcanism in the world. A total of twenty-nine volcanic features, 16 of the Czech Republic and 13 structures from the world were compared. Some matches and differences were recorded. The external morphology of volcanoes is similar, but in many cases we can observe differences in rock composition or origin of volcano. The use of distance methods appeared to be an appropriate method, but some limitations appeared: e.g. the different resolution of particular DMR models or insufficient information on the genesis of particular volcanoes. Field survey can be an effective solution.

Another aim of the bachelor's thesis was making of a popular-instructive manual for geology lessons at elementary schools and grammar schools. A four-page publication includes a theoretical introduction to volcanic activity, two experiments and a worksheet for the practice of knowledge.

Keywords: volcano, morphology, volcanic features, manual, pupils, primary school

Obsah

1	Úvod	8
2	Rozdělení vulkanických tvarů	9
2.1	Polygenetické vulkány	10
2.1.1	Stratovulkán.....	10
2.1.2	Štítový vulkán	11
2.2	Monogenetické vulkány	12
2.2.1	Struskový kužel	12
2.2.2	Maar	13
2.3	Mezotvary.....	14
2.3.1	Vulkanické dómy	14
2.3.2	Lakolit	15
2.3.3	Kráter	16
2.3.4	Žíly.....	17
2.3.5	Lávové proudy	18
2.3.6	Tumulus	19
2.3.7	Hornito.....	20
2.3.8	Napečený kužel (spatter cone)	21
2.3.9	Přívodní dráha	22
2.3.10	Sloupcovitá odlučnost	23
3	Historický vývoj vulkanismu v České republice	25
4	Porovnání morfologie vulkanických tvarů	27
4.1	Stratovulkán.....	27
4.2	Štítový vulkán	30
4.3	Struskový kužel	31
4.4	Maar	35
4.5	Vulkanický dóm	37
4.6	Lakolit	39
4.7	Kráter	44
4.8	Žíly.....	46
4.9	Lávové proudy	49
4.10	Přívodní dráha	54
4.11	Sloupcovitá odlučnost	57
5	Praktická část – návrh geologické příručky	59
5.1	Teorie sopečné činnosti.....	59
5.2	Základní vulkanické tvary	61

5.3	Pokus: Vybuchující sopka	62
5.4	Pracovní list	63
6	Diskuse.....	66
7	Závěr	68
8	Seznam literatury	69
9	Příloha.....	79

1 Úvod

Hlavním tématem je porovnání morfologie vulkanických tvarů v České republice a ve vulkanicky aktivních oblastech. Cílem je srovnat dílčí vulkanické oblasti z hlediska morfologie a horninového složení. Jednotlivá sopečná tělesa budou roztržena podle základních vulkanických tvarů, které budou vysvětleny na začátku práce. Zmíněnému porovnání bude předcházet krátké pojednání o historii vývoje vulkanismu u nás.

Dalším cílem je tvorba didaktického materiálu pro žáky 6. a 9. třídy základních škol a víceletých gymnázií. Účelem je vytvořit příručku, která žáky bude seznamovat nejen s obecnými vulkanickými pojmy, ale podpoří i jejich tvořivost na základě pokusů. Záměrem je také v rámci příručky vytvořit pracovní list obsahující otázky, které prověří vědomosti získané během případné práce s celou příručkou.

2 Rozdělení vulkanických tvarů

Sopky jsou povrchový projev tepelné aktivity a magmatismu z vnitřku planety. Jednotlivé sopečné tvary odrážejí svým vzhledem způsob vzniku a složení zdrojového magmatu (Haraldur a kol., 2015).

Magma svým složením určuje eruptivní styl a následné množství vyvřelého materiálu. Je důležité nezaměňovat pojmy magma a láva. Magma je tavenina nacházející se pod povrchem, až po výstupu na povrch se nazývá láva. Láva (respektive magma) se dělí podle viskozity, která závisí na obsahu oxidu křemičitého (SiO_2). Láva viskóznější, má větší obsah SiO_2 a tvoří více strmé vulkanické tvary, např. kompozitní sopky (známé jako stratovulkány). Naproti tomu bazická láva, zásaditá a méně viskóznější, je tekutější, protože obsahuje menší množství oxidu křemičitého. Bazické magma, láva, bude po výbuchu tvořit sopečné formy s nízkými úhly, tzv. štítové sopky (Haraldur a kol., 2015).

Může však také dojít ke styku magmatu s vnější vodou. Tato interakce mezi horkou hmotou a chladnější vodou je velmi výbušná a dává vznik sopce označované jako maar. Na druhou stranu, jako nejvíce katastrofické erupce na Zemi jsou pokládány ty, které způsobují zhroucení celé zemské kůry nad masivní magmatickou komorou neboli krbem. K propadu a následnému vzniku kaldery dojde poté, co bylo magma vyvrženo během katastrofické erupce (Haraldur a kol., 2015).

Existují různá pojetí rozdělení vulkanických tvarů. Každý autor, publikace nahlíží na tuto problematiku jinak. Zde budeme vycházet především z pojetí autorů Haraldura a kol. (2015), kteří seskupují vulkanické půdní formy na základě eruptivní historie na polygenetické vulkány a monogenetické vulkány.

Polygenetické sopky zaznamenaly v historii několik erupčních epizod. Tyto vulkány větších rozměrů jsou považovány za sopky, které byly tvořeny nejméně desítky tisíc, ale obvykle stovky tisíc, nebo dokonce miliony let, aby vznikla hlavní sopečná forma. K této skupině patří stratovulkány jako Mt. Fuji (Japonsko) a Mt. St. Helens (Washington, USA), štítové sopky jako Mauna Loa (Hawai, USA) a křemičité kaldery jako Toba a Yellowstone, které leží ve Wyomingu v USA (Haraldur a kol., 2015).

Naproti tomu stojí monogenetické vulkány, kde po jediné vulkanické epizodě eruptivní aktivita ustane. Epizoda se může skládat z jedné erupce v rozmezí několika týdnů až měsíců. Do této kategorie můžeme zahrnout čedičová tělesa, jako je struskový kužel Paricutin (Mexiko) nebo Lava Butte (Oregon, USA), maarové sopky jako kráter Ubehebe (Kalifornie, USA) nebo Crater Elegante v Mexiku (Haraldur a kol., 2015).

2.1 Polygenetické vulkány

2.1.1 Stratovulkán

Často užívanými synonymy jsou termíny kompozitní kužel nebo složená sopka, které se používají k popisu tohoto polygenetického sopečného tvaru, vzniklého opakovanými erupcemi. Předpona „strato“ (z latinského stratum = vrstva) se užívá proto, že stratovulkán obsahuje nejen vrstvu (nebo vrstvy) lávy, ale i pyroklastických usazenin. Střídá se tedy výlevná a explozivní fáze sopečné činnosti. Láva a pyroklastický materiál se dostává na povrch z centrálního sopečného jícnu umístěného na vrcholu vulkánu (erupce se mohou také příležitostně vyskytovat z boků sopky). Centrum vulkanické činnosti se během „života“ sopky běžně přesouvá a umožňuje tak vývoj více, překrývajících se sopečných těles. Mnoho kompozitních sopek má cyklickou historii růstu, která zahrnuje dlouhá období hromadění a následný rychlý částečný kolaps tělesa (Haraldur a kol., 2015).



Obr. 1 - Vesuv, Itálie; I, Pastorius [CC BY-SA 3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>)]

2.1.2 Štítový vulkán

Štítové sopky jsou častými sopečnými formami ve sluneční soustavě, přičemž Olympus Mons na Marsu patří mezi nejznámější. Na Zemi vytvářejí štítové sopky ploché vulkanické formy. Oproti stratovulkánům, u kterých je běžná explozivní erupce, zde dochází „pouze“ k rozlívání lávy do okolí, protože plyny unikají postupně a tím tedy jejich uvolnění nevede k ničivé explozi. Pro štítové vulkány je typická málo viskózní láva, která se po výlevu ze sopky rozšiřuje do okolí a tvoří sopečné formy s mírně ukloněnými svahy (Haraldur a kol., 2015).



Obr. 2 - Mauna Kea, Havaj; Leahleaf (<https://www.flickr.com/people/leahleaf/>) [CC BY 2.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/2.0/>)], via Wikimedia Commons

2.2 Monogenetické vulkány

2.2.1 Struskový kužel

Podle Janošky (2013) je sypaný kužel (synonymum pro kužel struskový) typ sopky vznikající převážně nahromaděním strusek (silně porézních sopečných skel tvořících se při rychlém utužení lávy, nedovolující krystalizaci). Tento vulkanický tvar vytváří nejčastěji malé, pravidelné kužele s jedním centrálním jícnem zakončeným kráterem (Camp, 2006v). Struskové kužele se mohou vyskytovat samostatně, ale většinou doprovázejí činnost stratovulkánů nebo štítových sopek, kdy se při svahové erupci formují kolem jícnu sopky (Keller, 2005).



Obr. 3 - Parícutín, Mexiko; Jim Luhr, Smithsonian Institution [Public domain], via Wikimedia Commons

2.2.2 Maar

Maarem nazýváme explozivní vulkán bez sopečného kužele, který má podobu oválného kráteru (Janoška, 2013). Maarový kráter je lemován tufovým prstencem, který se vytváří ukládáním pyroklastického materiálu neboli úlomkovitého sopečného materiálu vyvrženého erupcí. Spodní část maarového kráteru vyplněná brekcii se nazývá diatrema. Diatrema má dvě části - ve spodní je brekcie chaotická, nezvrstvená a masivní, ve svrchní části můžeme nalézt brekciu zvrstvenou, s úklonem do středu kráteru. Svrchní část kráteru maaru je často vyplněná jeze-rem, kde dochází k ukládání sedimentů (Rapprich, 2012).



Obr. 4 - Weinfelder Maar, Německo; Weinfelder maar, Německo; Wolkenkratzer [CC BY-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>)], from Wikimedia Commons

2.3 Mezotvary

Některé vulkanické formy nelze zařadit do kategorií polygenetický, či monogenetický vulkán. Jedná se o drobnější struktury vyskytující se často v blízkosti masivnějších sopečných tvarů, které mají většinou podíl na jejich vzniku.

2.3.1 Vulkanické dómy

Sopečné dómy jsou některými autory řazeny mezi hlavní typy vulkánů, jedná se ale především o struktury doprovázející větší, masivnější vulkanické formy, zejména stratovulkány. Magma je vytlačováno z jícnu sopky podobně jako pasta z tuby a díky rychlému ochlazení tuhne v blízkosti svého jícnu. Nad tímto přívodem se tedy formuje „špunt“, který postupně odspodu narůstá a na základě viskozity magmatu tvoří velmi příkré svahy. Vulkanické dómy spadají do struktur rozměrově menších, maximálně 100 metrů (Montgomery, 2006).



Obr. 5 – Mt. Lassen, USA; James St. John [CC BY 2.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/2.0>)], via Wikimedia Commons

2.3.2 Lakolit

Lakolit se říká bochníkovitému tělesu s vyklenutou horní částí, které vzniklo proniknutím viskózního magmatu do nadložních vrstev a utuhnutím pod povrchem (Janoška, 2013).



Obr. 6 - Sundance Mountain, USA; použití povoleno, <https://www.flickr.com/photos/jsjgeology/21072684929>

2.3.3 Kráter

Kruhové deprese na vrcholu většinou sopečných kuželů se nazývají krátery. Těmito prohlubněmi se dostává magma na povrch (Haraldur a kol., 2015).



Obr. 7 - Stromboli, Itálie; Mark Ireland (https://www.flickr.com/people/mark_i_geo/) [CC BY 2.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/2.0/>)], via Wikimedia Commons

2.3.4 Žíly

Podle Janošky (2013) jsou žíly magmatické horniny ve formě deskovitého tělesa, které vyplňuje pukliny ve starších horninách. Magma ztuhlé v puklině kolmo přetínající okolní horniny se nazývá žíla pravá. Oproti tomu u žíly ložní se magma vměstná mezi dvě vrstvy sedimentárních hornin, toto těleso tedy leží v téměř vodorovné poloze (Rapprich, 2012).



Obr. 8 - Shiprock - část jeho žíly, USA; An Errant Knight [CC BY-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>)], from Wikimedia Commons

2.3.5 Lávnové proudy

Lávnový proud je vějířovitý tvar vzniklý výlevem lávy ze sopky (Janoška, 2013). Nejčastěji se jedná o bazaltové lávnové proudy, pro které je typická řidší konzistence a vyšší teplota okolo 1100 °C. Kromě proudů bazaltových existují i proudy andezitové a ryolitové, které jsou podstatně viskóznější a je pro ně charakteristická nižší teplota cca 850 °C (Montgomery, 2006).



Obr. 9 - Kilauea - lávové proudy, Havaj; Ekrem Canli [CC BY-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)], from Wikimedia Commons

2.3.6 *Tumulus*

Tvar, který se tvoří na bazaltových lávových proudech. Povrch proudu tuhne rychleji než láva proudící hlouběji, a na povrchu proudu se poté zpravidla tvoří skořápka ztuhlé horniny. Nafukuje se až do kopule nazývané tumulus. Tumuly, velké 2-10 metrů, jsou často uvnitř duté, tvořené pouze vyklenutou krustou (Camp, 2006h).



Obr. 10 - Tumulus , neznámé místo; Dave Bunnell [CC BY-SA 3.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>)], from Wikimedia Commons

2.3.7 Hornito

Hornito je dalším specifickým tvarem vázaným na bazaltové proudy. Rychlejším ochlazováním svrchní vrstvy lávy vzniká na lávovém proudu pevná křusta. Pokud dojde k protržení pevného povrchu proudu, láva je poté kolem trhliny vyvrhována a formuje kolem praskliny kuželovitý tvar nazývaný hornito. Hornito v některých publikacích je synonymem pro spatter cone (Camp, 2006h).



Obr. 11 - Hornito neznámé místo; Dunog [Public domain], from Wikimedia Commons

2.3.8 Napečený kužel (*spatter cone*)

Magma s malým množstvím rozpuštěného plynu nemá dostatek energie na roztrhání taveniny, proto ze sopečného jícnu vyletují větší útržky lávy. Útržky jsou natolik velké, aby nezačaly tuhnout. Vyšší teplota lávy způsobí po dopadu na zem spékání jednotlivých „cákanců“, kdy se jejich postupným hromaděním tvoří napečené kužely (Rapprich, 2012).



Obr. 12 - Spatter cone - zvětralé, neznámé místo; Craters of the Moon National Monument & Preserve [CC BY 2.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/2.0>)], via Wikimedia Commons

2.3.9 Přívodní dráha

Podle Haraldura (2015) je to dráha, která přivádí magma k povrchu. Po působení eroze můžeme často vidět pozůstatky právě těchto přívodních drah.



Obr. 13 - Trosky, ČR; Jerzy Strzelecki [CC BY 3.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>)], from Wikimedia Commons

2.3.10 Sloupcovitá odlučnost

Sloupcovitá odlučnost nevzniká působením vnějších sil, ale kontrakcí při chladnutí a tuhnutí lávy. Postupné smršťování má za následek tvorbu puklin. Výsledkem jsou sloupce, které jsou orientovány kolmo k povrchu lávy (Drahokoupil, 2013).



Obr. 14 - Bořeň, ČR; Karel.basta [CC BY-SA 3.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0>)], from Wikimedia Commons

3 Historický vývoj vulkanismu v České republice

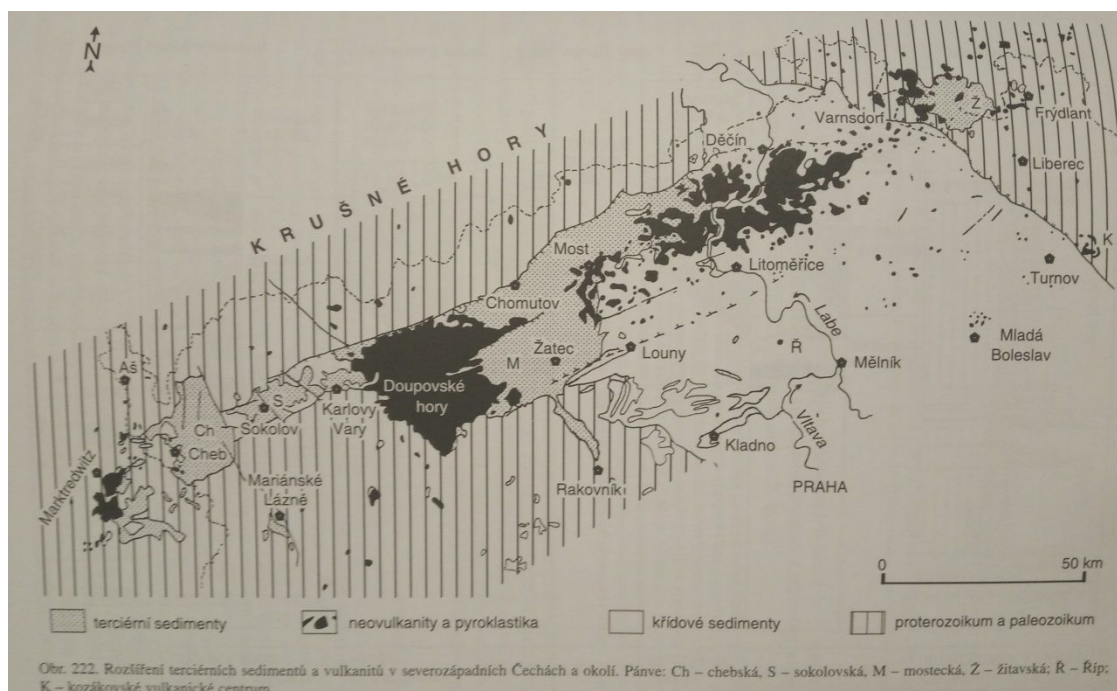
Vulkanická činnost provázela téměř všechna období geologického vývoje. V archaiku, prahorách, bohužel nejsou žádné horniny z našeho území známé, tedy ani magmatické. Zajímavějším se stává období starohor (proterozoikum) začínající cca před 2,5 miliardami let. V této době vznikaly podmořskou sopečnou činností hlavně bazaltové vyvřeliny, jejichž vznik provázela i okolní sedimentace. Vznikají mnohá souvrství skládající se z různého množství a složení vulkanických hornin. Tyto horniny byly transportovány s produkty sedimentace, tím docházelo k mísení materiálů magmatických a usazujících se. Koncem svrchního proterozoi-ka byly všechny morfologické celky na našem území zasáhnuty kadomským vrásněním, což je významný horotvorný proces. To mělo za následek projev výrazné intruze hlubinných magmatických hornin a metamorfózy (Chlupáč, 2011).

V kambriu (tj. na začátku prvohor) cca před 545 milióny let doznívá kadomské vrásnění. V tomto období se odehrávala v České republice bouřlivá vulkanická činnost související s hlubinnými procesy a následným vznikem granitoidových (tj. kyselých magmatických hornin) mas. V následujících částech prvohor, tj. v ordoviku, siluru, devonu nedošlo k výrazné změně. Mořská sedimentace byla opět prováze- ná sopečnou činností s bazaltovými produkty a častými pyroklastiky. V předposlední části paleozoika (prvohor), v karbonu, měl velký význam variský horotvorný proces, který významně změnil naši Zemi. Byl provázen deformacemi velkých horninových celků, metamorfózou, tavením, vulkanickou činností a sou- časně projevující se erozí. V permu (na konci paleozoika) variské vrásnění pouze doznívalo. K intenzivní sopečné činnosti docházelo pouze v severní části Českého masivu, kde vulkanismus ovlivňoval i ukládání sedimentů v pánvích (Chlupáč, 2011).

Období druhohor (mezozoikum) před 250 milióny let se skládá ze třech částí, z triasu, jury a křídý. V první i druhé části mezozoika výrazná sopečná činnost ne- byla prokázána. Do křídý zasahuje začínající alpinské vrásnění, které dalo vznik alpinsko-himalájským horám. Alpinský horotvorný proces provází nejen celé tře- tihory, ale pokračuje i do čtvrtohor, tedy až dodnes (Chlupáč, 2011). K sopečné činnosti na přelomu mezozoika a kenozoika patří mj. komplex Čertových žil v Ral- ské pahorkatině, který je zmíněn dále.

Nejzajímavější vulkány na území Čech pochází až z období třetihor (terciéru) a starších čtvrtohor, tj. kvartéru (Rapprich, 2012). Zaměříme se tedy dále jen na neaktivnější období třetihorní, popř. čtvrtohorní, kdy si naše jednotlivé neaktivní vulkány porovnáme se stále aktivními sopkami ve světě.

Pozůstatky sopečné činnosti jsou soustředěny především v oherském (ohárecském) riftu (Rapprich, 2012). Sopečná pohoří a pánve tvořící oherský příkop (rift) lemují Krušné hory a tvoří tak pás v sz. Čechách, k nejznámějším komplexům v této oblasti patří České středohoří a Doupovské hory eocenního-miocenního stáří (Chlupáč, 2011). Se zvětšující vzdáleností od příkopu množství sopek postupně klesá (Rapprich, 2012). Menší vulkanická centra jsou však rozptýlena téměř po celé části Českého masivu, četné výskyty lze nalézt v oblasti Tepelské vysočiny či české křídové pánve. Terciérní vulkanity vystupují na povrch také v Bílých Karpatech. K závěrečným projevům vulkanické činnosti v období pliocénu a pleistocénu řadíme neovulkanity v Nížkém Jeseníku v okolí Bruntálu – tj. Velký a Malý Roudný patřící k největším. Bezpochyby nejmladší sopky, Železná hůrka a Komorní hůrka, jsou soustředěny při chebském zlomu (Chlupáč, 2011).



Obr. 15: Rozšíření terciérních sedimentů a vulkanitů v severozápadních Čechách a okolí, Chlupáč, 2011

4 Porovnání morfologie vulkanických tvarů

Zde provedeme analýzu vybraných lokalit v České republice (ČR) z hlediska současného stavu morfologie a známek po dřívější sopečné aktivitě. Konkrétní sopečné tvary na lokalitách v ČR srovnáme s vulkanicky ještě aktivními oblastmi ve světě a zhodnotíme, zdůvodníme, případné rozdíly v morfologii.

4.1 Stratovulkán

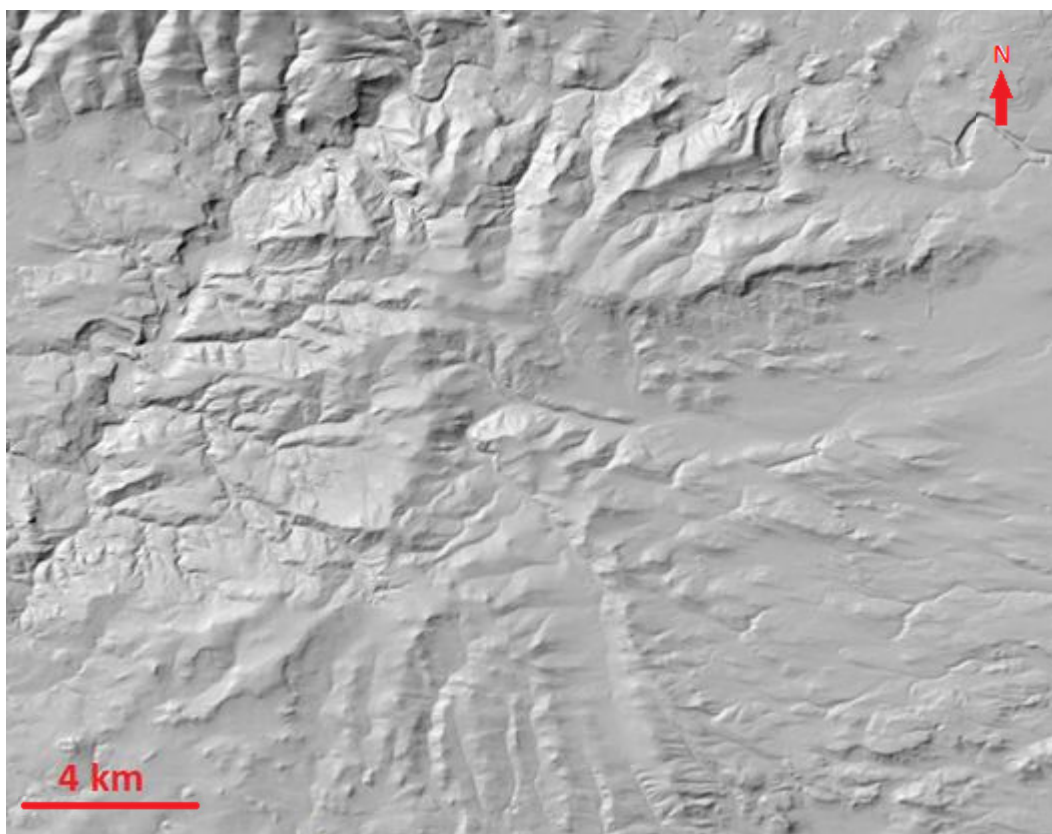
Nejznámějším stratovulkánem v ČR jsou Doupovské hory (DH). Explosivní vulkanická činnost tohoto vulkánu doložená uloženinami pyroklastik započala asi před 34 miliony let. Následně explosivní aktivita přešla do výlevné a došlo k větší akumulaci převážně čedičových láv, lávových proudů. Díky změně charakteru aktivity existuje domněnka, že Doupovské hory nepředstavují zbytek stratovulkánu, ale pravděpodobně relikv štítového vulkánu nebo skupiny štítových sopek. Před 29 miliony let došlo k vmístění intruzivního tělesa do nitra sopky a následnému utuhnutí. Později přišlo období kolapsů částí tohoto sopečného pohoří a k jeho opětovnému dorůstání díky výlevům dalších láv. V závěru vulkanické aktivity Doupovských hor v období spodního miocénu se vytvářely drobné sopečné kužele (Rapprich, 2012).

Pohoří DH má podobu ploché hornatiny kruhovitého půdorysu zaujímající plochu okolo 1 200 km² (viz Obr. 16). Mezi nejvyšší vrcholy o výšce 933-934 m patří Pustý zámek a Hradiště (Chlupáč, 2011). V porovnání s tímto pohořím můžeme uvést stratovulkán Cantal ve Francii. Cantal je také téměř kruhový s průměrem okolo 50-70 km (viz Obr. 17). Nejvyšším bodem je Plomb du Cantal (1 855 m), který se nachází ve východní části masivu. Tento francouzský vulkán vznikl před 13 miliony let. Hlavní část vulkanické aktivity byla soustředěna před 8,5 až 7 miliony let, s posledním výbuchem před cca 2 miliony lety. Poté byla původní sopka značně erodována a došlo k masivním sesuvům půd (Haraldur a kol., 2015).

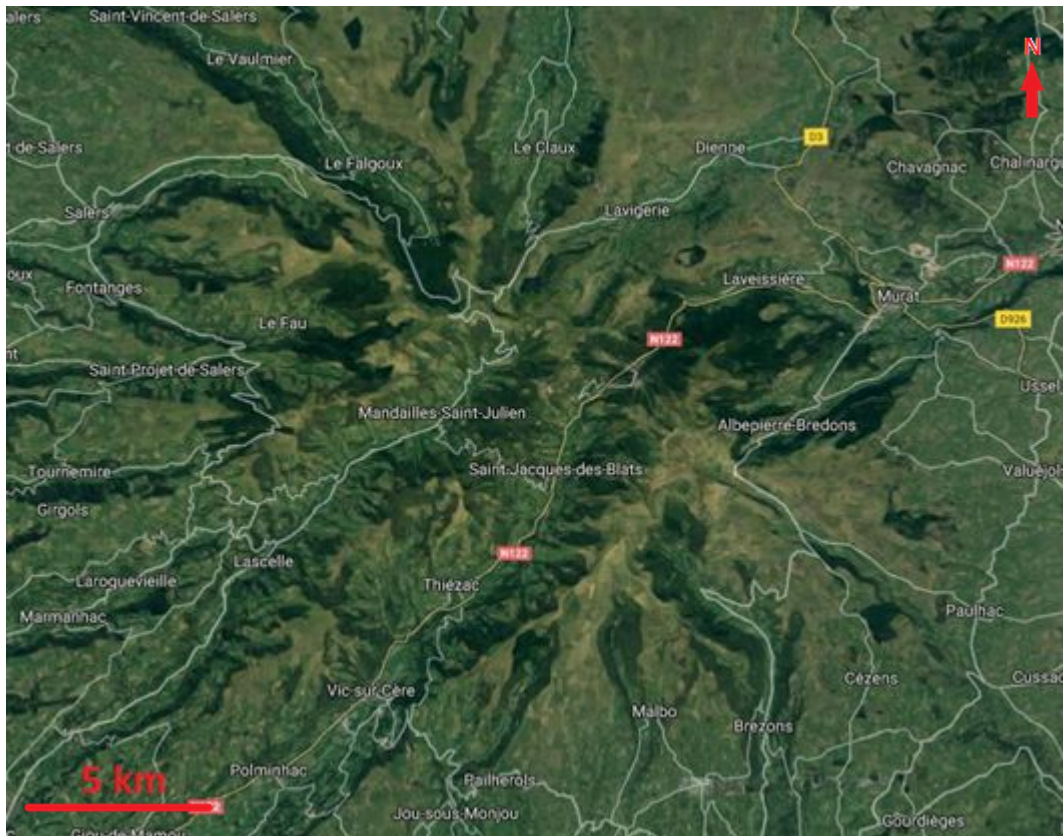
Ve světě můžeme nalézt ještě i stále aktivní stratovulkány. Vesuv, nazýván také Vesuvius, je jeden z nejznámějších v Evropě. Nachází se na Apeninském poloostrově v blízkosti Neapole, kde se tyčí do výšky 1 281 m. Nejvíce známým je asi výbuch z roku 79 našeho letopočtu, který zničil několik měst, zmiňme např. Pompeje. Erupce byla doprovázena vyvržením velkého množství sopečného materiálu a plynů tvořících obrovské mračno pyroklastik, které zahubilo velké množství lidí.

Známa je smrt Plinia staršího, kdy jeho synovec Plinius mladší patřil mezi autory popisující tuto katastrofu. Podle nich je nazývána erupce pliniovskou explozí. Vesuv, ozývající se s nemenší pravidelností, patří k nejaktivnějším sopkám. Jeden z posledních výbuchů se odehrál v roce 1945. Zničil lanovku vedoucí k vrcholu sopky, okolí vulkánu výrazně zasaženo nebylo (Haraldur a kol., 2015).

Na zahraniční aktivní sopce, stratovulkánu Vesuvu (viz Obr. 18), vidíme jasně rozpoznatelný kužel zakončený kruhovým kráterem. Vesuv, činný vulkán, se neustále při jednotlivých erupcích dotváří. Oproti tomu u již zmíněných neaktivních vulkánů, Doupovských hor a Cantalu, nemůžeme pozorovat zachovalé kužele, neboť sopky podlehly výrazné erozi. Tyto tři vulkány spojuje radiální tvar stratovulkánu.



Obr. 16 - Doupovské hory, Česká republika, Analýza výškopisu, 2018



Obr. 17 - Cantal, Francie, Google Earth, 2018



Obr. 18: Vesuv, Itálie, Google Earth, 2018

4.2 Štítový vulkán

Nejvýznamnější štítovou sopkou ve světě je Mauna Kea ležící na ostrově Hawaii v Tichém oceánu. Není jedinou sopkou na ostrově, patří mezi šest hlavních vulkánů na Hawaii, jmenujme např. Kilaueu, Mahukonu, Mauna Lou a nejstarší sopku Kohalu. Mauna Kea je však považována za nejvyšší horu na světě převyšující i Mount Everest. Její výška i s částí pod vodou činí 10 205 m, nad mořskou hladinou se tyčí do výšky 4 205 m (viz Obr. 19). Tento dnes už spící vulkán naposledy vybuchl cca před 4 600 lety. Nachází se sice nad horkou skvrnou, nad místem v zemském tělese příznačným zvýšeným tokem geotermální energie, ale k výstupu magmatu už nedochází. Pohyby litosférických desek došlo k posunu oceánské kůry a k uzavření přírodní dráhy, zásobárny magmatu (Haraldur a kol., 2015).

Tato sopka netvoří příliš výrazný kužel (viz Obr. 19), což je způsobeno nízkou viskozitou magmatu.

Na Mauna Kee se také nachází významné astronomické observatoře díky velmi dobrým klimatickým podmínkám.

V České republice bohužel neexistuje analogie štítového vulkánu.



Obr. 19 - Mauna Kea, Havajské ostrovy, Spojené státy americké, Google Earth, 2018

4.3 Struskový kužel

Chmelník představuje v ČR zbytek struskového kuželu nacházejícího se v okrese Děčín v Ústeckém kraji (viz Obr. 20). V jeho vrcholové části můžeme vidět relikt kráteru a na svazích patrné výchozy hrubě zrnitých strusek. V roce 1914 došlo k výraznému sesuvu (Databáze významných geologických lokalit, 2018).

Dalším reliktem sypaného kuželu v České republice je Železná hůrka, sopka čtvrtohorního stáří nacházející se v okrese Cheb v Karlovarském kraji (viz Obr. 21). Tento drobný vulkán s Komorní hůrkou u Františkových lázní patří k nejmladším sopkám u nás. Stáří obou vulkánů se pohybuje okolo 200 000-450 000 let (Janoška, 2013).

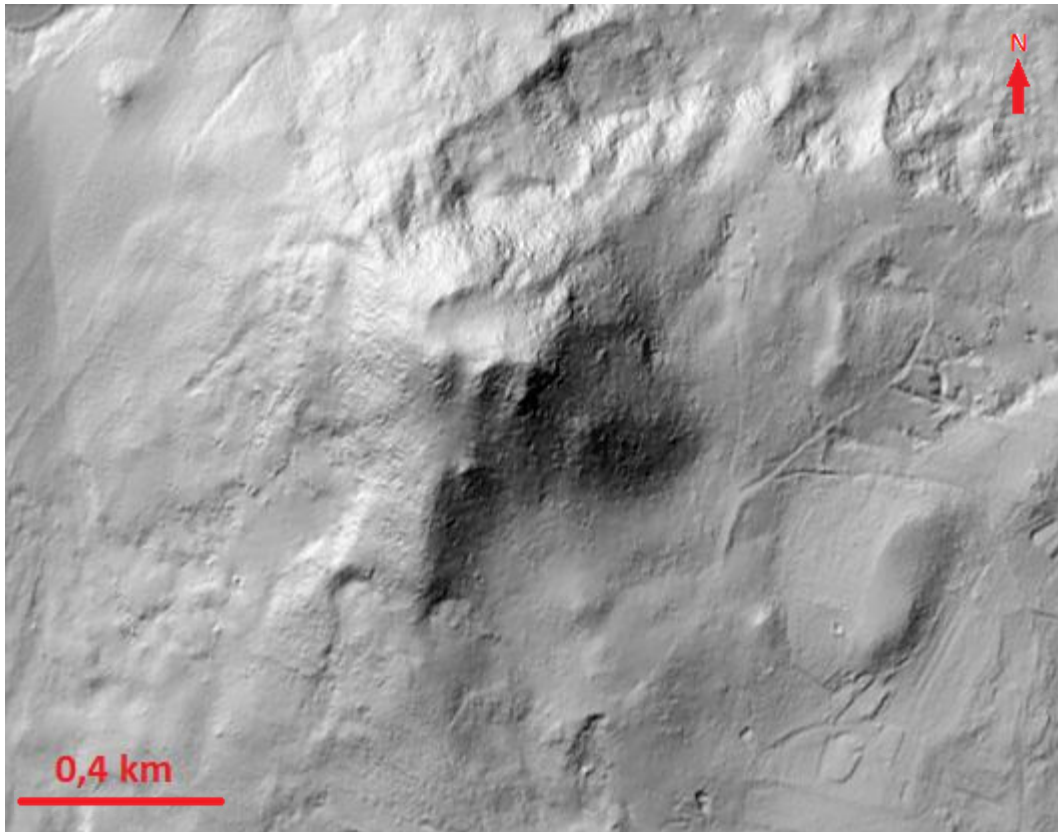
Vědecký zájem o Železnou hůrku započal roku 1823, kdy ji navštívil a popsal Johann Wolfgang Goethe. Nejen vědci, ale i obyvatelé okolních obcí projevíli zájem o tento drobný vulkánek a začali z něj odebírat materiál potřebný ke stavebním účelům. Naštěstí se podařilo těžení zastavit. Železná hůrka prošla dvěma explozivními fázemi, produkty mladší fáze jsou načervenalé barvy, jemnozrnné a zře-

telně zvrstvené (úklony 20-30°). Oproti tomu hrubozrnnější strusky mladší fáze nenesou takovou vrstevnatost (úklony nad 45°). Vidíme úhlovou diskordanci, která dokazuje přerušení sopečné aktivity a částečnou erozi vulkánu (Janoška, 2013).

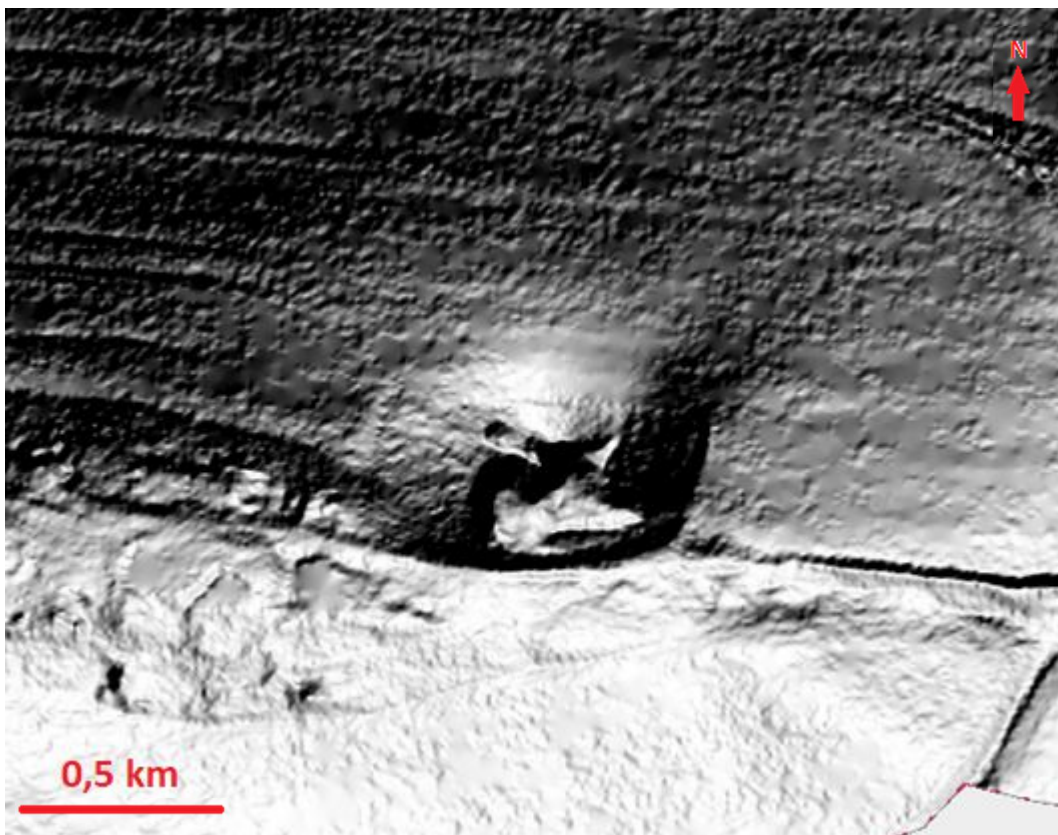
Komorní hůrka je stejně jako Železná hůrka spojována se jménem Johanna Wolfganga Goetha, který se o ni zajímal a zasloužil se o její celosvětový ohlas. V 19. století totiž probíhal vědecký spor o původu čedičů tohoto nejmladšího vulkánu. První skupina neptunistů se přikláněla k názoru mořského původu, proti tomu plutonisté tvrdili, že tato hornina má sopečný původ. J. W. Goethe, německý básník, patřící k neptunistům, pro objasnění podal návrh na vyhloubení důlních chodeb, jež potvrdily k jeho smůle sopečný původ vulkánu (Janoška, 2013). Sopku (viz Obr. 22) tvoří dvě části, zalesněný vrcholek a prohlubeň o průměru cca 100 m. Tato prohlubeň nevznikla sopečnou aktivitou, ale je výsledkem lidské těžební činnosti (Rapprich, 2012).

Jako analogii k těmto sopkám můžeme ve světě uvést Paricutín v jz. Mexiku (viz Obr. 23). Nachází se ve státě Michoacán a patří zde mezi nejlépe zdokumentované sopky. Sopka vzniklá pyroklastickým výbuchem v roce 1943 dosáhla výšky 336 m. Následnými erupcemi její výška postupně vzrostla až na 424 m nad okolní krajinu. Poslední erupce proběhla v roce 1952 a od té doby k výraznějším změnám nedochází (Haraldur a kol., 2015).

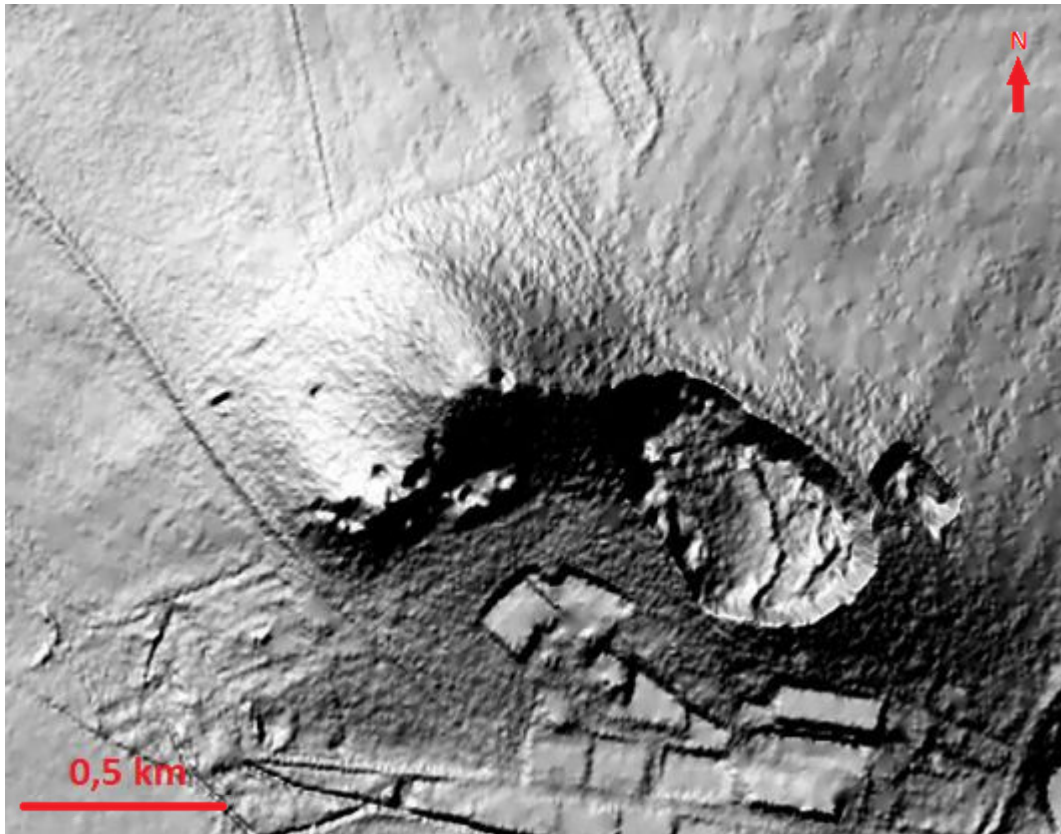
Všechny zmíněné struskové vulkány tvoří poměrně pravidelné kužele s mírnými prohlubněmi. Nejvýraznější je pravděpodobně Paricutín, který se tyčí do značné výšky oproti jeho českým ekvivalentům, což je dáno zřejmě i jeho nedávnou aktivitou v roce 1952. I jeho sopečný kráter je poměrně výrazný. Oproti tomu Chmelník, či Železná hůrka mají menší velikost a i prohlubeň na vrcholu je téměř nezatelná, neboť zde již probíhá eroze. U Komorní hůrky můžeme pozorovat na první pohled sice znatelnou prohlubeň – podobající se kráteru Paricutínu – ale jak již bylo zmíněno, nejedná se o sopečný kráter, ale o prohlubeň vzniklou uměle.



Obr. 20 - Chmelník, okres Děčín, Ústecký kraj, Analýza výškopisu, 2018



Obr. 21 - Železná hůrka, okres Cheb, Karlovarský kraj, Analýza výškopisu, 2018



Obr. 22 - Komorní hůrka, okres Cheb, Karlovarský kraj, Analýza výškopisu, 2018



Obr. 23 - Parícutín, Mexiko, Severní Amerika, Google Earth, 2018

4.4 Maar

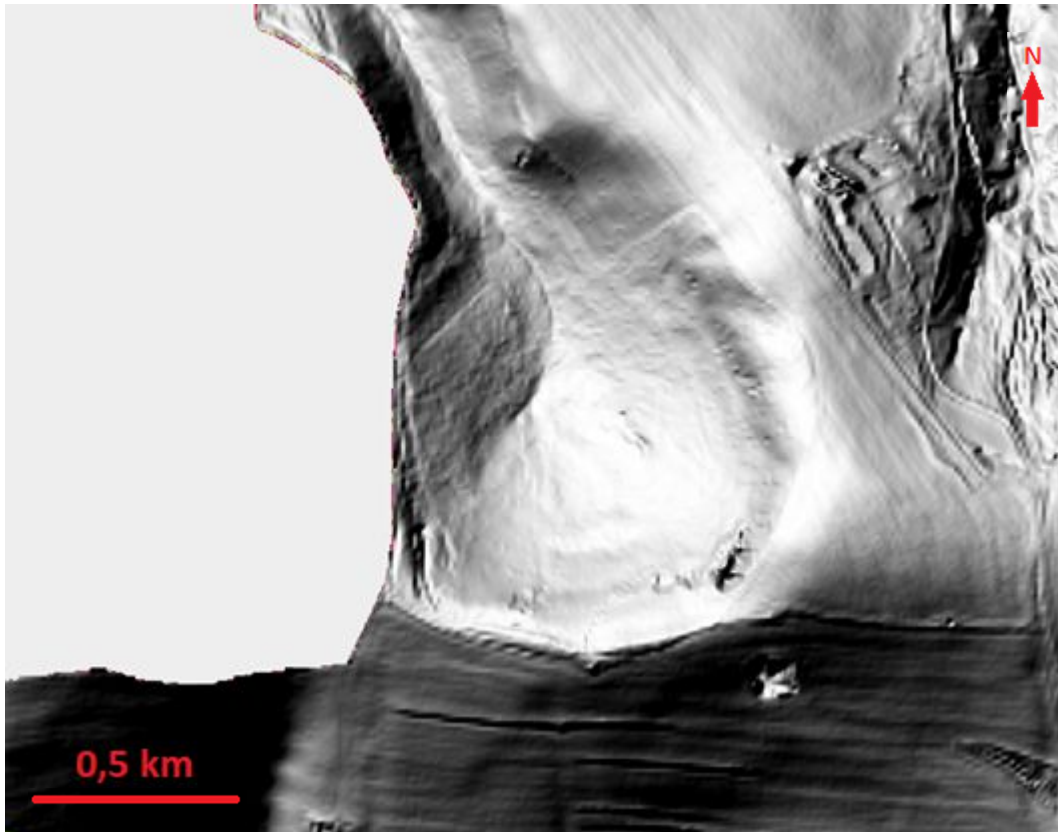
V okrese Cheb mimo Železné hůrky a Komorní hůrky můžeme najít sopku patřící k jinému morfologickému tvaru než je struskový kužel. Jedná se o již zmíněný tvar - maar - často charakterizovaný jako kruhová deprese vzniklá sopečným výbuchem, často vyplněná vodou (Kukal a kol., 2005).

Maar Mýtina (viz Obr. 24), byl objeven nedávno. Po nálezů sopečných uloženin neodpovídajících charakteru aktivity Železné hůrky bylo provedeno měření fyzikálních hodnot v okolí Železné hůrky (Rapprich, 2012). Tento geofyzikální důkaz byl pak prokázán průzkumným vrtáním blízko středu gravitační anomálie. Zejména pokles hodnot gravitačního zrychlení v prostoru této prohlubně doložil existenci vulkánu maarového typu naplněného cca 84 m sedimentů odrážejících řadu teplých a chladných klimatických období. Ve spodní části výplně prozkoumané vrtáním byly nalezeny vrstvy obsahující vulkanické bomby a lapilli (Mrlina a kol., 2009). Na tomto příkladu můžeme vidět, že je možné objevit v České republice i novou sopku (Rapprich, 2012). Objevená vulkanická struktura je považována za první známou kvartérní sopku maarového typu na území Českého masivu (Mrlina a kol., 2009).

Jako analogii k maaru Mýtina můžeme ve světě uvést Weinfelder Maar (viz Obr. 25), který se nachází v Eifelu v Německu. Tento německý maar vznikl zhruba před 10 500 lety sopečnou explozí. Jeho vodní plocha činí okolo 16-17 ha. Jezero obklopuje tufová stěna, která je na jednotlivých světových stranách nestejně vysoká (Haraldur a kol., 2015).

Weinfelder Maar je také někdy nazýván jako „Totenmaar“ podle nedalekého hřbitova, kde se nachází kaple a kostel Weinfeld. Právě k tomuto místu se váže nejedna legenda, např. o zaniklém hradě (Haraldur a kol., 2015).

Mýtinu i Weinfelder Maar spojuje téměř kruhovitý tvar. Složení obou maarů je také podobné, skládají se z vulkanického tufu a tefry. Rozdíl je především v tom, že Mýtina je dnes už jen pouhým pozůstatkem maaru. Jedná se o mírnou prohlubeň, tzn., že se i zde už projevila eroze. Oproti tomu zmíněný maar v Německu je poněkud zachovalejší a vyplněný vodou.



Obr. 24 - Mýtina, okres Cheb, Karlovarský kraj, Analýza výškopisu, 2018



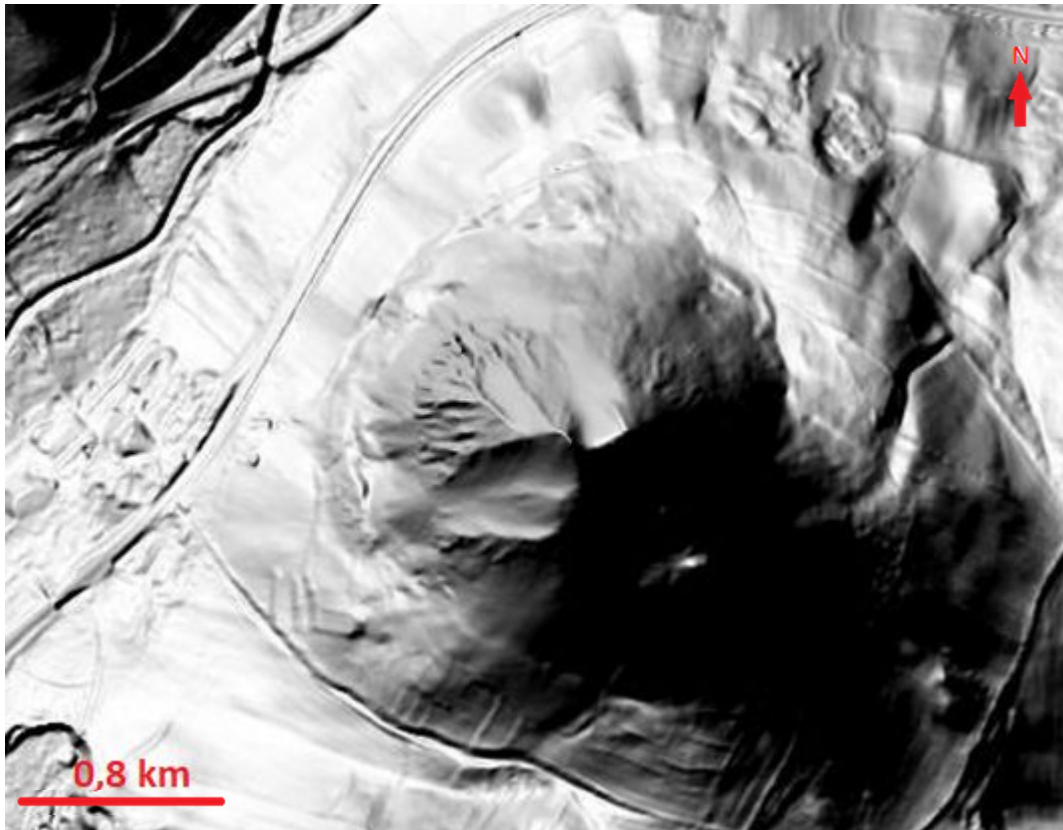
Obr. 25 - Weinfelder Maar, Německo, Analýza výškopisu, 2018

4.5 Vulkanický dóm

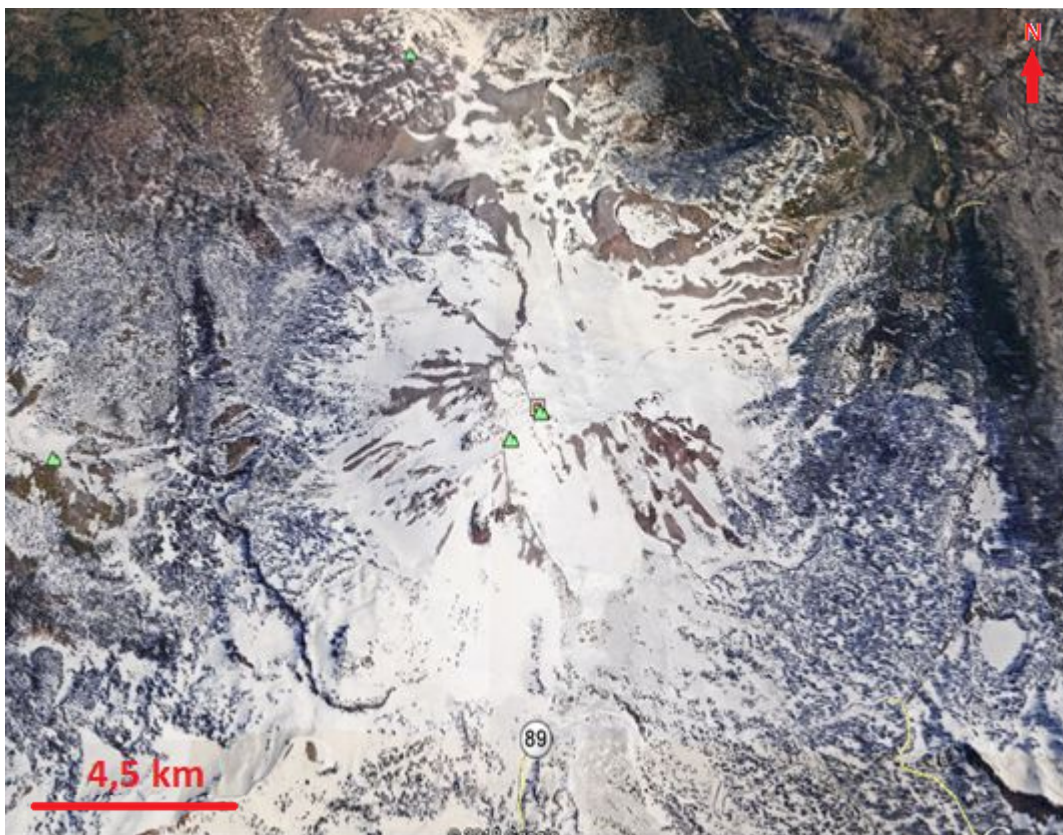
Zlatník patří mezi jedny z nejkrásnějších kopců v Českém středohoří. Původ Zlatníku (viz Obr. 26) můžeme vysvětlit jako vmezeření silně viskózního znělcového magmatu do přírodní dráhy (též nazývána diatrema) maaru, což umožnilo vznik struktury fonolitového (znělcového) dómu. Lze i někde zaznamenat jiné interpretace sopečné minulosti Zlatníku, kdy je uváděn jako lakolit (Janoška, 2013).

Mt. Lassen je vulkanickým dómem podobným Zlatníku. Mt. Lassen (viz Obr. 27), nazývána také jako Lassen Peak, je v poslední době pokládána za neaktivní sopku. Poslední sopečná aktivita začala v roce 1914 a skončila v roce 1917. Tato sopka se nachází v Kalifornii a je součástí Kaskádového pohoří. Vznik tohoto vulkanického dómu je odhadován na dobu před 28 000 lety (Haraldur a kol., 2015).

Zlatník nás upoutá především výrazným kupovitým tvarem se dvěma vrcholy, které jsou odděleny mělkým sedlem. Lassen Peak není svou klenutostí tak nápadný, ale co se týče složení, můžeme najít mezi nimi podobnost. Oba vulkány se skládají ze znělce (fonolitu), což je výlevná vyvřelá hornina světle šedé barvy. Název fonolitu jako znělce odkazuje na vlastnost horniny vydávat při poklepání zvuk. I při chůzi po této hornině lze zaznamenat určité „znění“ (Janoška, 2013).



Obr. 26 - Zlatník, okres Most, Ústecký kraj, Analýza výškopisu, 2018



Obr. 27 - Mt. Lassen, Kalifornie, Spojené státy americké, Google Earth, 2018

4.6 Lakolit

V případě Velkého a Malého Bezdězu (viz Obr. 28) v Ralské pahorkatině se jedná o dva vypreparované vulkanické suky, které jsou odděleny sedlem. Lze je také označit jako znělcová (fonolitová) tělesa se sloupcovitou odlučností (Databáze významných geologických lokalit, 2018). Bezděz, který je výrazným tělesem v okolí Máchova jezera, je známý i gotickým královským hradem stojícím převážně na Velkém Bezdězu. Někaké trosky jsou však zachovány i na jeho menším souse-dovi. Tyto vulkanické suky můžeme označit jako lakolity, neboť tato tělesa bochníkového tvaru se nedostaly na povrch, ale utuhly těsně pod ním. Dnes je můžeme pozorovat díky erozi, která je v průběhu miliónů let odkryla (Rapprich, 2012). Lze předpokládat, že tyto přírodní struktury mají stejný přívodní kanál, nebo nějakým způsobem spolu souvisí. Společným znakem je nesouměrný kuželovitý tvar s oválně protaženým půdorysem a strmé svahy pokryté sutěmi. Z návštěvníckého hlediska je oblíbenější Velký Bezděz s gotickým hradem a jeho věží. Malý Bezděz tak zůstává ušetřen návštěvnícké zátěží a tím můžeme doufat, že si zachová toto místo stav neporušené přírody (Janoška, 2013).

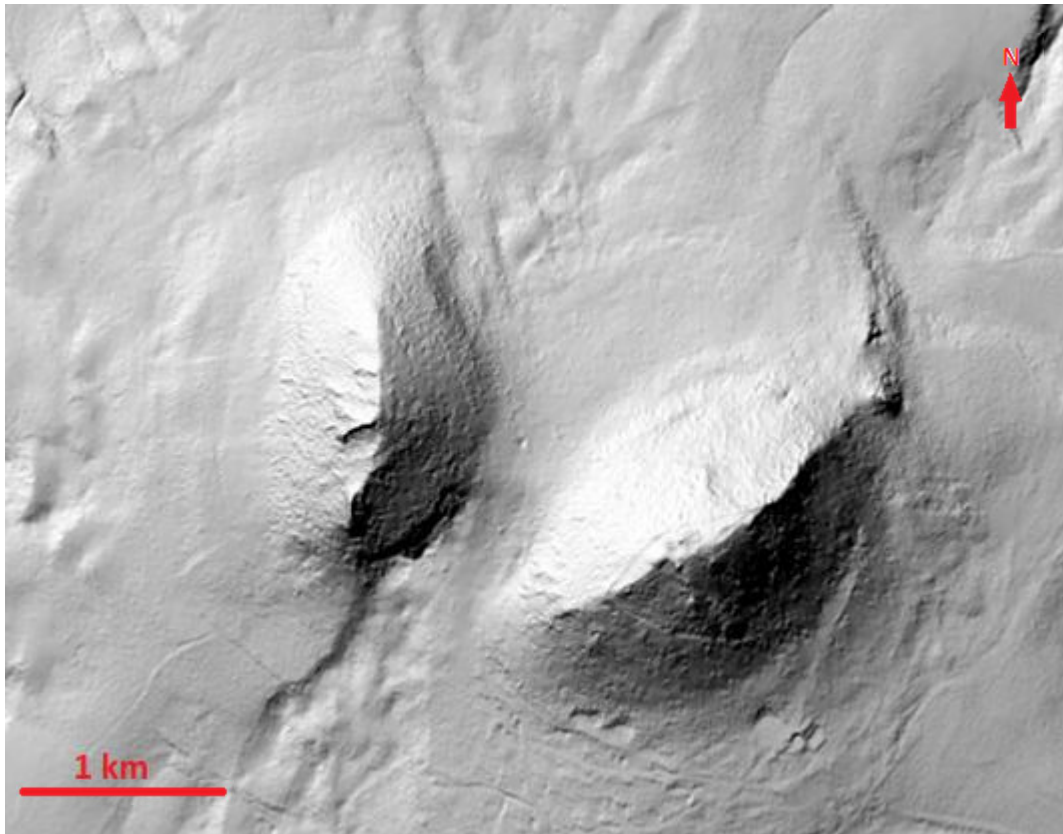
Do geomorfologické jednotky Lužických hor náleží Jedlová hora (viz Obr. 29) vypínající se svou výškou nad okolní krajinu. Tato kupovitá vyvýšenina vznikla podobně jak v předchozím příkladu erozním obnažením fonolitového (znělcového) lakolitu. Pod vrcholovou plošinou znělce na povrch vystupují ve formě suťových polí. Tento příznačný název „Jedlová hora“ souvisí s výskytem jedlí, které zde byly hojné v dřívější době. Jedlová je oblíbeným turistickým místem nejen dnes, ale i v minulosti byla hojně navštěvována. Pěkný rozhled do okolní krajiny obdivoval i císař Josef II. v roce 1779 (Janoška, 2013).

Dalším lakolitem je Bořeň (viz Obr. 30), která patří mezi jedno z nejkrásnějších sopečných těles u nás. Bořeň u Bíliny může z určitého pohledu připomínat ležícího lva. Podle posledních výsledků výzkumů je tato znělcová (tj. fonolitová) skála označována jako lávový dóm, který se vtěsnal do maaru. Na tomto tělesu můžeme pozorovat výraznou sloupcovitou odlučnost (viz dále). V blízkosti Bořeně se nachází i jiná fonolitová tělesa, ze kterých můžeme jmenovat Hněvín, Široký a Rizelský vrch. Bořeň se zmíněnými dalšími třemi lokalitami tvořila v minulosti pravděpodobně jedno těleso, které bylo porušeno až erozí (Rapprich, 2012). Z Bořeně

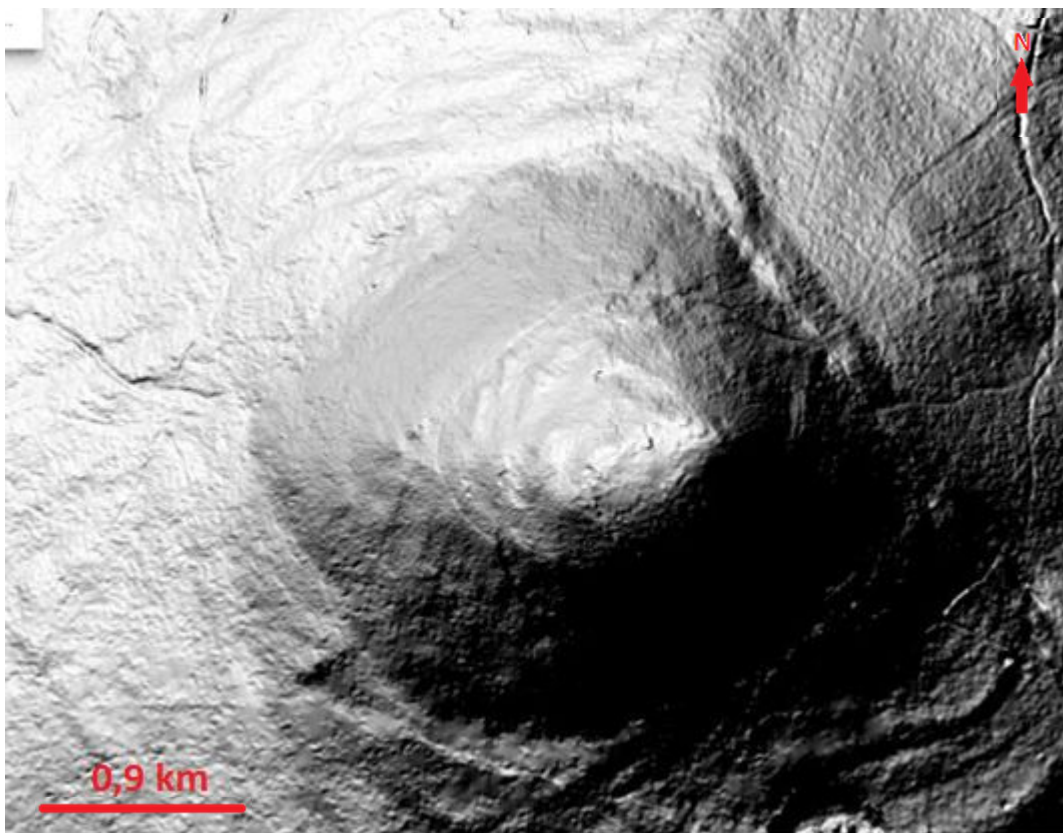
je možný rozhled na všechny světové strany. V minulosti toho využíval např. Bohuslav Balbín nebo Johann Wolfgang Goethe (Janoška, 2013).

Sundance Mountain (viz Obr. 31) se nachází v okrese Crook, přibližně 40 km jihozápadně od Spearfish v Jižní Dakotě a asi 35 km jihovýchodně od Devil's Tower. Podle Fashbauga (1979) se v případě Sundance jedná také o pozůstatek lakolitu. Významnější je však jeho soused, Green Mountain (viz Obr. 31). V tomto případě se jedná podobně jako v předchozích případech o těleso vměstnané do nadložních vrstev a v nich utuhlé. Výjimečný je svou podobností s naším českým lakolitem, Bořením. Jinak složením jsou si tyto dvě třetihorní stavby v USA velmi podobné, ve své struktuře obsahují především fonolit (znělec). Liší se ale tvarem, Green Mountain (viz Obr. 32) tvoří pravidelné téměř kulaté těleso, oproti tomu Sundance Mountain je lakolitem neurčitého tvaru, jedná se spíše o nepravidelné výchozy. Rozdílné je i působení eroze na jednotlivá tělesa. Přiložený geologický řez (viz Obr. 33) ukazuje uložení jednotlivých vrstev sedimentárních hornin, kterými lakolity pronikají a dovolí nám nahlédnout na jejich celkový tvar i s přívodními dráhami. U lakolitu Sundance Mountain eroze způsobila nejen jeho nepravidelný tvar, ale odkryla i vulkanické horniny (viz Obr. 33). Oproti tomu Green Mountain je lakolitem zakonzervovaným v sedimentech, nejsvrchnější vrstva sedimentu tvoří šedivý lem elevace (viz Obr. 32.). Sopečné horniny na Green Mountain odkryty nebyly, naopak byl zachován oválný tvar lakolitu (Fashbaugh, 1979).

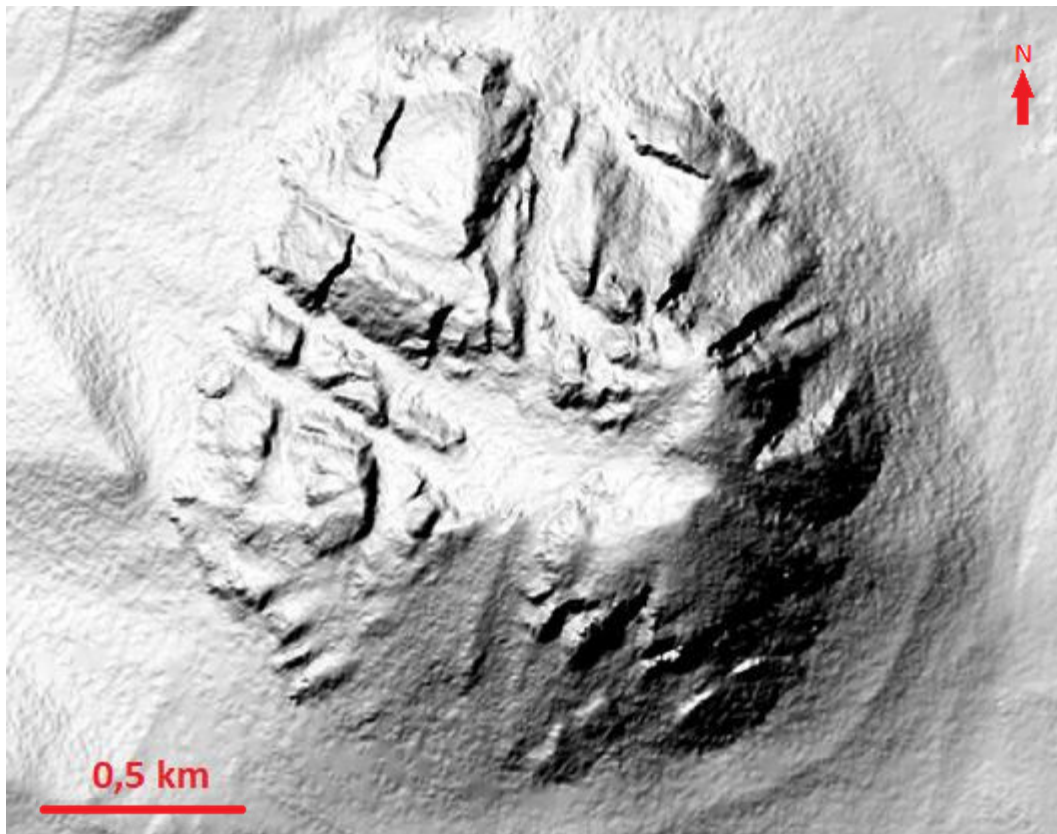
Přímo ukázkovým porovnáním je Bořeň a Green Mountain. Příznačným je jejich kulatý tvar, mírné vyčínání nad krajinu a jejich obnaženost. Sundance Mountain se svým tvarem přibližuje spíše k Bezdězu, i když Bezděz tvoří spíše pravidelnější kupovitá tělesa. Jak je známo z předchozího popisu jednotlivých lokalit, všechny zmíněné lakolity vykazují podobnost nejen ve svém znělcovém složení, ale samozřejmě i ve způsobu vzniku. Jinak se jedná o neaktivní tělesa, která jsou vystavena erozi umožňující nám blíže na ně nahlédnout.



Obr. 28 - Malý a Velký Bezděz, okres Česká Lípa, Liberecký kraj, Analýza výškopisu, 2018



Obr. 29 - Jedlová hora, okres Děčín, Ústecký kraj, Analýza výškopisu, 2018



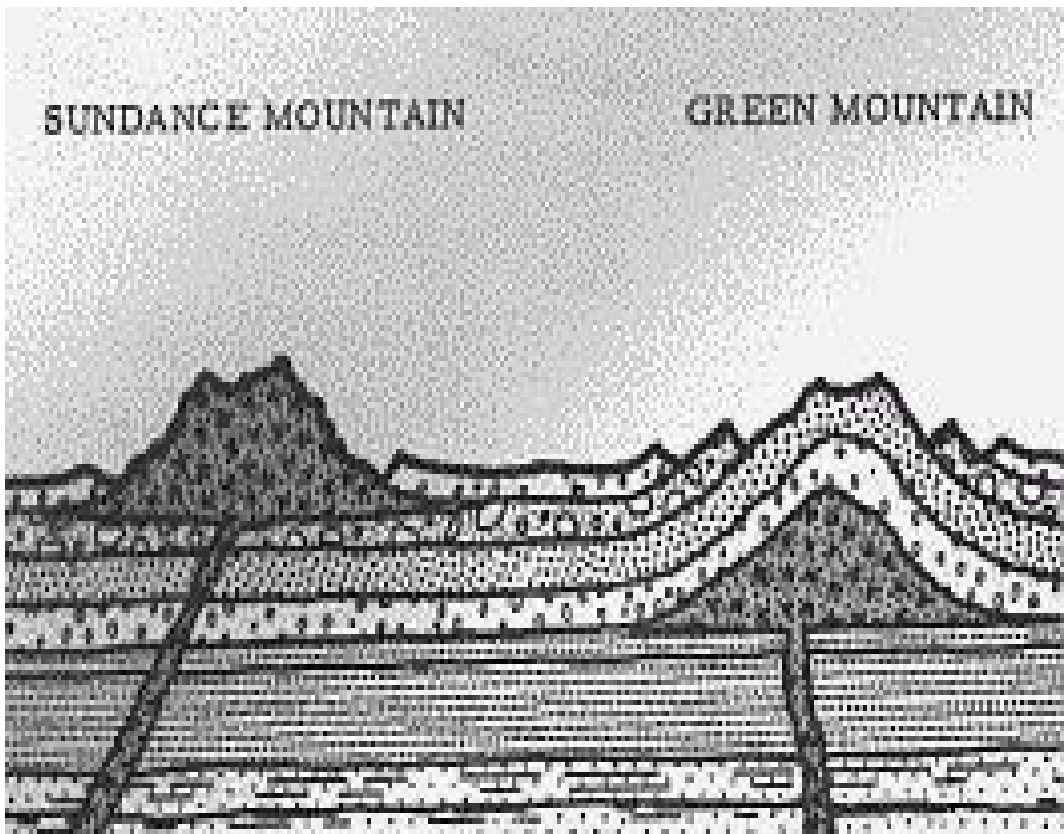
Obr. 30 - Bořeň, okres Most, Ústecký kraj, Analýza výškopisu, 2018



Obr. 31 - Sundance Mountain, Green Mountain, Wyoming, USA, Google Earth, 2018



Obr. 32 - Green Mountain, Wyoming, USA, Google Earth, 2018



Obr. 33 - Geologický řez - Sundance Mountain, Green Mountain, Fashbaugh, 1979

4.7 Kráter

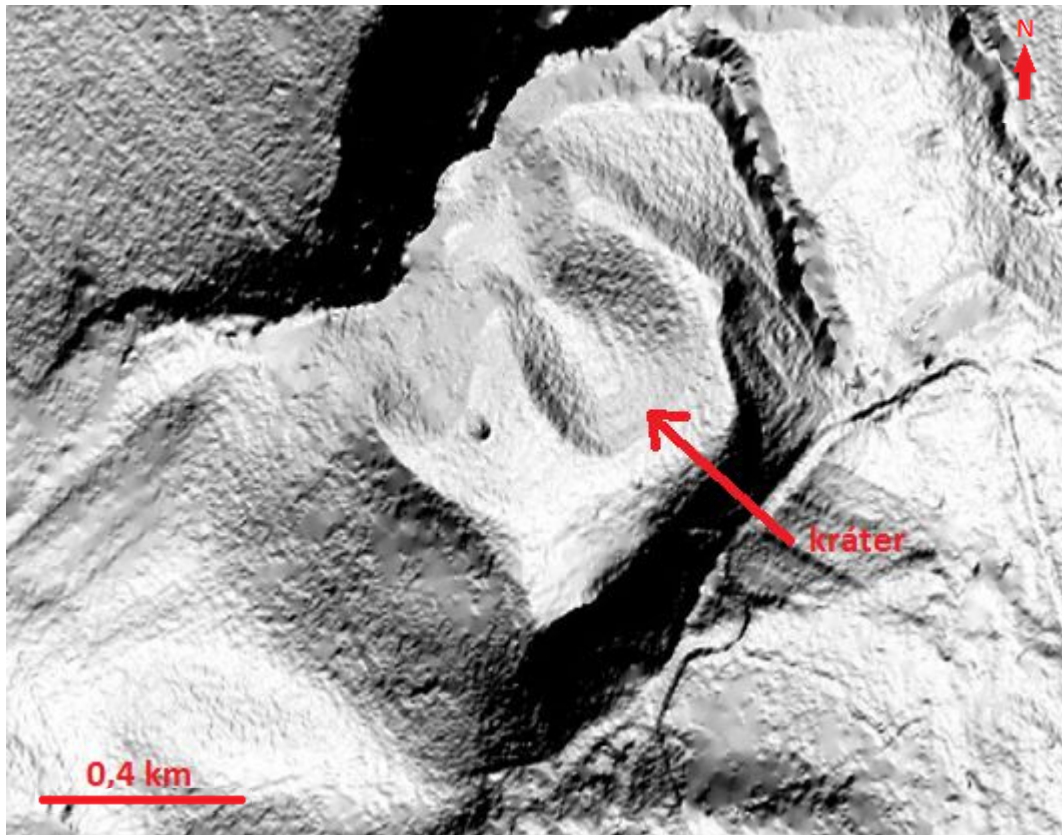
Prackov (viz Obr. 34), nevýrazný zalesněný kopeček, patří k nejvíce zachovaným sopkám v Čechách. Nachází se mezi obcemi Prackov a Vesec v Libereckém kraji. Pokles ve vrcholové části je pokládán za zbytek původního sopečného kráteru. Podle skalních výchozů na bočních svazích můžeme určit vývoj této sopky. Pyroklastika uložená nejnižší jsou převážně jemnozrnná, tvořená nejen úlomky nevesikulované (tj. bezbublinkové) bazaltické horniny, ale i velkým množstvím xenolitů podložních usazených hornin. Iniciální fáze tvorby Prackova tedy odpovídá freatomagmatické erupci (tj. erupce, které se kromě magmatických plynů účastní také povrchová voda). Při postupu směrem k vrcholu můžeme vidět sopečné úlomky už mnohem větší a už vesikulované (tj. s bublinkami). Tento přechod nám ukazuje, že během vývoje tohoto vulkánku muselo dojít ke změně erupce, tedy z erupce freatomagmatické na strombolskou (tj. erupce magmatu relativně slabá, se středním obsahem plynů). Při strombolské erupci dochází k vývržkům strusky a sopečných bomb. Bomby se za letu ještě dotvářejí do podoby kapek, či větren. Činnost Prackova byla ukončena výlevem lávy, která překrývá horní část vulkánku. Stáří sopky bylo určeno cca na 4,5-5 miliónů let (Rapprich, 2012).

V blízkosti Prackova se nachází menší zalesněná homole s názvem Čertí kopeček. K tomuto malému sopečnému tělesu se vážou mnohé lidové příběhy vysvětlující jeho název (Rapprich, 2012).

Analogií k Prackovu může být ostrov Stromboli (viz Obr. 35) v Tyrhénském moři, který je součástí Liparského souostroví. Ostrov, patřící k Itálii, je tvořen stejnojmennou sopkou a to přímo stratovulkánem se stále vulkanicky aktivními krátery. Výraznější erupce byly zaznamenány počátkem 20. stol., poté došlo k jejich mírnému zklidnění. Zvýšená aktivita projevující se neustálými výtrysky lávy je zřejmá od roku 2007. Z tohoto důvodu je upravena, nebo spíše zakázána návštěva tohoto vulkánku. Jako zajímavost můžeme uvést román Julese Verna Cesta do středu Země, kde tato sopka poskytla hlavním hrdinům knihy svůj postranní kráter při jejich cestě z hlubin Země na zemský povrch (Haraldur a kol., 2015).

V obou případech se jedná sice o krátery, ale v něčem poněkud rozdílné. Hlavním rozdílem je aktivita. Prackov je již neaktivní, jedná se o zbytek sopečného kráteru. Oproti tomu Stromboli se neustále svými erupcemi dotváří. Oba vulkány ale spo-

juje strombolská erupce, i když v případě Prackova tvořila jen část jeho vývoje. Název strombolské erupce není náhodný, je nazývána podle tohoto již zmíněného ostrova v Tyrhénském moři.



Obr. 34 - Prackov, okres Semily, Liberecký kraj, Analýza výškopisu, 2018



Obr. 35 - Stromboli, Itálie, Google Earth. 2018

4.8 Žíly

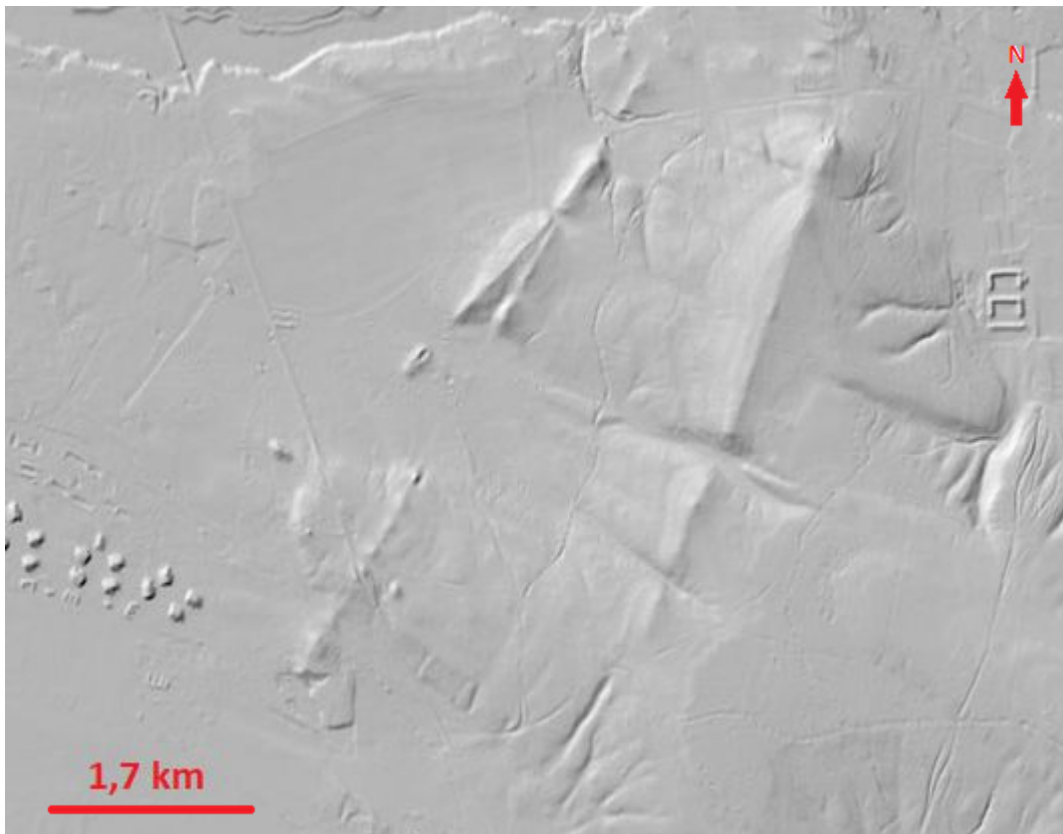
Čertova zeď (viz Obr. 36) geomorfologicky náležející do celku Ralská pahorkatina je nejvýznamnějším reliktem druhohorní vulkanické žíly u nás. V okolí Osečné a Stráže pod Ralskem se nachází více vulkanických žil, ale Čertova zeď, začínající pod Ještědem u Vesce a táhnoucí se pravděpodobně až k Bezdězu, patří k největším (Janoška, 2013). Tato zeď sice měří cca 20 km, ale bohužel z původního tělesa tyčícího se výrazně nad okolní krajinu, toho moc nezbylo. Tento přírodní úkaz byl bohužel v minulosti podroben těžebním pracím za účelem získání materiálu potřebného ke zpevňování cest. Relikt této žíly má dvě části, kdy první se nazývá Čertův stolec a druhá více monumentální Čertova hlava. Čertův stolec pokračuje Malým stolcem. Oba monumenty se liší nejen svým minerálním složením, ale i svou velikostí, Čertův stolec je vysoký okolo 2,5 m, Malý stolec cca 1,5 m. Na Čertově hlavě můžeme pozorovat nápadnou vodorovnou trhlinu přetínající žílu těsně nad zemí. Trhлина podle jedné hypotézy pravděpodobně vznikla zemětřesením, kterému zeď tyčící se v té době do značné výšky musela

čelit (Rapprich, 2012). Stáří čedičové horniny melilitického nefelitu tvořící toto těleso je určeno díky výzkumům na 59-64 miliónů let (Janoška, 2013).

S Čertovou zdi se také pojí nejedna lidová pověst. Zmínka o tomto úkazu se nachází už i v kronice Václava Hájka z Libočan nebo v dílech spisovatelky Karolíny Světlé (Janoška, 2013).

Významný skalní suk Shiprock (viz Obr. 37) se nachází ve státě Nové Mexiko ve Spojených státech amerických (v USA). Název Shiprock, nejprve psáno jako Ship Rock, byl vytvořen na základě údajné podobnosti s plachetnicí. Podle Navahů žijících v této oblasti je překlad z navažštiny „Okřídlená skála“, tato skála má pro ně velký náboženský význam a hraje roli při jejich obřadech. I zde existuje nejedna legenda vysvětlující původ tohoto názvu (Haraldur a kol., 2015).

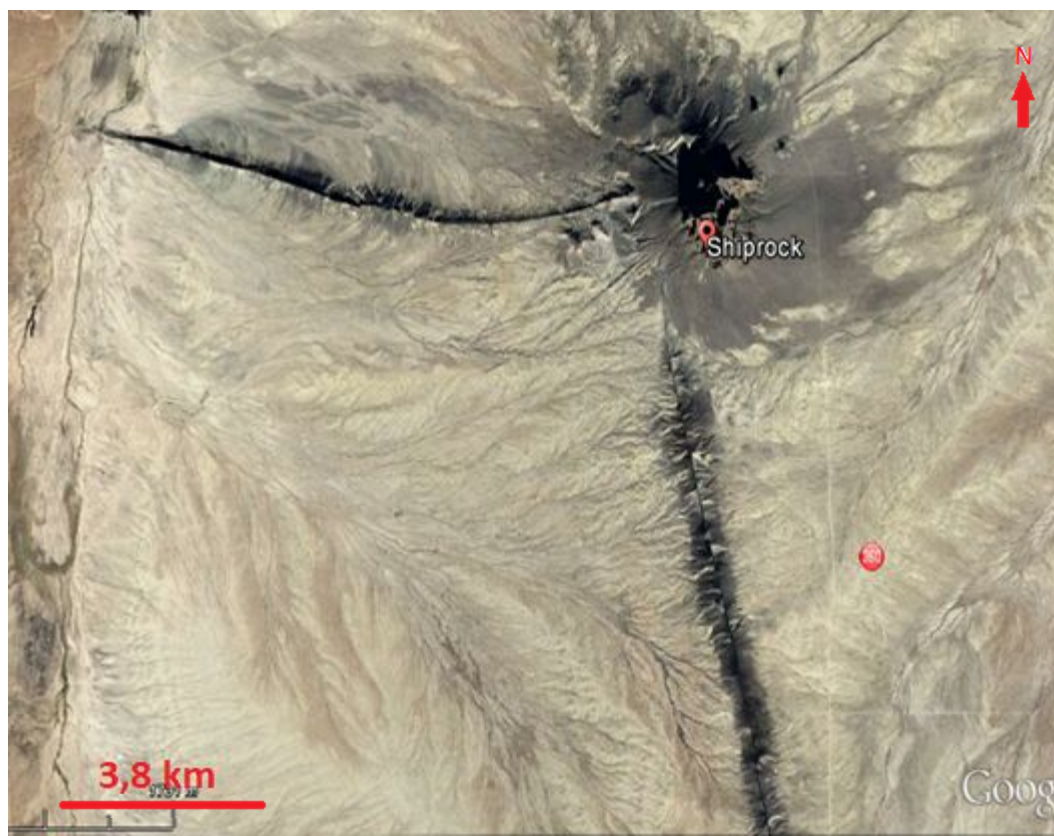
Skalní suk Shiprock je tvořen horninou minetou (patřící mezi lamprofyry) starou cca 27 miliónů let. V minulosti byl vytvořen magmatem, které utuhlo v sopouchu a následnou postupnou erozí bylo obnažováno (Haraldur a kol., 2015). V jeho okolí se nachází pozůstatky tohoto komplexu jako hráze či obnažené žíly, proto to lze uvést jako analogii k Čertově zdi, neboť v jz. směru můžeme vidět dvě radiálně orientované žíly (viz Obr. 38) výrazně podobné Čertově zdi, co se týče tvaru i orientace. Můžeme tu pozorovat stejně jako na našem českém příkladu vliv eroze, kdy jsou také zachovány pouze nepravidelné výchozy.



Obr. 36 - Čertova zeď, okres Liberec, Liberecký kraj, Analýza výškopisu, 2018



Obr. 37 - Shiprock, Nové Mexiko, Spojené státy americké, Google Earth, 2018



Obr. 38 - Shiprock, Nové Mexiko, USA, Google Earth. 2018

4.9 Lávové proudy

Konstantinovy Lázně, v okrese Tachov, obklopuje trojice sopečných vrchů: Ovčí vrch, Krasíkov a Hradišťský kopec (viz Obr. 39). Pro tyto tři lokality, staré 10 miliónů let, je typická sloupcovitá odlučnost, což jsou pukliny na bočních svazích vulkanických kopečků. Pukliny vznikající smršťováním magmatické horniny během chladnutí rozdělí čedičovou horninu na jednotlivé šestiboké sloupce, které jsou vždy kolmé na plochu chladnutí. Tyto svisle orientované sloupce napovídají o tom, že se jedná o lávový proud (Rapprich, 2012).

Není příliš jisté, odkud mohla láva na Hradišťský kopec dotéct. Existuje teorie o Ovčím vrchu jako o kopci, který je zdrojem lávy pro ostatní zmíněné pahorky. Teorie podložená výzkumem prokázala anomálie magnetického pole na Ovčím vrchu, což může být pokládáno za důkaz pokračování tohoto tělesa do hloubky. To pravděpodobně vysvětluje nejasnosti o přívodu magmatu k ostatním vrchům. Navíc je Ovčí vrch postaven nejvýše ze všech čedičových kopců v okolí (Rapprich, 2012).

Krasíkov neboli Švamberk je výrazný vrch v Plzeňském kraji, na kterém se nachází stejnojmenná zřícenina hradu. Jedná se o stolovou horu (tj. osamocená vyvýšenina, s plochou vrcholovou částí, vyčnívající nad okolní krajinu) s příkrými svahy (Janoška, 2013). Vrch Krasíkov je tvořen čedičovými horninami třetihorního stáří. Na severním svahu vystupují výrazné šestiboké sloupce (zmíněné dříve), které mají v průměru až 1 m (Databáze významných geologických lokalit, 2018).

V případě Hradišťského kopce se jedná také o stolovou horu patřící svou výškou k největším na našem území. Má oválný půdorys táhnoucí se vz. směrem (Janoška, 2013). Jedná se o jednolitě čedičové těleso tvořené jediným lávovým proudem. Můžeme pozorovat dobře vyvinutou sloupcovitou odlučnost, pro kterou je zde typická výrazná hrubost. Sloupy navíc dosahují šířky až 3 m (Databáze významných geologických lokalit, 2018). V pevně utuhlé lávě jsou také pozorovatelné lesklé černé minerály, amfiboly, což činí tento kopec ještě zajímavější lokalitou (Rapprich, 2012).

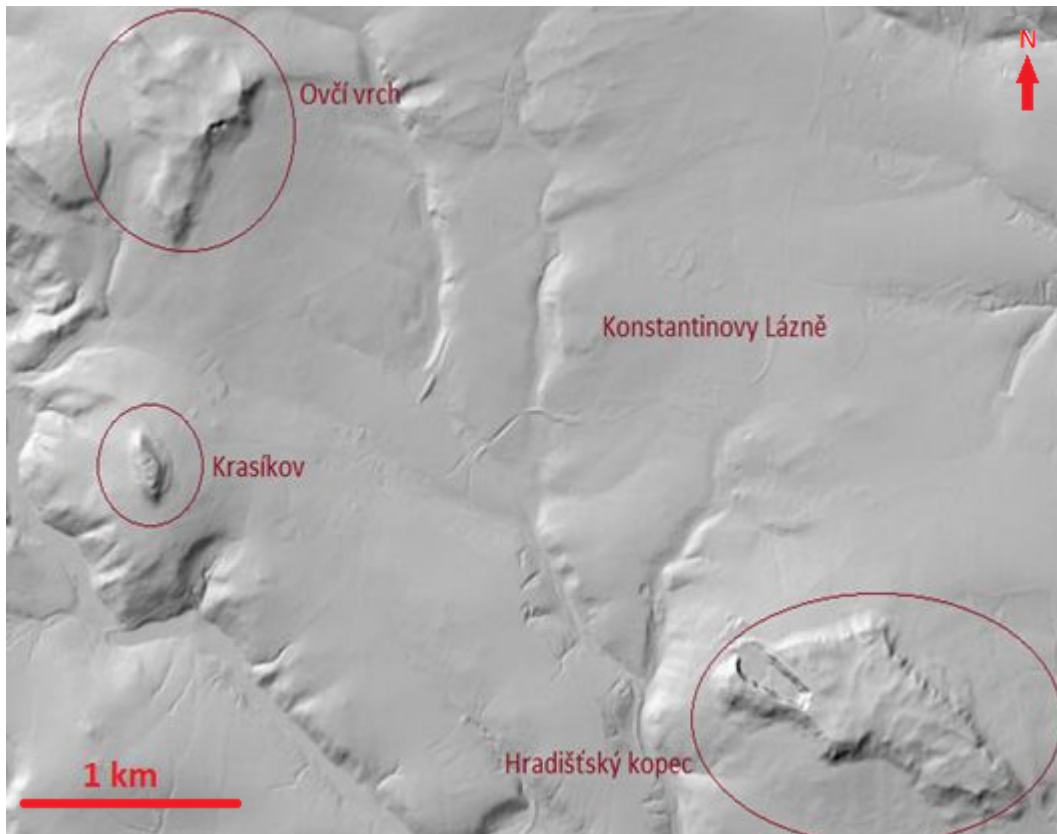
Další významnou lokalitou patřící k čedičovým lávovým proudům je vrch Hrazený (viz Obr. 40), který je nejvyšším bodem Šluknovské pahorkatiny. Název Hrazený není náhodný, odkazuje na hradbovitě navrstvené čedičové skály. Při pozorování vrchu z větší dálky může připomínat stolovou horu protaženou ve směru SV-JV. Hrazený je tvořen čedičovou horninou navrstvenou třemi lávovými proudy, které jsou z morfologické stránky dobře viditelné (Janoška, 2013). Každý proud má mocnost kolem 20 m (Databáze významných geologických lokalit, 2018). K vrchu Hrazený, se pojí několik pověstí např. o bohaté hoře či zlaté kachně (Janoška, 2013).

Hradiště (viz Obr. 41) nacházející se v Ústeckém kraji je dalším vrchem, který je budován sopečným komplexem čedičových lávových proudů (Janoška, 2013). Jedná se pouze o reliкty těchto proudů. Na vrcholu můžeme pozorovat tvary, které jsou výsledkem mrazového zvětrávání. Ve vrcholové části Hradiště na svazích orientovaných na jih jsou viditelné dva lávové proudy, které se překrývají. Liší se nejen svou polohou, kterou na sebe nasedají, ale i různým systémem sloupcovité odlučnosti (Databáze významných geologických lokalit, 2018).

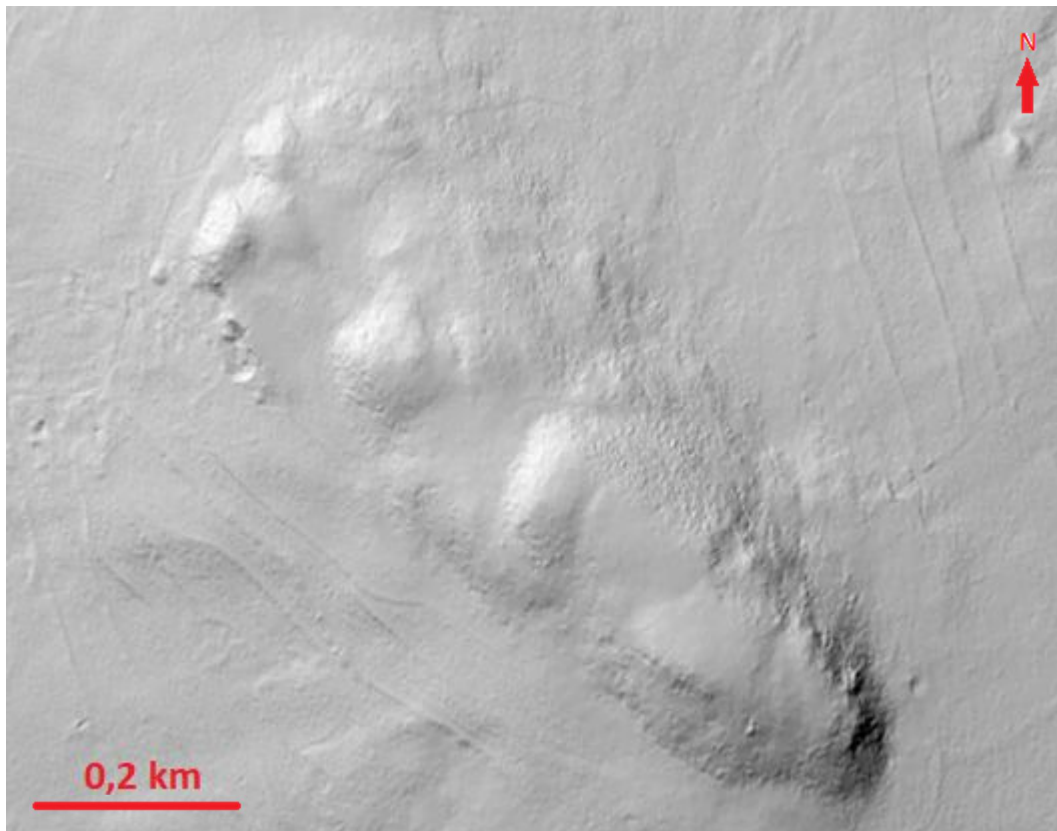
Kilauea (viz Obr. 42) patřící mezi nejaktivnější sopky na světě tvoří s ostatními štítovými sopkami ostrov Havaj. Kilauea v havajském překladu znamená „stříkat“,

což pravděpodobně souvisí s její neustálou aktivitou, kdy do okolí stále rozšiřuje lávu. První dobře zdokumentovaná erupce pochází již z roku 1823. Někdy v této době se vytvořila kaldera, která neustále vystřikuje lávu. Vznikající lávové proudy pokrývají sice oblast stovky km², ale nemají výrazné ničivé účinky, erupce jsou spíše klidné. Kilauea vznikla díky pohybu Pacifické tektonické desky. Stejně jako ostatní vulkány na Havaji je Kilauea příkladem hot spots (tj. horké skvrny). Hot spot je místem v zemském plášti, kde dochází k tavení hornin a tvorbě magmatu. Na zemském povrchu se horká skvrna projevuje sopečnou činností. Posunem litosférické desky nad hot spot se vytváří pruh vulkánů, ze kterého lze vyvodit možný směr posunu desky. Vulkanické projevy se tedy neustále přesouvají. Horká skvrna se sice nachází na jednom místě, ale zmíněná deska se posouvá a tím dochází k přesunu centra vulkanické aktivity (Haraldur a kol., 2015).

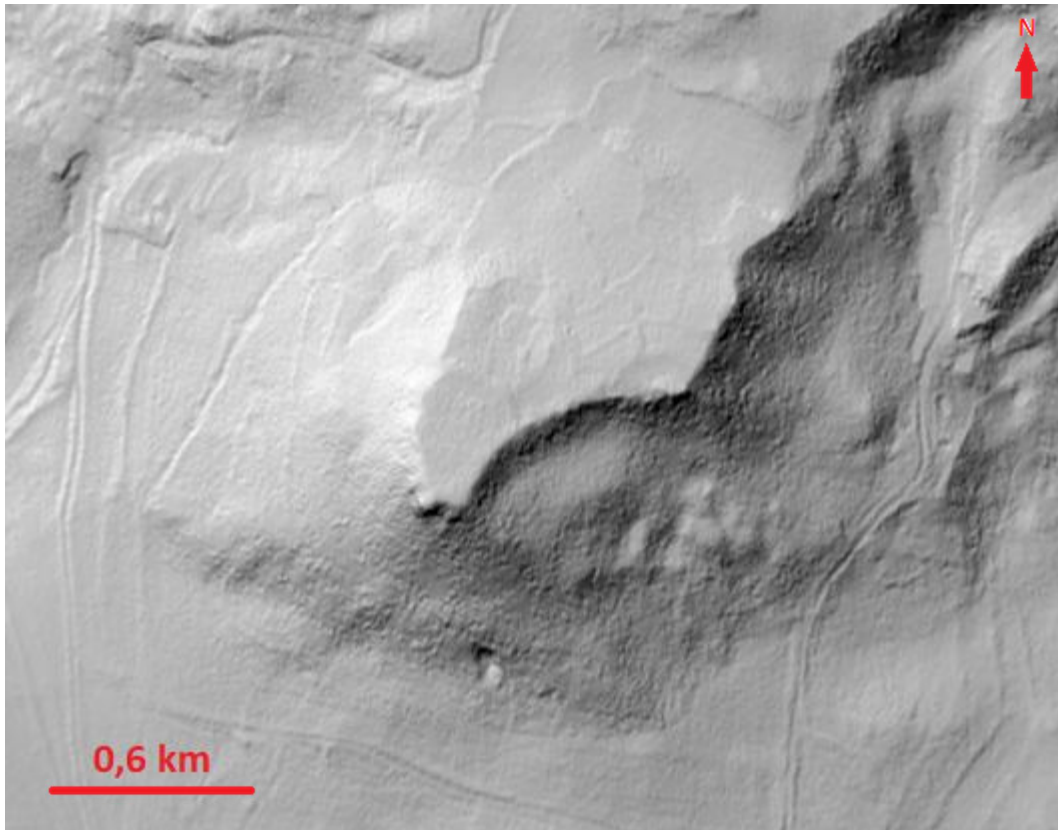
Kilauea, stále činná sopka, se liší od uvedených českých příkladů stále vznikajícími lávovými proudy, které se překrývají, vrství. Tím není dán prostor pro výraznou erozi, která je ale typická pro již zmíněné české vrchy. Hlavním důvodem je to, že se u nás nenachází žádná činná sopka, která by neustále pokrývala povrch lávou a dotvářela tak okolí. Tato neaktivita umožní působení exogenních činitelů na povrch geologických těles, poté už tedy můžeme pozorovat pouze relikty, v tomto případě lávových proudů.



Obr. 39 - Konstantinovy Lázně, Ovčí vrch, Krasíkov, Hradišťský kopec, okres Tachov, Plzeňský kraj, Analýza výškopisu, 2018



Obr. 40 - Hrazený, okres Děčín, Ústecký kraj, Analýza výškopisu, 2018



Obr. 41 - Hradiště, okres Litoměřice, Ústecký kraj, Analýza výškopisu, 2018



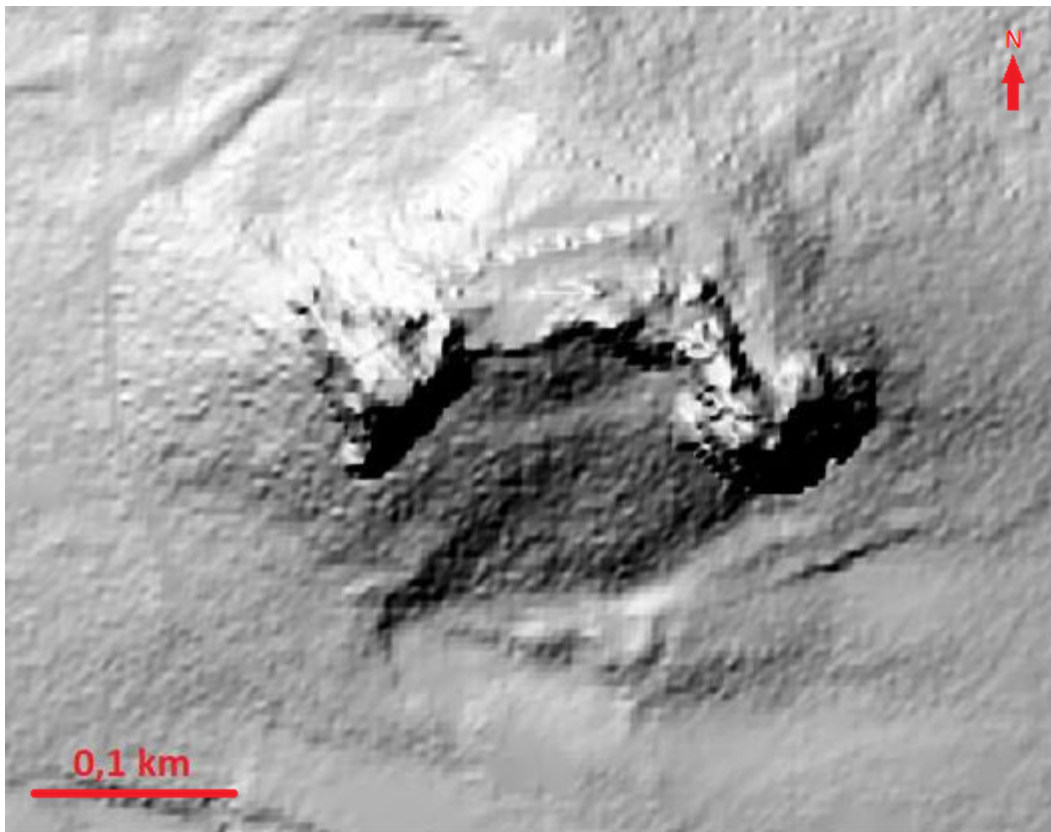
Obr. 42 - Kilauea, Havajské ostrovy, USA, Google Earth, 2018

4.10 Přírodní dráha

Trosky jsou symbolem, geomorfologickým unikátem Českého ráje i celé České republiky. Jedná se o zbytek struskového kuželu (viz Obr. 43), jeho skalní věže představují zbytky dvojité přírodní dráhy bazaltového magmatu. Toto magma utuhlo uvnitř dvou sopečných kuželů – z nichž první je nazýván Baba a druhý Panna (Rapprich, 2012). Eroze z obou odstranila většinu sypké pyroklastické hmoty a odkryla tak přírodní dráhy obou vulkánů. Sloupce jednotlivých věží vykazují výraznou sloupcovitou odlišnost. Sopka Panna situována více na východ je štíhlejší, vyšší a pravděpodobně i mladší. Oproti tomu Baba je nižší a o trochu starší. Lze se domnívat, že názvy nebyly zvoleny náhodně (Janoška, 2013). Nejprve došlo k vytvoření sypaného kužele Baba, který byl provázen výlevem lávy, která vytvořila výrazný lávový proud. Poté se centrum aktivity přesunulo více k východu a tím vzniklo dvojče Baby a to Panna. Strusky Panny mírně překrývají lávový proud Baby (Databáze významných geologických lokalit, 2018).

Le Puy-en-Velay je město ležící ve Francii. Název v překladu znamená „vztyčeno v údolí“, což odkazuje na dva vypreparované sopouchy uvnitř města. Přímo v centru města vyčnívají nad ostatní budovy dva vyhaslé sopouchy (viz Obr. 44), na kterých stojí významné církevní stavby. Na jednom z nich stojí vyhlídková věž ve tvaru sochy Panny Marie. Kostelík Saint-Michel d'Aiguilhe stojí na druhém. Tyto přírodní dráhy jsou dominantou města a při církevních obřadech jsou uctívány (Haraldur a kol., 2015).

Zmíněné přírodní dráhy spojuje jejich obnaženost a výrazná sloupcovitá odlišnost. Rozdílné jsou především svou výškou, Le Puy-en-Velay se tyčí mnohem výše než naše české trosky. Složením si odpovídají, jsou tvořeny bazaltovým magmatem.



Obr. 43 - Trosky, okres Semily, Liberecký kraj, Analýza výškopisu, 2018



Obr. 44 - Le Puy-en-Velay, Francie, Google Earth, 2018



Obr. 45- Trosky, ČR; Olaf1541 [CC BY-SA 3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>)]



Obr. 46 - Le Puy-En-Velay, Francie; použití povoleno, <https://www.mundo.cz/francie/le-puy-en-velay>

4.11 Sloupcovitá odlučnost

Bořeň (viz Obr. 47) je přímo ukázkovým příkladem sloupcovité odlučnosti (viz kapitola 2.3.10, Obr. 14). Sloupce se zde vytváří chladnutím taveniny kolmé na ochlazovací plochu (tj. okraje magmatického tělesa). Zajímavostí jsou zde tyto svisle uspořádané sloupce tvořící trojrozměrný převrácený vějíř (Rapprich, 2012).

Bořeň má hodně společného s Ďáblou horou (viz Obr. 48) ve Wyomingu. Devils Tower (v překladu Ďáblova hora) tento název získala omylem. Zavinili to kartografové, kteří si spletli dvě lakotská slovíčka. Lakotští indiáni jí přezdívali „Medvědí doupě“. Původ hory objasňuje legenda o rozzuřeném medvědovi. Ďáblova hora je nejen posvátným místem řady indiánů, ale objevuje se i filmu Stevena Spielberga *Blízká setkání třetího druhu*. Navíc dnešní geologické výzkumy, či horelezecké aktivity se nelíbí těmto indiánským kmenům, neboť narušují jejich obřady. Indiáni usilují o změnu názvu na původní označení „Medvědí doupě“ (Závada a kol., 2015).

Většinou se uvádí, že Ďáblova hora je zbytek přírodní dráhy vulkánu nebo podpovrchové těleso tvaru klobouku. Výzkum Bořeně nám ukazuje, že to nemusí být pravda. Na základě sestavených sádrových modelů v porovnání s matematickými modely chladnutí dochází k rekonstrukci pravděpodobného vývoje Bořeně, což se dá aplikovat i na Ďáblou horu. Díky zmíněným modelům se prvotní hypotéza vyvrací a vzniká nový názor na původ vzniku Ďáblovy hory. Na základě výsledků zmíněných výzkumů doplněných terénními průzkumy se o ní mluví jako o lávovém jezeru v mělkém kráteru sopky, což se jeví jako pravděpodobnější, neboť nejlépe vysvětluje všechny geologické jevy se vznikem hory spojené (Závada a kol., 2015).

Podobnost Bořeně a Ďáblovy hory můžeme pozorovat v podobném složení i rozměrech, i když Bořeň má dvojnásobný průměr základny. Obě hory mají sloupy v dolní části zahnuté do stran. Tato podobnost byla prokázána již zmíněnými výzkumy provedenými Prokopem Zavadou (Závada a kol., 2015).



Obr. 47 - Bořen, okres Teplice, Ústecký kraj, Mapy Google, 2018



Obr. 48 - Devils Tower, Wyoming, USA, Google Earth, 2018

5 Praktická část – návrh geologické příručky

Cílem bylo vytvořit text, který by vhodně doplňoval probírané učivo geologie na základní škole. Příručka je určena pro žáky 6. a 9. tříd základních škol (ZŠ) a víceletých gymnázií. Snahou bylo podat jednotlivé informace přehledně, v logickém sledu a případně doplněné ilustracemi. Ilustrace jsou barevné, což by mělo posloužit k lepší představě a pochopení jednotlivých zmíněných jevů.

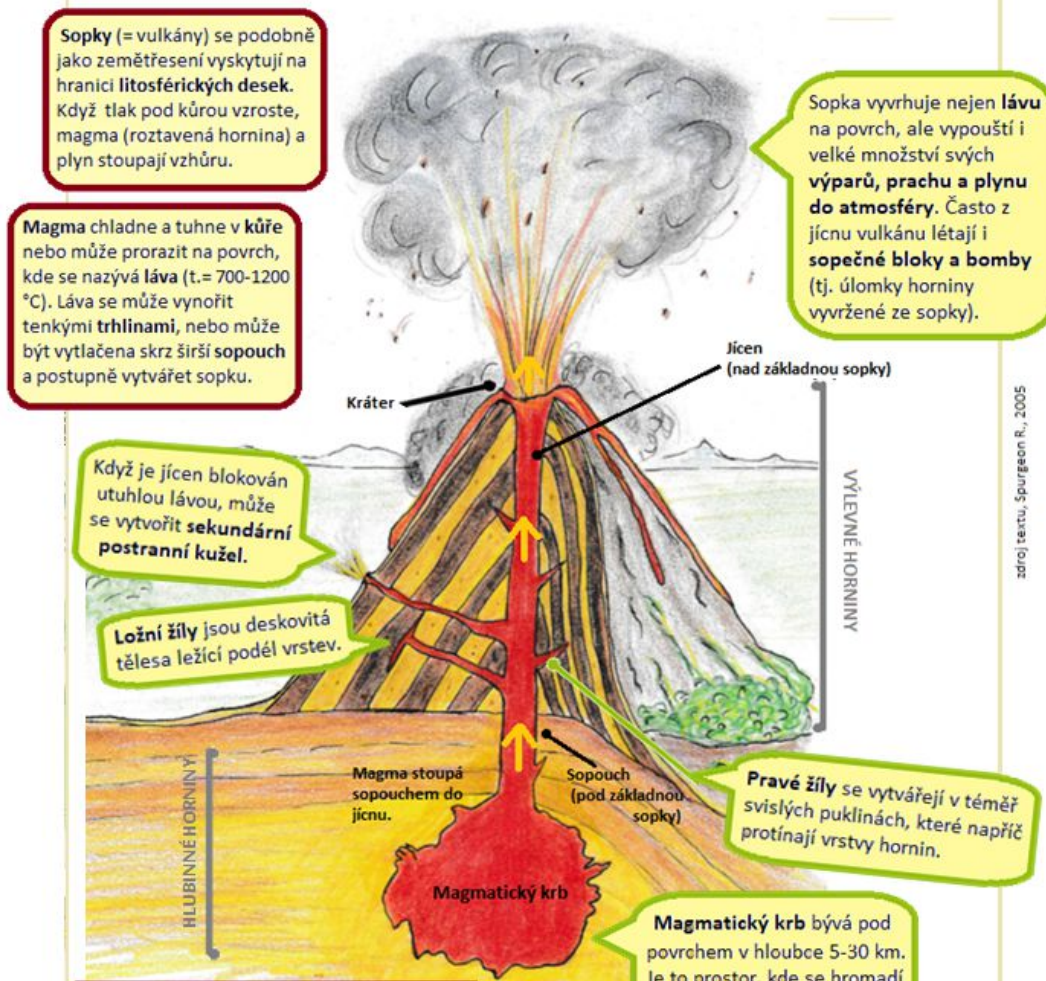
Příručku „Pronikni do tajů vulkanické činnosti“ (viz Příloha) můžeme zařadit k populárně-naučné literatuře. Je zaměřena podobně jako předchozí text na vulkány. Zmíněné porovnání jednotlivých vulkanických tvarů lze využít i v rámci této příručky pro žáky ZŠ, neboť sopečné tvary v ČR lze použít i jako příklad aktivních vulkanických tvarů pro jejich celkem dobrou podobnost. Příručka zprvu obsahuje obecné seznámení se sopečnou činností a základními vulkanickými pojmy. Dále navazuje příklady morfologických sopečných tvarů a nakonec je doplněna pracovním listem a pokusy vhodnými pro žáky ZŠ a víceletých gymnázií.

Při psaní samostatného textu publikace bylo čerpáno z materiálů získaných z přednášek geologie v průběhu studia na Pedagogické fakultě Jihočeské univerzity (Teodoridis, 2016), tak i z dalších odborných i populárně-naučných knih, zejména z edice Živá planeta (Spurgeon R., 2005).

5.1 Teorie sopečné činnosti

Úvodní strana příručky obsahuje obecné seznámení s vulkanickou činností. Vysvětluje základní princip vzniku vulkánu doplněný pomocným materiálem, řezem sopkou. Žák tak může sledovat magma stoupající sopouchem, jícnem, až nakonec lávu a jiný sopečný materiál vystupující na povrch.

Pronikni do tajů vulkanické činnosti - řez vybuchující sopkou:



Spodní část první strany příručky uvádí vyvřelé horniny a jejich základní rozdělení. Zmiňuje také užitek sopek, neboť je důležité dětem vysvětlit, že sopky nejsou jenom tělesa ničící lávou vše okolo.



5.2 Základní vulkanické tvary

Druhá strana se zaměřuje na představení základních typů sopek rozdělených podle morfologie. Na začátku je obecný úvod o vzniku jednotlivých tvarů vulkánů, následuje přehled nejznámějších sopečných tvarů s jejich stručnou charakteristikou.

II.

TVAR SOPEK:

Tvar sopky závisí na typu lávy, jak po výbuchu sopky daleko teče a také na síle erupce. **Viskózní láva** je hustá a lepkavá a rychle chladne okolo jícnu - jak tuhne, vytváří strmý kužel (viz stratovulkán). **Neviskózní láva** je tekutá - než utuhne, může téct až několik kilometrů. Tato řídká nejčastěji bazaltová láva tvoří především **štítové vulkány**.

Když se erupce zastaví, magma v jícnu a kráteru se stane tuhým a vytvoří se „špunt“.

Téměř po celém světě, mimo České republiky, můžeme najít stále **aktivní sopky**, které vybuchují se stálou pravidelností. Někdy se uchýlí ke spánku, kdy mezi jednotlivými erupcemi zůstávají v klidu. V České republice máme **sopky vyhaslé**, bez zásobárny žhavého magmatu - to znamená, že už nikdy nevybuchnou.

zdroj: textu, Spurgeon R., 2005

Nejznámější vulkanické tvary: stratovulkán, struskový kužel, štítový vulkán

STRUSKOVÝ KUŽEL

- vytváří nejčastěji malé, pravidelné kužele s jedním centrálním jícnem zakončeným kráterem
- vzniká převážně **nahromaděním strusek** (tj. horninové kousky vyvrhované sopkou)
- př. Paricutin v Mexiku*

STRATOVULKÁN

- můžeme zde pozorovat střídající se **vrstvy lávy a popela**, které vytvářejí kuželovité složené sopky se strmými svahy
- př. Vesuv v Itálii*

LAKOLIT

- sopečný tvar, který často doprovází ostatní sopky
- jedná se o bočníkovité **těleso utuhlé pod povrchem**, které často nadzdvihne vrstvy ležící nad ním
- př. v ČR - Bořeň, Bezděz*

ŠTÍTOVÝ VULKÁN

- vzniká z **neviskózní lávy**
- je **nízký, plochý**
- př. Mauna Kea - Havaj*

Na konci druhé strany je uveden pokus na viskozitu lávy, který by mohl pomoci žákům ZŠ a víceletých gymnázií snadněji si představit její různé hustoty. Na základě pokusu by tedy mohly být schopni vysvětlit, jak jednotlivé výsledné vulkanické tvary ovlivňuje hustota lávy.

POKUS:
Dozvěděli jsme se, že existuje různě hustá láva, která svými vlastnostmi ovlivňuje výsledný tvar sopek.

- 1. úkol: UŽITÍM POTRAVINOVÝCH SUROVIN ZKUS NAPODOBIT RŮZNOU HUSTOTU LÁV!
- 2. úkol: JEDNOTLIVÉ VYTVOŘENÉ LÁVY PŘIŘAĎ KE KONKRÉTNÍM VULKANICKÝM TVARŮM!

Postup:

- med pomocí lžičky lij na papír a sleduj rychlost rozlévajícího medu
- v misičce smíchej vodu a hr. mouku do žádané hustoty

...poté pokračuj 2. úkolem v zadání

POMŮCKY K POKUSU:

- med
- hrubá mouka + voda
- misičky, čajové lžičky, čisté papíry



5.3 Pokus: Vybuchující sopka

I strana třetí obsahuje pokus s cílem zvýšit možnost lepšího představení si sopečných jevů. Provádět pokus může jak třída rozdělená na menší skupiny žáků, tak i jednotlivec. To už záleží na učiteli, jakým způsobem chce pojmout výuku.

Příručka obsahuje pouze zadání pokusu, tedy uvádí pomůcky a pracovní postup. Na učitele je potom vést se žáky diskusi o tom, co viděli, na co přišli, popř. co jim není jasné. Učitel by měl lehce navádět jejich myšlenky správným směrem, aby si žáci z hodiny odnesli poznatky využitelné i v praktickém životě. Když už bude podávat nějaké vysvětlení, mělo by odpovídat věku a rozumovým schopnostem žáků., např. „Směs jedlé sody a kyseliny octové - tu obsahuje ocet, spolu reagují a vytváří se tak bublinky plynu. Vzniklé bublinky jsou lehké a stoupají tak vzhůru. Nakonec jich je tolik, že z jícnu sopky vystupují na povrch v podobě pěny, která teče po stranách sopky, podobně jako skutečná láva...(Spurgeon R., 2005)“.

Každý žák, skupina, si vytvoří svůj vlastní vulkán podle pracovního postupu. Učitel pouze dohlíží na bezpečnost žáků. Lze i zadat vytvoření sopky určitého vulkanického tvaru, př. štítového vulkánu nebo stratovulkánu (ten na fotografiích v příručce). Po vytvoření „vybuchujících sopek“ následuje případná diskuse. Pokus v hodině může přispět ke zvýšení pozornosti žáků.

III.

POKUS - VYBUCHUJÍCÍ SOPKA:
 Vytvoříme si model vulkánu, který po naplnění určitými potravinovými surovinami bude chrlít „lávu“.

POMŮCKY:

- větší tácek
- sklenička (menší s úzkým hrdlem)
- plastelína (1 balení/10 ks)
- 1 sáček jedlé sody
- 2 sáčky potravin. barviva (vhodné různé barvy)
- 1 špejle
- 3 kapky mycího prostředku (saponátu)
- „velký panák“ octa (40 ml)

PRACOVNÍ POSTUP:

1. PŘIPRAV SI VEŠKERÉ POMŮCKY
2. NA STŘED TÁČKU POLOŽ SKLENIČKU, JEJÍ STRANY OBALUJ PLASTELÍNOU, DOKUD NEVYTVOŘÍŠ TVAR SOPEČNÉHO KUŽELE
3. DO „JÍCNU“ SOPKY NASYP JEDLOU SODU
4. DÁLE PŘÍDEJ POTRAVINÁŘSKÉ BARVIVO
5. SODU S BARVIVEM DOBŘE PROMÍCHEJ POMOCÍ ŠPEJLE
6. PŘÍDEJ DO JÍCNU SOPKY MYCÍ PROSTŘEDEK
7. NAKONEC NALIJ OCTA a USTUP Kousek DÁLE!
8. SLEDUJ VÝSLEDNOU REAKCI










5.4 Pracovní list

Poslední strana slouží k procvičení látky. Obsahuje zadání a osm otázek na vypracování. Žáci si nejprve zkusí na uvedené otázky odpovědět, následně své odpovědi

zkontrolují s informacemi uvedenými na předchozích stranách příručky a případné nesrovnalosti, či nejasnosti proberou s učitelem. Žáci se hledáním informací procvičí v práci s literaturou, čehož budou popř. moci využít i v jiných předmětech. Otázky vychází opravdu z předchozích stránek, proto není uvedeno řešení pracovního listu.

IV.

PRACOVNÍ LIST:

1. ZKUS ODPOVĚDĚT NA JEDNOTLIVÉ OTÁZKY BEZ POMOCI PŘEDCHOZÍHO MATERIÁLU.

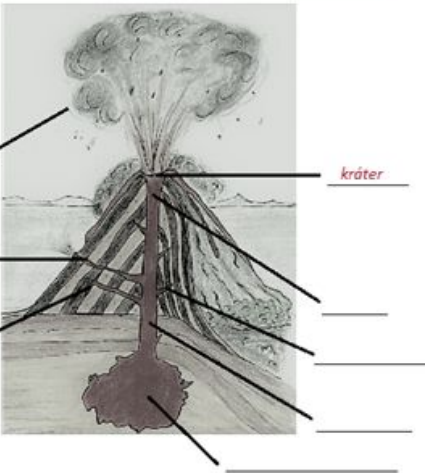
2. NÁSLEDNĚ SVÉ ODPOVĚDI POROVNEJ S OBSAHEM PŘEDCHOZÍCH STRÁNEK.

1. ot. : a) Popiš obrázek sopky, její jednotlivé části.

b) O jaký sopečný tvar se jedná?
odpověď: _____

? NA ZAMYŠLENÍ:

Sopky v České republice jsou vyhaslé. Chtěl bys, aby u nás byly i sopky aktivní? Jsou aktivní sopky nebezpečné? Jakým způsobem nás mohou popř. ohrozit?



2. ot. : Jak vzniká sopka? _____

4. ot. : Co jsou vyvěřelé horniny? _____

3. ot. : a) Co je magma? _____

b) Co je láva? _____

5. ot. : Jaký je rozdíl mezi horninami výlevnými a hlubinnými? _____

6. ot. : Jaké morfologické tvary sopek znáš? (uved' min. 4)

a) _____

b) _____

c) _____

d) _____

bonus: e) _____

Důležité je nebrat tuto příručku jako základní učebnici geologie. Brožura „Pronikni do tajů vulkanické činnosti“ slouží jen jako opora při vyučování, či pro zpestření výuky. Učitel by měl v rámci vyučovací hodiny podat základní informace v rámci probírané látky a práci s příručkou pouze hodinu doplnit.

6 Diskuse

Na základě práce s distančními daty bylo zjištěno, že jednotlivé vulkanické formy není příliš těžké u nás či ve světě najít. Existuje velké množství lakolitů, struskových kuželů, stratovulkánů apod. Někdy ale nemusí být úplně jasně stanoveno zařazení ke konkrétnímu tvaru, neboť v literatuře se objevují nejednotné názory. Příkladem mohou posloužit Doupovské hory v České republice, u kterých se polemizuje, zda se jedná o stratovulkán, či o štítový vulkán. Více jak 100 let zakořeněná hypotéza o Doupovských horách jako o reliktu stratovulkánu je pomalu vytlačována teorií o štítovém vulkánu. Novější pojednání je pravděpodobněji díky důkazu hojného zastoupení láv (Rapprich, 2012).

Při porovnání českých příkladů s jejich světovými analogiemi může docházet i k problémům týkajících se jejich tvaru, zachovalosti. V České republice neexistuje žádná aktivní sopka, která by se svou erupcí, popř. erupcemi dotvářela. Tato nečinnost dává prostor působení eroze, která se projevuje různým způsobem. Příkladem mohou být Paricutín v Mexiku a naše jedna z nejmladších sopek v ČR Železná hůrka. Na Železné hůrce je možné pozorovat působení eroze, která obrušuje celé těleso. Jedná se o nenápadný pahorek s téměř nezatelnou prohlubní na jeho vrcholu (Janoška, 2013). Oproti tomu Paricutín se tyčí do značné výšky a i kráter na vrcholu je výrazný, neboť svými občasnými erupcemi se stále dotváří. Někdy nemusí působit pouze eroze, ale i lidská činnost může přispět ke změně vzhledu vulkanických těles. Antropogenního zásahu je možné si všimnout na Komorní hůrce, další čtvrtohorní sopce, jejíž kráter nevznikl erozí, ale uměle (Rapprich, 2012). I přes dost častý odlišný původ vulkánů, rozdílné horninové složení či výrazné působení eroze můžeme sledovat na jednotlivých vulkánech výraznou podobnost ve vnější morfologii.

Práce s distančními daty je do určité míry limitující. To, co podle distančních dat vypadá jako kráter Komorní hůrky nemusí být kráterem, ale to z distančních dat nelze zjistit. Na základě pouhého pozorování není možné stanovit přesný výsledek. Důležité je proto kombinovat distanční výsledky s literaturou, případně terénním výzkumem. Příkladem může posloužit Ďáblova hora ve Wyomingu vypadající a dlouho považovaná za přívodní dráhu či podpovrchové těleso, je ve skutečnosti něco jiného. Terénním výzkumem a provedením modelových experi-

mentů bylo zjištěno, že se jedná spíše o lávové jezero v mělkém kráteru sopky. Distanční průzkum v tomto případě nestačí. Dalším limitem může být např. rozlišení dat, v zahraničí nemáme k dispozici vhodný DMR model stejného rozlišení, což porovnání jednotlivých lokalit také stěžuje. Nicméně i přes výše zmíněná možná omezení byly nalezeny uspokojivé shody v morfologii sopek v České republice a jinde ve světě.

V souladu s prací Dvořákové (2014) bylo téma zpracováno na základě publikace pro žáky ZŠ. Obecně geologie není mezi žáky moc oblíbená, proto je třeba hledat cesty ke zvýšení zájmu o tento obor. Jednou z možností je výběr tématu vulkánů, které je velmi atraktivní nejen pro děti, ale i pro dospělé. Publikace „Pronikni do tajů vulkanické činnosti“ se problematikou vulkanických tvarů zabývá pouze okrajově, seznamuje spíše s obecnými sopečnými jevy. Dvořáková (2014) upozorňuje na to, že už zpracování samotného textu výrazně ovlivní zájem žáků. Nemá smysl je zatěžovat množstvím informací, ale spíše se snažit podat informace stručně a přehledně. Přijatelným řešením se ukazuje použití vhodných doprovodných obrázků (Dvořáková, 2014).

7 Závěr

V rámci této rešeršní práce byly vytyčeny dva základní cíle. Hlavním cílem bylo porovnání morfologie sopečných tvarů v České republice a ve vulkanicky aktivních oblastech, které se nacházejí ve světě. První část práce obsahuje krátké pojednání o historii vulkanismu na našem území a obecné seznámení s dílčími vulkanickými tvary. Ve druhé části jsou popsány konkrétní sopečné lokality, které jsou rozděleny podle jednotlivých sopečných tvarů. Každá kapitola obsahuje porovnání těchto těles z hlediska morfologie, horninového složení a popř. jsou zmíněny i nějaké zajímavosti. Jednotlivá sopečná tělesa byla porovnávána na základě distančních metod, které mohou být do určité míry zavádějící. Klíčová proto byla práce s literaturou, na jejímž základě se mohlo docílit přesnějších výsledků a dojít k naplnění cíle.

Dalším cílem byla tvorba didaktického materiálu, populárně-naučné příručky pro žáky 6. a 9. tříd základních škol a víceletých gymnázií. Vytvořena byla brožura o čtyřech stránkách. Příručka „Pronikni do tajů vulkanické činnosti“ obsahuje teoretickou část seznamující žáky se základními sopečnými jevy a sopečnými tvary. Porovnání vulkanických tvarů, zmíněné dříve, můžeme využít i v rámci této příručky, neboť vulkanické tvary v České republice je možné užít i jako příklad aktivních vulkanických tvarů pro jejich značnou podobnost. Další část příručky, tj. praktickou, tvoří zadání dvou pokusů, které je v rámci vyučovací hodiny možno provádět. Příručka je zakončena pracovním listem sloužícím k závěrečnému opakování a shrnutí látky.

8 Seznam literatury

Camp Vic., 2006v: Scoria Cones. In *How Volcanoes Work*. San Diego State U. [cit.30. 10. 2018]. Dostupné z:

http://www.geology.sdsu.edu/how_volcanoes_work/scoriacone_page.html

Camp Vic., 2006h: Flow Features. In *How Volcanoes Work*. San Diego State U. [cit. 31. 10. 2018]. Dostupné z:

http://www.geology.sdsu.edu/how_volcanoes_work/flow_features.html

Databáze významných geologických lokalit: 366 [online]. Praha: Česká geologická služba, 1998 [cit. 2018-10-02]. Dostupné z: <http://lokality.geology.cz/4099>

Databáze významných geologických lokalit: 867 [online]. Praha: Česká geologická služba, 1998 [cit. 2019-02-11]. Dostupné z: <http://lokality.geology.cz/4099>

Databáze významných geologických lokalit: 1346 [online]. Praha: Česká geologická služba, 1998 [cit. 2019-02-10]. Dostupné z: <http://lokality.geology.cz/4099>

Databáze významných geologických lokalit: 1636 [online]. Praha: Česká geologická služba, 1998 [cit. 2019-02-10]. Dostupné z: <http://lokality.geology.cz/4099>

Databáze významných geologických lokalit: 1875 [online]. Praha: Česká geologická služba, 1998 [cit. 2019-02-10]. Dostupné z: <http://lokality.geology.cz/4099>

Databáze významných geologických lokalit: 2398 [online]. Praha: Česká geologická služba, 1998 [cit. 2018-10-02]. Dostupné z: <http://lokality.geology.cz/4099>

Databáze významných geologických lokalit: 4099 [online]. Praha: Česká geologická služba, 1998 [cit. 2018-11-16]. Dostupné z: Databáze významných geologických lokalit: 4099 [online]. Praha: Česká geologická služba, 1998 [cit. 2018-11-16]. Dostupné z: <http://lokality.geology.cz/4099>

Drahokoupil K., 2013: Geometrie a vznik sloupcovité odlučnosti. Bakalářská práce, Ústav geologických věd, Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita, Brno, 39 s.

Dvořáková J., 2014: Zpřístupnění základních geologických procesů žákům 6. třídy ZŠ formou publikace. Bakalářská práce, Pedagogická fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice, 98 s.

- Fashbaugh F. E., 1979: Geology of igneous extrusive and intrusive rocks in the Sundance Area, Crook County, Wyoming. Grade Master of Science, Graduate Faculty, University of North Dakota, Grand Forks, North Dakota, 109s.
- Haraldur S., et al., 2015: Encyclopedia of Volcanoes. 2.nd ed. USA: ACADEMIC PRESS, 1456 s.
- Chlupáč I., 2011: Geologická minulost České republiky. 2. vyd. opr. Praha: Academia, 436 s.
- Janoška M., 2013: Sopky a sopečné vrchy České republiky. Praha: Academia, 415 s.
- Keller E. A., 2005: Introduction to Environmental Geology. 3rd edition. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 583 s.
- Kukal Z., Němec J. a Pošmourný K., 2005: Geologická paměť krajiny. 2. vyd. Praha: Česká geologická služba, 222 s.
- Montgomery C. W., 2006: Environmental Geology. 7th edition. Boston: McGraw Hill Higher Education, 540 s.
- Mrlina J., et al., 2009: Discovery of the first Quaternary maar in the Bohemian Massif, Central Europe, based on combined geophysical and geological surveys. Journal of Volcanology and Geothermal Research 182: 97-112.
- Rapprich V., 2012: Za sopkami po Čechách. 1.st ed. Praha: Grada, 240 s.
- Spurgeon R., Stockley C., 2005: ed. Živá planeta. 2. vyd. Ilustroval Chen K. K. Havlíčkův Brod: Fragment, 96 s.
- Teodoridis, V., 2016: Geologie: geologie a geomorfologie – přednášky a prezentace. Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, katedra biologie.
- Závada P., et al., 2015: Devils Tower (Wyoming, USA): A lava coulée emplaced into a maar-diatreme volcano. Geosphere 11: 354–375.

Seznam obrázků:

Obr. č. 1 - Pastorius. (2007, August 7). Vesuvius from plane [Digital image]. Retrieved January 14, 2019, from https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/af/Vesuvius_from_plane.jpg, I, Pastorius [CC BY-SA 3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>)]

Obr. č. 2 - Leahleaf. (2008, October 17). Mauna Kea volcano in Hawaii [Digital image]. Retrieved January 14, 2019, from https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f4/Mauna_Kea_volcano_in_Hawaii_-_2008-10-17.jpg, Leahleaf (<https://www.flickr.com/people/leahleaf/>) [CC BY 2.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/2.0/>)], via Wikimedia Commons

Obr. č. 3 - Luhr, J. (2008, May 7). Parícutín volcano [Digital image]. Retrieved January 15, 2019, from https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/da/Parícutín_volcano.jpg, Jim Luhr, Smithsonian Institution [Public domain], via Wikimedia Commons

Obr. č. 4 - Wolkenkratzer. (2015, June 13). Dauner Maare, Weinfelder Maar oder Totenmaar [Digital image]. Retrieved January 15, 2019, from https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5b/Dauner_Maare,_Weinfelder_Maar_oder_Totenmaar.jpg, Wolkenkratzer [CC BY-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)], from Wikimedia Commons

Obr. č. 5 - John, J. S. (2010, July 14). Lassen Volcano (~29 ka dacitic volcanic dome) (Lassen Volcanic National Park, California, USA) 17 (36852367774) [Digital image]. Retrieved January 15, 2019, from [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6d/Lassen_Volcano_\(~29_ka_dacitic_volcanic_dome\)_Lassen_Volcanic_National_Park,_California,_USA\)_17_](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6d/Lassen_Volcano_(~29_ka_dacitic_volcanic_dome)_Lassen_Volcanic_National_Park,_California,_USA)_17_)

(36852367774).jpg, James St. John [CC BY 2.0
(<https://creativecommons.org/licenses/by/2.0>)], via Wikimedia Commons

Obr. č. 6 - John, J. S. (2015, August 4). Sundance Laccolith [Digital image]. Retrieved January 26, 2019, from
<https://www.flickr.com/photos/jsjgeology/21072684929>, public, použití povoleno

Obr. č. 7 - Ireland, M. (2012, June 1). Eruption of Stromboli volcano - 2012-06-01 A [Digital image]. Retrieved January 15, 2019, from
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ef/Eruption_of_Stromboli_volcano_-_2012-06-01_A.jpg, Mark Ireland
(https://www.flickr.com/people/mark_i_geo/) [CC BY 2.0
(<https://creativecommons.org/licenses/by/2.0>)], via Wikimedia Commons

Obr. č. 8 - Knight, A. E. (2009, November 7). Magmatic dike south of Shiprock, Nov 09 [Digital image]. Retrieved January 15, 2019, from
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/68/Magmatic_dike_south_of_Shiprock,_Nov_09.jpg, An Errant Knight [CC BY-SA 4.0
(<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>)], from Wikimedia Commons

Obr. č. 9 - Canli, E. (2017, July 22). Kīlauea lava flow 2017(2) [Digital image]. Retrieved January 15, 2019, from
[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/63/Kīlauea_lava_flow_2017\(2\).jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/63/Kīlauea_lava_flow_2017(2).jpg), Ekrem Canli [CC BY-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>)], from Wikimedia Commons

Obr. č. 10 - Bunnell, D. (1995). Tumulus-inflationary cave [Digital image]. Retrieved January 15, 2019, from
<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fa/Tumulus->

inflationary_cave.jpg, Dave Bunnell [CC BY-SA 3.0
(<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>)], from Wikimedia Commons

Obr. č. 11 - Dunog. (2008, August 29). Chappelle Rosemont2 [Digital image]. Retrieved January 15, 2019, from
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f4/Chappelle_Rosemont2.JPG
G, Dunog [Public domain], from Wikimedia Commons

Obr. č. 12 - Craters of the Moon National Monument & Preserve. (2014, April 12). Spatter cone vent (13992986592) [Digital image]. Retrieved January 15, 2019, from
[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/46/Spatter_cone_vent_\(13992986592\).jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/46/Spatter_cone_vent_(13992986592).jpg), Craters of the Moon National Monument & Preserve [CC BY 2.0
(<https://creativecommons.org/licenses/by/2.0/>)], via Wikimedia Commons

Obr. č. 13 - Strzelecki, J. (2013, January 5). Trosky(js) [Digital image]. Retrieved January 15, 2019, from
[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0b/Trosky\(js\).jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0b/Trosky(js).jpg), Jerzy Strzelecki [CC BY 3.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>)], from Wikimedia Commons

Obr. č. 14 - Karel.basta. (2012, March 21). Boren-22-mpix [Digital image]. Retrieved January 15, 2019, from
<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f8/Boren-22-mpix.jpg>, Karel.basta [CC BY-SA 3.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>)], from Wikimedia Commons

Obr. č. 15 - Rozšíření terciérních sedimentů a vulkanitů v severozápadních Čechách a okolí. In: Chlupáč, I. Geologické minulost České republiky. 2. vyd. opr. Praha: Academia, 436 s.

Obr. č. 16 - Analýza výškopisu. Doupovské hory, Česká republika, zobrazeno: 25.10. 2018. Dostupné z: <https://ags.cuzk.cz/dmr/?extent=-888938.4224,-1026695.9311,-801503.3196,-986242.7942,5514>

Obr. č. 17 - Google Earth 7.1. 2014. Cantal, Francie 45°19'16.61"S, 3°11'39.79"V, výška 642 m, 3D mapy, zobrazeno: 25. 10. 2018.
<<http://www.google.com/earth/index.html>>.

Obr. č. 18 - Google Earth 7.1. 2014. Vesuv, Itálie 40°49'4.60"S, 14°25'43.80"V, výška 1 113 m, 3D mapy, zobrazeno: 25. 10. 2018.
<<http://www.google.com/earth/index.html>>.

Obr. č. 19 - Google Earth 7.1. 2014. Mauna Kea, USA 19°48'59.30"S, 155°26'26.62"Z, výška 3 662 m, 3D mapy, zobrazeno: 28. 10. 2018.
<<http://www.google.com/earth/index.html>>.

Obr. č. 20 - Analýza výškopisu. Chmelník, Česká republika, zobrazeno: 1.11. 2018. Dostupné z: <http://ags.cuzk.cz/dmr/?extent=-751750.4433,-967247.3646,-750384.2698,-966616.2845,5514>

Obr. č. 21 - Analýza výškopisu. Železná hůrka, Česká republika, zobrazeno: 1.11. 2018. Dostupné z: <https://ags.cuzk.cz/dmr/?extent=-832450.9912,-1015083.6297,-831084.8177,-1014452.5496,5514>

Obr. č. 22 - Analýza výškopisu. Komorní hůrka, Česká republika, zobrazeno: 1.11. 2018. Dostupné z: <https://ags.cuzk.cz/dmr/?extent=-832450.9912,-1015083.6297,-831084.8177,-1014452.5496,5514>

Obr. č. 23 - Google Earth 7.1. 2014. Paricutín, Mexiko 19°29'36.92"S,
102°13'30.49"Z, výška 2 425 m, 3D mapy, zobrazeno: 1.11. 2018.
<<http://www.google.com/earth/index.html>>.

Obr. č. 24 - Analýza výškopisu. Mýtina, Česká republika, zobrazeno: 25.11. 2018.
Dostupné z: <https://ags.cuzk.cz/dmr/?extent=-832450.9912,-1015083.6297,-831084.8177,-1014452.5496,5514>

Obr. č. 25 - Google Earth 7.1. 2014. Weinfelder Maar, Německo 50°10'32.38"S,
6°51'14.82"V, výška 516 m, 3D mapy, zobrazeno: 25. 11. 2018.
<<http://www.google.com/earth/index.html>>.

Obr. č. 26 - Analýza výškopisu. Zlatník, Česká republika, zobrazeno: 9.11. 2018.
Dostupné z: <http://ags.cuzk.cz/dmr/?extent=-786586.5420,-989032.6552,-785220.3685,-988401.5751,5514>

Obr. č. 27 - Google Earth 7.1. 2014. Mt Lassen, USA 40°29'35.30"S,
121°30'00.59"Z, výška 2 725 m, 3D mapy, zobrazeno: 9.11. 2018.
<<http://www.google.com/earth/index.html>>.

Obr. č. 28 - Analýza výškopisu. Bezděz, Česká republika, zobrazeno: 11.12. 2018.
Dostupné z: <http://ags.cuzk.cz/dmr/?extent=-715638.3058,-996404.2710,-714272.1323,-995773.1909,5514>

Obr. č. 29 - Analýza výškopisu. Jedlová hora, Česká republika, zobrazeno: 11.12.
2018. Dostupné z: <http://ags.cuzk.cz/dmr/?extent=-764637.8042,-970382.5435,-763271.6308,-969751.4633,5514>

Obr. č. 30 - Analýza výškopisu. Bořeň, Česká republika, zobrazeno: 11.12. 2018.
Dostupné z: <http://ags.cuzk.cz/dmr/?extent=-782975.0826,-988211.5434,-781608.9091,-987580.4633,5514>

Obr. č. 31 - Google Earth 7.1. 2014. Sundance Mountain, Green Mountain, USA
44°23'50.83"S, 104°18'14.67"Z, výška 1 422 m, 3D mapy, zobrazeno: 13.12. 2018.
<<http://www.google.com/earth/index.html>>.

Obr. č. 32 - Google Earth 7.1. 2014. Green Mountain, USA 44°24'19.40"S,
104°18'10.88"Z, výška 1 422 m, 3D mapy, zobrazeno: 13.12. 2018.
<<http://www.google.com/earth/index.html>>.

Obr. č. 33 - Fashbaugh F. E., 1979: Geology of igneous extrusive and intrusive
rocks in the Sundance Area, Crook County, Wyoming. Grade Master of Science,
Graduate Faculty, University of North Dakota, Grand Forks, North Dakota, 109s.

Obr. č. 34 - Analýza výškopisu. Prackov, Česká republika, zobrazeno: 21.12. 2018.
Dostupné z: <http://ags.cuzk.cz/dmr/?extent=-677527.0467,-993846.4268,-676160.8732,-993215.3466,5514>

Obr. č. 35 - Google Earth 7.1. 2014. Stromboli, Itálie 38°47'33.05"S,
15°12'53.70"V, výška 883 m, 3D mapy, zobrazeno: 21. 12. 2018.
<<http://www.google.com/earth/index.html>>.

Obr. č. 36 - Analýza výškopisu. Čertova zeď, Česká republika, zobrazeno: 3.9.
2018. Dostupné z: <http://ags.cuzk.cz/dmr/?extent=-709822.4848,-986338.8237,-709480.9414,-986181.0536,5514>

Obr. č. 37 - Google Earth 7.1. 2014. Shiprock, USA 36°41'07.43"S, 108°49'10.25"Z, výška 1 657 m, 3D mapy, zobrazeno: 4.9. 2018.

<<http://www.google.com/earth/index.html>>.

Obr. č. 38 - Google Earth 7.1. 2014. Shiprock, USA 36°41'08.81"S, 108°50'06.27"Z, výška 1 900 m, 3D mapy, zobrazeno: 4.9. 2018.

<<http://www.google.com/earth/index.html>>.

Obr. č. 39 - Analýza výškopisu. Konstantinovy Lázně, Česká republika, zobrazeno: 17.10. 2018. Dostupné z: <http://ags.cuzk.cz/dmr/?extent=-852203.0562,-1049235.6914,-850836.8827,-1048604.6113,5514>

Obr. č. 40 - Analýza výškopisu. Hrazený, Česká republika, zobrazeno: 17.10. 2018. Dostupné z: <http://ags.cuzk.cz/dmr/?extent=-729683.6869,-945509.6291,-728317.5134,-944878.5489,5514>

Obr. č. 41 - Analýza výškopisu. Hradiště, Česká republika, zobrazeno: 17.10. 2018. Dostupné z: <http://ags.cuzk.cz/dmr/?extent=-757753.8320,-987258.9882,-756387.6585,-986627.9080,5514>

Obr. č. 42 - Google Earth 7.1. 2014. Kilauea, USA 19°24'33.29"S, 155°17'37.96"Z, výška 1 152 m, 3D mapy, zobrazeno: 17. 10. 2018.

<<http://www.google.com/earth/index.html>>.

Obr. č. 43 - Analýza výškopisu. Trosky, Česká republika, zobrazeno: 20.10. 2018. Dostupné z: <http://ags.cuzk.cz/dmr/?extent=-680076.5175,-1003544.0142,-678710.3440,-1002912.9341,5514>

Obr. č. 44 - Google Earth 7.1. 2014. Le Puy-en-Velay, Francie 45°02'50.50"S,
3°53'10.05"V, výška 685 m, 3D mapy, zobrazeno: 25. 10. 2018.
<<http://www.google.com/earth/index.html>>.

Obr. č. 45 - Olaf1541. (2004). Trosky002 [Digital image]. Retrieved January 26,
2019, from
<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a3/Trosky002.jpg>,
Olaf1541 [CC BY-SA 3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>)]

Obr. č. 46 - CK Mundo. (n.d.). Le Puy-En-Velay [Digital image]. Retrieved January
26, 2019, from <https://www.mundo.cz/francie/le-puy-en-velay>, použití povoleno

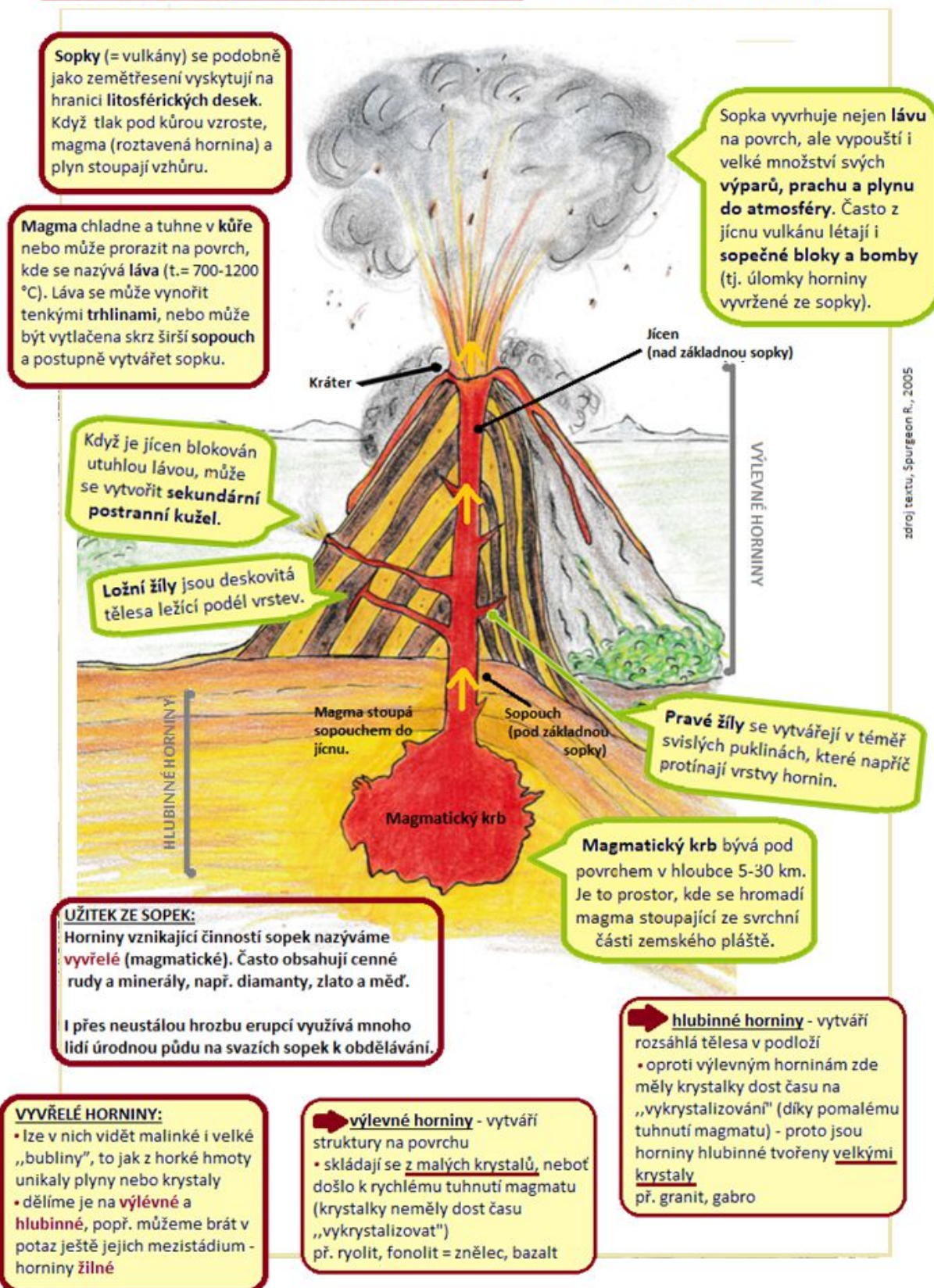
Obr. č. 47 - Mapy Google. Bořeň, Česká republika, zobrazeno: 15.12. 2018. Do-
stupné z: <https://www.google.com/maps/@49.082368,15.384576,13z>

Obr. č. 48 - Google Earth 7.1. 2014. Devils Tower, USA 44°35'24.76"S,
104°42'52.62"Z, výška 1 519 m, 3D mapy, zobrazeno: 15.12. 2018.
<<http://www.google.com/earth/index.html>>.

9 Příloha

Pronikni do tajů vulkanické činnosti - řez vybuchující sopkou:

I.



TVAR SOPEK:

Tvar sopky závisí na typu lávy, jak po výbuchu sopky daleko teče a také na síle erupce. **Viskózní láva** je hustá a lepkavá a rychle chladne okolo jícnu - jak tuhne, vytváří strmý kužel (viz stratovulkán).

Neviskózní láva je tekutá - než utuhne, může téct až několik kilometrů. Tato řídká nejčastěji bazaltová láva tvoří především **štitové vulkány**.

Když se erupce zastaví, magma v jícnu a kráteru se stane tuhým a vytvoří se „špunt“.

Téměř po celém světě, mimo České republiky, můžeme najít stále **aktivní sopky**, které vybuchují se stálou pravidelností. Někdy se uchýlí ke spánku, kdy mezi jednotlivými erupcemi zůstávají v klidu.

V České republice máme **sopky vyhaslé**, bez zásobárny žhavého magmatu - to znamená, že už nikdy nevybuchnou.

Nejznámější vulkanické tvary: stratovulkán, struskový kužel, štitový vulkán

STRUSKOVÝ KUŽEL

- vytváří nejčastěji malé, pravidelné kužele s jedním centrálním jícnem zakončeným kráterem
- vzniká převážně **nahromaděním strusek** (tj. horninové kousky vyvrhované sopkou)
př. Paricutín v Mexiku



STRATOVULKÁN

- můžeme zde pozorovat střídající se **vrstvy lávy a popela**, které vytvářejí kuželovité složené sopky se strmými svahy
př. Vesuv v Itálii

ŠTÍTOVÝ VULKÁN

- vzniká z **neviskózní lávy**
- je **nízký, plochý**
př. Mauna Kea - Havaj



LAKOLIT

- sopečný tvar, který často doprovází ostatní sopky
- jedná se o bochníkovité **těleso utuhlé pod povrchem**, které často nadzdvihne vrstvy ležící nad ním
př. v ČR - Bořeň, Bezděz



POKUS:

Dozvěděli jsme se, že existuje různě hustá láva, která svými vlastnostmi ovlivňuje výsledný tvar sopky.

- **1. úkol:** UŽITÍM POTRAVINOVÝCH SUROVIN ZKUS NAPODOBIT RŮZNOU HUSTOTU LÁV!
- **2. úkol:** JEDNOTLIVÉ VYTVOŘENÉ LÁVY PŘIŘAĎ KE KONKRÉTNÍM VULKANICKÝM TVARŮM!

Postup:

- med pomocí lžičky lij na papír a sleduj rychlost rozlévajícího medu
- v místičce smíchej vodu a hr. mouku do žádané hustoty

...poté pokračuj 2. úkolem v zadání

POMŮCKY K POKUSU:

- med
- hrubá mouka + voda
- místičky, čajové lžičky, čisté papíry



POKUS - VYBUCHUJÍCÍ SOPKA:

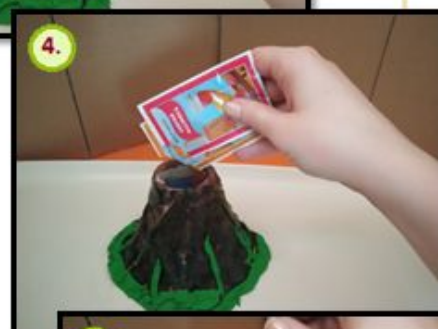
Vyrobíme si model vulkánu, který po naplnění určitými potravinovými surovinami bude chrlít „lávu“.

POMŮCKY:

- větší tácek
- sklenička (menší s úzkým hrdlem)
- plastelína (1 balení/10 ks)
- 1 sáček jedlé sody
- 2 sáčky potravin. barviva (vhodné různé barvy)
- 1 špejle
- 3 kapky mycího prostředku (saponátu)
- „velký panák“ octa (40 ml)

PRACOVNÍ POSTUP:

1. PŘIPRAV SI VEŠKERÉ POMŮCKY
2. NA STŘED TÁČKU POLOŽ SKLENIČKU, JEJÍ STRANY OBALUJ PLASTELÍNOU, DOKUD NEVYTVOŘÍŠ TVAR SOPEČNÉHO KUŽELE
3. DO „JÍCNU“ SOPKY NASYP JEDLOU SODU
4. DÁLE PŘIDEJ POTRAVINÁŘSKÉ BARVIVO
5. SODU S BARVIVEM DOBŘE PROMÍCHEJ POMOCÍ ŠPEJLE
6. PŘIDEJ DO JÍCNU SOPKY MYCÍ PROSTŘEDEK
7. NAKONEC NALIJ OCTA a USTUP KOUSEK DÁLE!
8. SLEDUJ VÝSLEDNOU REAKCI



PRACOVNÍ LIST:

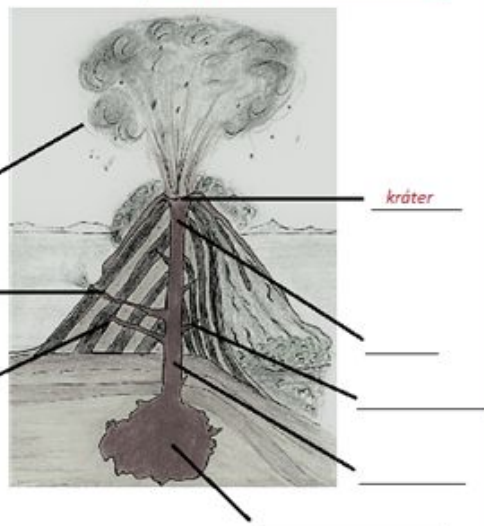
1. ZKUS ODPOVĚDĚT NA JEDNOTLIVÉ OTÁZKY BEZ POMOCI PŘEDCHOZÍHO MATERIÁLU.
2. NÁSLEDNĚ SVÉ ODPOVĚDI POROVNEJ S OBSAHEM PŘEDCHOZÍCH STRÁNEK.

? NA ZAMYŠLENÍ:

Sopky v České republice jsou vyhaslé. Chtěl bys, aby u nás byly i sopky aktivní? Jsou aktivní sopky nebezpečné? Jakým způsobem nás mohou popř. ohrozit?

1. ot. : a) Popiš obrázek sopky, její jednotlivé části.
- b) O jaký sopečný tvar se jedná?

odpověď: _____



2. ot. : Jak vzniká sopka? _____

3. ot. : a) Co je magma? _____

b) Co je láva? _____

4. ot. : Co jsou vyvřelé horniny? _____

5. ot. : Jaký je rozdíl mezi horninami výlevnými a hlubinnými? _____

6. ot. : Jaké morfologické tvary sopek znáš?
(uved' min. 4)

- a) _____
- b) _____
- c) _____
- d) _____
- bonus: e) _____